

СВЕТЪТ НА ФИЗИКАТА

ТОМ XXXII, кн. 3, 2009 г.

Издание на Съюза на физиците в България

http://old.inrne.bas.bg/wop/wop_3_2009/

(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>

ЧЛЕНОВЕ

Валери Голев

<valgol@phys.uni-sofia.bg>

Георги Граховски

<grah@inrne.bas.bg>

Динко Динев

<dinnet@inrne.bas.bg>

Дора Бенева

<beneva@ie.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>

Милен Замфиров

<milen_zamphirov@abv.bg>

ТЕХНИЧЕСКИ СЕКРЕТАР

Снежана Йорданова

<upb@phys.uni-sofia.bg>

EDITORIAL STAFF

EDITOR-IN-CHIEF

Nashan Ahababjan

VICE EDITOR-IN-CHIEF

Michael Bushev

MEMBERS

Valeri Golev

Georgi Grahovski

Dinko Dinev

Dora Beneva

Liudmil Vatzkitchev

Nicola Balabanov

Svetoslav Rashev

Ganka Kamisheva

Milen Zamfirov

TECHNICAL SECRETARY

Snejana Iordanova

ВОДЕЩ БРОЯ: Никола Балабанов

АДРЕС НА РЕДАКЦИЯТА:

1164 София,

Бул. Джеймс Баучер № 5

☎ 862 76 60

EDITORIAL OFFICE ADDRESS:

5, James Bouchier Blvd,

1164 Sofia

ПРЕДПЕЧАТНА ПОДГОТОВКА: Д. Денчева

Дадена за печат на 20 август 2009 г.

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

бул. Цариградско шосе 72

ОТ ГОЛЕМИЯ ВЗРИВ ДО НОБЕЛОВАТА НАГРАДА И ПО-НАТАТЪК

(Нобелова лекция по физика, 2006)

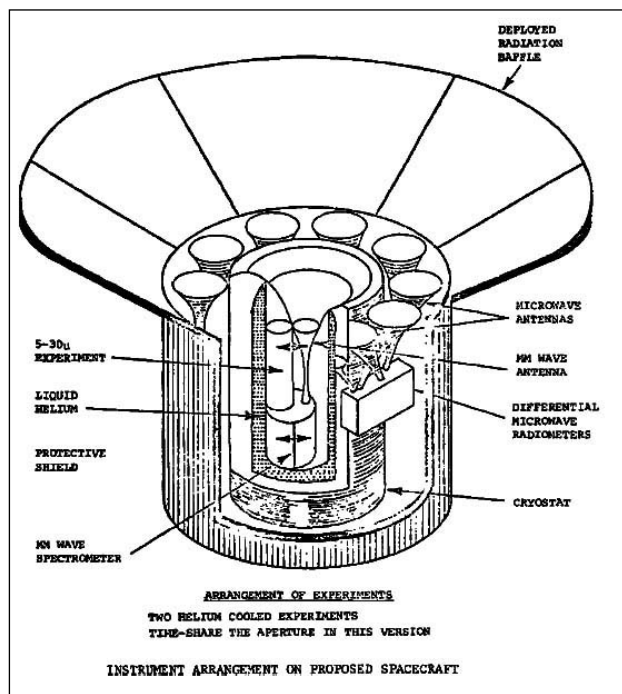
Джон К. Мадър

1. Научно въведение

1.1. Спектър на космическото микровълново фоново излъчване и Големият взрив. В началото беше Големият взрив – така казваме сега с голяма увереност. Спътникът COBE (от Cosmic Background Explorer), предложен като научен проект през 1974 г. в Националната агенция по аеронавтика за изследване на космичното пространство (NASA) и пуснат през 1989 г., предостави много силно свидетелство в полза на това, че съществува космическо микровълново фоново излъчване (КМФИ или реликтов излъчване), със спектър на почти идеално черно тяло с температура $2,725 \pm 0,001\text{K}$, като това излъчване е изотропно (еднакво във всички посоки) с относително средноквадратично отклонение, не по-голямо от 10 на милион на ъглови мащаба 7° и повече. Това излъчване се интерпретира като следа от извънредно горещ и плътен ранен стадий от еволюцията на Вселената. В такава гореща и плътна фаза раждането и унищожаването на фотони, установяването на енергетичното равновесие както между тях, също така и с всички други форми на материята и енергията, би ставало много бързо в сравнение с характерните времеви мащаби на разширение на Вселената. Такова състояние незабавно би предизвикало чернотелно излъчване. Разширяващата се Вселена трябва да съхрани чернотелния характер на неговия спектър, затова измерването на значително отклонение от идеалния спектър на излъчване на черно тяло би направил несъстоятелна цялата идея за Големия взрив или би показало, че след бързото установяване на равновесие към КМФИ е била добавена някаква енергия, например от разпада на някакви първични частици.

1.2. Изотропия. Фактът, че това излъчване е изотропно, до висока степен представлява ключовото свидетелство, че то произхожда от Големия взрив. Всички известни ни системи от нашата Слънчева система до нашата галактика и местните купове и свръхкупове на галактики се разпознават, благодарение на тяхната нееднородност. В действителност самата изотропност беше трудно да бъде обяснена, защото тя изисква еднородност на началните условия на Големия взрив в цялата наблюдаема част





Фиг. 1. Оригиналната идея на COBE е предложена от Годардовата група през 1974 г.

Zeldovich, 1972). Когато беше разработена теорията за космичната инфлация (Guth, 1981), тя простичко обясни общата изотропност на реликтовото излъчване, понеже наблюдаваната днес част от предполагаемата безкрайна Вселена в началото е била съсредоточена в малка област, но е просъществувала в нея достатъчно дълго време, за да може температурата да се уеднакви.

1.4. Анизотропията на малки ъглови мащаби и първичните звукови вълни.

На малки ъглови мащаби измерения спектър на флуктуациите кардинално се изменя с основен пик на характерния ъглов мащаб от порядъка на няколко градуса. Според теорията на Големия взрив Вселената става прозрачна, когато температурата пада до приблизително 3000 К, което е настъпило вероятно 380 000 години след Големия взрив. В същия период областите на Вселената с размер, по-малък от 380 000 светлинни години, започват да обменят информация и започват или да потискат, или да усилват първичните флуктуации. Ние можем да опишем тези нееднородности като първични звукови вълни в многокомпонентна среда, включващи фотони (електромагнитно излъчване), обикновена материя (бариони и лептони), тъмна материя (притежаваща маса, но невзаимодействаща електромагнитно) и тъмна енергия (причиняваща увеличаването на скоростта на разширение на Вселената).

1.5. Съвременната космология. Съвременната космология започна сериозно с ос-

на Вселената. Това беше една от великите загадки, на която се натъкна науката през 1974 г.

1.3. Анизотропия. Нещо повече: в съгласие с данните на COBE, реликтовото излъчване носи със себе си отпечатъка на първичните вариации на плътността. На големи ъглови мащаби първичното излъчване изпитва неголямо гравитационно червено отместване след излизането си от по-плътните области (Sachs, Wolfe, 1967). Тези измерени флуктуации имат почти мащабно-инвариантен спектър с вид на шум, ако средноквадратичните им вариации бъдат изразени като функции на пространствената (ъглова) честота. Мащабно-инвариантният характер на този спектър се очакваше от най-общи съображения (Peebles, Yu. 1970; Harrison, 1970;

ъзнаването, че галактиките в действителност се намират много далеч от нас и се състоят от милиарди звезди. Това откритие стана възможно благодарение на създаването на все по-големи телескопи, като четирите, построени на Джордж Елери Хейл (George Ellery Hale), всеки от които е бил най-големият в света за известно време. Общата теория на относителността на Айнщайн предостави възможност да се изчисляват гравитационни ефекти на големи разстояния и мащаби и Джордж Льомер (George Lemaitre, 1927, 1931), прилагайки тази теория, предсказа, че Вселената не може да бъде статична, а трябва или да се разширява, или свива. Айнщайн въведе константата на интегриране, която може да бъде избрана така, че да се установи равновесие между гравитационните сили на притегляне и “ Λ -члена”, обаче тези решения се оказаха неустойчиви. Едуин Хъбъл (Edwin Hubble, 1929) забеляза, че далечните галактики се разбягват от нас, при това колкото са по-далеч, толкова по-бързо се отдалечават. Това откритие, станало в годината на световната икономическа криза, превърна космологията от почти чисто спекулативна дейност в наблюдателна дисциплина. Видимата възраст на Вселената е просто отношение на разстоянието към скоростта на отдалечаване, а реципрочната ѝ величина се нарича константа на Хъбъл.

2. Моето първо запознаване с космологията

2.1. Детство. През 1950 г., когато бях дете, а космическата ера все още не беше започнала, течеше знаменитата полемика между привържениците на теорията за Стационарната Вселена и теорията за Големия взрив. През 1940-те години Георги Гамов изучаваше следствията от идеите за Големия взрив и със своите студенти Ралф Алфер и Роберт Херман работеше по проблема за синтеза на химичните елементи. Един от техните ключови резултати беше, че само водородът и хелият могат да се формират през епохата на Големия взрив, което означава, че останалите елементи трябва да са били образувани при ядрени реакции вътре в звездите (Alpher, Bethe, Gamov, 1948). Даже тогава вече беше ясно, че ние, хората, сме направени от рециклирано звездно вещество. Техният втори ключов резултат беше, че Вселената би трябвало да е изпълнена с топлинно излъчване, остатък от гигантската експлозия. Бяха дадени различни оценки за тази температура, но каквато и да беше нейната стойност, по онова време бе трудно да се измери това излъчване.

Някъде около 1950-те години беше времето, когато съвременната епоха на космологията започна истински. Бяха изобретени транзисторите, започна надпреварата в ядреното въоръжаване, след като през 1953 г. Съветският съюз взриви първата си водородна бомба и САЩ бяха разтревожени от това. След това през 1957 г. Съветският съюз изстреля в Космоса първия си спътник. Така неочаквано физиците и инженерите се оказаха надеждата за спасяване на страната от наистина сериозни заплахи. Научни фестивали започнаха да се провеждат в обществените училища, значителни бюджетни средства започнаха да се влагат в гражданската отбранителната система и научното образование. Аз си монтирах 5-лампов късовълнов радиоприемник по комплект и исках да стана радиолюбител аматьор. За поддържане на телефонните връзки и ради-

олокацията започна да се развива микровълновата технология, а в моя провинциален район малка инженерна фирма започна да финансира клуба “4Н”, в който децата се обучаваха на електроника. Баща ми, един от малкото учени с научна степен в страната, имаше Гайгер-Мюлеров брояч. В края на учебната година аз отидох на летни физико-математични курсове, финансирани от Националната научна фондация. За не много години американската космическа програма измина пътя от нула до заявлението на президента Кенеди, че в рамките на десетилетие ние ще изпратим човек на Луната.

2.2. Колеж. През 1965 г., като студент-първокурсник в колежа, прочетох една от популярните книги на Георги Гамов за Вселената (Gamov, 1947) и научих, че Големият взрив би могъл да произведе излъчване, което да изпълни Вселената, така че не бях удивен, когато то беше открито от Пензиас и Уилсън (удостоено с Нобелова премия за 1978 г.). По същото време групата на Робърт Дике в Принстънския университет се опитваше да установи това излъчване. Историята за едновременно публикуване на резултатите на двете групи е широко известна.

Ако излъчването има космически произход, то трябва да има спектър на черно тяло и да е изотропно. Понеже детектирането му става на относително ниски честоти, в него принос има и излъчването на електрони от нашата Галактика. Това излъчване трябва да бъде измерено и изключено от анализа. Първоначално беше възможно да се измери само релей-джинсовата (дълговълнова) част от спектъра, но тази част е степенна функция, лишена от особености. Въпреки това, измереното излъчване, поне в общи черти, съответства на космично излъчване с единна температура. Съществуваша също и данни от измерванията на ротационните температури на междузвездните молекули, които могат да бъдат извършени по поглъщаната от тях звездна светлина. Оказва се, че такова измерване е било направено още през 1941 г. от МакКелар, но по онова време значението му не е било оценено. По-късно, през 1968 г., измерителен прибор, издигнат с ракета над атмосферата, фиксира 50 пъти по-голяма яркост, отколкото очакваната за космичното чернотелно излъчване (Shivanadan, Houk, Harwit, 1968).

2.3. Докторантура. Такова беше състоянието на нещата, когато през 1970 г. започнах да се оглеждам за тема за дисертацията си в Калифорнийския университет в Бъркли. Срегнах се с Майкъл Вернер, по това време докторант на Чарлз Таунс, (Нобелова премия по физика за 1964 г. за откриването на мазерите) и с Пол Ричардс, млад преподавател с опит във физиката на ниските температури. Те бяха започнали да разработват проекти за измерване на космическото микровълново фоново излъчване (КМФИ) в диапазона на дължина на вълната около 1 мм. Първоначално беше проведен наземен експеримент, използващ интерферометър на Фабри-Перо за създаване на охладени в течен хелий детектори за измервания в далечния инфрачервен диапазон. Изнесохме прибора високо в Бялата планина в Калифорния и с негова помощ измерихме температурата на КМФИ на онези дължини на вълните, които не бяха изцяло блокирани от излъчването в атмосферата (Mather, Richards, Werner, 1971). След това Ричардс спечели Милерова стипендия за годишния си академичен отпуск в Англия и там се запозна с новоразработвания интерферометър на Мартин-Паплет (Puplett,

Martin, 1970). У него се зароди идеята да се помести такъв прибор в гондолата на балон за височинни атмосферни изследвания и да се издигне над 99,5% от атмосферата. Впоследствие тази идея се доразви в спектрометъра, който лети на спътника COBE. Ричардс се върна в Бъркли и сподели идеята си с двамата от студентите си – Дейвид Ууди и мен.

Конструкцията на прибора включваше поляризационен интерферометър, съвременна версия на интерферометъра на Майкелсон (Нобелова награда по физика за 1907 г.), потопен за охлаждане в течен хелий, дълговълнов инфрачервен детектор (болومتر), охладено контролно черно тяло и коничен метален светоколектор, който отделяше от небето лъч с ширина 7 градуса и свиваше събраната светлина през малко отворстие в измервателния прибор (Mather, Woody, and Richards, 1974). Някои компромиси трябваше да бъдат направени, дължащи се на присъствието на топла атмосфера в близко съседство с течния хелий. Първо, конусовидната антена трябваше да бъде съединена с отражателя от неръждаема стомана, който осъществяваше прехода от температурата на хелия (1,5 K) към температурата на атмосферата. Второ, Майларов прозорец държеше атмосферата вън от апертурата. И трето, малкото топло тяло за калибровка можеше да бъде прекарано над апертурата, за да се определи чувствителността на прибора. Експертната комисия на NASA посети лабораторията по космични изследвания в Бъркли през 1973 г., и ние им представихме нашия проект. Комисията го одобри и заяви, че той трябва веднага да бъде предложен за мисия в космоса.

Приборът не заработи при първия си полет, но се върна невредим. Аз написах своята дисертация по наземните измервания и по конструкцията на измервателната апаратура на балона, а Дейвид Ууди продължи да работи по проекта. Той построи тестова камера, установи причините за неуспеха на първото изпитание и подготви прибора за второ. По това време аз заех пост докторско място при Патрик Тадеуш в Ню Йорк в Годардския институт за космически изследвания (ГИКИ). А следващия полет на нашия прибор през 1975 г. беше успешен (Woody et al. 1975).

3. Възникването на идеята и дизайна на COBE

3.1. Първоначалната Годардова концепция. Присъединих се към групата на Тадуеш, за да избягам от гибелните проблеми, свързани с изследванията на КМФИ. Няколко месеца след моето пребиваване в ГИКИ обаче, в края на януари на 1974 г., NASA анонсира възможността за пускането на нови малки спътници на ракети от типа “Скаут” или “Делта”. Тадуеш попита сътрудниците на лабораторията за тяхното мнение и идеи, свързани с тази възможност. Приборът, описан в моята дисертация, не работеше както искахме, но главната научна трудност беше свързана с атмосферата, а издигането му в космоса би било много добра възможност. Тадуеш вече беше много заинтересован от КМФИ и беше измерил нейната температура, използвайки спектроскопията на междузвездните молекули CN-циана (Tadeus, 1972). Той ми предложи да се обадя на Райнер Уейс от Масачузетския технологичен институт, на Дейв Уилкинсон – един от пионерите в изследванията на КМФИ, по това време само на няколко мили

от Принстън, и на Майкъл Хоузер, който точно преди няколко дена беше постъпил в Годард – центъра за космични полети в Грийнбелт, щат Мериленд. Бяхме разбрали, че ще ни бъде нужен криостат с течен хелий и се свързахме с компанията Ball Aerospace, в Боулдър, Колорадо, за да разберем дали е възможно да получим такъв.

По това време теорията на Стационарната Вселена все още имаше силни поддръжници и изобретателни защитници. Оценките за възрастта на Вселената и за възрастта на най-старите звезди изглеждаха несъвместими. Експерименталните доводи в полза на това, че КМФИ има добър спектър на абсолютно черно тяло, не бяха много силни и всъщност повечето от измерванията показваха отклонения от това предсказание. Все още нямаше сериозна теория, обясняваща фундаменталната анизотропия, но се мислеше, че КМФИ не може да има идентична яркост по всички направления даже ако то беше възникнало при Големия взрив.

Ние не знаехме, че имяхме конкуренти, но Луис Алварец от Бъркли (Нобелова награда за 1968 г.) бе привлякъл няколко души да работят по проблема за КМФИ, включително и Ричард Мюлер и Джордж Смут. Тяхната група беше подготвила предложение за измерване на анизотропията с един инструмент, много по-прост в сравнение с нашия Годардски проект и подобен на приемниците, които те разработваха за монтиране на самолетите U-2 и на аеростати. Самуел Гълкис и Майкъл Дженсен от лабораторията за Реактивно движение в щата Пасадена, също подготвяха свое предложение.

NASA не бързаше да избере един измежду нас. Бяха предложени едновременно около 150 проекта, покриващи огромен диапазон на теми за изследване. При това NASA беше силно заинтересована от създаването на Инфрачервен астрономичен спътник (IRAS) в сътрудничество с Холандия и Великобритания. Такава мисия би станала пионер за извеждането в космоса на криостати с течен хелий и нови видове инфрачервени приемници, покриващи огромен вълнов диапазон.

Аз започнах сериозна работа по концепцията за светоприемник с форма на разширяваща се тръба. Аеростатният вариант на експеримента от моята дисертация използваше конструкция с рязък преход между лъчо-определящия конус на отражателя от неръждаема стомана, предназначен за защита от лъчи, идващи от посоки далеч от ъгъла на зрение. Новата ми идея предвиждаше да направим постепенен преход с разширение, подобно това при музикалните инструменти. Математичният апарат за такъв случай вече беше разработен от Келер (Keller, 1962), под названието “геометрична теория на дифракцията”. Този подход използваше, че светлинните лъчи се разпространяват по права линия, с изключение на преминаващите през граници и препятствия и че съществуват редица коефициенти на разсейване и затихване, които могат да бъдат изчислени за границите и препятствията. Вълните дифрактират около изкривени повърхности, но в процеса затихват експоненциално. Точно това ми бе необходимо, за да запазя входния сигнал на прибора в широк диапазон на дължини на вълните (Mather, 1981; Mather, Toral, Hemmati, 1986).

3.2. Изграждане на екипа за COBE. В началото на 1976 г. Майкъл Хоузер ми предложи работа в Годардския център за космични полети (ГЦКП) в Грийнбелт, Мери-

ленд, предполагайки, че идеята за COBE има бъдеще. Във всеки случай заслужаваше да се опита.

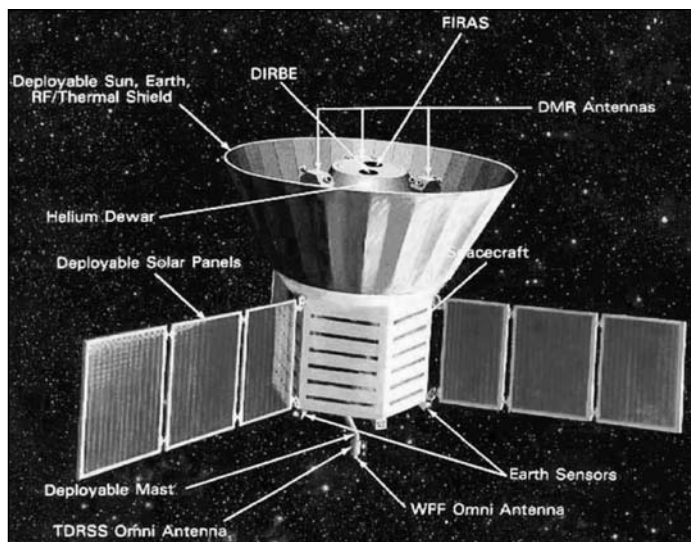
Към края на 1976 г. NASA пристъпи към оценка на идеята за COBE, но избра нов екип, съставен от шест члена на трите съревноваващи се групи. В него влизаха четирима от моята група, освен мен, Майкъл Хоузер, Дейвид Уилкинсон и Райнер Вайс, плюс Джордж Смут от групата на Беркли, и Сам Гълкис от групата на лабораторията за реактивно движение. За разработването на новия спътник се налагаше да сътрудничим с Нанси Богес от Главното управление на NASA, която отговаряше за цялата инфрачервена астрономия на NASA, както и с група инженери в Годардския център за космични полети. Решихме, че един от оригиналните четири прибора на Годардската концепция трябва да отпадне, а микровълновите радиометри да бъдат снабдени с гофрирани антени с формата на рупор. Избрахме главните изследователи и представихме техните кандидатури в Главното управление на NASA, за да бъдат одобрени и да поемат отговорностите за отделните прибори. Тези назначения бяха: Дж. Смут, диференциални микровълнови радиометри; М. Хоузер, експеримент по наблюдение на дифузията на инфрачервения фон, и аз – с абсолютния спектрограф за излъчване от далечната инфрачервена област. Ние избрахме Райнер Вайс за ръководител на научната група, а NASA възложи на мен функциите на учен-изследовател, координиращ научните изисквания с инженерната група.

Подготвихме нашия отчет заедно с главния инженер Мартин Донохоу. Нашето изследване трябваше да покаже, че даденият експеримент не може да бъде осъществен по никакъв друг начин. Разгледахме въпроса – щеше ли да отговаря на научните изисквания поместването на апаратурата на борда на наскоро одобрената космическа совалка – и доказахме, че и трите ни измервателни прибори са наистина съществени. Скоро получихме указание да проектираме наново нашата апаратура, така че да бъде възможно поместването ѝ на совалката.

След този начален кръг на състезанието ни бе казано да продължим – бяха ни дадени известни средства за покриване на разходите по извършената работа и още хора. Годардската инженерна група, свързана с нашата, се възглавяваше от Джереми Лонганекер, управляващ проекта IUE, Интернационалния ултравиолетов сателит. Тази група инженери имаше богат опит и бързо се справи с предизвикателствата, които им поставяхме.

Към 1978 г. беше решено, че Годард ще изгражда апаратурата COBE изцяло на собствена територия, което означаваше, че гражданските служители и местни предприятия ще трябва да извършат основната работа. Предимствата за Годард бяха, че този проект даваше прекрасна възможност да се привлечат блестящи млади инженери и да ги обучи в условията на реална космическа мисия. Предимствата за COBE бяха, че учени и инженери щяха да работят заедно без проблемите, които възникват при контрактния мениджмънт и физическата отдалеченост. Това бе много важно за творческия процес и постигане на взаимна договореност при взимане на решенията. Обаче част от плана беше, че COBE беше с най-нисък приоритет измежду главните проекти на Центъра.

3.3. Концепция и конструкция на спътника. Конструкцията предвиждаше защитена област за инструментите, обкръжена с отражателен екран. В центъра се намира криостат с течен хелий, съдържащ два прибора: абсолютен спектрограф за далечния инфрачервен диапазон (FIRAS) и прибор за наблюдение на дифузното инфрачервено фонов излъчване (DIRBE). Приемниците на диференциалния микровълнов радиометър (DMR) бяха монтирани в четирите (по-късно три) корпуса на външната повърхност на криостата. Слънчевите батерии обкръжаваха спътника, а масивните цилиндрични крака излизаха странично за закрепване на COBE към совалката. Вътре, скрити, бяха разположени резервоарите с втечнено гориво за повишаването на орбитата от максималната височина, която можеше да се достигне от совалката. Избраната за COBE орбита беше кръгова, на височина 900 км. с орбитална плоскост, наклонена на 99 градуса спрямо Екватора, в почти перпендикулярно направление към Слънцето. Височината и наклонът на орбитата бяха избрани в такава комбинация, че Екваториалната изпъкналост на Земята да предизвика приливно усукване на орбиталната равнина, такава, че да предизвика прецесия от пълна обиколка за година и по такъв начин да следва хода на Слънцето. При такъв избор орбитата на COBE остава при пълно Слънчево осветление почти през цялото време, а крайт на Земния диск се намира само на 60 градуса от надира. Обаче комбинацията на наклона на орбиталната плоскост (на 9 градуса от перпендикуляра) с наклона на оста на въртене на Земята от 23,5 градуса от еклиптиката означава, че в течение на около три месеца от годината COBE ще лети през сянката на Земята до 20 минути на завъртане и толкова време ще лети между Земята и Слънцето. Тези две събития изискват особено внимание. По време на сянката COBE трябва да употребява енергия от батериите за нагриване на онези свои части, които изстиват прекалено бързо. По време на противоположната част на орбитата Земята блести над



Фиг. 2. Художествена концепция на COBE

повърхността на защитния екран и свети в апертурата на прибора, причинявайки странична светлина в приемниците.

Конструкцията на космичния апарат COBE имаше някои необичайни елементи. Най-интересна може би беше системата за контрол на височината, която бе необходима за завъртане на космическия кораб около неговата ос на симетрия със скорост приблизително един оборот на минута (по време на полета той извършваше

един оборот за 72 секунди) и за да се удържи оста на въртене перпендикулярна на посоката към Слънцето (на практика под ъгъл 94 градуса) и приблизително вертикална по време на въртенето на космическия апарат около Земята.

Космическият кораб имаше комбинирана система за управление и контрол: той изпращаше техническите си данни чрез спътникова система за слеждане и пренасяне на данни (TDRSS), а научните данни предаваше непосредствено на наземната станция в контролния център на остров Уолопс (WFF) на Годардския център за космически полети.

Криостатът с течен хелий беше голямо технологично постижение на отдела на компанията Ball Aerospace в Боулдър (щат Колорадо). Нашият беше почти точно копие на криостата, разработен за IRAS. Конструкцията му включваше вакуумен резервоар с капак, който може да бъде изхвърлен след издигането на спътника в орбита, тородиален резервоар, напълнен с близо 500 литра течен хелий и инструментална камера вътре в тородиалния резервоар. Резервоарът за хелий беше закачен вътре във вакуумната обвивка с помощта на ред опънати епоксидно-стъкленовлакнести ремъци и обкръжена с концентрични алуминиеви обвивки, охлаждаани с тръби, пренасящи освободения хелиев газ. Между концентричните обвивки бяха разположени многослойни покрития от изолационен алуминий.

3.4.FIRAS.

Целта на FIRAS беше да се установи дали излъчването от Големия взрив има спектър на абсолютно черно тяло. Даже малки отклонения от идеалния случай биха означавали, че Вселената не е толкова просто устроена, а представляват някакво ново явление, изискващо своето обяснение. Понеже излъчването достига до нас почти едно и също от всички посоки, приборът трябваше да бъде абсолютно калибриран. Тъй като в галактиките, и конкретно в нашата Галактика – Млечния път, съществуват процеси, които произвеждат излъчвания на вълни, препокриващи се с тези от КМФИ, важно бе да се състави карта на излъчванията и да се разгледа какви части от тях могат да бъдат свързани с идентифицираните места на източниците. Главните предвидими източници са частичките прах в Млечния път, нагreti от звездната светлина и сблъскващи се с други компоненти от междувездната среда. Вълните, по дълги от тези, наблюдавани от FIRAS и излъчени от междувездните електрони, сблъскващи се с протоните или въртящи се спираловидно в магнитното поле, представляват светлина, по-ярка от КМФИ, но всички тези местни източници лесно се разпознават по тяхната концентрация в равнината на Млечния път.

FIRAS беше модернизиран въз основа на версия от изходния аеростатен експеримент на Пол Ричардс. Като главни източници за повишаване на точността послужиха диференциалният способ на измерване, намаляването на динамичния диапазон (контраст) между нивото на сигнала и шума в детектора, и точният външен чернотелен калибратор. Бяха ни поставени много въпроси относно калибровката. По законите на Кирхоф, емисионността е равна на способността за поглъщане. Способността за излъчване е равна на отношението на излъчването на тялото към излъчването на идеално

черното тяло при същата температура. Поглъщателната способност е погълната част от падащото излъчване. Следователно, идеално поглъщащото тяло е идеален излъчвател. Главната задача при конструкцията на калибратора, е да се осигури лъчите, достигащи входа на спектрометъра, да бъдат само от калибратора, а не от други места. Ние щателно анализирахме всички възможни грешки и доколкото знаем, ги избегнахме на ниво няколко единици на милион [Mather et al., 1998].

За да достигнем такова ниво на работа, ни бяха необходими материали с висока поглъщателна способност. Избрахме Eccosorb – епоксидна смола, напълнена с много дребни железни пращинки. Този материал има показател на пречупване около 2, така че неговото повърхностно отражение, около 10% при перпендикулярно падане на светлината, не е пренебрежимо. Конструирахме XCAL, подобно на сурдинка на тропет, така че светлинен лъч, влизащ в конуса, трябва да претърпи не по-малко от 5 огледални отражения, преди отново да излезе навън.

Температурните градиенти произвеждат ефекти от втори порядък и ние предполагаме, че тяхното влияние върху спектъра е по-малко от няколко части от милиона. Обаче за сравнение с измерванията на другите прибори ни беше необходимо да знаем температурата с голяма точност. Термометрите ни бяха германиеви съпротивителни термометри, калибровани в Националния институт за стандарти и технологии, но след изстрелването на спътника се появиха съмнения относно стабилността на тяхната калибровка на ниво няколко миликелвина. За щастие, намерихме други начини, за да потвърдим измерените температури след издигането на спътника на орбита.

При развитието на концепцията за детекторите аз преследвах замисъл, възникнал още при докторантурата ми – създаване на подходяща теория на шума и постигане на пределна чувствителност на болометрите. Работих над предварителните текстове, докато моята бъдеща съпруга Джейн преподаваше балет; карах я на работа, защото си счупи ръката, танцувайки самба. Тези ми усилия се превърнаха в серия от статии, например (Mather J, Appl. Opt. 23, 1984), които в края на краищата се превърнаха в моите най-цитирани публикации. Причината беше неочаквана: нашите болометри се оказаха чудесни детектори за излъчване от всякакъв вид, включително и на космични лъчи. Харвей Мозли ги прецени като перспективни, имайки предвид, че те могат да бъдат значително усъвършенствани. Подобрените детектори летяха в космоса на рентгеновия спътник Suzaku, и работеха прекрасно, измервайки енергията на единичен рентгенов фотон с енергия 6 keV с точност няколко eV.

Огледалата на интерферометъра трябваше да се движат прецизно, плавно, без триене, за милионите удари по паралелограмната връзка, с плоски пружини по съединенията, привеждани в движение от соленоид. Такава конструкция съответстваше на изискванията за триене и време на живот. Положението на огледалата се измерваше с линейка, а показанията се отброяваха с помощта на оптични световоди, водещи към източника на светлина и приемниците, разположени вън от криостата. Това създаваше проблеми по време на полета, когато космичните лъчи улучаваха световодите и предизвикваха светлинни проблясъци, които объркваха измерването на

положението. За щастие монтирахме таймерна верига, за да защитим оборудването от подобни събития.

3.5. DMR. Приборът DMR не беше разположен вътре в криостата, но беше част от целта да се измери КМФИ. Той беше предназначен да измери анизотропията, т.е. разликите в радиояркостта на КМФИ по небето. По времето, когато проекта COBE беше предложен, не съществуваше сериозно теоретично предсказание нито относно размера, нито относно формата на такива вариации. Нашата гледна точка обаче беше, че каквато и да е тя, анизотропията трябва да бъде измерена. За 17-те години от предложението до представянето на нашите първи резултати, предсказанията за амплитудата на такива флуктуации намаляваха експоненциално с времето, след като апаратурата не откриваше никаква анизотропия с изключение на диполния член, дължащ се на движението на Земята.

Без да бъдем напътствани от теория, ние си поставихме за цел да измерим анизотропията дотолкова, доколкото ни позволяваха възможностите. Също като в случая с FIRAS, съществуваха източници на излъчване в Млечния път, по-ярки от анизотропиите, които търсехме да измерим. Нашият подход се свеждаше до картографиране на небето на три честоти с еднакви диаграми на насоченост на приемниците, основавайки се на това, че само космичното микровълново фоново излъчване ще има спектъра на черно тяло. Електроните в нашата галактика произвеждат два типа излъчване: при сблъскванията си с протоните и при спираловидното си движение в магнитните полета. И двата вида излъчвания са силни на дълги вълни и бързо затихват с намаляване на дължината на вълната. Прахът в нашата галактика има противоположна форма на спектъра, като емисионният му спектър е най-интензивен за дължини на вълни, по-къси от тези на КМФИ. Във всеки случай, измерванията на различни дължини на вълните са необходими, за да се моделират и компенсират тези видове излъчвания. Ние избрахме три честоти: 314, 53 и 90 GHz.

Централната идея за прибора беше превключвателят на Дике. Това устройство, което бързо превключва входния сигнал на микровълновите приемници между два източника по такъв начин, че наблюдаваната в тях разлика в радиояркостта може да се разпознае с усилвател с фиксирана честота. За да се картографира КМФИ, може просто да се сравнят сигналите от двете антени, насочени в различни посоки. Нашата специална наблюдателна схема бързо прекарваше двете антени по цялото небе, измервайки всички възможни двойки посоки, разделени с фиксиран ъгъл между двете антени. Въртящият се космически кораб, с ос на въртене, плавно въртяща се около Слънцето при всяка орбита и постепенно движейки се около Слънцето през годината, беше едно отлично решение. В хода на експеримента радиометърът наблюдава стотици милиони разлики в яркостта между точките по небето, различаващи се помежду си на 60 градуса. След това компютърната програма строеше от тях по метода на най-малките квадрати карта, която най-добре представяше всички данни, включвайки и подробно моделиране на систематичните грешки.

Конкретните проблеми на този прибор бяха неговата чувствителност и устойчивост

към систематични грешки. Микровълновите приемници, съществуващи до 1974 г., използват диодни смесители – микровълнови схеми, които смесват сигнала от небето със сигнала от вътрешен генератор, за да произведат вторичен сигнал на промеждутъчна честота. Този сигнал може да бъде усилен, а неговият интензитет – измерен. Докато COBE се разработваше, смесителите бяха усъвършенствани и в края на краищата ние решихме да пожертваме един от първоначално замислените четири честотни канали, за да имаме възможност да използваме новата технология. Подобрението се основаваше на охлаждане на приемника. Имахме изобилие от възможности за това, понеже приемниците бяха защитени със слънцеотражателните екрани.

Някои систематични грешки бяха очевидни. Преди всичко, превключвателите на Дике бяха направени с използване на феритни зърна, провеждани в действие от магнитни полета и бяха чувствителни към външното магнитно поле на Земята и от магнитите лостове на усукване. Предвидихме магнитна екранировка, но знаехме, че част от проблема остава. Второ, приемните антени допускаха смущения, идващи от направления, извън диаграмата им. Избрахме гофрирани рупорни антени и се научихме да ги правим толкова прецизно, че възприемчивостта им към паразитни сигнали да бъде много малка. Наложихме да измерим този ефект след пускането на спътника и да го компенсирате. Главният източник на паразитното излъчване беше Земята – тя е 10 милиона пъти по-ярка в сравнение с космическите флукутации, които ние в края на краищата установихме. Земята е скрита от приемниците в по-голямата част от годината, но известна част от нейното излъчване дифрактира от краищата на слънцезащитния екран и достига до антените. Трето, приемниците и превключвателите бяха чувствителни към температурата и към напрежението на захранване, а и към всякакви по-дребни смущения. Понеже ние търсехме сигнали, останали след обработката на стотици милиони наблюдения, трябваше да обмислим начините за установяване на много малки ефекти, които биха могли да изкривят получените данни. По-голямата част от тях бяха установени и коригирани още преди пускането на спътника, но известна част трябваше да бъде измерена и компенсирана с програми след пускането на спътника. В продължение на месеците, когато Земята се издигаше малко над плоскостта на слънцезащитния екран и когато спътникът преминаваше през сянката на Земята, на противоположната страна на орбитата остатъчното паразитно топлинно излъчване и другите ефекти бяха достатъчно големи, за да не се доверим напълно на получените данни.

3.6. DIRBE. Приборът DIRBE беше замислен с друга цел: търсене и измерване на дифузния инфрачервен фон на по-къси вълни, в сравнение с тези на КМФИ. Сумарната светлина от далечните галактики трябва да дава почти равномерно осветление на небето. Ако Вселената беше безкрайна, стационарна и хомогенна както във времето, така и в пространството, то във всяко направление бихме достигнали до повърхността на някаква звезда и ние щяхме да се къпем в такава светлина, все едно, че се намираме вътре в някоя от тези звезди. Разширяващата се Вселена предполага само краен наблюдаем обем и крайно време, а най-отдалечените ѝ части изпитват силно червено

отместване. Въпреки това космическият фон представлява една от най-важните следи от ранната Вселена – космически резервоар на загубените фотони. Неговото измерване би ни дало информация за онези слабо видими, най-отдалечени ранни галактики даже и ако никога не ще е възможно да ги наблюдаваме с телескоп.

Основното препятствие пред измерването на дифузната инфрачервена фоновая светлина представлява нашето местно астрофизично обкръжение. Съществуват няколко ярки източника, започвайки с междупланетния прах в нашата Слънчева система. Този сивкав прах отразява известна част от слънчевата светлина и поглъща останалата, нагрявайки се до температура 200 K и я преизлъчва в средния инфрачервен диапазон. Този прах се вижда с просто око като зодиакалната светлина и значително по-ярко в инфрачервените лъчи. По-далеч от нас, по същия начин, се проявява и междувъзвездният прах. Неговата температура зависи от разстоянието до звездите и варира от няколко градуса до много по-високи стойности в областите с ударните вълни или в близост до звездите. Много малки частици от праха също мигновено се нагряват до много високи температури – до 1000 K или повече, чрез поглъщане на отделни видими или ултравиолетови фотони, или от удари с космични лъчи.

Наблюдателната стратегия за измерване и компенсиране на тези, намиращи се на преден план източници, се свеждаше до това да бъдат проведени измервания на възможно най-много на брой дължини на вълните (при нас 10), обхващащи колкото се може по-голям спектрален диапазон (от 1,2 до 240 мкм); да се измери поляризацията на трите най-къси дължини на вълните, защото разсеяната слънчева светлина е поляризирана; да се проведат измервания в диапазона на възможно най-големи ъгли от Слънцето, защото зодиакалната светлина е силно концентрирана по посока на Слънцето и в плоскостта на еклиптиката. Нашият ъглов диапазон беше от 64 до 124 градуса, което се постигаше с разположение на ъгъла на ползрение на DIRBE под ъгъл 30 градуса относно оста на въртене на COBE. Широкият спектрален диапазон изискваше използването на детектори, изготвени по четири различни технологии. Приборът също трябваше да бъде проектиран така, че да допуска абсолютна калибровка. Прибора DIRBE беше използван също за получаване на точна информация за ориентацията. Заедно с въртенето на COBE, ъгълът на зрение на DIRBE се преместваше бързо по небето и даваше възможност за точна хронометрия на сигнала от ярките звезди, пресичащи ползрението му.

4. Преустройство и изстрелване на COBE

Проектът COBE беше официално одобрен през 1982 г., когато стана ясно, че спътникът IRAS ще полети. Криостатът IRAS беше изключително предизвикателна задача и COBE напълно зависеше от неговата успешна работа, понеже нашата конструкция беше аналогична. Освен това, по това време бюджетът на NASA беше силно ограничен, поради нарастване на цената на проекта IRAS, космическия телескоп Хъбъл и други проекти. IRAS беше успешно изстрелян в орбита на 23 януари 1983 г. и нашият път изглеждаше открит. Майкъл Хоузер беше член на научната работна група на IRAS и

отговаряше за анализа на данните, така че той беше добре осведомен за техническите подробности и научните резултати на IRAS. Спътникът поднесе няколко твърде забележителни изненади: оказа се, че много от близките звезди бяха обкръжени с прахови облаци, подобни на нашата собствена зодиакална светлина, но значително по-ярка. Отдалечените галактики бяха извънредно ярки в далечната инфрачервена област, понякога 100 или даже 1000 пъти по-ярки, отколкото във видимия диапазон. Нашият проект продължаваше с редица не особено съществени промени и със съвещания за внимателна оценка на всичко. Бюджетните ни искания също растяха, но Главното управление на НАСА нямаше допълнителни средства и ние бяхме принудени да поемем редица рискови решения и “изгладим някои ъгли”. Но ние имахме късмет с тях.

През януари 1986 г. сглобихме летателната апаратура на спътника. Беше построен макетен модел на спътника в естествени размери за монтаж на електронните блокове и електрическите кабели. След това настъпи съдбоносният мразовит ден във Флорида, когато на космическата совалка “Чалънджър” 7 наши астронавти загинаха в пламъци. За нас, членовете на екипа на COBE, пък и за голямата част от сътрудниците на NASA, бъдещето изглеждаше мрачно. Денис Маккарти, заместник-ръководител на проекта, започна да търси друго транспортно средство за пускане на спътника. NASA беше принудена да се откаже от своите надеждни ракети-носители “Делта” и всички други видове ракети с еднократно използване, в полза на совалката, така че се оказа, че няма нищо на разположение. За наш късмет, все още бяха останали запасни части от ракетата-носител “Делта” и можеше да се сглоби цяла нова такава. “Делта” обаче определено не можеше да изнесе нашата апаратура във вида, в който беше – COBE бе извънредно голяма и тежка. Но нашата инженерна група не се отчая. COBE беше предложен през 1974 г. за извеждане с “Делта”, а конструкцията, предназначена за извеждане със совалката, използваше 5000 фунта гориво и структура, която не би била необходима, ако ракетата “Делта” беше в състояние да изведе COBE до височината на необходимата орбита. В края на краищата се оказа, че е възможно „Делта“ да изведе COBE в орбита, но едва – едва.

След като вече имахме новата концепция за мисията, ние я представихме в Главното управление на NASA. Бързо стана ясно, че COBE може да стане първата научна експедиция на NASA в космоса след взрива на Чалънджър. В края на 1986 г. ни беше дадена зелена светлина, и ни накараха да побързахме и да се подготвим за пускане, колкото се може по-бързо. Неочаквано нашият проект от най-ниските места в приоритетната скала се премести почти на самия ѝ връх и застана непосредствено след космическия телескоп Хъбъл. Започнахме целодневна работа, до степен, доколкото хората можеха да издържат, за да завършат реконструкцията и оправят всички известни проблеми с апаратурата.

Когато нашият полезен товар беше готов, той беше натоварен на огромен камион и пренесен по околостръстното шосе Capital Beltway до базата Andrews на военновъздушните сили на САЩ. Камионът беше качен направо в очакващия го транспортен самолет C5-A и доставен по въздуха на космодрума Вандънбърг в Калифорния. На

стартовата площадка бе извършено окончателното сглобяване и проведени последните проверки.

Вечерта преди 18 ноември бяхме готови за старт. Ралф Алфер и Роберт Херман пристигнаха, за да наблюдават старта на експедицията, която трябваше да провери тяхната теория. В ранната утрин в деня на старта основният проблем беше свързан с вятъра: ако посоката и скоростта на вятъра се менеше прекалено бързо с височината, контролната система на ракетата не би могла да ги компенсира и ракетата можеше да се разпадне. Бяха пуснати измерителни метеосонди за определяне на хоризонталните градиенти на скоростта на вятъра, а събралата се тълпа тръпнеше в студа и тъмнината на 3 км от стартовата площадка. Видяхме как ракетата набира скорост, изхвърля свършилите своята работа стартови двигатели и изчезва от погледа ни само за няколко минути. Скоро ветровете във височините завъртяха опашката от изпусканите от ракетните газове в сложно преплетени пръстени, правейки видима опасността, която „Делта“ току що беше преминала.

От COBE нищо не се чуваше около час, докато не премина над станцията за слеждане на спътници в Аляска: той беше жив и летеше благополучно. Но през първите няколко дни той се натъкна на нови опасности. Първо, външната част на криостата бързо изстиваше. Безпокояхме се, че ако изистине много, покривът няма да може да се отхвърли. Второ, един от жирокопите в системата за контрол на местоположението излезе от строя няколко дни след изстрелването на спътника. За щастие, нашата инженерна група беше проектирала тази система така, че да може да продължи движението си. След това ние отново открихме Антарктида: системата за електроснабдяване беше пресметнатата, за да се справя с определена интензивност на слънчевата светлина, но не бяхме помислили колко много светлина може да бъде отразена от ледовете на Антарктида. А след това, електроните и протоните, захващани в радиационния пояс на Земята (пояса на Ван Ален), нарушиха функционирането на електрониката, управляваща огледалата FIRAS и ние бяхме принудени да изключим измерванията в тази област.

Течен хелий в криостата имаше за около 10 месеца, но крайт беше рязък – за минута температурата се повиши рязко. Продължихме да използваме DIRBE, защото неговите кратковълнови InSb детектори работеха прекрасно и при висока температура. Температурата във вътрешността на криостата се установи на около 60 K. Приборът DMR, който не използваше хелий, продължи да работи в течение на четири пълни години.

Крайната участ на спътника беше да бъде използван за нуждите на комуникациите. Той все още е на същата орбита и продължава да се върти в правилната посока, понеже за това не му трябва гориво, а системата за управление е много устойчива и надеждна. Според нашите оценки, орбитата няма да се измени и през следващите 1000 години.

(Продължение в книжка 4)

Превод от руски: **Н. Ахабабян**
(УФН, т.177, №12, дек. 2007)

ОКОТО И ЗРЕНИЕТО

И. Николов

1. Увод

Лъчиста енергия се нарича енергията на разпространяващите се в пространството електромагнитни вълни. **Светлина** (*photos or light*) се нарича този вид от електромагнитното лъчение, който предизвиква зрително усещане. Във **фотониката** (*photonics*) оптичният диапазон (ОД) се дефинира от 1 nm до 1 mm дължина на вълната.

Електромагнитната теория на светлината описва единството на физичната природа на всички видове лъчения и определя единния електромагнитен спектър. Спектърът се разделя на диапазони от гама-лъчите до радиовълните. Оптичният спектър обхваща ултравиолетовите (УВ), видимите и инфрачервените (ИЧ) лъчи. Видимите за човешкото око лъчи заемат в спектъра тясна лента (380-780 nm). Всяко сложно лъчение представлява съвкупност от монохроматични лъчения. **Дължината на вълната λ** характеризира монохроматичното лъчение и възприемания цвят от окото. **Зрението** представлява процес на пораждаване на светлинни образи, които са адекватни на външния физичен свят. В процеса на предварителната **оптична обработка** на образите се провежда сортировка на **измененията на яркостта** в зрителната система на човека (очите със зрителните нерви и полукълбата на малкия мозък) и се синтезира стандартизирано описание на формите и повърхностите на наблюдаваните тела. Като **биологичен фотоприемник**, окото възприема осветените предмети с определена **светлост**, в зависимост от тяхната яркост и интензитета на светлинното усещане. Светлостта е субективна мярка за усещане на яркостта, която може обективно да се измери с оптичен уред, наречен **яркомер**.

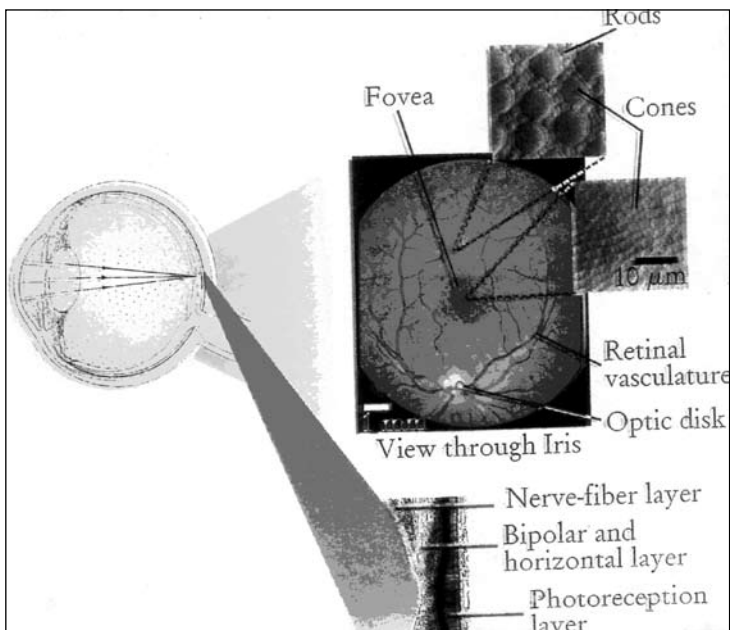
2. Устройство и действие на човешкото око

На сн. 1. е показано оптичното устройство на човешкото око: **вляво** – очна оптична система (роговица, предна камера и леща), фокусираща снопа от лъчи в централната ямка (Fovea); **горе** – снимка от фундус-камера на очното дъно с мащабна отсечка от 1 mm и отляво надясно е ямката (Fovea), фоточувствителните клетки – пръчици (Rods) и конусчета (Cones), кръвоносната система на ретината (Retinal vasculature) и слъпото петно (Optic disk), като това е вид през ириса (View through Iris); **долу** – едно напречно сечение на централната ямка с нервен фиброслой (Nerve-fiber layer), биполярен и хоризонтален слой (Bipolar and horizontal layer) и фоторецепторен слой (Photoreception layer). Снимка 1 представя хоризонталното сечение на дясното човешко око (вляво): очната ябълка с диаметър 20-30 mm е обхваната от непрозрачна мембрана, известна като *склера*, която отпред преминава в прозрачен слой, познат като *роговица*; зад нея е разположена *предната камера* с дебелина 1,3 mm по оптичната (зрителна) ос и *очната леща*, чийто апертурен отвор се разглежда като *входна зеница* ($D_o=2-8\text{ mm}$) на окото;

задната камера се намира зад лещата и съдържа стъкловидно тяло, а вътрешната повърхнина на задната част на очната ябълка е фотоприемния екран, известен като *ретина*; тя е съставена от ефективна мозайка от фоточувствителни елементи, върху които се формира оптичния образ, при което нервните импулси от фотоелементите на ретината преминават по *оптичния нерв* (*Optic Disk*) към мозъка.

Окото е **селективен фотоприемник**: фоторецепторите му реагират

избирателно на спектралния състав на светлинния поток. **Човешкото око** има два апарата за виждане, т.е. два вида светочувствителни приемници, които се наричат пръчици и конусчета (сн.1). **Пръчиците** (rods) са разположени по цялата повърхнина на ретината, имат **максимум** на светопоглъщане в областта на **505 nm** и са около 500 пъти по-чувствителни, отколкото конусчетата. При **дневно зрение** (*photopic vision*) цветно адаптираното око различава **цветовете** с помощта на **конусчетата** (cones), които плътно покриват **централната ямка** на ретината (сн. 1, горе: в квадратните полета с мащаб 10 μm са показани конусчетата, като ретината около периферията на **жълтото петно** съдържа едновременно и от двата вида светочувствителни клетки – конусчета и пръчици). **Относителна спектрална светлинна ефективност** $V(\lambda)$ се нарича отношението на два светлинни потока, имащи различни дължини на вълната, които предизвикват еднакво зрително усещане за окото на човека. **Спектралната чувствителност на окото** за дневно зрение има максимум при дължина на вълната $\lambda_m=555 \text{ nm}$ и тогава $V(\lambda)=1$ (рис. 1). Тази чувствителност намалява до 0,04% от максималната си стойност на границите на видимия спектър за 400 nm и 700 nm. При нощно (сумрачно) зрение (*scotopic vision*) работят монохроматичните фотоприемници (пръчици) като спектралната чувствителност на окото от максимума за 505 nm намалява до 1% за сините (400 nm) и червените (640 nm) лъчи. Визуалното цветно усещане на човешкото око се определя от дължината на светлинната вълна. Конусчетата с диаметър 2,5 μm и пръчиците с размери около 1 μm са свързани с нервни влакна към оптичния нерв, който представлява слепото петно на ретината (сн. 1). Диаметърът на централната ямка



Сн. 1. Оптично устройство на човешкото око

отговаря на $2,5^\circ$ зрително поле като жълтото петно обхваща ъгъл 6° . **Зрителната ос**, която свързва централната ямка с възловата точка на окото, е наклонена към оптичната ос на ъгъл 5° . Задното фокусно разстояние на окото е $f_0=22,8\text{ mm}$ като диаметърът на зеницата се изменя от 2 mm до 8 mm.

Качеството на работата на хората зависи от оптичните характеристики на окото: разделителна способност, зрителна адаптация на светло и на тъмно, прагова яркост, критична честота, контрастна чувствителност, зрително поле за добро виждане и стереоскопична острота. Човешкото око може да различи отделните детайли в оптичните образи на предметите на основата на видими разлики в **яркостта или цвета** на образите на тези структури. Най-малката яркост, която предизвиква зрително усещане при дадени условия за наблюдение, се нарича **прагова яркост** на окото, а нейната обратна величина е светлинната чувствителност. **Светлинната чувствителност** се характеризира с най-малкото количество светлинна енергия, която предизвиква зрително дразнене. За тъмно адаптирано око с максимален диаметър на очната зеница $D_0=8\text{ mm}$ **светлинен поток** от $2.10e-14\text{ lm}$ вече може да предизвика светлинно дразнене на пръчиците. За цветното стереоскопично зрение информационният обем е около $10e+12$ бита при тактова честота 10-14 Hz, при което хората получават до 86-90% от цялата информация за заобикалящия ги физичен свят с помощта на очите си. **Визуалните физични изследвания** се базират на способността на окото да различава много малки разлики в яркостта или цвета на две съседни полета.

Квантовата ефективност на окото се изразява чрез броя на фотоните, попадащи върху 1 cm^2 от ретината: около 25 фотона се поглъщат при изчислено отношение $C/\Pi = 5$ за окото. Геометричната светлосила $(D_0/f_0)^2$ на окото се свързва с площта на очната зеница, която от 50 mm^2 ($D_0=8\text{ mm}$ за тъмно адаптирано око) спада до 3 mm^2 ($D_0=2\text{ mm}$ за светло адаптирано око). Цялата площ на ретината е 10 cm^2 и тя съдържа около $10e+8$ фоточувствителни елемента. Физичното време за натрупване на фотоните в окото е от 0,1 s до 0,2 s, което е еквивалентно на експозицията във фотографията. Приема се, че средното време за натрупване на фотоните е 0,2 s, при което квантовата ефективност на окото е около 3% за минималната яркост при абсолютния праг на контраста, но тя спада до 0,5% за светло адаптираното око. Родопсинът на ретината поглъща едва 10% от падащата в окото светлина, тъй като по-голямата част от фотоните се поглъща и разсейва в очните тъкани и нервно-биполярен слой, преди фотоните да достигнат конусчетата и пръчиците (сн. 1). Квантовата ефективност на окото е по-ниска при бялата светлина, отколкото при зелена светлина (максимума на очната спектрална чувствителност). Ретината съдържа три типа конусчета за **цветното зрение**, които имат различни спектрални характеристики и монохроматична чувствителност.

3. Оптични свойства на окото

От гледна точка на физиката много важна характеристика на окото е неговата **разделителна способност**. **Акомодация** се нарича способността на окото да вижда наблизо и далеч. **Адаптация** се нарича способността на окото да вижда на светло и

тъмно при изменящите се светлинни условия денем и нощем. За светло адаптирано око с диаметър на входната зеница $D_o=2\text{ mm}$ физиологичната и дифракционна ъглова разделителна способност е равна на една минута ($\psi_o=1'$). Линейната разделителна способност в равнината на обекта, разположен на разстоянието на най-ясно виждане $l_o=250\text{ mm}$, е $\Delta y=0,1\text{ mm}$ (за виждане наблизо). При работа с линейни скали и оптични уреди **нониусната чувствителност** на окото е в пределите на $0,1\text{ mm}$. За виждане надалеч стереоскопичната (паралаксна) чувствителност на окото е $\varphi_o=10''$. Очната ябълка може да се върти в пределите на ъгли от 45° до 50° с помощта на 6 мускула, осъществявайки сканиране на наблюдавания физичен предмет. Средната стойност на разстоянието между центровете на зениците на очите е 65 mm . При наблюдение на близко разположени предмети очите се завъртат така, че техните зрителни оси сключват ъгъл на конвергенция, който достига максимална стойност 32° . **Физичната светлосила** се изменя 16 пъти, а оптичната сила на окото при акомодационен покой е $58,6\text{ dpt}$. Окоото има голям обзорен ъгъл, който е 130° по вертикалата и 150° хоризонтално, при което полето за добро зрение достига едва 30° . При наблюдение с две очи хоризонталното зрително поле обхваща $180\text{--}200^\circ$. Очите постоянно сканират зрителното пространство, при което образът на търсения обект се формира в централните ямки на ретините.

Праг на контраста се нарича най-малкият контраст, възприеман от окото, който представлява отношение на минималната разлика между яркостите на обекта и фона към яркостта на фона. На базата на прага на контраста е определена така наречената контрастна и нониусна чувствителност на окото, която се използва за точно визуално отчитане в микрометрените системи на редица **измервателни уреди**: инструментални микроскопи и компаратори, рефрактометри и гониометри, геодезични инструменти и военни далекомири, поляриметри и др. Окоото притежава голяма чувствителност към **деформацията на линии**, например към напречно преместване на тънки кръстове и отчетни линии в окуляр-микрометрите, при което визуалната разделителна способност достига до $30''$ във високоточните уреди и до $10''$ в далекомирите. Това очно свойство е свързано с непрекъснатото *сканиране* на обекта, тъй като окото постоянно изпълнява малки движения, което води до много добра нониусна или *контурна острота* при наблюдение на оптичните образи. Оптичната предавателна функция на окото се измерва чрез Фурие-анализ на образите, формирани върху ретината.

Зрителният шум се генерира от случайните флукутации в разпределението на падащите в окото фотони. Зрителната информация се ограничава от шума, който трябва да се намира на **прага на видимостта** (прага на контраста). Коефициентът на усилването на зрителния процес се повдига физиологически до ниво, гарантиращо разпознаването на оптичния образ. Когато пациентът се намира в абсолютно тъмна кабина или очите на човека са затворени с непрозрачни екрани, тогава се отчитат **собствените шумове** на зрителната система, които са свързани с процесите на топлинното възбуждане на ретината. Работното време за фотовъзбуждане на окото е около $0,1\text{--}0,2\text{ s}$, при което функционират независимо и трите цветни канала.

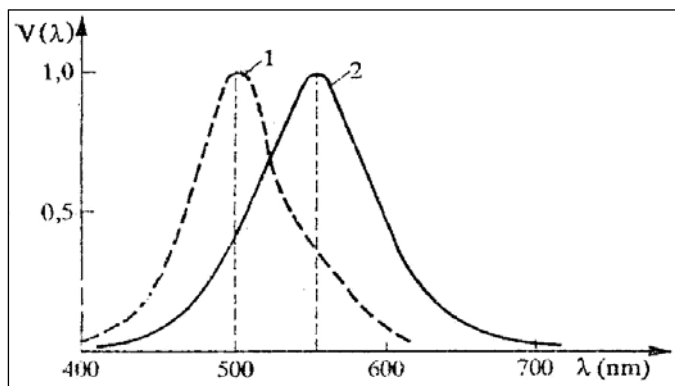


Рис. 1. Спектрална чувствителност на окото

тата на **светло адаптираното око** при дневно зрение (рис. 1, крива 2). Око, като сложна оптико-физиологична система, е много чувствителен светловъзприемащ уред, който работи в огромен диапазон от яркости. **Динамичният диапазон** на окото при светлинна адаптация на зрението от тъмно на светло е от $10e-7 \text{ cd/m}^2$ до $10e+5 \text{ cd/m}^2$. Граничната яркост (**прагът на шума**) на окото е около $10e-7 \text{ cd/m}^2$, т.е. няколко фотона могат да предизвикат зрително усещане (статистически от 5 до 25 фотона). Особено-стите на наблюдаваните предмети оказват значително влияние върху стереоскопичното възприемане на пространството. При наблюдение с две очи **стереоскопичният образ** отразява геометричните свойства на видимите повърхности (ориентация, дълбочина, нарушаване на непрекъснатостта на контурите, локална и пространствена ориентация на структурите на обектите и т.н.).

Времето за възникване на зрителното усещане зависи от **яркостта** на светлинния източник и от дължината на вълната λ като то се намира в пределите от $0,1 \text{ s}$ до $0,025 \text{ s}$. Това време зависи и от **контраста** на обекта върху фона, при което **скоростта на зрителното възприемане** е обратно пропорционална на времето за възникване на физиологичното усещане за виждане. Зрителното усещане не възниква веднага при попадане на светлина върху ретината и не изчезва веднага при прекратяване на светлинното дразнене, т.е. **око, има инерция**. За различаване на конфигурацията на наблюдаваните обекти е нужно време, в течение на което се извършват фотохимичните реакции в ретината и се предават биоимпулсите по нервите към малкия мозък. Бързината на зрителните реакции се ограничава от скоростта за получаване на последователните образи. **Устойчивостта на ясно виждане** се характеризира с отношението на времето за ясно виждане към времето на неясно виждане при продължително наблюдение на дребни обекти (например, отчетни скали и монитори). При **яркост** на фона около 50 lx се получава оптималната стойност на устойчивото виждане за около 3 min : това е **важно** да се знае при провеждане на точни визуални измервания, ограничавани от честотно-контрастната характеристика на окото. Най-често срещаните оптични недостатъци на окото са късогледството, далекогледството

При прехода от дневно към нощно виждане **спектралната чувствителност на окото** се премества към сините лъчи (рис. 1, крива 1) като при намаляване на осветеността отначало потъмняват (губят цвета си) червените предмети. Това явление се нарича **ефект на Пуркине**. За практическата дейност на хората най-голям интерес представлява рабо-

и астигматизма, които се коригират с помощта на отрицателни, положителни и астигматични лещи, съответно.

4. Зрението и уврежданията на очите

Информационната теория за зрението предполага разделяне на процеса за получаване на информацията за **формата на светлинния образ** на три етапа: 1/ определяне на **изменението на яркостта** и локалните геометрични свойства на повърхностите; 2/ оценяване на осветеността на обектите и **коэффициентите на отражение** (светлостта) на повърхностите; 3/ възприемане на **тримерната структура** и организацията на формата на наблюдаваните реални обекти. **Разпознаването на образите** се свежда до изучаване на структурата на възприеманото светлинно изображение и обработка и анализ на получаваната информация. Човекът възприема видимия свят с неговите **физични свойства**: съвкупност от непрозрачни и прозрачни обекти с локални изменения на отражателната способност или пропускането, самосветеци и флуоресциращи източници и др. Окоото има много чувствителна оптична система, която функционира правилно само при определени светлинни условия на наблюдаваните предмети. На рис. 2 е показано пропускането на очните тъкани в оптичния диапазон: далечните УВ (под 280 nm) и средните ИЧ (над 1400 nm) лъчи не влизат в окоото (а), видимите и близките ИЧ (до 1300 nm) лъчи преминават през оптичната система и достигат до ретината (б), а лъчите от близката и средна УВ област (380-280 nm) се поглъщат от очните биоструктури и ги увреждат (в).

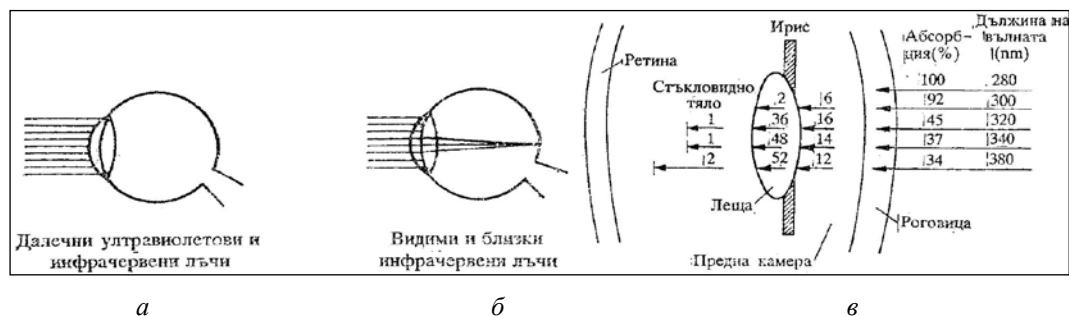


Рис. 2. Лъчи, създаващи потенциална опасност за здравето на хората

Уврежданията на очите от видимата светлина са особено актуален проблем. Освен острите и хронични слънчеви увреждания на ретината, в медицинската практика се регистрира голям брой увреждания на зрението от индустриално-промишлени и транспортни светлинни източници. В практиката се използват мощни лампи, осветителни уреди, лазери и др., които създават потенциална опасност за здравето на хората (рис. 2): лъчите от далечния УВ или ИЧ диапазон не се пропускат от очните тъкани, но в по-високи дози могат да предизвикат фотокератит и изгаряне на роговицата (а); светлината от 380-1300 nm достига ретината и създава предпоставки за заслепяване,

повишаване на температурата или възпаление на очното дъно (б); лъчите от УВ–А и УВ–В се поглъщат от оптичната система на окото и довеждат до възпаления на роговицата, катаракти или ретинопатии (в). Видеотерминалите и **дисплеите** се използват като масови средства за приемане и предаване на информация. При работа с такива изобразяващи уреди най-натоварена е зрителната система. Операторите са подложени на по-високо напрежение за постигане на ясни образи поради влошения **яркостен контраст** в зрителното поле и появяването на нестабилност на очната акомодация. Зрението представлява много чувствителна **адаптивна и динамична система**, която постоянно сканира широки зрителни полета с променливо осветление.

5. Заключение

Зрителната работоспособност на хората зависи в значителна степен от ежедневната хигиена, профилактика и защита на очите от вредни светлинни и други увреждания. Ефективността на работата силно се влияе от светлинната среда и състоянието на очите на операторите. Възможните увреждания и дискомфорта на зрението водят до нарастване на **очния шум** и увеличаване на грешките. След 50 г. се появява „макулна дегенерация” (необратими възрастови изменения на централната ямка на очната ретина), поради което хората се нуждаят от редовни прегледи при **офталмолог**. Физиците трябва да носят **защитни очила**, които да филтрират вредните лъчи: синята светлина с УВ–А и УВ–В, заслепяващите слънчеви лъчи (на планина, море и т.н.), ярките лазерни снопове, силните ИЧ лъчения и др. (рис. 2). Характеристиките на очите се изследват и измерват с помощта на медицинските уреди **офталмометри**. Основните параметри на зрението се определят чрез методите на **оптометрията**. Успеваемостта при обучението на учениците и студентите силно зависи от **качеството на зрението** на обучаемите.

АБОНАМЕНТ

за сп. “Светът на физиката”

- на адреса на редакцията – ул. Джеймс Баучер № 5
- в канцеларията на СФБ
- в канцеларията на Софийския клон на СФБ
- във всяка пощенска станция – кат. № 1686

Годишен абонамент – десет (10) лева

Намаление за ученици, аспиранти и пенсионери – пет (5) лева

РЕЧ НА ПРЕЗИДЕНТА ОБАМА ПРЕД НАЦИОНАЛНАТА АКАДЕМИЯ НА НАУКИТЕ (Вашингтон, 27 април 2009 г.)

За мен е голяма чест да говоря пред прочутите членове на Националната академия на науките, както и ръководителите на Националната инженерна академия и на Медицинския институт, които са се събрали тук тази сутрин.

Днес бих искал да започна с разказ за един предишен посетител, който също е говорил пред тази висока аудитория.

През април 1921 г. Алберт Айнщайн посетил Съединените щати за първи път. Неговата международна известност постоянно растяла, тъй като учените по света започнали да разбират и да приемат огромните приложения на неговите специална и обща теория на относителността. Той взел участие в това годишно събрание и след като преседял по време на серията дълги речи, изнесени от други хора, той съобщил накратко: „Току що създадох нова теория на вечността.” Сега аз ще се постарая да не забравям тази поучителна история.

Самото основаване на тази институция представлява един завет към неуморното любопитство и безгранична надежда не само на научната общност, но и на целия експеримент, който наричаме Америка.

Няколко месеца след унищожителното поражение при Фредериксбург, преди Гетисбург да бъде спечелен и Ричмънд да падне, преди да има някаква яснота за съдбата на Съюза, президентът Линкълн с подписа си превърнал в закон акта за създаване на Националната академия на науките.

Линкълн отказа да приеме, че единствената задача на нашата нация е да оцелее. Той създаде тази академия, основа колежите върху дарена от правителството земя и започна работа по трансконтиненталната железница, вярвайки, че „ние трябва да съединим горивото на интереса с огъня на гения за откриването... на нови и полезни неща.”

Това е приказката за Америка. Дори в най-тежките времена и въпреки най-големите препятствия, ние никога не сме се поддавали на песимизъм; никога не сме оставяли съдбата си на произвола на случайността; ние сме издържали всяко изпитание; работили сме здраво; търсили сме нови хоризонти.

Днес разбира се, ние се сблъскваме с по-сложни предизвикателства, отколкото когато и да е преди: една медицинска система, която е в състояние да създаде нови лекарства и методи на лечение – прикрепена към система за здравеопазване, която притежава потенциала да доведе до банкрут семейства и цели фирми. Енергийна система, която охранява нашата икономика, но също така застрашава планетата. Заплахи за нашата сигурност, възникващи поради нашата взаимосвързаност и откритост, които са толкова важни за благосъстоянието на народа ни. И предизвикателства на ниво

глобален пазар, който свързва търговеца от Уол Стрийт със собственика на недвижими имоти от Мейн Стрийт, служителя от офис в Ню Йорк с фабричния работник от Китай – пазар, който ние всички споделяме както в търсенето на нови възможности, така и във време на криза.

В такъв труден момент винаги има хора, които казват, че не можем да си позволим да инвестираме в науката. Че подкрепата за изследванията е недопустим лукс в моменти на трудности. Аз категорично не съм съгласен. Днес науката е по-важна за нашето благоденствие, нашата сигурност, нашето здравеопазване, нашата природа и качеството на живота ни, отколкото когато и да е преди. И ако има такъв ден, който да ни напомня за неотложната необходимост от наука и изследвания, то този ден е днес.

Ние внимателно наблюдаваме новопоявяващите се случаи на свински грип в Съединените щати. Това несъмнено е тревожно явление, което изисква висока степен на бдителност. Департаментът по здравеопазване и хуманитарно обслужване е обявил състояние на тревога за общественото здраве като предварителна мярка за проверка на възможностите, които имаме на разположение, за да се справим със заплахата бързо и ефективно. Получавам редовно последните сведения за състоянието на проблема от отговорните агенции и Департаментът по здравеопазване и хуманитарно обслужване както и центровете за контрол над болестите ще предоставят редовно информация на американския народ, така че хората да знаят какви мерки са били взети и какви стъпки е нужно те самите да предприемат. Но едно нещо е ясно – нашата способност да се справим с едно предизвикателство към общественото здраве от този тип, е основана главно върху работата на нашата научна и медицинска общност. И това е още един пример защо не можем да позволим нашата нация да изостава.

За съжаление, точно това се е случило.

Федералното финансиране на физичните науки като част от нашия общ вътрешен продукт е спаднало почти наполовина за последния четвърт век. Отново и отново ние намалявахме данъчните облекчения за изследователски и експериментаторски цели, които позволяваха на тези дейности да растат и да се обновяват.

Нашите училища продължават да изостават. Нашите ученици са побеждавани в математичните и научните олимпиади от своите връстници от Сингапур, Япония, Англия, Холандия, Хонг Конг и Корея и много други. Друго проучване поставя петнайсетгодишните американчета на 25-то място по математика и на 21-во по други науки, в сравнение с нациите по света.

И ние гледахме безучастно как научната неприкосновеност се нарушаваше и научните изследвания се политизираха с цел постигането на предварително зададени идеологични цели.

Ние знаем, че нашата страна не е такава.

Преди половин столетие нашата нация пое задължението да води целия свят по пътя към научното и техническо обновление; да инвестира в образованието, в научните изследвания, в инженерното дело; да си постави за цел достигането на космоса и да ангажира всеки свой поданик в тази историческа мисия. Това беше върхът на

американските инвестиции за изследвания и развитие. Оттогава нашите инвестиции постоянно намаляват като част от националния доход – нашия брутен национален продукт. В резултат на това други държави сега са излезли на преден план в осъществяването на великите достижения на поколението.

Аз съм убеден, че не е в нашия американски характер да следваме, а само да водим. И за нас е време отново да поемем водачеството. Аз съм тук днес, за да поставя тази цел: ние ще посветим повече от три процента от нашия БНП на изследванията и разработките. Ние не само ще достигнем, но и ще надминем нивото на изследванията в овладяване на космоса, като провеждаме политика на инвестиции във фундаменталните и приложни изследвания, ще създадем нови стимули за обновление в частния сектор, ще съдействаме за осъществяване на пробиви в енергетиката и медицината и ще подобрим образованието в математическите и другите природни научни дисциплини. Това представлява най-голямата стъпка към подпомагане на научните изследвания и обновление в американската история.

Само помислете какво ще можем да постигнем по такъв начин: слънчеви клетки, евтини като боята; зелени сгради, които произвеждат всичката енергия, която консумират; обучаващи програми толкова ефективни, колкото и живият учител; толкова свършени протези, с които бихте могли отново да свирите на пиано; разширяване на границите на човешкото познание за себе си и за заобикалящия ни свят. Ние можем да го направим.

Откривателският стремеж преди половин столетие даде импулс на нашето благоденствие и нашия успех като нация за следващия половин век. Инициативата, която поемам днес ще осигури нашия успех през бъдещите петдесет години. По този начин ние ще заслужим нашите деца и техните деца да гледат на работата на нашето поколение като на такава, която е осигурила прогреса и благоденствието на XIX век.

Тази работа започва с нашето историческо решение да се заловим с фундаментална наука и приложни изследвания навсякъде, като се започне от лабораториите на прочутите университети и се стигне до изпитателните отдели на иновационните компании.

Посредством Американския акт за възстановяване и инвестиции и с подкрепата на Конгреса, моята администрация вече осъществява най-голямата еднократна поддръжка за фундаменталните изследвания в американската история.

Това е важно именно сега, когато държавните и частните колежи и университети из цялата страна са принудени да се съобразяват с намаляващи дарения и затагачи се бюджети. Но това е също така невероятно важно за нашето бъдеще. Както гласят прочутите думи на Ваневар Буш, който изпълнявал длъжността научен съветник на президента Франклин Рузвелт: „Фундаменталните научни изследвания са научен капитал.”

Факт е, че едно изследване на определен физичен, химичен или биологичен процес може да не се отплати в продължение на година или десетилетие, или дори никога. Но когато това стане, то често носи огромен благоприятен ефект, който се ползва както от тези, които са го финансирали, така и от всички останали.

Това е причината, поради която частният сектор не инвестира достатъчно във фундаменталната наука – и точно затова общественият сектор трябва да инвестира в този вид изследвания. Защото макар и рисковете да са големи, също така големи са облагите за нашата икономика и нашето общество.

Никой не може да предскаже какви нови приложения ще се родят от фундаменталните изследвания: нови методи на лечение в нашите болници; нови източници на ефикасна енергия; нови строителни материали; нови растителни култури, по-издръжливи на жегата и суша.

Фундаменталните изследвания на фотоелектричния ефект, проведени преди много години, щяха да доведат до слънчевите панели. Фундаменталните изследвания във физиката щяха да доведат до създаване на съвременните скенери. Работата на съвременните GPS спътникови системи се основава на уравненията, които Айнщайн написа на хартия преди повече от сто години.

В допълнение на инвестициите по Възстановителния акт, бюджетът, който аз предложих – и някои негови версии вече минаха както през долната камара, така и през Сената – добавя допълнителни инвестиции към тези от възстановителния план.

Ние удвояваме бюджета на ключовите агенции, включително Националната научна фондация, първостепенен източник на финансиране за академичните изследвания, и на Националния институт за стандарти и технологии, който поддържа широк спектър от направления – от подобряване на здравната информационна система до измервания на въглеродното замърсяване, и от изпробване на “smart grid” конструкции до разработването на съвременни производствени процеси. И моят бюджет удвоява финансирането за Департамента по енергията към Службата по науката, който изгражда и експлоатира ускорители, колайдери, суперкомпютри, високоенергетични светлинни източници и инсталации за производство на наноматериали. Понеже ние знаем, че потенциалът на една нация за научни открития се определя от средствата, които тя дава на разположение на своите учени.

Но новият устрем на нашата нация няма да се захранва само от правителствени инвестиции. Това е движение, което се простира от лабораториите до пазара.

Ето защо моят бюджет превръща в постоянен изследователския и експериментаторски данъчен кредит. Това е данъчен кредит, който възвръща два долара на икономиката за всеки долар, който ние харчим, като помага на компаниите да си позволяват често високата цена за развиване на нови идеи, нови технологии и нови продукти. И въпреки това ние сме позволявали понякога той да намалява или само да се подновява от година на година. Казвали са ми го отново и отново предприемачи из цялата страна: като направим този кредит постоянен, ние ще дадем възможност на бизнеса да планират такива проекти, които създават работни места и икономически растеж.

Второ, в никоя област обновлението не е по-важно, отколкото в развитието на нови технологии за производство, използване и икономисване на енергия, поради което моята администрация е поела безпрецедентен ангажимент за развиване на чиста енергийна икономика на XIX век.

Нашето бъдеще на тази планета зависи от нашата готовност да се обърнем към предизвикателствата, поставени от въглеродното замърсяване. И нашето бъдеще като нация зависи от нашата готовност да поемем предизвикателството като възможност да поведем целия свят в стремежа към ново откритие.

Когато Съветският съюз изстреля Спутник преди малко повече от половин столетие, американците бяха зашеметени: руснаците ни бяха изпреварили в космоса. Ние имахме две възможности: можехме да приемем поражението или пък можехме да приемем предизвикателството. И както винаги, ние решихме да приемем предизвикателството.

Президентът Айзенхауер подписа законодателството за създаване на НАСА и за инвестиране в научното и математическо образование – от отделенията до университета. И само след няколко години, месец след своето обръщение към годишното събрание на Националната академия на науките, президентът Кенеди смело обяви пред общата сесия на Конгреса, че Съединените щати ще изпратят човек на Луната и ще го върнат невредим на Земята.

Научното общество се обедини около тази цел и се зае с нейното постигане. И то щеше да доведе не само до тези първи стъпки на Луната, но и до гигантските скокове в научното познание тук, у нас. Самата програма Аполо създаде технологии, които доведоха до подобряване на системите за бъбречна диализа и за пречистване на води; сензори за откриване на опасни газове; енергоспестяващи строителни материали; огнеустойчиви тъкани, използвани от пожарникарите и войниците. И в още по-широк смисъл, огромните инвестиции от тази ера – в наука и технологии, в образование и изследвания – предизвикаха такъв подем на творчеството и любопитството, чиито ползи са неизчислими.

Факт е, че за това поколение няма да има такъв конкретен повод и предизвикателство като Спутник, за да се заемем с прекъсването на нашата зависимост от изкопаемите горива. В много отношения това прави предизвикателството още по-трудно за разрешаване и става още по-важно да не се отклоняваме от работата, която ни предстои.

Именно по тази причина аз поставих като цел пред нашата нация да намалим нашето въглеродно замърсяване с повече от 80% към 2050 г. И точно затова прокарвам съвместно с Конгреса политиките, които ще ни помогнат да постигнем тази цел.

Моят възстановителен план създава предпоставки да се удвоят възможностите на нашата нация за генериране на възобновяема енергия през следващите няколко години, разширявайки производствения данъчен кредит, създаване на гаранции за заемите и предлагане на грантове за стимулиране на инвестициите. Например, държавно финансираните изследвания и разработки допринесоха за десеткратно намаляване на цените на слънчевите панели през последните три десетилетия. Нашите подновени усилия ще направят слънчевите и други технологии за производство на чиста енергия конкурентноспособни.

Моят бюджет включва \$ 150 милиарда инвестиции в източници на възобновяема енергия, както и в енергоспестяването за период от десет години; той подкрепя уси-

лията на НАСА, препоръчани като приоритет от Националния изследователски съвет за развиване на космически базирани средства, които да осигурят по-добро разбиране на причините за нашия променящ се климат.

И днес аз също така обявявам, че за първи път ние финансираме една инициатива, препоръчана от тази организация, наречена Агенция за съвременни изследователски проекти в областта на енергията или ARPA-E.

Тя е основана на Агенцията за съвременни отбранителни изследователски проекти, известна като DARPA, която беше създадена от администрацията на Айзенхауер в отговор на Спутник. Тя беше натоварена за цялото време на своето съществуване с изпълнението на високорискови, но с големи очаквания изследвания. Предшественикът на интернет, наречен ARPANET, технологията стелт, както и глобалната позиционираща система (GPS) – всички те дължат своето съществуване на работата на DARPA.

ARPA-E ще се старее да извършва същия тип високорискови, но и високо отплащащи се изследвания. Моята администрация също така ще се стреми към разумно законодателство, за да сложи пазарен похлупак на въглеродните емисии. Ние ще превърнем възобновяемата енергия в доходоносния вид енергия за Америка. И аз съм сигурен, че ние ще разкрием огромен запас от творчески сили, който само чака да бъде освободен от учените в тази зала и от предприемачите из цялата страна.

Нацията, която е водеща в света през XXI век по отношение на чистата енергия, ще бъде и водещата нация в глобалната икономика на XXI век. Америка може и трябва да бъде тази нация.

Трето, за да сме водещи в глобалната икономика и да осигурим възможност на нашите бизнеси да растат и да се обновяват и на нашите семейства да просперират, ние трябва да се заемем с недостатъците на нашата здравеопазваща система.

Възстановителният акт ще подкрепи много закъснялата стъпка за компютризиране на медицинските архиви в Америка, ще намали дублирането, загубите и грешките, които струват милиарди долари и хиляди човешки животи.

Но е важно да се отбележи: тези архиви също така носят потенциала да предоставят на пациентите възможността да бъдат по-активни участници в процесите на превенция и лечение. Ние трябва да запазим контрола на пациентите върху тези архиви и да уважаваме техния поверителен характер. В същото време обаче, ние ще имаме възможността да предоставим милиарди и милиарди единици данни на медицинските изследователи, които ще намерят в тази информация необходимите сведения, които биха ни помогнали по-добре да разберем причината за болестите.

Историята също така ни учи, че най-големите стъпки напред в медицината са идвали от научните проби: откриването на антибиотиците; подобрените практики на общественото здраве; ваксините за дребна шарка, детски паралич и много други заразни болести; anti-retroviral лекарства, които могат да възвърнат болните от СПИН пациенти към пълноценен живот; хапчета, които могат да контролират някои видове рак на кръвта; и много други.

И благодарение на съвременния напредък – не само в биологията, генетиката и

медицината, но също и във физиката, химията, компютърните науки и инженерното дело – ние имаме потенциала да извършим огромен напредък в борбата срещу болестите през следващите десетилетия. Ето защо моята администрация се е заела да увеличи финансирането за Националните институти за здравето, включително \$ 6 милиарда за противораковите изследвания като част от един многогодишен план с осигурено финансиране за удвояване обема на противораковите изследвания в нашата страна.

Четвърто, ние възстановяваме науката на нейното полагаемо място.

На 9 март аз подписах един изпълнителен меморандум с ясно послание: при моята администрация е приключено с практиката науката да заема по-задно място от идеологията. Нашият напредък като нация и нашите национални ценности се коренят в свободното и открито търсене. Да се наруши научната неприкосновеност значи да се накърни нашата демокрация.

Ето защо, аз натоварих Службата за наука и технологии към Белия дом да ориентира своята политика към едно ново усилие за осигуряване на това федералната политика да се базира на най-добрата и най-точната научна информация. Аз искам да бъда сигурен, че само факти стоят в основата на научните решения, а не обратно.

Като част от това начинание ние вече сме открили уебсайт, който позволява на отделни личности не само да правят препоръки как да се постигне тази цел, но и да си сътрудничат по тези препоръки; това е една малка крачка, но тя помага за създаването на по-прозрачно, действено и демократично управление.

Ние също така искаме да ангажираме научната общественост директно в работата по обществената политика. Ето защо, днес аз обявявам създаването на Президентски съвет по наука и технологии, известен като PCAST, с който смятам да работя активно.

Този съвет включва лидери от много научни дисциплини, които ще внесат разнообразие на опит и възгледи. Аз ще възложя на PCAST да ме съветва по най-различни въпроси, свързани с националната стратегия, и да поддържа духа на научното обновление. Той ще бъде председателстван съвместно от Джон Холдърн, моят главен научен консултант; Ерик Ландър, един от главните лидери на проекта Човешки геном; и Харълд Вармъс, бивш директор на Националния институт по здравеопазване и Нобелов лауреат.

В биомедицината например, това ще включва овладяване и използване на историческото сближаване между науките за живата материя и физическите науки, което е в ход понастоящем; предприемане на обществени проекти – в духа на проекта за човешкия геном – с цел натрупване на данни и създаване на възможности за стимулиране на откритията в десетки хиляди лаборатории; идентифициране и преодоляване на научните и бюрократични бариери, за да се улесни бързото прехвърляне на научните проби в диагностиката и терапевтиката, които обслужват пациентите.

В науката за околната среда това ще изисква подобряване на нашите прогнози за времето, наблюденията на Земята от космоса, стопанисването на земите, водите и горите на нашата нация и обгрижването на нашите брегови зони и океански рибни области.

Ние също така ще трябва да работим с нашите приятели по целия свят. Науката,

технологииите и нововъведенията се движат по-бързо и с по-малък разход на средства, когато са споделени прозренията, финансовите разходи и рисковете, а толкова много от предизвикателствата, които науката и технологиите ще ни помогнат да преодолеем, са глобални по характер. Това се отнася за нашата зависимост от нефта, следствията от климатичните промени, заплахата от епидемични заболявания и разпространението на ядрените оръжия и много други примери.

Ето защо моята администрация ще се стреми към участие и ще издигне нашия ангажимент към международното научно и технологично сътрудничество в много области, където това е очевидно в наш интерес. Всъщност тази седмица моята администрация събира лидерите на най-важните световни икономики за започване на съвместна работа по нашите общи енергийни предизвикателства.

Понеже знаем, че напредъкът и благоденствието на бъдещите поколения ще зависят от това, което правим сега, за да образуваме следващото поколение, днес аз обявявам нашия подновен ангажимент към образованието в областта на математиката и природните науки.

С този ангажимент, американските ученици ще се придвижат от средната част към челото на групата в природните науки и математиката през следващото десетилетие. Защото ние знаем, че нацията, която днес ни надмине в образованието, утре ще ни надмине във всичко останало.

Трябва да започнем веднага. Ние знаем, че качеството на учителите по математика и по природните науки е най-важният единичен фактор, определящ дали ученикът ще преуспява или ще се провали по тези предмети. И все пак във висшите училища повече от двацет процента от студентите по математика и повече от шейсет процента от студентите по химия и физика се обучават от преподаватели без специализация в тези области. И този проблем само ще се задълбочава, защото според предвижданията през 2015 г. в страната ще има недостиг на повече от 280 000 преподаватели по математика и по природните науки.

Ето защо днес аз обявявам, че тези щати, които поемат силен ангажимент и постигнат напредък в математиката и природните науки, ще бъдат номинирани да кандидатстват тази есен за допълнителни средства по програмата на Секретаря по образованието за \$ 5 милиарда.

Аз призовавам щатите драматично да подобрят постиженията в математиката и природните науки като повишават стандартите, модернизират научните лаборатории, усъвършенстват учебните програми и подкрепят сътрудничествата за подобряване на използването на природните науки и технологиите в нашите учебни стаи. И аз призовавам щатите да повишават качеството на подготовка на учителите и да привличат нови и квалифицирани преподаватели по математика и по природните науки, които да увеличат учениците и студентите и да съживяват тези предмети в нашите училища.

В тази инициатива и други подобни, ние ще работим за подкрепянето на творческите подходи. Нека създадем предпоставки за задържане и възнаграждаване на ефективните учители и нека създадем възможности за опитните професионалисти да

влязат в учебната стая. Точно сега имаме химици, които могат да преподават химия, физици, които могат да преподават физика, статистици, които да преподават математика. Но ние трябва да намерим начини да използваме знанията и ентусиазма на тези хора – хора като вас – в учебната стая.

Има щати, например, които вършат иновативна работа. За мен е удоволствие да обясня, че губернатор Ед Рендъл ще оглави едно движение на Асоциацията на националните губернатори, чиято цел е да увеличи броя на щатите, които превръщат образованието в област на природните науки, технологиите, инженерството и математиката в свой върховен приоритет. Понастоящем шест щата участват в инициативата, включително Пенсилвания, която е предприела една ефективна програма за осигуряване и подготовка на обучена работна сила, която да привлече дейностите, свързани с ХХІ век. Аз бих искал всеки щат да участва в тази инициатива.

Но нашата работа не свършва с университетската диплома. В продължение на десетилетия ние бяхме водещи в света по образователни постижения и вследствие на това бяхме първи в света и по икономически растеж. Законопроектът G.I. например, помогна да бъде изпратено едно цяло поколение в колежа. Но в новата икономическа ситуация ние изостанехме от други нации по броя завършили висше училище, по нивото на образованието и в изграждането на учени и инженери.

Ето защо моята администрация е поставила цел, която много ще усили нашата конкурентна способност за високозаплатените, високотехнологични дейности на ХХІ век и ще създаде следващото поколение от учени и инженери. В следващото десетилетие – към 2020 г. – Америка отново ще има най-големия процент от завършващи колежа в света. И ние сме осигурили данъчни кредити и стипендии, за да направим обучението в колеж по-достъпно.

Моят бюджет също така утроява броя на изследователските стипендии към Националната научна фондация. Тази програма беше създадена като част от Космическата надпревара преди пет десетилетия. През десетилетията оттогава, тя е останала общо взето с непроменен обем, въпреки че броят на студентите, които кандидатстват за тези стипендии, е нараснал неимоверно. Ние би трябвало да подкрепяме тези млади хора, които се стремят към научна кариера, а не да поставяме препятствия на пътя им.

Ето така ние ще поведем света към нови открития в този нов век. Но това ще изисква много повече усилия, отколкото само работата на правителството. Ще трябва да участваме всички ние. Ще трябва да участвате и всички вие.

И така, днес аз искам да ви призова да използвате вашата любов и знания в науката, за да разпалите същото чувство на удивление и възхищение у новото поколение.

Младите хора на Америка ще посрещнат това предизвикателство, ако им се даде възможност и ако бъдат призовани да се присъединят към една кауза, по голяма от тях самите. И ако имаме необходимите сведения. Средната възраст на хората от контролния екип на НАСА по време на мисията Аполо 17, беше само 26 години. Аз зная, че младите хора днес са готови да се изправят срещу огромните предизвикателства на това столетие.

Затова аз искам да ви убедя да прекарвате повече време в учебните стаи – говорейки и показвайки на младите хора какво е значението на вашата работа и какво означава тя за вас. Окуражавайте вашите университети да участват в програми, които позволяват на студентите да получат степен в научните области и освен това преподавателска квалификация.

И аз искам вие да знаете, че аз ще работя рамо до рамо с вас. Аз ще участвам в обществена информационна кампания, целяща да насърчава студентите да се ориентират към кариери в природните науки, математиката и инженерството – защото нашето бъдеще зависи от това.

И Департаментът по енергията и Националната научна фондация ще предприемат съвместна инициатива, за да вдъхновят десетки хиляди американски студенти да се посветят на науката, инженерството и предприемачеството, имащи отношение към чистата енергия.

Това ще подкрепи образователната кампания за завладяване въображението на младите хора, които са в състояние да ни помогнат да се справим с енергийното предизвикателство. То ще създаде изследователски възможности за студентите от първите курсове и образователни възможности за жените и малцинствата, които твърде често са били недостатъчно представени в научните и технологичните области, но са не по-малко способни за откриване на решенията, които ще ни помогнат да разширим нашата икономика и да спасим планетата. И то ще подпомага със стипендии, интердисциплинарни програми за напреднали студенти и партньорства между академичните институции и иновативните компании, за да подготвим такова поколение американци, които да посрещнат глобалните предизвикателства.

Защото ние трябва винаги да помним, че някъде в Америка има един предприемач, търсещ заем, за да стартира бизнес, който може да преобрази цял индустриален клон, но още не е успял да си го осигури. Има учен с идея за експеримент, който би могъл да предложи ново лечение на рака, но той още не е намерил необходимото финансиране. Има дете с търсещ ум, което се вглежда в нощното небе. Може би то носи в себе си потенциала да промени нашия свят, но все още не знае това.

Както знаете, научното откритие е нещо много повече от едно случайно блестящо хрумване, колкото и важно да е това. Обикновено е нужно време, тежка работа, търпение; необходима е квалификация; често е необходима подкрепата на цялата нация.

Но то съдържа потенциал, какъвто няма в нито една друга област на човешката дейност.

През 1968 – година, белязана от загуби и конфликти, Аполо 8 изведе в космоса първите човешки същества, които излязоха отвъд земната гравитация. Този кораб обиколи Луната десет пъти, преди да се завърне обратно на Земята. Но на своята четвърта обиколка капсулата се завъртяла и за първи път Земята се видяла от прозорците.

Бил Андерс, един от астронавтите на борда на Аполо 8, не можел да повярва на очите си. Той бързо взел фотоапарата и направил снимка показваща как Земята излиза

от сянката на Луната. Това била първата снимка, направена от такова далечно разстояние, която скоро щяла да стане известна като „Изгрев на Земята.”

Андерс по-късно казал, че този момент завинаги го е променил – изгледът на нашата земя – тази бледосиня сфера, без граници, без разделителни линии, така спокойна и прекрасна, и самотна.

„Ние изминахме целия този път, за да изследваме Луната – казал той, – а най-важното нещо, което открихме, беше Земята.”

Да, научното обновяване ни дава възможността да постигнем благоденствие. То ни предлага добри възможности да подобрим здравето и живота си – подобрения, които ние често приемаме за даденост. Но то ни дава и нещо повече.

По същността си, науката ни принуждава да се съобразяваме с истината такава, каквато сме я разбрали. Някои истини ни изпълват със страхопочитание. Други ни принуждават да поставяме под въпрос отдавна установени възгледи. Науката не може да отговори на всички въпроси; наистина понякога изглежда, че колкото повече проникваме в тайните на физичния свят, толкова по-скромни ставаме. Науката не може да замени нашата етика, нашите принципи или нашата вяра, но науката може да ни помогне да разберем тези неща и да накараме тези ценности, тези морални принципи, тази вяра, да ни служат – за да нахраним едно дете, да излекуваме болните, да бъдем добри стопани на тази земя.

Нека помним, че с всяко ново откритие и възможностите, които то ни дава, поемаме и нова отговорност; че нахърнимостта и особената същност на живота ни принуждават да преодоляваме нашите различия, да се заемем с нашите общи проблеми, да поддържаме и продължаваме стремежа на човечеството към един по-добър свят.

Както каза президентът Кенеди, когато се обърна към Националната академия на науките преди повече от 45 години: „Накратко, предизвикателството може да се окаже нашето спасение.”

Благодаря на всички за миналите, настоящите и бъдещите ви открития. Бог да ви благослови и нека Бог благослови Съединените американски щати!

Превод: **С. Рашев**

Статията може да бъде прочетена в оригинал на адрес
<http://blogs.sciencemag.org/scienceinsider/2009/04/obama-at-the-ac-2.html#more>

Физиците изучават причинно-следствените зависимости между явленията, приемайки ги за съществуващи даже за случаи, когато това далеч не е очевидно. Такъв подход съответства на изконния стремеж на хората към симетричния, строг и прекрасен идеал в науката, изкуството и обществото.

Обаче физиката на частиците не противоречи и на това, в природата да съществуват и някакви независими „начала“, непреводими един към друг и в крайна сметка водещи към нарушаването на идеалното построение.

Авторът на книгата, доктор на физико-математичните науки, Honorary Doctor на Обединения Институт за Ядрени изследвания (Дубна, Русия) предлага на любознателния читател заедно с него да се замисли за границите на развитие на науките и изкуствата, за нарастващото в тях и самото общество на виртуално съществуване, за характера на творческия процес, за световния разум, за чудото, случайностите и свръхестественото, в една или друга степен присъстващи във физиката, в изкуството и обществото като цяло.

Из книгата на Владимир Н. Пенев „Общество, изкуство и физика частиц“ (на руски език, изд-во Rosemann Press, Munchen, 2008)

V. Колективният труд в науката



*Направих ли нещо за общото дело?
Следователно, допринесох и за себе си...*
Марк Аврелий

И в науката, и в изкуството трудът има колективен характер, независимо от това, дали хората са събрани в един творчески колектив, работят едновременно и рамо до рамо, или се трудят, разделени един от друг във времето или в пространството. И в двата случая, единствено което е необходимо, те по някакъв начин да известят на обществото резултатите от своето творчество.

В квантовата механика вероятността за поява на едно събитие се определя от сумата на квадратите на амплитудите, описващи съставляващите на това събитие. При това се появяват интерференционни членове, оказващи конструктивно или деструктивно влияние вър-

ху резултата. Аналогично на това, във физиката на частиците и в изкуството общият продукт никога не е равен на простата сума на отделните приноси.

Удобна организационна форма на колективно творчество на учените в началото на миналия век станаха институтите, при това съществуването на „школи”, възглавявани от отделни учени, също беше запазена. Понастоящем обаче все по-голямо значение, особено във физиката на частиците, придобиват т.н. колаборации, или сътрудничества. В тях голям брой изследователи се привличат да работят върху единия общ проект.

Уединението в кабинетната тишина – реалността за такава дейност не само в експерименталната, но и в теоретичната физика е почти напълно изгубена: мисълта се „подрежда” на поточна линия, както при добре устроените производства.

Изкуството през последните десетилетия също не се оказа чуждо на колективното творчество, въпреки факта, че шедеври, създадени по такъв начин, не се наблюдават. Тягата към колективния труд в изкуството, както и в науката, свидетелстват за демократизирането на културата, за увеличаване броя както на самите творци, така и на потребителите на техните продукти. Напълно е възможно, това явление да е следствие от постепенното утвърждаване на новия плуралистичен принцип в културата.

5.1. Научни школи. Отдавна е забелязано, че устройствата на всички нива на което и да е общество дублират едно друго “отгоре надолу”. В науката и изкуството са съществували и днес съществуват властови отношения, наподобяващи държавните. Очевидните паралели са: абсолютната монархия в държавата – майсторът и неговите помощници в занаятите и изкуствата; в университетите отношенията: учителят – ученикът, в науката – големите учени, и техните школи.

Няма нищо осъдително в това, че около известния учен или художник се появяват последователи, които започват да работят, вдъхновявани от неговите идеи. Могат да се приведат множество примери, когато такива ученици сами стават големи учени или творци в изкуството, и сами създават школи (Платон, Рубенс, Дюма, Ив Сен Лоран, Бор, Ръдърфорд, Ландау).

Но когато големите учени или художници получават власт, то съвсем не всички от тях “издържат” изпитанията на тази власт. Понякога в такива случаи школите придобиват черти на мафиотски кланове, водещи открита борба с други школи за финансиране, за място в научната йерархия, за материални придобивки. Всичко се стреми към стабилност. Известно е, че кариеристите виждат най-стабилното място – уви, на върха на научната йерархическа стълбица.

Нека забележим, че когато процесът на “обучението” се продължава дълго, ученикът взема от учителя прекалено много и по този начин загубва своята индивидуалност.

На мнозина суетните “учени” хора е доста лесно да бъдат ученици на известни личности: изглежда, една част от славата на знаменитостите пада и върху тях. “Нищо нямам против, той да се смята за моя ученик още двадесет години, нека само не забравя да плаща за ученичеството си”, – шеговито казал Волтер за един велможа, който е разправял навсякъде, че вече двадесет години е бил ученик на Волтер.

5.2. Научни Институти. Твърдението, че прогресът в науката и технологиите

е невъзможен без освобождаване на големите учени от преподавателска дейност принадлежи на знаменития физиолог Климент Тимирязев [1]. С неговите усилия в Русия, по-точно в Съветския Съюз, а след това и в останалите страни, започнаха да се появяват специализирани научни организации – институти [2]. Те се оказаха удобни и ефективни места за разработване на проекти, особено такива, в реализирането на които е била заинтересована държавата: разработки, свързани с въоръжаването, космически програми и др. На тези цели се подчинявало и създаването при тях на крупни промишлено-технологични бази с развита инфраструктура. Поначало институтите се изграждаха под егидата на авторитетни учени, на които държавата можеше да довери, нерядко значителни ресурси.

5.2.1. Институтът “със свое лице”. Към края на 50-е и началото на 60-е години на миналото столетие Дубна беше малко градче, изолирано от грижите и проблемите на всекидневния живот. Имаше всичко необходимо за нормална научна работа на събран зад стените на института колектив, съставен основно от млади учени, инженери и техници. Ако се вземе предвид живота на жителите от целия Съветски Съюз, то в това изключително положение се чувстваше нещо затворено, изкуствено, подобно на “развѣдник”, и не съвсем справедливо. Както на времето си Гюте подчертаваше, че

“Вселената е тясна за природата

Изкуството вирее най-добре в затвора”

Една от съществениите спънки беше ограничаването на общуването и сътрудничеството с учени от “западния” свят. Участието в научни конференции или съвещания в тези страни се превръщаше в голям проблем. Предвиждането напред при такива условия беше сериозно затруднено. Удивителното обаче е това, че вредата от затвореността на научния колектив от онова време, е по-малка, от хаоса на общуването днес. Сега хората нямат време да се замислят, да размишляват – през цялото време те само пътуват и непрекъснато “общуват”. При това е известно, че спокойният, задълбочен и обмислен анализ е бил привилегия и задължение на учения във всички времена.

В. И. Векслер, директорът на Лабораторията за Високи Енергии, управляваше я напълно в духа на времето – еднолично. Едноличното управление дава резултати тогава, когато ръководителят носи отговорност за своите действия. Както е известно, едното и другото, т.е. “едноличното управление” и отговорността, по онова време го имаше в изобилие. Векслер е създал наистина творческа обстановка. Сътрудниците на лабораторията достигаха до впечатляващи резултати напълно самостоятелно и правеха открития. Лабораторията имаше своя път, свое “лице”. По стила на работата, изразявайки се с думите на друг голям учен А. М. Балдин, “В. И. Векслер умееше да взаимодейства с голям брой на известни специалисти, – беше колективист”.

5.2.2. Учените като заложици на кариерата на директорите. Спокойният период стимулира разцвет на всички характеристики на човека, в това число, уви, и на неговите пороци. И нерядко става така, че “величието на учения се състои в това, доколко той е спирал развитието на науката в своята област” [3]. Институтите с тяхното авторитарно “ръководство” на директорите най-добре спомагат на този застой.

Понастоящем често се случва, че сътрудници на някои институти в Русия стават заложенници на кариерата на своите директори. Подобно на немийските жреци – царете на горите, такива ръководители старателно охраняват своите постове, не допускат близо до лабораториите талантиливите хора, способни да им бъдат конкуренти. Самовластието на директорите, без упражняване на необходимия контрол върху тяхната дейност погуби нашите институти: очевидно, те постепенно загубват първоначалното си изключително значение. Финансиране от различни организации и фондове все по-често получават не институтите, а определени колективи или отделни крупни учени, използващи институтската база за изпълнение на своите проекти. Това е особено популярно на Запад.

5.3. Колаборациите – големи авторски колективи. През шестдесетте и седемдесетте години на миналия век физиката на високите енергии се превърна, по изразу на И. С. Шкловски, във “физика на големите батальони” и, нека добавим, на големите пари.

Идеята за големите авторски колективи в науката води произхода си, разбира се, от организацията на манифактурите, където процесът на производството на някакъв продукт е необходимо да бъде разделен на лесни операции, които могат да бъдат свършени и не от много грамотни работници. Както бе писал Декарт [4], “истината не е дадена предварително, тя трябва да бъде открита, открита с помощта на методи и оръдия, които могат да бъдат използвани от всеки ... колкото и посредствен да бъде неговият ум”. По времето на самия Декарт, а и по-късно, методът на колективното творчество в науката е бил използван рядко, а и то в научни дискусии и най-често – във вид преписка.

За пръв път научните сътрудничества, международни колаборации, съставени от около 20 души, се появяват в началото на 60-те години на миналия век в Лабораторията по Високи Енергии в Дубна. Процесът се отприщя, и понастоящем за създаването на уникални експериментални постановки и провеждането на изследвания с тях се организират огромни колаборации, обединяващи в авторски колектив стотици и дори хиляди физици и инженери. Представата за основните задачи на експеримента у повечето от тях е твърде ограничена. Те създават отделни възли на повече или по-малко универсалната постановка.

С какво е предизвикана необходимостта от големи колективи? Отговорът на този въпрос се крие както в сложността на експерименталните детектори, така и в уникалността на системата за получаване и обработка на информацията, изискващи за тяхната разработка, създаване и поддръжка многобройни специалисти от различни области на техниката и знанието. Но това не е всичко. Другата причина е свързана с бедността на техническата база на новото ниво – комплекти от стандартни техники и програми, произведени от специализирани предприятия, затова повечето от тези комплекти от устройства и програми трябва да бъдат произведени в рамките на самата колаборация. Немаловажен фактор, съдействащ за “раздуването” на колектива, представляват материалният и финансовият аспекти. Защото зад гърба на всеки участник в експери-

мента стои организацията, която го поддържа и която трябва да внесе в колаборацията и съществен материален принос.

Нарастването на колектива често пъти става поради включване в него значителен брой мениджъри и чиновници, с цел осигуряване на административната поддръжка от страна на огромния брой страни-участници и институти.

5.3.1. Принципът на изграждане на колаборации. Колаборациите са изградени, основно, според средновековния принцип на цехове, обединяващ занаятчиите. Отделни групи млади хора, занимаващи се с тесен кръг задачи или конкретен детектор, един от множеството в експеримента, отначало се обучават, а след това работят под ръководството на някой от “майсторите” – опитен и достатъчно квалифициран сътрудник от колаборацията. Това е един доста сполучлив опит за създаване на индустриални предприятия за творческа, научна и инженерна дейности. Главните начини за успешната работа тук се заключават в много чести обсъждания на всяка стъпка от изграждането на научния или технически “продукт”, и в почти задължителното периодично излизане на всеки от участниците със свои собствени предложения – меморандуми по въпросите на възникващите проблеми.

Безусловно, водещи и най-продуктивно работещи хора в такива големи колаборации са само няколко души, защото е ясно, че “не от всякакво дърво става Меркурий”. В колектив от 500 души, например, това са, като правило, 10-15 души. Такова съотношение между способни и обикновени хора се наблюдава навсякъде: в училищата, университетите и т. н. Изглежда, с този факт се обяснява заключението на социолозите, че, ако разходите за наука превишават 3 % от националния доход, по-нататъшното увеличаване асигнациите няма да дава очакваните резултати – най-вече поради недостиг на способни хора. Този дефицит не заплашва страните, в които за науката се отделят значително по-малко от 3% от националния доход.

Очевидно е, че за талантливия и нестандартния човек, не е лесно да работи в подобни големи колективи, защото той неминуемо трябва да принадлежи към специално подбраната “порода” учени, проверени за “съвместимост”, както в случая с космонавтите. Тук тържествува тесният професионализъм – няма място за никакви отклонения, колебания, съмнения и “глухи улици”, тъй характерни в научната работа, няма място за интуиция и “фантазиране”. “Ентусиазмът” е строго дозиран и се проявява най-много, когато се подхваща процедурата за разписване на отговорниците по квадратчетата на йерархичната структура. Задачите са поставени конкретно, работата е разписана твърдо и е “резултат на съзнателна организация, осъществявана от “най-светлите умове””.

Всичко е набелязано, плана спрямо,

Работа има, – какво да се прави – няма”,

беше писал в поемата си: “Евгений Стромынкин”, известният съветски физик Херцен Исаевич Копилов.

5.3.2. Колаборацията като “дан” за демокрацията: конкурентна борба. Появяването на големи авторски колективи, събрани около една задача начело с

учени-мениджъри е своеобразен дан за демокрацията. Създава се е усещане, често илюзорно, за равнопоставяне на всички участници в експеримента. В рамките на такива научни обединения могат да се поставят и решават обемни и сложни в техническо отношение задачи. По време между 60-те и 80-те години на миналия век колаборациите допринесоха за множество открития и напълно подмениха институтите. Съществуват обаче и определени недостатъци. Например, наличието на големи авторски колективи донякъде “обезличава” общия резултат. Всъщност, никой персонално не носи никаква отговорност. А самият резултат, зад който “стоят” около хиляда души, изглежда особено значителен, дори когато, по същество, той не представлява нещо особено. Самата представа за авторство и авторски права девалвира.

В гонитбата за първенството в конкурентната борба за приоритет в откритията колаборациите понякога излишно избързват с публикуването на резултатите си. Неотдавна, например, едновременно няколко колаборации от ЦЕРН публикуваха резултатите за наблюдението на кварк-глюонна плазма в ядра, при все, че някои от данните не бяха, меко казано, достатъчно проверени: един факт, поставящ под съмнение цялото интересно направление.

С други думи, “болестта” на демократичните обединения – колаборациите е сродна на общоизвестните демократични общества: острата конкурентна надпревара, борба за приоритет в научните изследвания, рекламата като средство за добиване на пари. Ситуацията се задълбочава при наддържавни институти, такива като ЦЕРН, ОИЯИ, където без достатъчен обществен контрол се появява опасност от “монополизация на научната истина”.

5.3.3. “Свои” и “чужди” – корпоративен интерес. В епохата на безпощадната борба за съществуване човек от чуждото племе е бил враг. Да бъдеш свободен гражданин на Рим е било по-изгодно и почтено; народите, считани за “варварски”, доставяли робите.

ЦЕРН е възможно най-демократичната организация, но дори и там съществува ясна граница между страните-участници и останалите страни, не членуващи в нея. “Нашият град”, нашият институт”, “нашата колаборация”, от една страна, и другите градове, институти, колаборации, третирани като съперници, а понякога като “врагове” в жестоката борба за ресурси и финансиране – от друга.

Естествено, участниците във всякакво трудово, в това число и в научно обединение са заинтересовани в процъфтяването на тяхното предприятие и изпитват гордост от неговите успехи. В случай, че този корпоративен интерес спомогва за сътворяването на нов научен или научно-технически продукт, неговата полезност е безспорна. Често обаче, представата за корпоративния интерес се използва за прикриване на недостатъци, многогодишни преувеличения и дезинформация на обществеността за мними успехи, което води, като правило, към провал на поставената задача и деградация на колектива. Очевидно, корпоративният интерес в науката е зло, “мина със забавено действие”.

Много от основателите на Обединения Институт за Ядрени Изследвания, в това число и В. И. Векслер се придържаха към линията на поведение: “наши – чужди” (ко-

ето се диктуваше от системата на политическо противопоставяне). Безусловно, такъв подход има малко общо с истинския колективизъм и холистичната идея. Разбирайки това, ръководството на ЦЕРН подтиква отделните колаборации към сътрудничество, макар и на конкурентна основа.

5.3.4. Бъдеще на колаборации. Хората, в дадения случай физиците, повярваха във великата сила на парите. Защо да се напъваме с хитроумни и изящни постановки, да се мъчим в търсене на обходни пътища, когато можем да се предвижваме направо към целта, по утъпкани пътища, без да се ограничаваме в разходите?

По този начин в експериментите по физика на частиците при високи енергии се наблюдава удивителен консерватизъм, и то не само в организация на работата, но и в методите на изследвания. В продължение на вече много десетилетия учените задават своите въпроси на природата, като упорито прилагат едни и същи методи, едни и същи понятия, движейки се по стандартните пътища, увеличавайки размерите и информационния капацитет на детекторите и енергията на ускорителите, пренебрегвайки мнението на Мишел Монтен, изказано преди 400 години: “Аз мога да преспя и обезсиля ума си и своята проникателност, влачейки се по утъпкани пътеки, както го прави целия свят, без да упражнявам и усъвършенствам своите собствени сили...”.

С течение на времето дори колаборациите в непрекъснатия си растеж, за съжаление, придобиват черти на бюрократични, консервативни и трудно управляеми организации, подобни на някои от Институтите. Строителството на съвременните ускорители и детектори към тях се протакват много години. Апаратурата и технологиите остаряват преди да са проработили. Практически не се сменят и ръководителите на колаборациите. Гласуванията от типа «консенсус» на многобройни и абсолютно неравностойни национални групи в общите събрания, т. н. бордовете, се превръщат в една формалност. Пък и не е тайна, че в науката нито демократичното гласуване, нито консенсусът не гарантират истинността на едно твърдение.

Често пъти националните групи работят като производствени придатъци към по-силните лаборатории, като използват не само техните идеи и чертежи, но и електроните им компоненти и материали. И съвсем малък брой от тях са способни сами да поставят и решават отделни научни проблеми, ползвайки универсално оборудване, създадено с общи усилия.

Промените в архаичната структура на колаборациите могат да настъпят благодарение развитието на техника, нови технологии и нови информационни средства. Първите ще ускорят сроковете за пускане на обектите, а вторите ще спомогнат националните групи да станат по-автономни. За изпълнение на някои конкретни задачи тези групи ще могат да образуват помежду си временни асоциации. В икономиката подобни обединения отдавна вече съществуват. Прототипът на една информационна система, която може да промени характера на работата в колаборациите, а и тях самите е налице. Например, благодарение на новия начин за предаване и запазване информация, глобалното обединение на изчислителните мощности и високоскоростни мрежи на връзка, (например системата GRID), възможно е да бъдат създадена независима

обработка на числовите данни от отделните групи. Тогава и най-интересната изследователската работа ще може да бъде извършвана далеч извън пределите на центъра – в националните институти.

5.4. Ръководители и администратори. Гаранция за успешната и продуктивна работа на учените и хората на изкуството е творческата атмосфера в колектива. Не е възможно тази атмосфера да бъде създадена без нужното внимание от страна на общността и ръководството и уважение към дейността на всеки един индивид. Една от главните задачи на добрия ръководител, безусловно, представлява осигуряването на атмосферата за свободни дискусии, нетърпимост към всякакъв род лъжа и покровителство на “своите хора”.

Ръководителят на научния колектив е длъжен с помощта на всички мерки да неутрализира, балансира отрицателните качества на творческите си работници, които обикновено, са обратно пропорционални на способностите им. Едно от тези качества е “библейското” чувство на завист. Обаче, трябва да се има предвид, че самата завист добавя към самочувствието на този, на когото завиждаме. Излиза, че дори такъв порок може да играе положителна роля. “Незавидна е съдбата на онези, на които никой не завижда” – беше писал Есхил.

Дълбоко вкоренената в науката традиция на занаятчиите, когато заповедта на майстора е закон за всички, спомага много за установяването “диктатурата” на ръководителя. Това е търпимо, ако реалните знания, дълбокото разбиране на проблема и опита поддържат неговия авторитет. В действителност се случва, че “авторитет” се създава така, както той се практикува в политиката, с административното положение на личността. Подобна ситуация води до появяването около такива “учени-началници” множество недобросъвестни сътрудници, а подмазваческото поведение на обкръжението води към подмяна на ценности, безпринципност и, в крайна сметка, към разминаване с истинските цели.

Очевидно, изпълнителните в своите конкретни дела “наемни” (в смисъл, че ги интересува само заплащането на труда им) научни работници, които са добре представени и в авторските колективи на колаборациите, не е по-малко зло. Те са дълбоко равнодушни към големите проблеми на физиката и науката.

*“Няма нищо по-опасно от равнодушните,
те винаги са еднакво послушни”,*

пише българския поет Стефан Цанев.

5.5. Колективното творчество в изкуството. Гръцкото изкуство, с изключение на народния епос, е било, изглежда, чисто индивидуално – авторско. По-късно, с установяването на християнството вече не е било важно кой разнася Божието “слово” до народа. Известността на автора на произведението не само не е била поощрявана, но често неговото име се е скривало. Известно е, че още спартанците не са се доверявали на своите съграждани от незнатния произход, и при това изказали интересна и важна за всички идея. Тази идея е била приписвана на някой уважаван човек и тогава е била възприемана от всички. Така и до днес не е ясно чий псевдоним е името на

Уилям Шекспир, кой е проектирал готическите катедрали. Безименни остават и много от иконописците.

Изкуството на Възраждането е било дълбоко индивидуално, обаче уместно е да си спомним колективните по своята същност средновековни цехове на художниците. Почти преди 450 години са се появявали значителни художествени произведения, рисувани от двама известни художници. Например, “Светото семейство с венци от цветя и плодове” на художниците Ян Брьогел (1568-1625) и Петер Ван Авонт (1600-1632) или картината “Рай” на Хайндрик де Клерк (1570-1629) и Денис ван Алсеоота (починал около 1626), съхранявани в Мюнхенската Пинаотека, и др.

В най-новата история на изкуствата (XIX-XX вв) се появяват и отделни колективни литературни произведения – на братята Грим, братята Гонкур, по-късно Илф и Петров. Картините, комбинирани от двама художници – “Утро в борова гора” на Шишкин-Савицки, или “Есенен ден в Соколники” са били по-скоро изключения, отколкото правило.

От началото на XX век привличането към колективно изкуство се засилва. Дори Малевич създава във Витебск комуната УНОВИС, провъзгласявайки идеите за анонимност на произведенията на групата. Във футуризма и дадаизма, индивидуалното творчество се е отричало, а смисълът се е виждал в общото предназначение на произведението, а не като отражение на душата на художника.

От средата на 50-те години на миналия век, в отговор на масовата комерсиализация на изкуството се появяват разнообразни форми на творчество, алтернативни на традиционното: мейл-арт, хепънинг, пърформънс, инсталации и пр. Тези произведения се отличават с кратък период на съществуване, с отказ от авторство, оригиналност на темите и изпълненията (колективно действие) и т. н. Някои лидери на тези направления твърдяха, че изкуството на отделен художник е достигнало предела си, и че е настъпило време за преход към колективни форми на дейност.

Жанрът “добави и изпрати” стана изключително популярен в компютърната и-мейл мрежа. Някои такива произведения циркулират в мрежата вече в продължение на много години. Например, и до днес може да се получи по пощата колажът на художника Реем Джонсън, макар той да е починал през 1995г. В последното време станаха популярни колаборационните “бук-арт”-и – колективни книги, колективни компакт – дискове. Даже четенето на книги или вестници става по същия принцип: прочел си я – остави я някъде за някой друг.

В съвременното руско изкуство извънредно много са художниците, работещи в съавторство. Техните работи имат по-скоро характер на търсене. Те създават пърформънси, например, инсценирайки най-обикновени жизнени ситуации “на съвременния съветски човек”, представят модел на самолет, изготвен от валенки, съчиняват музикални произведения и пр. Това са безбройните групи “Мухомори”, “Некрореалисти”, “Нови художници” и т. н.

Съвместното творчество става не само форма на съпротивление на пазара в изкуството и на мотивите, проникнали дълбоко в художествения и научен живот: индивиду-

ализма, кариерата, успеха, славата, парите. Необходимостта от конкурентоспособност поставя също своя отпечатък.

Увлечението с подобно колективно творчество се е случвало и по-рано, в други епохи, но след това, заедно със създаването на определени направления то е затихвало.

В живописата, макар и да се създават огромни по размери картини с участието на голям брой художници, колективността изглежда не съвсем убедително, понеже авторът на произведението, обикновено се оказва един човек. Докато създаването на филми, театрални постановки, архитектурни ансамбли е резултат на творческия труд на огромен брой дейци на изкуството. По същество това са същите научни колаборации с голям брой съавтори. Успехът на работата на колектива, като и в колаборациите, все пак, до голяма степен зависи от таланта на художествения ръководител на проекта.

5.6. Колективизмът и холистичният принцип. Стремещт на нашето време към колективното творчество се проявява все по-силно. Този факт явно символизира новата спирала по посока към демократизация на изкуството, подобно, например, на увеличаването броя на авторите в трудовете по физика на частиците. Привличането на техниката в изкуството – компютри, видео, кино и пр. внася четвъртото измерение (време) в художествените произведения, прави ги изменчиви и многообразни. Колективният потребител сам става колективен участник при създаването на художествения проект.

Нека отбележим едно следствие от последните тенденции, свързващи науката и изкуството с обществения живот. Както и преди в научните колективи, а и в обществото изцяло, личността, героят играят изключително голяма роля. Това става независимо от това, че решенията на проблемите, както в науката, така и в много други сфери на изкуството, носят изключително колективен характер.

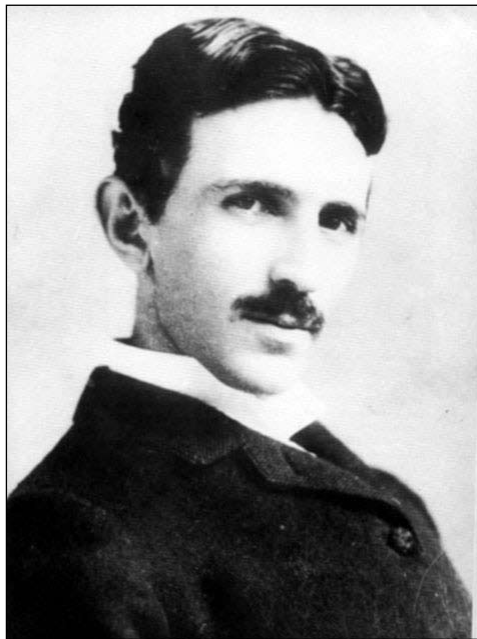
Напоследък се проявява стремещт на обществото към новата парадигма в културата – знаменитите личности действат в рамките на колективното творчество, обаче всеки отделен член на колектива е свободен в своите търсения и е равно важен за цялото произведение.

Литература

- [1]. Климент Тимирязев (1843-1920), професор на Московски университет.
- [2]. Alexei B. Kojevnikov, *Stalin's Great Science, The Times and Adventures of Soviet Physicists, History of Modern Physical Sciences. Vol. 2.*, Imperial College Press, 2004.
- [3]. Репликата на акад. Е.П. Велихов в интервю за вестника АИФ.
- [4]. Р. Декарт, *Избранные произведения*, М., 1950, 111.

НИКОЛА ТЕСЛА – ГЕНИЙ, ИЗПРЕВАРИЛ СВОЕТО ВРЕМЕ

В. Танева-Тончева



Никола Тесла (1856-1943)

През 2006 год. светът отпразнува 150-тата годишнина от рождението на Никола Тесла.

Сложно е да се открие в историята на електротехниката и на преподавателната техника по-ярка, интересна, и нееднозначна личност от Никола Тесла (1856 – 1943 г.) Едва ли някой, прочел пълната му биография, ще се учуди на изобилието от възторжени епитети, изречени по негов адрес. Славата на Еркюл Поаро по-мръква пред блясъка и размах на творческата мисъл на великият сръбски учен.

Въпреки това, в родната училищна програма по физика, в университетския курс по физика и което е по-учудващо – по електротехника – фамилията Тесла се свързва единствено с единицата за магнитна индукция! В действителност, на неговите патенти израства енергетиката на XX век. Той открива флуоресценцията, предлага внедряването на променливия ток като по-ефективна и по-икономична

система на електроразпространение, предаването на енергия на големи разстояния без проводници, построил е първия електрически часовник, турбината, двигателя на слънчева енергия. Изобретява радиото преди Маркони и Попов, получава трифазен ток преди Доливо-Доброволски.

Но това е било малко за него. Тесла няколко десетилетия работи над проблема за енергията на цялата Вселена – какво движи Слънцето и звездите. Неговият близък приятел Марк Твен го нарича “повелител на мълниите”, а Ръдърфорд го величае като “вдъхновен пророк на електричеството”. Стремешт му да знае истината няма граници. Освен с професионалните си занимания по електротехника, Тесла пише стихове, занимава се с музика, философия. Говори 8 езика. В живота му, от самото начало присъства нещо, на което трудно може да се даде име.

Всичко започва още в детството. Никола Тесла се ражда на 10 юли 1856 г. в с. Смиляни – Хърватия. Като четвърто дете в семейство на православен свещеник, на него му е отредено духовно поприще. След прекарана в детството болест младият Тесла започва да страда от “странни” фобии и натрапчиви идеи. Пословичен е например страхът му от болести и микроби. Години по-късно ще се чува, че в хотелите, в които

отсяда, иска по 18 хавлии дневно, а ако около сервираната храна прелети муха, той ще настоява за смяната ѝ.

В Политехниката в Грац Никола прекарва цялото си свободно от лекции време в опитните лаборатории. Във втори курс работи при известния тогава проф. Пешл, с когото споделя идеята си за индукционния двигател на променлив ток и през 1882г. построява действащ модел.

След завършване на института, Тесла работи като инженер-електротехник в Будапеща и Париж, където среща Томас Едисон и по негова покана заминава за Ню Йорк.

По това време Томас Алва Едисон – “кралят на изобретателите” – е в зенита на славата си. Въгленовият микрофон, електрическата лампа, фонографът, динамо машината, правят своя откривател милионер. Но всички работи на именития американец в областта на електричеството се базират на постоянния ток.

В лабораториите на американския изобретател Тесла не прекратява работата си по усъвършенстване на системата за променлив ток и през 1887 г. получава патент за нея. “Студената война” между двамата велики изобретатели приема доста нелицеприятна форма. Едисон критикува генераторите на Тесла, прави публични демонстрации, на които умъртвява мишки и кучета с променлив ток.

Противоборството на двамата изобретатели довежда дотам, че Едисон се хваща на бас със Тесла, че не променливотоковете, а постояннотоковите системи работят по-добре и му предоставя един от заводите си, който да бъде електрифициран с генераторите за променлив ток. Даже обещава награда от 50 000 долара на опонента си, ако има дори един долар икономически ефект от това нововъведение. Но резултатите надминали и най-смелите очаквания, което напълно обезкуражава Едисон – той отказва да заплати обещаното възнаграждение и моментално уволнява младия сърбин, оправдавайки се с “традиционното американско чувство за хумор”! До края на живота си Тесла ще остане обиден и огорчен от тази постъпка. Когато през 1912 година се заговарва, че Нобеловата комисия обсъжда неговата кандидатура, заедно с тази на Едисон за наградата по физика за приноса им в развитието на електричеството, Тесла категорично отказва да има каквото и да било общо с американския си колега. Вследствие на това, Нобеловата награда по физика отива у Нилс Густав Дален.

Опитът, практиката и огромната ерудиция, както и финансовата помощ на няколко бизнесмени, позволяват на Тесла да внедри конструирания по-рано през 1885г., нов модел електрическа лампа – електродъговата лампа (Electric Arc Lamp) – за улично осветление. Натрупаните средства и популярност помагат на Никола Тесла да основе своя фирма през 1887г. – “Тесла електрик лайт Къмпани”.

Въпреки, че “Тесла Къмпани” няма влиятелни покровители, тя успява да разшири своята дейност и осигурява финансова стабилност и свобода на своя собственик.

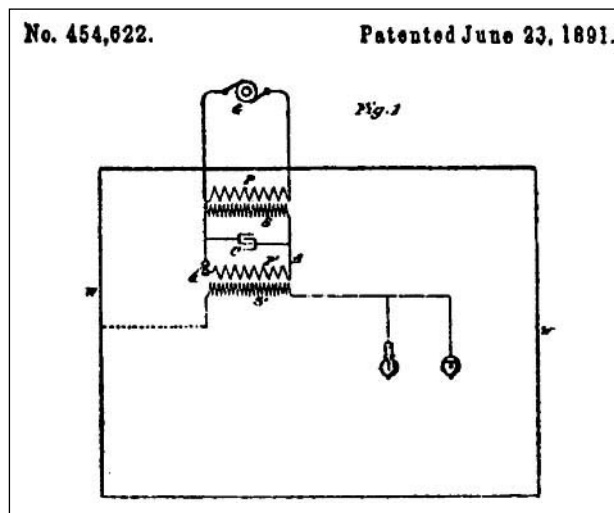
В работилниците на своята компания Тесла разработва и създава цялата апаратура, необходима за експлоатация на устройства за променлив двуфазен ток – генератори, електродвигатели, трансформатори – пригодими както за честота 60 херца (честотата

на Тесла, валидна и до сега за САЩ), но и за по-високи – 133 херца – и по-ниски честоти – до 25 херца. Прави заявка в Патентната комисия на САЩ и получава патенти, отнасящи се за нова система за пренасяне на електроенергия посредством двуфазен променлив ток. В теоретичните допълнения към тези патенти, обаче се обобщава случаят за трифазен и многофазен ток, което години по-късно ще му помогне да отстои пред съда правото си на първооткривател срещу компанията, която внедрява трифазната система в Европа – АЕГ. Тя, от своя страна е задължена да изплати на фирмата “Уестингхауз Електрик Компани” огромни парични суми. Възникналите около този казус спорове и съдебни дела доказали еднозначно приоритетите на Тесла по отношение на всеки детайл на многофазната предавателна система.

Милионерът Джордж Уестингхауз, впечатлен, предлага на Тесла договор за един милион долара за патентите му плюс авторските отчисления, плюс един долар за всяка конска сила на генераторите и електродвигателите на двуфазен променлив ток. По този начин Уестингхауз изкупува всичките над 40 патента на Тесла, с помощта на които гигантската задача, която си е поставил – да приведе цялата промишленост на САЩ на работа с променлив ток – става изпълнима, още повече, след построяването на първата в света водно-електрическа централа на Ниагарския водопад, изцяло оборудвана с двуфазните генератори на Никола Тесла.

ВИСОКОЧЕСТОТЕН РЕЗОНАНСЕН ТРАНСФОРМАТОР

След 1890 г. Никола Тесла започва нов етап в изследователската си дейност – а именно– ВЧ и СВЧ токове. Първоначално разработва генератор с 348 магнитни полюса, с който получава променлив ток с честота 10–20 kHz, по-късно достига невиджаните за края на XIX век 100 kHz, а мечтае за честоти поне 100 MHz.



Фиг. 2. Патент 454622 – система за електрическо осветление

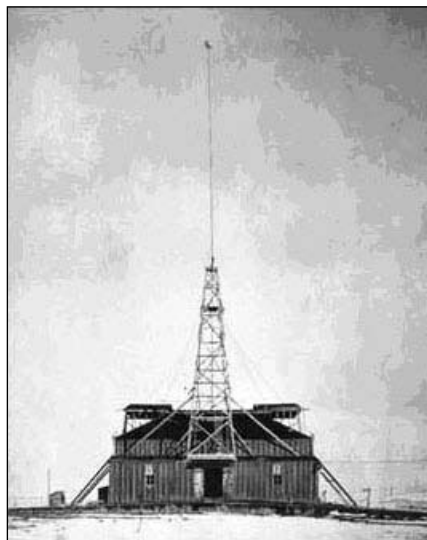
Първото упоменаване на ВЧ колебателен контур на Тесла с въздушен трансформатор може да се намери още през 1891г. в патент под название “Система за електрическо осветление”. Посредством явлениято резонанс, генераторът преобразува токове с ниска честота в “ток с много висока честота и много високо напрежение”, който след това захранва лампа с един единствен проводник. Откритите от Тесла през 1890 г. принципи за електрическа настройка на резонансния трансформатор чрез

промяна капацитета на кондензатора, стават база за развитие и повишават ролята и значението на кондензаторите, капацитета и самоиндукцията за развитието на електротехниката и радиотехниката. Едновременно с това, ученият решава и въпроса с изолацията при СВЧ напрежения – парафинова баня, ленено или минерално масло, използвани и до днес.

Търсенията му довеждат до спомагателно, но ценно за медицината приложение – електротерапията. Изследователят изпробва върху себе си променливи токове с различни честоти и напрежения и прави много ценни изводи: 1) влиянието на променливия ток върху нервните клетки се прекратява при честоти над 700 Hz; 2) СВЧ токове, дори при високи напрежения са безопасни за живота; 3) топлинното действие може да се използва в медицината за лечение и разработва

някои електротермични апарати и прибори за медицинско приложение. Посетителите на Световната изложба през 1893г. в Чикаго гледали учудено представлението, което ежедневно осъществявал слаб, нервен господин със смешна фамилия – Тесла. Пред захласнатата публика той пропуска през себе си електричен ток с напрежение 2 милиона волта като по идея от експериментатора не би трябвало да остане и въгленова пращинка. В епохата на младенчеството на електричеството подобни “фокуси” са изглеждали чудо. Високочестотно напрежение от няколко милиона волта при резонансните честоти е способно да създаде внушителни електрични разряди във въздуха, дълги десетки метри. Това навежда Тесла на идеята, че получаването на светлина от електрическите лампи с нажежаема жичка не е единственият начин да се накара материята да свети!

Необичайните си открития в тази насока той огласява по време на знаменитата си лекция в Американския електроинженерен институт през 1891г на тема “Опити с променлив ток с твърде високи честоти и използването им за изкуствено осветление”. Тази лекция събира най-известните електроинженери и донася на Тесла широко признание, прави го световно известен. Тук за пръв път той споменава възможността за безпроводниково предаване на електроенергията. Твърденията му не са безпочвени фантазии, защото провежда неоспорими експерименти пред захласнатата публика. Във ВЧ електромагнитно поле той внася както обикновени електрически лампи с нажежаема нишка, така и специално създадените от него лампи без нишка. И двата вида лампи ярко светят! Тесла използва резонансен трансформатор с искров разряд за леко и ефективно получаване на ВЧ променлив ток от постоянен или НЧ ток. Той продължава да изнася лекции в Американския електроинженерен институт, които впоследствие



Фиг. 3. *Лабораторията на Тесла в Колорадо Спрингс – отвън*

повтаря пред Кралското научно общество в Лондон, а след това и в Париж. Лекциите и последвалите след това демонстрации се посрещат с небивал възторг.

През 1892, '93 и '94г., получава няколко патента за нова конструкция неоново осветление и за предавателни устройства, базиращи се на използването на атмосферните слоеве за предаване на електроенергия на много големи разстояния без съществени загуби. Тесла предполага, че Земята е един гигантски кондензатор, в който: първо – могат да се появят и разпространят стоящи електромагнитни вълни и второ – при подходящо честотно въздействие такива вълни могат да се възбудят резонансно. Това означава, че до всяка точка от земното кълбо може да се докара огромно количество електроенергия, стига само внимателно да се изчисли нужната за целта резонансна честота!!!

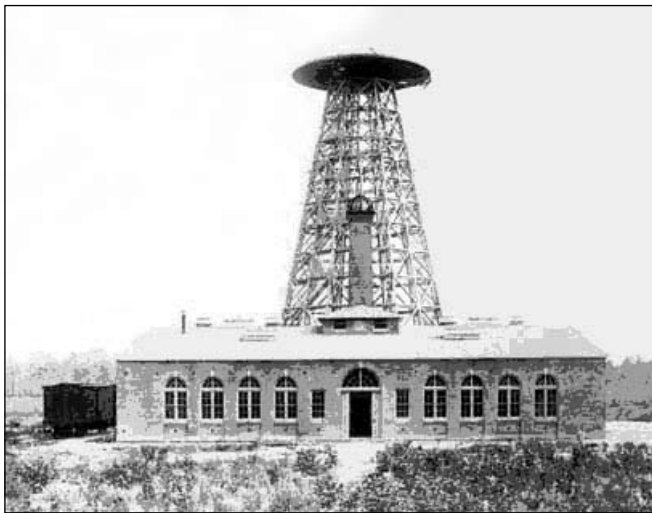
Тесла се захваща за работа едновременно по всички линии с огромен ентузиазъм. Заминава в Колорадо Спрингс, място, известно с многото на брой ужасяващи бури. На 2000 м надморска височина Тесла строи своя резонансен трансформатор с впечатляващи размери – първичната намотка е с диаметър 15 м, вторичната е свързана с мачта, извисяваща се на 60 м над земята и обвенчана най-отгоре с медна сфера с диаметър 1 м. Трансформаторът бил с възможности за пренастройване в широк честотен диапазон – от 60 до 150 000Hz.

С тази величествена установка Тесла доказва, че: а) планетата Земя е проводящо, отрицателно заредено кълбо; б) по време на гръмотевична буря по повърхността ѝ се установяват стоящи електромагнитни вълни; в) през Земята могат да се установят стоящи вълни изкуствено. Последното доказателство е един от най-зрелищните експерименти, проведени от Тесла. Когато захранването от близката, разположена на около десетина километра, електростанция върху трансформатора е подадено, искровите разряди откъм медната сфера достигат 40-метрова дължина. Гръмотевицата, която съпровожда разрядите се чувала на около 20 км оттам, около кулата пламтяло огромно светещо кълбо, а целият град Колорадо Спрингс бил обхванат от чудовищна паника. Конете получавали електрошокови удари през подковите, между краката на хората и земята прескачали искри, всички метални предмети били обхванати от студени пламъци (огньовете на св. Елм). Не само това – изгорял генераторът на захранващата трансформатора на Тесла електростанция. Но не защото експериментът черпел много голяма енергия, а защото в намотките на генератора (подобно на вторичната намотка на трансформатора на Тесла) възникнали мощни високочестотни токове, а предизвиканите от тях искри изгорили изолацията!!! Но не сензациите и шумотевицата са целта на Тесла – на около 40 км от кулата, точно там, където по предварителни изчисления се очаква да е върхът на стоящата електромагнитна вълна, генерирана от експеримента, 2000 лампи, забити в земята светват!

Резултатите от експеримента в Колорадо Спрингс Тесла обобщава в дълга статия под заглавие “Проблемът за увеличаване на енергията на човечеството”. Статията произвежда небивал шум и е била преиздавана и цитирана многократно. Тук Тесла за пръв път заговарва за “Световна съобщителна система”.

СВЕТОВНА СЪОБЩИТЕЛНА И ПРЕДАВАТЕЛНА СИСТЕМА

Експериментите на Никола Тесла в Колорадо Спрингс силно впечатляват Джон Пирпонт Морган – собственик на банкерска къща “Морган” – един от най-богатите хора на онова време. По негова покана инженерът пристига в Ню-Йорк през 1900г. за осъществяване на грандиозния проект “Уордънклиф” (“Wardenclyffe”) – световен център за безпроводникова връзка. Морган отделя 150 хил. долара и 200-акров участък на остров Лонг Айленд. Там се построява невиждана кула с височина над земята 57 м, със стоманена шахта, забита в земята на 36 м. Кулата се венчае с 55-тонен метален купол с диаметър 20 м. Пробното пускане на грандиозното съоръжение се е състояло през 1905 г. и предизвиква потресаващ ефект. “Тесла запали небето над океана на хиляди мили” – писали вестниците. Това е било небивал триумф за учения. Но...



Фиг. 4. Кулата “Wardenclyffe” на остров Лонг Айленд

През 1900 г. Маркони осъществява предаване на трансатлантически сигнал през океана до Канада, системата му за връзка се оказва много по-икономична и по-перспективна. Макар, че Тесла още през 1893 г. построява първия вълнов радиопредавател, изпреварвайки с това Маркони (през 1943г. Върховният съд на САЩ потвърждава приоритетът на Тесла в изобретяването на радиото), той признава на Морган, че се интересува не от система за връзка, а от безпроводникова система за предаване на големи енергии до всяка точка на Земята. Но Морган иска именно връзка и поради това прекратява финансирането. След този пръв и единствен пуск на кулата Уордънклиф Тесла напуска сградата, изоставяйки в нея всичките си бележки, чертежи, изчисления и никога повече не се завръща нито към въпроса за енергопрехвърлянето, нито на острова.

През следващите 8 години Тесла преживява “кризата на неразбратия гений”. Той не може да проумее защо хората не приемат евтината, неограничена и достъпна за всеки енергия, която им се предлага, а отиват на трудни, скъпоструващи и нискоэффективни решения. През този период той се откъсва от света и самостоятелно работи по безпроводниковото предаването на големи енергии на разстояние. Тесла се отдава на експерименти, за които нищо сигурно не може да се каже, освен, че той работи по използването на цялата Земя като проводник. Според него цялата планета може да се разглежда като плътно метално кълбенце и каквото може да се направи с металното топче, това може да се осъществи и със Земята.

В този ред на мисли, почти всичко, което прави Тесла, остава неразбрано от съвременниците му, а и той не си е прави труда да дава обяснение. Говори се например за странното съвпадение на негов експеримент, свързан с автоколебанията и Голямото нийоркско земетресение. Още из колегията се носят слухове, казани в рамките на шегата с много сериозен тон, че “падането” на Тунгуския метеорит е дело на Никола Тесла по пренасяне на енергия, използвайки Земята като предавател.

През 1931 г., вече възрастен, но все така неуморим, Никола Тесла демонстрира на смаяната публика нов, невиждан феномен. От обикновен автомобил сваля бензиновия двигател и поставили електромотор. Към него Тесла прикрепя неголяма кутия, от която стърчат две метални пластинки, сглобена от закупени в магазин за резервни части елементи.”Ето, че имаме и енергия” – заявява изобретателят, сяда на волана, натиска педала и колата потегля. Така той я кара цяла седмица, развивайки скорост до 150 км/ч. Никакви батерии, никакви акумулатори...

Би било странно, ако военните не обърнат внимание на технологиите на Никола Тесла. В 30-те години той се занимава в корпорация RCA със секретни проекти. Това са военни проекти, в които влиза безпроводниковото предаване на енергия за поразяване на противника, създаването на резонансно оръжие, опити за управление на климата. Има множество версии относно тези разработки, а сега е практически невъзможно да се отдели истината от измислицата. В рамките на тези версии е и Филаделфийският експеримент, разработен не само от знаменития сърбин, но и от редица други, много известни гениални учени като Джон фон Нойман. Върху борда на военния кораб “Елдридж” монтират два генератора на Тесла, с цел корабът да се направи невидим за радарите. Тази разработка е известна под кодовото име „проект Дъга”. Говори се, че при включване на генераторите се получил потресаващ ефект (кого ли ще учудиш?) – корабът изчезва от залива Филаделфия и се появява в Норфолк, на неколкостотин мили оттам. Изключването на генераторите връща кораба обратно в залива, но членовете на екипажа са тежко пострадали. Има жертви, има и такива, които са живи, но не могат да ходят, такива, които ходят, но падат... Всички живи са обхванати от пълна дезориентация и дълбок ужас. Поради тези “странични” ефекти, официалната версия е, че проектът “Дъга” се закрива.

Никола Тесла умира през 1943 г. в своята лаборатория в пълна нищета. Милионите, които е имал в периода на работа с Уестингхауз, без остатък отиват за несъстоялия се проект “Уордънклиф”. Множество от неговите най-важни разработки са изгубени за поколенията, а голяма част от дневниците и ръкописите му изчезват при неизяснени обстоятелства. Някои смятат, че Тесла сам ги изгаря в началото на Втората световна война, смятайки, че знанията, заключени в тях, са твърде опасни за неразумното и глупаво човечество.

Тесла не оставя своя физическа теория, но с помощта на безчислени експерименти създава база за ново – резонансно разбиране на електромагнетизма. Той смята, че Вселената е единна непрекъсната електромагнитна среда, а материята – една от проявите на организирани електромагнитни колебания, които могат да се опишат с

математически алгоритми. Ясно е, че изучаването на наследството, оставено ни от Никола Тесла, не е свързано само с историята на физиката и технологията, същността му е в общочовешкото значение на творчеството и науката.

Литература

- [1] A New System of Alternate Current Motors and Transformers, Delivered before the AIEE at Columbia College, New York, May 16, 1888
- [2] Experiments with Alternate Currents of very High Frequency and Methods of Artificial Illumination, Delivered before the AIEE at Columbia College, New York, May 20, 1891
- [3] Experiments with Alternate Currents of High Potential and High Frequency, Royal Institution of Electrical Engineers, London, February 3-4, 1892
- [4] Experiments with Alternate Currents of High Potential and High Frequency: A Lecture delivered the Institution of Electrical Engineers London: With a Portrait and Biographical Sketch of the author/ By Nikola Tesla – New York: [s.n.], 1892
- [5] On Light and High Frequency Phenomena, Franklin Institute, Philadelphia, February 24, 1893 and National Electric Light Association, St. Louis, March 1, 1893
- [6] Light and High Frequency Phenomena: A Lecture delivered before the Franklin Institute, Philadelphia at its Sixteen Convention Held At St. Louis MO, February 28 th, March 1 st and 2 nd, 1893/ Nikola Tesla – New York: Published by Order of The National Electric Light Association, 1893 – 11pg.
- [7] Mechanical and Electrical Oscillators, Before a meeting of the International Electrical Congress at the Columbian Exposition in Chicago, August 25, 1893
- [8] Society and Club notes: Eighth Annual Meeting of the American Electro-therapeutic Association, Buffalo, NY, September 13, 14 and 15, 1898 – The Electrical Engineer, Vol. 36, No 544 (1898), pg 346-348
- [9] www.frank.germano.com/nikolatesla.htm
- [10] Nikola Tesla patents
- [12] Ржонсницкий Б.Н., “Никола Тесла”
- [13] Александър Маринчич, “Никола Тесла – Дневник Колорадо-Спрингс 1899-1900”

КОЙ Е ПЪРВООТКРИВАТЕЛЯТ?

Л. Вацкичев

Развитието на науката (включително и на физиката) е резултат от усилията на множество учени, между които се открояват известен брой имена. Техният принос се е оказал най-съществен за дадена научна област, в която работят и останалите им колеги. От историята на физиката тези бележити имена са добре известни и се споменават категорично в учебниците за учениците и студентите. Тази категоричност някак си внушава твърдението: “Те са! Няма други!” и сякаш дава еднозначен отговор на въпроса за първооткривателството, обезсмисляйки опитите да се сравняват и коментират постиженията на останалите учени с принос в решението на конкретния проблем. Така е, например, в комуникациите чрез електромагнитни вълни, които днес се осъществяват чрез широко разпространените мобилни устройства – неизбежен аксесоар за младите хора. Впрочем, младите рядко се интересуват от историята на техниката, която ползват (може би, именно защото са млади и тяхната лична житейска история едва започва). За нас, възрастните, историята на откритията и изобретенията е по-интересна, защото за много от тези плодове на човешката мисъл редица поколения са съвременници. Много от възрастните са изграждали почти “на живо” представите си и уважението към учените за постигнатото от тях. Затова представлява интерес кой учен и за какво получава Нобелова награда за съответната година, кои открития и изобретения са най-значителните в даден клон от науката и кои са откривателите и изобретателите с най-значителен принос в съответната научна област. Именно тези знания ни дават основание да споменаваме с гордост българския произход на бащата на компютърната техника Джон Атанасов и да се отнасяме критично към опитите да се надценява значението на едни и се омаловажава значението на други учени, когато търсим убедителен отговор на въпрос като (например): “Кой изобрети радиото?” Защото обективната оценка на първооткривателството не трябва да бъде направена с патриотични или великодържавнически мотиви, а на базата на съществени факти, визиращи цялостната историческа картина на откритието или изобретението. При това – забележете – отговорът на въпроса: “Кой е първият?” не винаги ще бъде категоричен и еднозначен!

Тези скептични мисли бяха предизвикани у мен от честването на световния учен и изобретател Никола Тесла, организирано от Федерацията на научно-техническите съюзи у нас. В поместена от медиите информация той е наречен “Баща на радиото”, защото през 1893 г. “построява вълнови радиопредавател, изпреварвайки с 3 години Маркони и Попов”. Тесла получава признание като първооткривател от Върховния съд на САЩ едва след смъртта си през 1943 г. Случаят е донякъде подобен на този с компютъра на Джон Атанасов, около който също се водеха научни и съдебни спорове за първооткривателство. Тесла е автор на множество чудесни изобретения (между които е антената, използвана в радиото), но голямата му мечта – да осъществи без-

жично предаване на големи количества електроенергия (а не на информация!) – остава неосъществена. От друга страна пък първият в света патент за радиопредавателно и радиоприемно устройство е получен от италианския инженер Гулиелмо Маркони в Англия през 1897 г. и – колкото и странно да изглежда това – схемите в патента му приличат поразително на тези, които руският учен Александър Ст. Попов демонстрира година по-рано пред членовете на Руското физико-химическо дружество. Нещо повече – още на 7 май (по нов стил) 1895 г. Попов демонстрира пред научните среди “грозоотметчик” (регистратор на мълнии), който уред реагира на електрически изпразвания в атмосферата. Според самия Попов, тук едва ли става дума за взаимстване или кражба на идеи. Устройствата на Попов и Маркони са естествено продължение на опитите с така нар. вибратор на Х. Херц. Тези устройства наистина полагат основите на радиокомуникациите с първообраза на съвременното радио – радиотелеграфа, чрез който “точките” и “тиретата” на морзовата азбука започват да се предават безжично на все по-големи разстояния чрез електромагнитни вълни. И за да направим отговора на въпроса за първооткривателството още по-труден, нека се запитаме дали безжичната връзка с помощта на радиовълните щеше да се осъществи, ако Фарадеевите идеи в областта на електромагнетизма не бяха реализирани от автора им експериментално и не бяха разпрострени по-късно чрез теорията на трептенията върху механичните, електрични, магнитни и светлинни явления, която Дж. К. Максуел обедини в изящна математическа форма. Теоретичните изследвания на Максуел пък бяха последвани от работите на Томсън и Федерсен, които послужиха за основа на експерименталните изследвания на електромагнитните трептения и вълни. Те пък намериха блестящ завършек в работите на Хайнрих Херц, който през 1889 г. опитно доказва, че електромагнитните вълни действително съществуват. Така пред учените беше отворен пътят да създават многобройните им приложения – от безжичния телеграф до радиотелескопа.

С началните десетилетия в историята на радиото са свързани много имена на бележители и на не толкова популярни учени, които още навремето си са правили преценки за постигнатото от тях и други техни колеги. Не винаги тези преценки са били верни и безпристрастни. Като например преценките на един от великите изобретатели – американецът Т. Едисон, който не само е подценявал младия си сътрудник Н. Тесла, но и по-късно се е опитал чрез съдебни мерки да спре производството на електродвигатели на базата на въртящо се магнитно поле, създадени по патенти на Тесла. Защо ли? Защото били конкурент на произвежданите от самия Едисон постояннотокови електродвигатели. Но, слава Богу, великият изобретател не успял в атаките си, понеже успехът му би задържал развитието на техниката в областта на електрическите машини! Не малко трудности за патентоване на изобретението си в други страни срещнал и Г. Маркони, на когото проф. Слаби – член на патентното бюро в Германия – отхвърля заявката за немски патент на устройствата, патентовани вече в Англия, позовавайки се на познатите му постижения на Попов в Русия. От друга страна (поради безхабериято на управляващите!) постигнатото от самия Попов не намира бързо развитие в родината му, макар че изследванията му са свързани с руския флот и са третираны като секретни. Толкова

секретни, че руският флот се оказва нерадиофициран по време на Руско-японската война в началото на XX век! Все пак Попов се опитва да организира производството на радиоапаратура и в други европейски страни и това му се удава донякъде, като през 1900 г. на Парижкото изложение във Франция се появяват негови експонати, изготвени в съавторство с френски инженери. Експонатите са отличени от журито със златен медал! От това време датира и любопитната, но нереализирана идея на Попов да бъде създадена черноморска радиовръзка между украинския град Одеса и град Варна в България, за да помогне “за развиване на търговския обмен” между страните.

Конкуренцията между изобретателите в областта на радиото е свързана и с други любопитни епизоди, които намекуват за личните отношения между тях. Когато преди десетилетия се опитвах да търся сведения за техните изследвания и публичната им разгласа, попаднах на информация, която изглежда противоречиво. Така например след Първата международна конференция по радиоразпръскването в началото на XX век Попов споделя задоволството си, че името и постиженията му са получили по-голямо внимание и признание от тези на Маркони. От друга страна отношенията между двамата учени едва ли са били конфликтни, след като Попов изпраща като подарък сребърен руски самовар по случай сватбата на дъщерята на Маркони. А когато италиански военен кораб прави приятелско посещение в Петербург и на борда му се намира самият Маркони, между руските посетители на кораба е Попов, който идва да се срещне с ... изобретателя на радиото! Звучи като виц, нали? Но това не омаловажава безспорните заслуги на Попов в експерименталното изследване и някои полезни приложения на радиоустройствата, както и тези на Маркони за внедряването и производството на такива устройства!

Първооткривателството е любима тема в спорове, в които доминира личното и националното самочувствие на хора, изживяващи се като последна най-авторитетна инстанция. Такива спорове не липсват и в историята на радиото като по време на научни форуми, в статии, книги и други публични изяви настойчиво се налага желаната теза за първенството, като се акцентира върху едни (“свои”) постижения и се премълчават други (“чужди”) такива. Проблемът с първооткривателството едва ли може да бъде разрешен категорично и от патентните бюра, защото решението зависи от волята на местните експерти и не е задължително за останалите страни по света. Това може да се каже и за съдебните решения, свързани с постижения на физиката и техниката, които също се основават на субективното експертно мнение, повлияно не само от научни, но и от юридически съображения. Затова за любознателния читател, интересуваш се от историята на науката, ми се струва, че е по-важно да знае кои са учените и с какво са допринесли най-много за развитието на съответната научна област. А не на кого трябва да бъде връчена “палмата на първенството” заради “най-великото” им постижение. Защото в случая на радиото май се касае за нещо като колективно изобретение, в което имат сериозен дял цяла плеяда от известни учени. Затова и самият Маркони признава, че “не съществува случай на полезно откритие, при което цялата теория, практически приложения и апаратура да е дело на един човек”.

ЛЮБОВ БЕЗ ОТКЛИК

Е. Таден

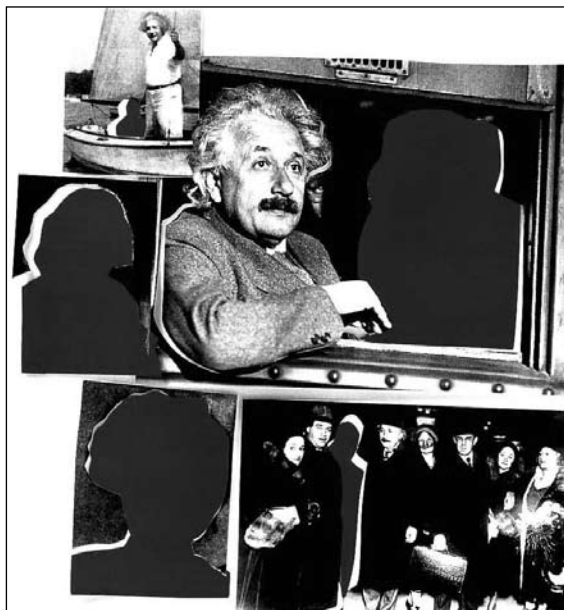
Верността не е била сред открояващите се качества на Айнщайн. Кой, обаче, са били жените, успели да докоснат сърцето на гения? С една от тях – съпругата му Милева Марич – ги свързвала страстта им към физиката, а по-късно – двамата им сина.

Елизабет фон Таден

за ранната кореспонденция между Айнщайн и Милева

Когато любовта свършила, Айнщайн нямал вече особено високо мнение за жените: “В сравнение с жените, всеки от нас е крал, защото донякъде е стъпил сам на собствените си крака... Онези, обаче, винаги чакат човек, по своя воля да се предаде във властта им.” Това е написано в едно писмо от 1916. Едва 16 години по-рано той пише на жена си: “Колко съм щастлив, че в твое лице открих същество, което е стабилно и независимо в степената, в която съм и аз самият! Освен с теб, самотен съм с всички останали.” (3. 10. 1900). Той, обаче, оставя жената, на която е посветено това писмо – физичката Милева Марич – да пропадне. През 1986 в процеса на работа по събраните съчинения на Айнщайн изплува един куп с писма, съдържащ не повече от шепа писма на тази забележителна двойка без бъдеще. В тях проличава ясно колко необичайна е била тази любов, която Айнщайн оставя зад гърба си, за да може спокойно да работи. Поради твърде ограничения обем на доказателствата, човек не може да се осмели да направи категорични тълкувания. Дори не е известно какво се случва с първата, извънбрачна, дъщеря, Лизерл, родена през януари 1901 и след това изчезнала безследно. В тези писма, обаче, има изречения, които се връзват в съзнанието: “Колко щастлив ще бъда, когато двамата заедно успешно сме завършили работата си върху относителното движение.” Ние двамата заедно, нашата работа. Не е нужно да се провъзгласява Марич за майка на теорията на относителността – нещо, ненамиращо основание в писмата – за да се чуди на това сходство между влюбените и изследователи през 1900. Който се посвети на търсене на интимността на гения в тези писма, се натъква на симбиоза, в която неразлично са сплетени проучването на природата и проучването на любимия човек. А който търси задушевени места, открива безбройно много пасажки, като този (април, 1901): “Дойде ми изключително щастлива научна идея, която ще позволи приложение на нашата теория за молекулярните сили също и върху газовете. Сигурно си спомняш, че функцията за силите се явява директно в интегралите, които трябва да се пресметнат при изчислението на дифузията, топлопроводимостта и вътрешното триене.” И така нататък, а накрая: “Целувам те най-искрено, твой Алберт.”

Съкровеността на тези 54 писма от периода 1897 до 1903, измежду които само три са от нея, свидетелстват за необикновена свобода между две необикновени лично-

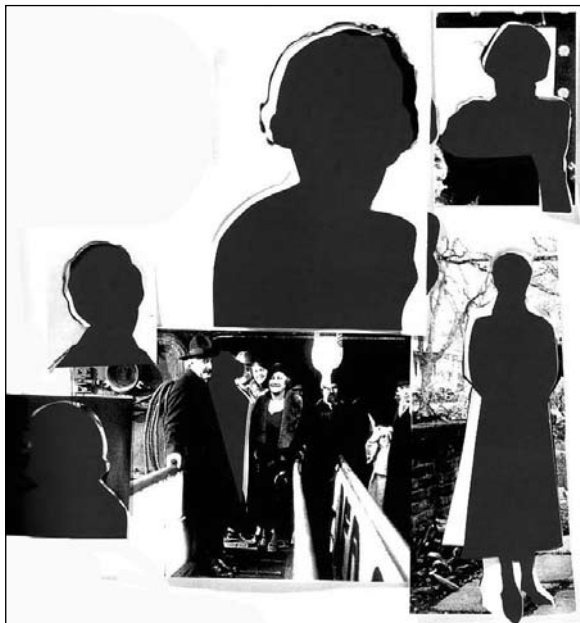


сти: противно на волята на родителите (“Тя е книга, също като теб – ти, обаче, трябва да имаш жена”, ревниво казва майката на Айнщайн) те се събират: Айнщайн и единствената студентка по физика, чиновническа дъщеря от Войводина, куцаща поради прекарана костна туберкулоза.

Тя е на 21, със специално разрешение е завършила мъжка гимназия в Загреб. Той е на 18. Двамата започват следването си във Федералния политехнически институт в Цюрих. Дискутират помежду си, което постоянно изкарва наяве изследователските им интереси.

“Молекулярните сили, термoeлектричеството, физикохимията и ки-

нетичната теория на газовете и течностите, заедно с електродинамиката, са открояващите се научни теми в кореспонденцията с Милева”, обобщават в коментара си историците на науката Юрген Рен и Роберт Шулман. Двамата любещи са едно в страстта си към естествените науки. Това са годините, предхождащи чудодейната 1905 година, в която 26-годишният Айнщайн с три свои студии преобръща физиката. Това са годините, в които се формира самостоятелността на мисленето на Айнщайн, докато той самият бива дълбоко обичан. Тъкмо тогава, лятото на 1901, Милева Мариц забременява. Незабавно Айнщайн обяснява: “Веднага ще си потърся някакво, макар и не добре платено място. Научните ми цели и личната ми суетност няма да ме спрат да поема второстепенна роля. Веднага щом намеря такава, ще се ожения за теб и ще те взема при себе си.” (юли 1901). Милева, която наистина сериозно учи и пропада на изпитите, покрай грижите около бременността, се поставя по-ниско от Айнщайн, сякаш не е била равна нему по дух: “Скъпи мой, какво трябва да изтърпяваш, заради мен! И в



замяна на всичко това единственото, което мога да дам е малкото любов, която живее в сърцето ми на човек.” След това се говори за пари, за носталгия по родината, за “всичката ми скръб”. Почти нищо за детето. Сякаш жената е предусещала, че раждането му ще сложи край на симбиозата. Отначало Айнщайн иска да отстоява любовта, противно на обичайните норми: “Вие сте единственото ми удоволствие като човек”, пише той, когато далечната любима е вече наедряла и се е закръглила, “вие трябва да заместите за мен жени, родители, приятели и общество, и вие може да го сторите”. Едно място в патентното бюро в Берн вещае възможността да бъде предотвратен омразния бюргерски начин на живот: “Ще останем студент и студентка (*horribile dictu*)¹, докато сме живи, и няма да се цапаме с калта на света.” Няколко седмици преди раждането, начинът, по който Айнщайн говори, издава, че бракът означава край на тази любов: “Докато ти си моята любима жена, двамата наистина усърдно ще работим в научната сфера, за да не се превърнем в стари еснафи... Всички хора, освен теб, ми се струват така чужди, сякаш се отделени от мен с някаква невидима стена.” Тогава, обаче, изглежда, стената започва да се промъква между него и жената, която никога повече няма да бъде студентка и никога вече няма да е равностойното същество.

Айнщайн никога не вижда момиченцето, което Милева Марич ражда и оставя при родителите си. Преди да роди, Милева дори търси за себе си и за Айнщайн доцентски места в Белград, но когато поема обратно за Берн, тя е сама. Дъщерята остава тайна в Швейцария. На 14 май 1904 се ражда първият син на съпругеската двойка Айнщайн; вторият, който прекарва голяма част от живота си по лечебни заведения, идва на бял свят през 1910. Идва в онзи свят на бюргерското семейство, с чиято кал Айнщайн не иска да се цапа, също и като предоставя парите от Нобеловата награда на жена си. В този свят властва ревността на Милева. “Не е чудно”, ще напише Айнщайн, “че при това положение на нещата расте непрестанно любовта към науката, която ме издига над долината на скръбта нагоре в спокойните сфери, безлично и без викове и ридания.” Тогава Айнщайн в най-дълбока скръб се отказва от любовта между равни: “Единственото, което ѝ липсва, е някой, който да господства над нея.” Идва ред на раздялата. Милева Марич остава сама с децата. В сферите на науката цари спокойствие.

* * *

“Скъпи мой Йохонзел! Тъй като толкова много те обичам, а си така далеч, че не мога да ти дам бебче, ти пиша това писъмце и те питам дали и ти ме обичаш толкова, колкото аз теб? Отговори ми незабавно! Хиляди целувчици от твоята Доксерл.”²

Милева до Айнщайн, 1900

“Значи искаш веднага да си намериш работа. Съкровище, и да ме вземеш при себе си! Колко бях щастлива, докато четях писъмцето ти!”

Милева до Айнщайн, юли 1901

¹ лат. – ужасно казано – бел. прев.

² Йохонзил, Доксерл и Шноксел са имена на домашни любимци в Швейцария, които Айнщайн и Милева са ползвали при кореспонденцията си – бел. прев.

“Твърде добре разбирам родителите си. Те гледат на съпругата като на лукс за мъжа, който той може да си позволи, едва след като вече си е уредил добре живота. Аз, обаче, презирам подобно разбиране за нещата.”

Айнщайн до Милева, август 1900

“Съкровище мое! Всеки ден копнея по теб, но не го показвам, защото изобщо не е мъжко поведение!”

Айнщайн до Милева, февруари, 1902

“Мое скъпо, лошо съкровище! Утре също няма да дойдеш! И не ми казвай: затова пък ще дойда в неделя. (...) Да знаеш, че ако изобщо не дойдеш, изневиделица ще ти избягам!”

Милева до Айнщайн, ноември 1901

“Скъпа Шноксел! Дори не говори за това, че съм лош... Аз дори се радвам, че ... ще си имаш една нова Лизерл и че не си лишена от това, което е право на всяка жена”

Айнщайн до Милева, септември 1903

Всички пасажии са цитирани според “Albert Einstein, Mileva Marić: Am Sonntag küsst’ ich Dich mündlich. Die Liebesbriefe 1897-1903“. Piper Verlag zuerst 1994

Айнщайн и жените (избрано)



1. Маргарете Лебах

Посещава Айнщайн ежеседмично в лятната къща в Капут и водела самата Елза, заедно с ванилови кифлички.



2. Майя Айнщайн

С две години по-малката сестра на Айнщайн. През целия му живот тя е жената, която му е била по-близка от която и да е друга.



3. Елза Айнщайн

След развода си с Милева през 1919, Айнщайн се жени за братовчедка си, която от първия си брак има две дъщери.



4. Милева Марич

Съдбата на общата им дъщеря Лизерл е неизвестна, женят се 1903, имат двама сина, в края на брака им Айнщайн третира Милева като домашна прислужница.



5. Илзе Айнщайн

Дъщеря на Елза Айнщайн, в която Алберт се влюбва и също иска да се ожени за нея.



6. Паулине Айнщайн

Майката на Алберт, който трудно успява да се отдели от нея, от всички жени тя никак не одобрява единствено Милева.

7. Елизабет Бергнер

Любимата актриса на Айнщайн в Берлин, като той гледа всичките ѝ представления и се среща с нея лично във Вила Плеш.

8. Маргот Айнщайн

Доведена дъщеря на Айнщайн, към която той имал добро отношение; тя живее с него и Хелен Дюкас в Принстън.

9. Тила Дюриу

Актриса от приятелския кръг на Айнщайн.

10. Естела Катценеленбоген

Една от любовниците на Айнщайн от берлинското общество, собственица на цветарница.

11. Маргарита Коненкова

На 56-годишна възраст Айнщайн се запознава с руската артистка – негова муза и вероятно таен агент, с която често са се виждали в Принстън.

Превод: Г. Динева

НЕПОЗНАТИЯТ ВОЛФГАНГ ПАУЛИ (ЕВРИСТИЧНОСТ НА АРХЕТИПИТЕ, РАЗПОЗНАВАНЕ НА ОБРАЗИ, МЕТАМАТИКАТА НА ГЪОДЕЛ)

М. Бушев

“Ние сме, второ, учени и, първо, човешки същества”

Фриймън Дайсън

Резюме

Като физик теоретик Паули е широко известен в научната общност. Значително по-малко е познат той като философ на науката. А именно философските му възгледи са в основата на повечето негови физически теории. Това стана ясно едва през последните две десетилетия, когато започнаха да излизат томовете (досега седем), съдържащи изобилната му частна кореспонденция.

Изучаването на това наследство на Паули има не само историческо, но и в по-голяма степен методологично значение.

Направен е опит идеите на Паули за архетипите да бъдат приложени към някои проблемни ситуации в съвременната наука.

I. Накратко за Паули физика

Австрийският (и швейцарски) физик теоретик Волфганг Ернст Паули (1900-1958) е един от най-ярките представители на поколението учени от първата половина на



Паули в Копенхаген (1922)

XX в., създали квантовата физика и теорията на относителността. Името му е така дълбоко залегнало в съвременната физика, че практически няма физик, който в своята работа да не се опира на едни или други негови идеи и открития. Достатъчно е да споменем принципа на забраната (за чието откриване през 1924 Паули получава Нобеловата награда за 1945), предсказанието (1930) на неутриното (открито едва четвърт век по-късно, а и до днес в центъра на активни проучвания), СРТ-теоремата на Паули в квантовата теория на полето, парамагнетизма на Паули, уравнението на Паули, матриците на Паули и т.н., за да се уверим колко фундаментални са приносите му в ядрената и атомната физика, физиката на кондензираната материя, астрофизиката и космологията.

Неговата монография „Теория на относителността“, написана за Немската математическа енциклопедия, когато Паули е бил само 21-годишен, веднага получава възторжената оценка на Вайл и Айнщайн като и досега е основно пособие в тази област.

През 1925 и 1933 в *Handbuch der Physik* са публикувани двата обзора на Паули по квантова механика – нерелативистка и релативистка, които съвременниците почти веднага наричат Стар и Нов завет, а Р. Опенхаймер казва, че те са „единственото зряло въведение в квантовата механика“.

Паули рядко е публикувал, бил е отявлен перфекционист спрямо своите и чуждите работи, заради което е наречен „съвестта на физиката“. Острата му критичност се символизира с прочутите му крилати фрази като: *ganz falsch* (напълно погрешно) и още по-суровата *nicht einmal falsch* (няма даже грешки; неотдавна

с подобно заглавие, „*Not even wrong*“, излезе остра критика от П. Войт по адрес на струнната теория). Макар понякога да е подписвал критичните си писма с „ужасният Паули“ или „бич божии“, критиката му винаги е била добронамерена и полезна[1-3].

От високата взискателност на Паули не убягва никой. През 1956/57 той и Хайзенберг търсят единна теория на полето (обединение на квантовата механика с теорията на относителността). Паули се убеждава, че са много далеч от решението (каквото е положението и в днешно време) и се оттегля. Обаче напористият Хайзенберг съобщава в пресата, че те са постигнали целта и че им остават *само някои технически детайли*. Това въбесява Паули. В писмо до Г. Гамов той рисува правоъгълник (като рамка на картина) и встрани пише: „Това показва, че аз мога да рисувам като Тициан. Липсват *само някои технически детайли*“.

Паули е бил подчертано равнодушен към въпросите на приоритета и много от идеите си споделя в обилната си лична кореспонденция (с Бор, Хайзенберг, Борн, Фирц, Юнг и мн. др). Именно по този начин той съобщава за своята хипотеза за неутриното (декември 1930; Паули публикува своето предсказание за частица с нулева маса, нулев заряд и спин $\frac{1}{2}$ едва през 1934 и то в бележка към доклад на Хайзенберг), за съотношението на неопределеност между времето и енергията, за



Паули в Принстън (1945)



Ферми, Хайзенберг, Паули (1927)

скобите на Поасон като комутатор, за вероятностната интерпретация на квантовата механика и мн. др.

За оформянето на Паули като учен и философ особена роля изиграва близостта му с физика философ Ернст Мах (1838-1916), който е бил негов кръстник и пръв духовен наставник още в юношеската му възраст. По думите на Карл Попър [9] философските възгледи на Мах са повлияли върху мислители като Айнщайн, Бор, Хайзенберг, Уилям Джеймс, Бертран Ръсел и ред други (не е чудно, че В. И. Ленин го прави главен герой на своето философско произведение “Материализъм и емпириокритицизъм”, 1909). По-късно, в писмо до Юнг, Паули ще нарече познанството си с Мах “най-важното събитие в моя интелектуален живот”.

Със швейцарския психолог и психиатър Карл Густав Юнг (1875-1961) Паули се запознава към края на 1920-те години, когато претърпява силна нервна депресия (майка му се самоубива, той има нещастен брак и се развежда) и се обръща към Юнг за консултации. Това познанство прераства в сътрудничество по проблемите на връзката между физично и психично и създава у Паули траен интерес към идеите на Юнг за несъзнаваното и архетипите. Самият Юнг открива в необикновените сънища на Паули цяла съкровищница за психоанализата, като записва над хиляда негови сънища и анализира над четиристотин от тях [4, 5].

Интересът на Паули към психическите явления не е чисто теоретичен. През целия си живот той е изпитвал действието на странни явления. Всеизвестен е т.нар. “ефект на Паули”: близостта му до лаборатория причинявала – и това е многократно документирано – необясними повреди на апаратурата. Разказват, че дори Ото Щерн (Нобелова награда за 1943), с когото са били близки приятели, категорично е забранявал на Паули да влиза в неговата лаборатория.

Самият Паули разказва следния случай. Той седял сам в кафене до витрината. Отпред имало паркирана кола. По някаква особена причина Паули не можел да откъсне поглед от колата. Изведнъж тя избухнала в пламъци (вж. [5], с. XVIII).

Паули се отнасял сериозно към тези явления, разглеждал ги като възможни прояви на конфликт между своята рационална и нерационална същност. По същата причина той първоначално горещо подкрепя идеята на Юнг за синхронизма (смислена корелация на каузално несвързани явления).

През целия си живот на учен Паули е търсел обяснение на въведената от Зомерфелд константа на фината структура със загадъчната приблизителна стойност $1/137$. Според него обяснението на – безразмерното – число 137 би имало огромно значение за теоретичната физика. И отново явление на синхронност (или случайност): Паули умира (от рак на панкреаса) в болнична стая с номер 137.

За периода 1928 – 1958 при Паули са работили като асистенти една дузина млади учени, между които блещат имената на Рудолф Пайерлс, Хендрих Казимир, Виктор Вайскопф, Маркус Фирц, Шарл Енц и особено на Феликс Блох (Нобелова награда за 1953). От асистентите си Паули изисквал две неща: редовно да му набавят билети за оперни и театрални представления и да му възразяват и критикуват всяка негова физическа идея.

II. Философските идеи на Паули

“В крайна сметка не можем без метафизика”

Айнщайн

Колкото известен е Паули като физик, толкова малко известни са идеите му за философията на науката. А те са твърде нестандартни – той сам ги оприличава на “ходене по острието на бръснач” и не е сигурен, че ще бъдат разбрани правилно. Поради това предпочита да ги споделя само с тесен кръг учени. Сигурно е бил прав, защото например Я. Смородинский като редактор на сборника [7] със съжаление споделя, че при превода на статията за Кеплер [7,г] е трявало да бъдат изключени “мистичните” пасажии, “тъй като не съответстваха на официалните философски възгледи през 1960-те години” [8].

От публикациите на Паули по теоретична физика практически не проличават неговите философски схващания. По думите на Хайзенберг, с когото са имали многогодишни близки, но и доста сложни взаимоотношения: “На повърхността се проявява синтез на краен рационализъм и последователен скептицизъм. Обаче зад демонстративните критичност и скептицизъм се крие дълбок философски интерес към загадъчните аспекти на физическата реалност и на човешката душевност, към онези елементи на познавателния процес, които предшестват етапа на рационализация и логическа обосновка” [6,б].

През последните 1-2 десетилетия от живота си Паули полага огромни усилия да намери философско обяснение на съвременната ситуация във физиката. Обаче философските му идеи и изследвания дълго време остават в сянката на фундаменталните му физически открития. Публикациите му на “метафизични” теми са много малко на брой (вж. [7], [10]). Паули споделя философските си идеи и размисли главно в огромната си частна кореспонденция (хиляди писма, които от 1980 насам се събират от специален комитет в CERN, Женева, и се публикуват под редакцията на Карл фон Майен; досега са излезли 7 тома). През 1988 финландският физик Калерво Лаурикайнен написа книгата “*Отвъд атома – философските размисли на Волфганг Паули*” [4], основана върху кореспонденцията на Паули с бившия му асистент Маркус Фирц (Я. Смородинский написа отзив за нея в УФН през 1990, [8]). Едва през последните 1-2 десетилетия започва да става ясно важното евристично въздействие на философските му размисли върху неговите физически изследвания.

Когато говори за влиянието на Мах върху него, Паули пояснява, че е бил кръстен от него в “антиметафизична вяра”. По-късно той се отказва от позитивисткия възглед, съгласно който природата трябва да се обяснява само с понятия и представи, които могат непосредствено да се наблюдават. Но подхожда позитивистки, когато пише на Бор, че идеята за орбити на атомните електрони трябва да се премахне, тъй като орбитите са ненаблюдаеми. Половин година по-късно Хайзенберг показва защо това е така. А астрономът В. Бааде, който в съавторство с Паули написва статия за светлинното налягане (1927), си спомня, че след като предсказал неутриното, Паули му доверил:

“Допуснах най-големия грях за един теоретик – предсказах нещо, което вероятно никога няма да бъде наблюдавано”. Тогава Бааде му предложил да се хванат на бас, че неутриното ще бъде наблюдавано. И, както е известно, Паули загубил баса.

Паули е познавал добре питагорейската идея за тетрактиса – четвъртичност, съставляваща основата на света. Тази идея го привлича с диалектично преплиташите се симетрии на двойки противоположни елементи и той често използва такива модели. Може да се предположи, че именно тетрактисът (заедно с удвоените спектрални линии, наблюдавани при алкалните метали) го стимулира да въведе (1924) четвърто квантово число на атомните електрони (по-късно наречено “спин”).

Паули непрестанно търси философската същност на познавателния процес. В статията си “Философското значение на идеята за допълнителността” [7,6] той обсъжда нестихващия и до днес проблем на квантовата механика, свързан с неотстранимото въздействие на наблюдението върху наблюдаваната система. Изискването за обективност, което в продължение на столетия е приемано като предпоставка за всяко естествознание, в микрофизиката е ограничено от факта, че не е възможно пълното разделяне на наблюдаваното явление от наблюдателя.

Нарушава се класическото Декартово предположение за независимост на обекта от наблюдаващия субект. Нарушена е причинната връзка между поведението на обекта преди и след наблюдението. Субектът (заедно със своята апаратура) вече не е *безучастен* (detached) наблюдател – той влияе върху обекта със самия избор на експерименталната постановка (да се регистрират вълнови или корпускуларни свойства, координати или импулси и т.н.). Но Паули изрично предупреждава: “След като веднъж наблюдателят е избрал своята експериментална постановка, той повече не може да влияе върху обективно установените резултати. Субективните свойства на наблюдателя и неговото психологично състояние не могат да влияят върху квантовомеханичните природни закони – също както и в класическата физика” [10].

В класическата физика наблюдателят е изолиран от обекта не защото не оказва никакво влияние върху него, а защото това влияние може винаги да се изключи с помощта на съответни детерминирани поправки. Но в микрофизиката характерът на природните закони е такъв, че всяко наблюдение създава неконтролируемо смущение както на обекта, така и на наблюдателните средства. Поради това наблюдението *нарушава* причинната връзка между явленията преди и след него. След наблюдението възниква непредсказуем резултат.

За Паули е неприемлива както крайността на Декартовия дуализъм (субектът е само пасивен наблюдател), така и тази на чистия субективизъм, присъща на източния мистицизъм. Според него разделителната линия (сечението) между субект и обект трябва да се търси някъде по средата между тях, макар в това да има известен произвол. В писмо до В. Вайскопф Паули пише: “Мисля, че тесният път на истината минава между Сцила на мистиката и Харибда на стерилния рационализъм”.

В търсенето на свързващ мост между двойките противоположности – емпирично и теоретично, материално и психично, субект и обект, сетивни възприятия и идеи

-Паули се обръща към тезата на Юнг за архетипите (праобразите) в човешката психика. Възприетата от него насока на изследване ясно е формулирана в статията му “Феномен и физическа реалност” [7, д]: “...струва ми се безцелно да разсъждаваме кое е по-напред – идеята или опитът. Едва ли някой вярва, че теориите се извеждат от лабораторните записи по пътя на железни логически изводи – схващане, което още беше на мода през студентските ми години. Теориите възникват в резултат на вдъхновеното от емпиричния материал *разбиране*, което, следвайки Платон, най-добре може да се обясни като преход към съвпадение на вътрешните образи с външните обекти и техните свойства. Възможността за подобно разбиране още веднъж говори за съществуването на регулиращи типични предписания, на които се подчиняват както вътрешният свят на човека, така и неговият външен свят”.

III. Архетипи – Юнг, Кеплер, Паули

За разлика от повечето свои съвременници Паули е убеден, че човешката психика играе съществена роля в познавателния процес. Той скъсва категорично с доминиралата в продължение на 3 столетия Декартова парадигма за безучастния наблюдател.

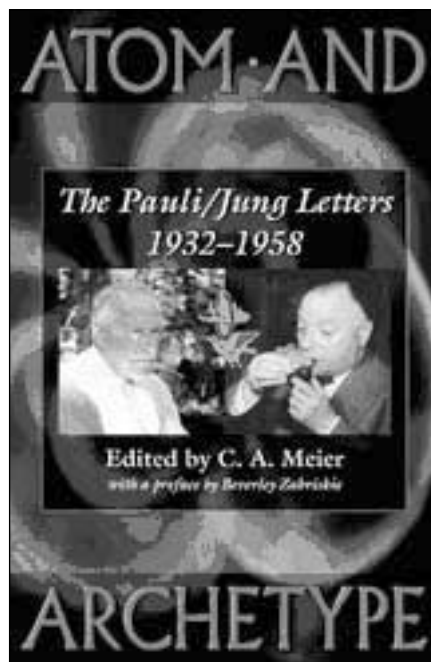
Няма съмнение, че съществена роля за формирането на този негов възглед е изиграло продължителното му сътрудничество с Юнг. От 1930-те години до края на живота си Паули непрестанно обсъжда с Юнг връзката на психиката с реалността, развиваните от Юнг представи за дълбочинна психология, архетип, синхронност. Плод на многогодишната им епистоларна дискусия е издаденият през 2001 под редакцията на Карл Майер том “АТОМ И АРХЕТИП: кореспонденцията на Паули и Юнг, 1932-1958” [5].

През 1952 г. Паули и Юнг публикуват съвместно сборник под заглавието “*Описание на природата и психика*”, в който Паули е автор на студията “*Влияние на архетипните представи върху формирането на естественонаучните теории при Кеплер*”, а Юнг написва раздела “*Синхронизмът като принцип на акаузалните връзки*”.

Преди да обсъдим схващанията на Паули за връзката на архетипите с познавателния процес, кратко ще се спрем на развитите от Юнг представи за дълбочинна психология, архетип и синхронност (синхронизъм).

III.1. Дълбочинната психология и архетипите по Юнг

Карл Густав Юнг е бил необикновено ерудиран психиатър и психолог с широки познания



Паули и Юнг
(корицата на книгата [5])

в археологията, митологията религията, историята и т.н. Бил е извънредно плодовит автор и е създал известна в света школа.

Може да се смята, че основата на идейната близост между Юнг и Паули е споделият възглед, който Юнг изразява по следния начин: “Ако трябва да бъдат обединени противоположности като дух и материя, съзнавано и несъзнавано, светло и тъмно и т.н., това ще породи трето нещо, което не е компромис, а нещо ново”.

В началото на XX в. Юнг е ученик на Фройд, който в трудовете си издига идеята за областта на несъзнаваното в психиката. Тази област е съставена от предишно съзнавано съдържание, което по-късно е потиснато и забравено. Несъзнаваното, според Фройд, съдържа лични преживявания и се проявява в сънищата.

Юнг разширява възгледите на Фройд за несъзнаваното в трудовете си “*Психология на несъзнаваното*” (1912), “*Архетипи на колективното несъзнавано*” (1934) и мн. др. Според Юнг несъзнаваното съдържа освен потиснато личностно съдържание още и голяма област от колективно психическо съдържание, което той нарича “колективно несъзнавано”. Последното е универсално, общо за всички хора (независимо от пол, раса, национална и религиозна принадлежност) и макар да е разположено в дълбочините на индивидуалната психика, не е субективно – колективното несъзнавано е *обективно*, доколкото всички индивиди притежават едни и същи дълбочинни психически структури. Колективно несъзнаваното е *обективна психика*, която не зависи от съзнанието и то няма достъп до нея. Между личното и колективното несъзнавано има различни нива на универсалност и специфичност (индивидуалност), т.е. това е континуум на несъзнаваното.

Структурите на най-дълбочинното несъзнавано Юнг нарича “архетип” (от гръцки “архе” – начало, принцип и “типос” – образ). Архетипът като праобраз (първичен образ) води началото си от Платоновите идеи (диалозите “*Държавата*”, “*Федър*” и др.), а по-късно е развит от Августин, Кант и др. Подобно на Кант, Юнг смята, че архетипът е познавателна структура, образ на света, който е изкристализирал в продължение на хилядолетия, психическо огледало на света. Той използва множество метафорични описания като: резервоар на постоянно повтарящи се преживявания на човечеството; речно корито, издълбано за хилядолетия от водата на живота; матрица на всички съзнателни психически прояви и т.н.

На свой ред Паули, когато споменава архетипа, го пояснява като: подреждащ оператор, формиращ фактор, априорно условие на познанието.

Може би най-краткото определение на архетипа би било “познавателен инстинкт”.

Схематично структурата на психичното по Юнг е приблизително следната:

- (i) **съзнание** (повърхността на разума);
- (ii) **предсъзнание** (резервоар на периферни или потиснати спомени, които при желание могат да се възстановят);
- (iii) **подсъзнание** или **индивидуално несъзнавано** (резервоар на спомени, които не се извикват по желание, но могат да се проявяват в сънища, под хипноза или при особени обстоятелства);

(iv) **колективно несъзнавано** (по-долен слой спрямо индивидуално несъзнавано-то). То е източник на инстинктивното поведение (без съзнателна мотивация). Съдържа “праобразите” (архетиповете), които са се формирали в продължение на хилядолетия при еволюцията на животинските видове и човека. Те обхващат универсалния (общочовешкия) опит и определят универсални реакции спрямо външни въздействия. Юнг различава архетипи като: Азът, сянката, героя, майката, стария мъдрец, детето и мн. др.

Юнг смята, че е възможно елементи на несъзнаваното да “избият” по спонтанен начин към съзнанието. Той нарича това явление “синхронизъм”. Дефинира го като “акаузална, но смислена връзка” между материални и психически събития, между вътрешния и външния свят. Тази връзка според Юнг възплъщава единен психофизически свят, който той нарича *unus mundus*. Последният съдържа общия корен на обективно съществуващите материален и психически свят. “Разумът и материята – смята Паули – са резултат от нарушената психофизична симетрия на *unus mundus*. ” (Паули в писмо до Хайзенберг, 1957).

Паули обсъжда психофизическата реалност – връзката между физично и психично – в контекста на архетипите.

III.2. Паули за ролята на архетипа в Кеплеровото научно творчество

Още в началото на статията си за Йохан Кеплер (1571-1630) Паули посочва, че избраните исторически примери служат само като илюстрация на възгледа му за възникването и развитието на една естественонаучна теория. Направеният от него избор е много показателен. За Паули Кеплер е ярък образ на учен, който в епоха на доминиращ религиозен и мистичен светоглед прави важния преход към количествено, математическо описание на природата. Цитира Кеплер, който в неподражаем художествен стил описва действието на архетипа: “Да познаваме означава да сравняваме сетивното възприятие на външното с вътрешните праобрази и да се уверяваме, че едното и другото *се съгласуват*. ...Сетивно зададените математически отношения, *подобно на пробуждането от сън*, извличат на повърхността онези първообрази, които се намират вътре в нас изначално, но сега избухват в душата ни с цялата си реалност и жизненост.” ([7, г]; к.м.).

И, за да не остане никакво съмнение, Паули коментира: “Праобразите на Кеплер в много отношения съвпадат с въведените от К. Г. Юнг в психологията първични образи или архетипи”. (Паули, [7, г])

Кеплер е “кумир за Паули” (Смородинский[8]) с това, че съумява да съчетае анализа на емпиричните данни (наблюденията на Тихо Брахе) с теоретична конструкция, която в този случай е основана върху представата за хармония на света. Последната се символизира от архетипа на Светата Троица. Това е образът на сфера с център Бог Отец, повърхност – Бог Син и радиални лъчи – Бог Дух. Колкото и странно да звучи в днешно време този образ, по мнението на Паули, има “почти математически смисъл”. Действително, без да е съществувала идеята за гравитация, без Нютоновата динамика, без анализа на Лайбниц и Нютон, много трудно е можело да се намери изходен прин-

цип за извод на структурата на Слънчевата система. (Първоначално Кеплер опитвал да използва за целта петте Платонови тела.)

Тук трябва особено да обърнем внимание: символът на Светата Троица не е играел за Кеплер нито ролята на модел, нито на методологичен инструмент, а по-скоро на стимулиращ, вдъхновяващ фактор. Това е ръководен принцип, който впоследствие може да се окаже даже излишен. Така е ставало с много ръководни идеи във физиката – от топлорода (за термодинамичните открития на Сади Карно) и етера (за оптиката и електромагнетизма) до механичния модел на Максвел (за уравненията на електродинамиката) и принципа на Мах (за създаването на Айнщайновата обща теория на относителността).

Паули посочва, че Кеплер се е убедил във верността на Коперниковата хелиоцентрична система не от резултатите на отделните астрономични наблюдения, а от *съответствието* на тази картина с архетипа, чийто символ е хармонията на Светата Троица. Той обръща внимание, че именно съответствието с архетипа създава онова чувство за *щастие* и *радост*, което Кеплер нарича “хармония”.

За красотата в науката говорят много съвременни учени (Дирак и Хайзенберг, Дайсън и Уайнбърг). По същество всички те я виждат в съвпадение на създадените от Вселената (като “обучаваща машина” казва Уайнбърг [11]) архетипове с картината на външния свят.

Евристичната значимост на архетипа за изследователския процес намира израз в емоционалния подем, породен от предчувстваното съвпадение на архетипа с външния свят, кара човека да възкликне познатото от векове “Еврика!”.

Архетипът, смята Паули, създава възможност да се построи мост между сетивните възприятия и понятията, между физическото и психическото. Поради това, той заключава: “всеки природен закон трябва да има свое вътрешно (в психиката) съответствие и обратно” (Паули в писмо до Фирц, 1955).

В заключение нека отново насочим вниманието си към възгледа на Паули относно евристичната роля на архетипите. Той ги разглежда като “подреждащи оператори”, като “стимулиращи научното търсене фактори”, като “априорно условие на познанието”. Но заедно с това категорично предупреждава, че те “не бива да се свързват с определени идеи, поддаващи се на рационална формулировка” ([7, г]) Това означава, че архетипът едва ли някога ще бъде рационализиран или превърнат в методологичен инструмент за научно търсене (не можем да накараме сънищата си да “раждат” идеи или решения, макар че някои открития на Кекуле, Менделеев, Поанкаре и др. се свързват със сънувани идеи).

IV. Евристичност на идеята за архетипите

Архетипът може да играе важна стимулираща роля за целенасоченото изследване на даден проблем. Такъв е случаят с архетипа на Светата Троица, който Кеплер убедено и неотклонно следва в своите астрономически теории. Такъв е и архетипът на тетрактиса (квадернума, четвъртичността), който играе евристична роля в идеята

на Паули за четвърто квантово число в описанието на атомните спектри. Евристиката (от гръцки “евриско” – намирам, откривам) изучава творческото мислене в условията на нестандартна проблемна ситуация.

За илюстрация ще се спрем на друг архетип, довел до още едно значително откритие на Паули. През 1955 Паули публикува статия (по случай 70-та годишнина на Н. Бор), в която доказва своята знаменита СРТ теорема. По това време във физическата общност няма нищо, което да налага (или поне да предполага) подобно изследване. Паули обаче споделя (в писмо до Юнг [5]), че лично за него огледалната симетрия е от голямо значение, тъй като “връзката между физично и психично съответства на огледалното отражение”. А по-нататък той нарича отражението “архетип на *pous* (разум, дух; М.Б.) и на *physis*”.

Според Паули “физиката се изгражда върху съотношението на огледална симетрия между разума и природата” [5].

Известни са драматичните събития, станали през следващите години (теорията на Ли и Янг от 1956 г. за нарушената четност при слабите взаимодействия, експериментите на У Чъншун, откриването на групата на Паули, свързваща ляво- и дясноориентираните неутрино и антинеутрино и т.н.). Това подчертава значението на СРТ теоремата, а заедно с нея и евристичната роля на архетипа “огледално отражение”. През този период Паули буквално е обсебен от темата на отражението и го открива навсякъде около себе си. Затова казва (писмо до А. Яфе, януари 1958): “... възниква нова физико-математическа теория на елементарните частици... в нея има много отразяване (като математическа операция) и някакъв *кватерналистки* архетип – директор Шпиглер (на немски – “отражател”; М.Б.) ми диктува какво да пиша и пресмятам”.

Без да търсим акцент върху архетипа като методологичен инструмент, нека се опитаме да проследим възможната му евристична роля в някои проблемни ситуации на съвременната наука.

IV.1. “Необяснимата” ефективност на математиката

Паули не успява да доведе докрай своето виждане за реалност и за съотнасянето обект – субект. Но можем да се досещаме каква е избраната посока. И можем да се надяваме, че наред с останалото ще бъде повдигнат крайчецът на завесата пред загадъчната и необяснима (*unreasonable*; E. Wigner, 1960) ефективност на математиката в естествознанието (“нещо загадъчно и неподлежащо на рационално обяснение” – казва Уигнър[14]).

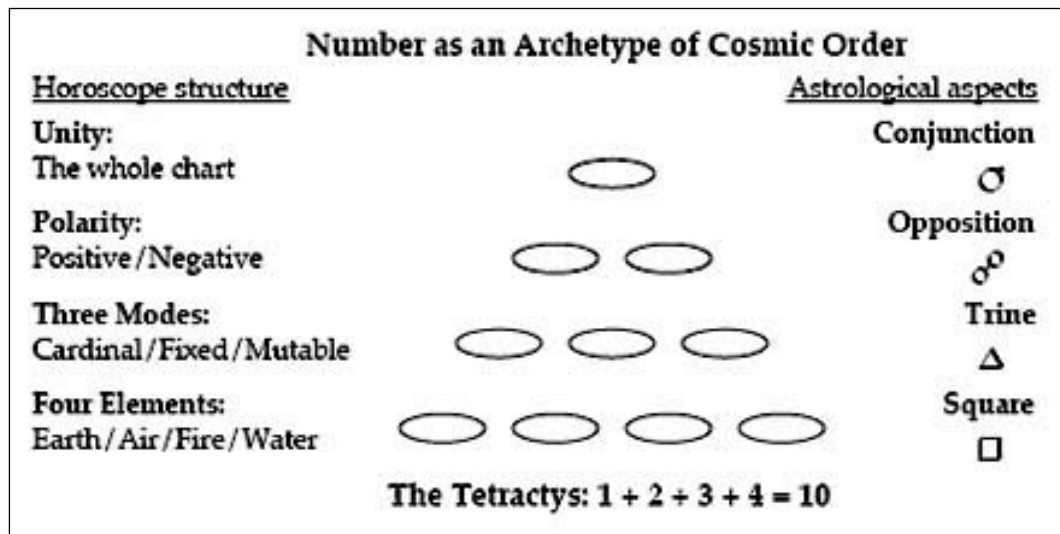
Фриймън Дайсън чудесно го е казал: “Ето ме мен, седя пред бюрото си в продължение на седмици, правя най-сложни и изтънчени изчисления, за да изясня как би трябвало да се държи един електрон. И ето го електронът върху моята малка маслена капка, знаещ много добре как да се държи, без да чака резултатите от моите изчисления. Как можем сериозно да вярваме, че електронът ще се интересува по един или друг начин от моите изчисления? И все пак експериментите в Колумбийския университет показаха, че той наистина се интересува. По някакъв начин цялата тази сложна математика, която драстично по листовите, установяваше правилата, които електронът

върху маслената капка е длъжен да спазва. Ние знаем, че е така. А защо е така, защо електронът обръща внимание на нашата математика – това е мистерия, която и Айнщайн не може да разгадае.” [15]

Питагорейство

Питагор (6 – 5 в. пр. н. ера) и неговата школа смятат, че същността на физическия свят е математиката, че числото (естественото) е основа на цялата материална реалност и поради това числата могат да се представят посредством “фигури” (“триъгълни числа”, “квадратни числа” и т.н.; затова на някои езици думата “фигура” означава и “цифра”). Особено значение се придава на т.нар. тетрактис (мистична тетрада, четвъртичност, кватернализъм) – символ на вселенската хармония. В съвременността питагорейството приема, че структурата на физическата реалност (частици, полета, пространство-време и т.н.) е тъждествено математична.

От тази гледна точка ефективността на математиката е естествена и автоматична.



Тетрактис

Питагорейският символ тетрактис представя организацията на пространството (точка, линия, равнина и обем). Първите четири числа 1, 2, 3, 4 символизират също хармонията на сферите и на космоса. Сумата на четирите е десет – символ на висшия порядък.

Клетвата на питагорейците е в името на свещения тетраксис.

Платонизъм

Според Платон (427-347) и неговите последователи математиката представлява свят на идеи, които не зависят от света на явленията. Самите математици често имат

чувството, че те откриват (а не изобретяват) един вече съществуващ свят на понятия и връзки, че светът на идеите не зависи от материалния свят.

В такъв случай ефективността на математиката би могла да се обясни, ако приемем, че съществува някаква зададена отнапред съгласуваност между света на явленията и света на математиката, така че се осъществява един твърде специален контакт между мисълта на математика и този свят на чистите идеи.

Видни представители на платонизма са: Г. Кантор, К. Гьодел, Р. Пенроуз, А. Кон.

Още Питагор и Платон са предусетили цялата програма на съвременното естествознание с тезата, че пъстрото многообразие на явленията е разбираемо, защото “в основата му се намира единен, достъпен за математическо описание принцип”[15].

Вероятно тази ефективност ще се окаже не само естествена, но и неизбежна, ако приемем, че както математиката, така и естествознанието имат общ корен (Дайсън го нарича “единен принцип”, а Р. Тагор, в беседа с Айнщайн, 1930 – “универсален човешки разум”) – в регулиращата функция на архетипите.

Действително, неотдавна беше показано[16], че много математически понятия, даже в такива абстрактни системи като множествата, произтичат от нашите взаимодействия с физическия свят, към който нервната ни система се е адаптирала по еволюционен път. Математическите обекти, подобно на други архетипи, са както елементи на индивидуалната психика, така и обективни структури. Те обитават обективната психика на колективното несъзнавано, т.е. онази мрежа от психологични структури, които са общи за всички хора.

IV.2. Изкуствен интелект (ИИ) и разпознаване на образи

Кеплер и Паули нееднократно говорят за “сравняване”, “съответствие”, “съгласуване”, “съвпадение” между сетивните възприятия и вътрешните праобрази (архетиповете), както и за изпитваните при това чувства на “радост”, на “щастие” и на “пробуждане от сън”.

Нека посочим, че разкриването на сходство (прилика, аналогия и т.н.) по думите на Д. Хофстедър (в сборника “Гъвкави понятия и съзидателни аналогии”[17]) е “голяма, ако не и най-висша интелектуална наслада” (Кеплер говори за “щастие”, а Паули – за “радост”).

На езика на информатиката, а по-точно на раздела “разпознаване на образи”, естественонаучното познание, по Паули и Юнг, представлява разпознаване на физическата реалност като проекция върху архетипа и съгласуване с него. Сходството между този подход и математическата теория за разпознаване на образи разкрива твърде интересни перспективи за теорията на познанието.

Разпознаването на образи е проблем на контакта между изкуствения интелект и околния свят (от една гледна точка ИИ е обект, а от друга – субект на познанието). По същество (и в съответствие със значително по-широкия английски термин *pattern*

recognition) фактически става дума за разпознаване не само на визуални и звукови образи, но също така за схеми, закономерности, модели, аналогии, прилики, връзки и т.н. Разпознаването е пряко свързано с основните функции на мисленето, каквито са обработката на информация, прогнозирането, взимането на решения, алгоритмичното или интуитивното решаване на проблеми и т.н.

Според основния принцип на теорията на разпознаването, ако наблюдаваният обект прилича на вече известен обект, то неговото поведение ще бъде сходно с това на прототипа. Въпросите за разкриване на “приликата” (сходството) се решават не с аксиоматика, логика и доказателства, а интуитивно или въз основа на прецеденти.

Основни понятия на теорията са [18]:

- **обучаващо множество** (съвкупността от прецеденти);
- **изследвано множество** (обектите, които се сравняват с прецедентите);
- **признаци** (характеристиките на обектите от обучаващото множество);
- **класификация** (групиране) на признаците;
- **обучение** (със или без учител) – търсенето на алгоритми за съпоставяне;
- **насочване на вниманието**.

Теорията намира приложения в психологията, етологията, медицината (експертни диагностични системи) и др.

Връщайки се към гносеологичните идеи на Паули, можем да видим *сходството* (отново!) между евристичните функции на архетипите и обучаващото множество. Но докато архетипът е еволюционно (исторически) формиран, обучаващото множество се конструира от оператора на ИИ. Така възниква своеобразно “преобърнато” моделиране на познавателния процес. Възможно е подобно моделиране да се окаже перспективно както за изучаването на архетипите, така и за разпознаването на образи от ИИ. Дали някога ИИ ще изпитва онова чувство на “радост”, “щастие” “интелектуална наслада”, което посочват Кеплер, Паули и Хофстетър?

IV.3. Архетипи, автореферентност и теоремите на Гьодел

Видяхме, че Паули сочи концепцията за архетипите като път към решението на фундаменталния въпрос, възникнал в микрофизиката – въпроса за връзката субект – обект на наблюдението. Отказът от Декартовия безучастен наблюдател, сближаването на субекта и обекта на познанието означава, че собственото състояние на субекта става част от обективния свят. Това е извод на микрофизиката, а през последните десетилетия и на мегафизиката – т.нар. антропен принцип.

Подобна ситуация означава, по думите на Хайзенберг[6,в], че при срещата си с природата “човекът се изправя пред самия себе си”. Това е типична ситуация на автореферентност (самопозоваване; вж. [21]). Автореферентността поражда ред логически парадокси, поставя под удар Аристотеловия закон за изключеното трето и т.н. Автореферентността е в центъра на теоремите на Курт Гьодел (1931) за пълнота и непротиворечивост (твърденията на теоремите се отнасят до автореферентното твърдение $G = \text{“Това твърдение е недоказуемо”}$; ако е недоказуемо, то е вярно и следова-

телно формализираната теория е непълна; обратно, ако G е доказуемо, то е невярно и системата съдържа противоречие). Значението на тези теореми за логиката е огромно. Би могло да се очаква, че те ще окажат значително влияние върху съвременната наука и конкретно върху физиката.

Но не е така. Творчеството на Гьодел е малко известно извън професионалните кръгове на математиците. А физиците напълно се задоволяват с Аристотеловата логика. Даже при аксиоматичния подход към съвременната физика (макар той да води началото си още от времето на Нютоновите “Принципи”, 1686), името на Гьодел практически не се среща.

Защо е така?

Вероятното обяснение е, че съвременната наука (в това число и физиката) практически продължава да пребивава в лоното на Декартовата парадигма и затова логиката на Аристотел напълно я задоволява.

Можем обаче да очакваме, че когато гносеологичните възгледи на Паули за взаимоотносянето субект – обект станат практика на научното търсене, теоремите на Гьодел ще станат инструмент на науката.

И тогава отново ще се заговори за необяснимата ефективност на математиката в естествознанието.

Вероятно Гьодел е мислел в такава посока, когато е писал: “Не виждам причина да имаме по-малко доверие в математическата интуиция, отколкото в сетивното възприятие, което ни кара да строим физически теории...”.

Почти същото мнение споделя и Паули (писмо до Ясперс, 1958): “Макар всички зрели науки на нашето време да зависят съществено от рационалното мислене, самата математика ни показва, че логическата непротиворечивост на една формална теория и нейната пълнота понякога са несъвместими. Това става особено важно, когато освен чистата рационалност в процеса на познанието започват да играят съществена роля интуицията, емоциите и инстинктите”.

Заключителни бележки

Паули често подчертава, че процесът на творческото мислене, който и до днес не е достатъчно изяснен, не се свежда нито само до логически операции, нито само до събиране на емпирични факти. Той е убеден, че “единствено приемливият научен възглед е онзи, който обхваща като взаимно съвместими и *двете* страни на реалността – количествената и качествената, физическата и психическата”.

Възникналата през XVII в. наука на Галилей, Декарт и Нютон приема дуалистичната картезианска схема, в която неодушевеният, механичният свят е противопоставен на човека като наблюдател. През изтеклите 4 столетия пропастта между човека и природата непрестанно се разширява, а заедно с това расте и конфликтът между “двете култури” (Ч. П. Сноу) – научната и художествената. Идеята на Паули и Юнг за свързани психически и физически аспекти, за това, че архетипите са едновременно обективни, но и напълнени с емоционално и интелектуално съдържание, създава ес-

тествени предпоставки за преодоляване на картезианското деление и за сближаване на “двете култури”.

В непубликуваното есе “Съвременни примери за фонова (*background*) физика” (1948) Паули пише ([5], с. 179): “Фонова физика е появата на физически понятия и термини в спонтанните фантазми като символи”. Като такива символи той сочи: поле, атом, вълни, атомно ядро, радиоактивност и т.н. (Нека напомним, че и Айнщайн говори за своето мислене като символно, а не вербално[22,23])

Анализирайки фоновата физика, Паули прави следната прогноза: “Бъдещото описание на природата трябва да обхваща равноправно *physis* и *psyche*. Засега това описание е само в преднаучен стадий. За да го постигнем, трябва да се обърнем към архетипната основа на научните концепции и термини”([5], с.180).

Следвайки Паули, можем да смятаме, че природата е заложила някаква своя програма в дълбочините на нашата психика. Въпросът е дали някога ще съумеем да разчетем тази програма.

Благодарности

Благодаря на акад. И. Тодоров за любезно предоставеното ми печатно издание на книгата [5]. Задължен съм на колегите и приятелите Асен Петров, Иван Пунчев и Нъшан Ахабабян за насърчаването и множеството полезни дискусии и забележки в различни етапи от работата ми върху това проучване.

Особена благодарност дължа на акад. Ал. Петров, Директор на ИФТТ – БАН, за съдействието при организирането на институтския семинар, на който докладвах настоящата студия.

Литература

1. Karl von Meyen and Engelbert Schucking. WOLFGANG PAULI. Physics Today, Febr, 2001, p. 1-7.
2. Карл фон Мейен. ВОЛФГАНГ ЕРНСТ ПАУЛИ. “Светът на физиката”, № 2 (2000) с. 145.
3. В. Вайскопф. П.А.УЛ.И. и неговите приложения. Ibid., с. 151.
4. Laurikainen, K.V. BEYOND THE ATOM: THE PHILOSOPHICAL THOUGHTS OF WOLFGANG PAULI. Springer-Verlag, Berlin, 1988.
5. Meier C.A. ATOM AND ARCHETYPE: the Pauli – Jung letters 1932-1958. Princeton, 2001.
6. В. Гейзенберг. ШАГИ ЗА ГОРИЗОНТ. “Прогресс”, М., 1987.
(6,а) Значение красоты в точной науке (1970) с. 268.
(6,б) Философские взгляды Вольфганга Паули (1959) с. 283
(6,в) Картина природы в современной физике (1953) с. 290.

- (6,г) Естественонаучная и религиозная истина (1973) с. 328.
7. В. Паули. ФИЗИЧЕСКИЕ ОЧЕРКИ (сб. статей). “Наука”, Москва, 1975.
- (7,а) Об идее допълнителности (1948), с. 50.
- (7,б) Философское значение идеи допълнителности (1950), с. 56.
- (7,в) Теория и експеримент (1952), с. 41.
- (7,г) Влияние архетипических представлений на формирование естественонаучных теорий у Кеплера (1952). с. 137.
- (7,д) Феномен и физическая реальность (1954), с. 21.
- (7,е) Материя (1954), с. 31.
- (7,ж) Вероятность и физика (1954), с. 43.
8. Я.А. Смородинский. ПРЕВАННАЯ МЪСЛЬ. УФН 160 (1990), с. 164.
9. Karl Popper. UNENDED QUEST. Fontana, Illinois, 1976.
10. W. Pauli, Naturwissenschaftliche und erkenntnistheoretische Aspekte der Ideen vom Unbewussten. Dialectica 8 (1954) 283-301
11. St. Weinberg. DREAMS OF A FINAL THEORY. Vintage, London, 1993.
12. К.Г. Юнг. АРХЕТИП И СИМВОЛ. Москва, Renaissance, 1991.
13. H. Atmanspacher, H. Primas. PAULI'S IDEAS OF MIND AND MATTER IN THE CONTEXT OF CONTEMPORARY SCIENCE. Journal of Consciousness studies, 13 (2006) 5-50.
14. E. Wigner. THE UNREASONABLE EFFECTIVENESS OF MATHEMATICS. Comm. Pure and Appl. Math., 13 (1960) 1. (Руски превод: Е. Вигнер., ЭТЮДЪ О СИММЕТРИИ. “Мир”, М., 1971).
15. Ф. Дайсън. ДА СМУТИШ ВСЕЛЕНАТА, “Светът на физиката”, 20 (1997) 53)
16. Lakoff G., Nunez, R., WHERE MATHEMATICS COMES FROM: HOW THE EMBODIED MIND BRINGS MATHEMATICS INTO BEING. N.Y., Basic Books, 2000.
17. D. Hofstadter et al., FLUID CONCEPTS AND CREATIVE ANALOGIES. Basic Books, NY, 1995.
18. Д. Чернавский. ПРОБЛЕМА ПРОИСХОЖДЕНИЯ ЖИЗНИ И МЪШЛЕНИЯ. УФН, 170 (2000) № 2.
19. М. Бушев. ЩЕ ЗАГУБИ ЛИ НАУКАТА СВОЯ ДЕКАРТОВ РАЙ И КАКВО ЩЕ ПОСЛЕДВА? “Светът на физиката”, 26 (2003), 156.
20. D. Hofstadter. GOEDEL, ESCHER, BACH: AN ETERNAL GOLDEN BRAID. Random House Inc., NY, 1979.
21. М. Бушев. МЕТАМАТЕМАТИКАТА НА ГЪОДЕЛ И СЪВРЕМЕННАТА (МЕТА) ФИЗИКА. В: сб. “Философията като призвание – в памет на Б. Мунтян”. ИК “Св. Иван Рилски”, С., 2007, с. 26.
22. Р. Якобсон. АЙНЩАЙН И НАУКАТА ЗА ЕЗИКА. “Светът на физиката” 28 (2005) № 2, с. 189.
23. А. Айнщайн. УНИВЕРСАЛНИЯТ ЕЗИК НА НАУКАТА. *ibid.* с. 199.

РЕЛИГИЯТА, ПОГЛЕД ОТВЪН

За книгата на Д. Денет “Разрушаване на магията: Религията като естествено явление”

Фр. Дайсън

1.

Разрушаването на магията на религията е игра, която много хора умеят. Най-добрият играч, когото познавам, беше професор Г. Х. Харди, световно известен математик, който освен това се оказа и страстен атеист. Има два вида атеисти: обикновени атеисти, които не вярват в Бог и страстни атеисти, които приемат Бог като свой личен враг. Когато бях младши сътрудник в Тринити Колидж, Кеймбридж, Харди беше мой наставник. Макар и младши сътрудник, аз имах привилегиите да вечерям на високата маса, заедно със старите и прочутите. По време на моето пребиваване професор Симпсън, един от старите и прочути сътрудници, почина. Симпсън имаше силна емоционална привързаност към колежа и освен това беше вярващ. Той беше оставил инструкции да бъде кремиран, а пепелта му да бъде разпръсната на ливадата за игра с топки в градината на колежа, където той обичаше да се разхожда и да размишлява. Няколко дни след като почина, в църквата към колежа беше извършена тържествена служба за него. Бяха отбелязани по подходящ начин многото му години вярна служба в колежа и водещата му роля като християнски учен и преподавател.

Вечерта на същия ден аз заех своето място на високата маса. Съседното до мен място на масата беше свободно. Професор Харди, противно на своя обичай, беше закъснял за вечеря. След като всички вече бяхме седнали и латинската молитва за благодарност беше казана, Харди влезе небрежно в залата, демонстративно влачейки обувките си по дървения под и оплаквайки се на висок глас, „Какъв е този ужасен боклук, с който е посипана тревата в градината на колежа? Не мога да почистя обувките си от него.” Харди, разбира се, знаеше отлично какво е това. Той винаги беше мразил както религията изобщо, така и в частност набожността на Симпсън и сега използваше удобния случай за едно малко отмъщение.

Паул Ердьош беше друг световно известен математик, който освен това беше и страстен атеист. Ердьош винаги се позоваваше на Господ с инициалите ВФ, което означаваше Върховен Фашист. В продължение на дълги години Ердьош беше надхитрял диктаторите на Италия, Германия и Унгария, местейки се от една държава в друга, за да избегне тяхната власт. Той наричаше Бога ВФ, защото го оприличаваше на някой фашистки диктатор като Мусолини, властен и брутален, но затова пък бавно мислещ. Ердьош успяваше да надхитри ВФ, като се местеше често от едно място на друго и никога не позволи действията му да придобият рутинен и предвидим характер. ВФ, както всеки диктатор, беше твърде глупав за да може да разбере математиката на Ердьош. Както Харди, така и Ердьош бяха дружелюбни натури, допринасящи повече

от обичайното към общочовешката комедия. И двамата бяха даровити клоуни, но и велики математици.

И ето тук идва Даниъл Денет да опита и той на свой ред да разруши магията. Денет е философ. В тази книга той се занимава с философските въпроси, произтичащи от религията в съвременния свят. Защо съществува религията? Защо тя има толкова мощно влияние върху хората от различни култури? Дали практическите резултати от религията са преобладаващо добри или по-скоро лоши? Дали религията е полезна като фундамент на обществения морал? Какво може да се направи, за да се възпрепятства разпространението на религиозни движения, които се смятат за опасни? Могат ли средствата и методите на науката да ни помогнат да разберем религията като естествено явление? Денет отбелязва в началото, че той няма да се опитва да отговори на големите въпроси, които служат за мотивация на неговия труд, но ще се старае да ги задава, колкото е възможно по-внимателно, посочвайки това, което вече е известно във връзка с техните отговори и показвайки защо е необходимо да им се отговаря.

„Аз съм философ, а не биолог или антрополог, или пък историк, или теолог. Ние философите сме по-добри при задаването на въпросите, отколкото при даването на отговори...”

Денет прави именно това, което проповядва. Той не отговаря на въпросите, а използва четиристотин страници, за да ги задава. Книгата напредва бавно, в лек разговорен стил и с много отклонения. Тя е разделена на три части: първата е посветена на природата на научното търсене; втората се отнася до историята и еволюцията на религията; третата се занимава с религията такава, каквато съществува днес. В първата част, Денет дефинира научното търсене в тесен смисъл, ограничавайки го до сбор от доказателства, които са възпроизводими и проверими. Той прави рязко разграничение между науката, от една страна, и хуманитарните дисциплини като история и теология, от друга. Той не приема като научни огромната маса сведения, съдържащи се в историческите хроники и личните преживявания. След като те не могат да бъдат възпроизведени при контролирани условия, значи не принадлежат към науката. Той цитира с одобрение и хвалебствена оценка няколко пасажа от „Разновидностите на религиозните изживявания”, класическото описание на религията от гледната точка на психолога, публикувана от Уилям Джеймс през 1902г. Той характеризира книгата на Джеймс като „съкровищница от прозрения и аргументи, често пренебрегвани в последно време.” Но той не приема прозренията и аргументите на Джеймс за научни.

Джеймс изучава религията отвътре като доктор, който се опитва да види света през очите на своите пациенти. Джеймс е получил медицинско образование преди да стане професор по психология. Той е изучавал личните преживявания на светците и мистиците като свидетелство за нещо реално съществуващо в един духовен свят извън границите на пространството и времето. Денет уважава Джеймс като анализатор на човешкото състояние, но не и като изследовател на духовния свят. За Денет прозренията на светците и мистиците са безинтересни като сведения, защото не са нито повторими нито проверими. Денет изучава религията отвън, следвайки правилата

на науката. За него виденията на светците и мистиците са само едно явление, което трябва да бъде обяснено, както любовта или омразата към хора с различен цвят на кожата; едно умствено състояние може да се разглежда, но може и да не се разглежда като патологично.

Втората част на книгата е най-дългата и съдържа същността на аргументите на Денет. Той описва различните фази в дългата историческа еволюция на религията, започвайки с примитивните племенни митове и ритуали и завършвайки с пазарно действащите евангелистки мега църкви на съвременна Америка. Разглеждайки тези еволюционни процеси отвън, той разсъждава за начините, по които те могат да бъдат обосновани научно. Той ги обяснява като продукт на Дарвиновата конкуренция между верски системи, в която само най-читавите се съхраняват. Жизнеността на една верска система се дефинира със способността ѝ да привлича нови последователи и да поддържа тяхната лоялност. Това няма нищо общо с биологичната жизненост на нейните човешки носители или пък с истинността или фалшивостта на вярата. Денет подчертава факта, че неговото обяснение на еволюцията на религията е проверимо с методите на науката. То би могло да бъде проверено с количествени измервания на разпространимостта и дълготрайността на различните верски системи. Тези измервания биха могли да осигурят една обективна научна проверка, която да установи дали оцелелите религии са били наистина по-жизнени от онези, които са изчезнали.

Денет лансира други хипотези за еволюцията на религията. Той отбелязва, че вярата, в смисъл приемането на определени доктрини за верни, е различна от вярването във вярата, в смисъл да се вярва, че вярата в определени доктрини е желателна. Той открива данни за това, че голям брой хора, които се определят като религиозно вярващи, в действителност не вярват на доктрините на своите религии, но само вярват във вярата като една желана цел. Явлението „вяра във вярата“ прави религията привлекателна за много хора, които иначе трудно биха се присъединили към нея. За да принадлежиш към една религия, не е нужно да вярваш. Само трябва да искаш да вярваш или може би само трябва да се правиш, че вярваш. Да вярваш е трудно, да вярваш във вярата е лесно. Вярването във вярата е едно от важните явления, които придават на религията по-голяма разпространимост и следователно я правят по-жизнеспособна. Денет изтъква тази връзка между вярването във вярата и жизнеспособността на хипотезата, която подлежи на проверка, не като научно установен факт. Той съжалева, че много малка част от необходимите в тази насока изследвания са направени засега. Заглавието „Разрушаване на магията...” изразява неговата надежда, че когато научният анализ на религията бъде завършен, властта на религията да обезсилва аргументите на човешкия разум ще бъде прекратена.

Денет без затруднение намира поводи да се надсмее над модерните евангелистки мега-църкви, които отделят повече внимание на броя на своите членове, отколкото на качеството на своя религиозен живот. Водачите на тези църкви предлагат своите версии за религия на един конкурентен пазар и там надделяват тези, които покажат най-добрите търговски умения. Пазарът дава предимство на практичното удобство,

вместо на сериозното отдаване на чист и свят живот. Гледайки на религията отвън, Денет ясно вижда как лидерите на религиозните организации са корумпирани от властта и парите. Той цитира Алън Уулф, един от социолозите, изучаващи американските религиозни организации и практики:

“Популярността на Евангелизма се дължи колкото на неговите популистки и демократични тенденции – неговата решимост да открие какво точно искат вярващите и да им го предложи – толкова и на постановките на вярата ... Терминът „свещилище” се избягва от една църква, поради неговите „силни религиозни подтекстове,” и се отделя повече внимание на осигуряването на много място за свободно паркиране и на подходящи места за бебета и малки деца, отколкото на святното тълкуване на текстовете от Светото писание.”

Както Харди и Ердьош, Денет си играе на разрушаване на магията, като се опитва да направи религията да изглежда смешна. Много от моите научни приятели и колеги имат подобни предразсъдъци. Един прочут учен, към когото изпитвам дълбоко уважение, ми каза: „религията е детска болест, от която ние вече оздравяхме.” Няма нищо лошо в тези предразсъдъци, ако те се обявяват открито. Версията на Денет за еволюцията на религията като цяло е честна и добре балансирана.

Третата и последна част на книгата на Денет описва неговия възглед за религията в съвременния свят. В една дълга глава, озаглавена „Морал и религия”, той обвинява религията за много от най-големите злини на нашето (миналото) столетие. Той обвинява не само малката група от фанатични убийци, чиято религия ги подтиква към терористични актове, но също така и огромното мнозинство от мирни и умерени вярващи, които не осъждат публично действията на фанатичите. Това е сериозен проблем, независимо дали става дума за ирландските католически фанатици в Белфаст, или за ислямските фанатици в Британия или Испания. Той цитира с одобрение широко известната забележка на физика Стивън Уайнбърг: „Добрите хора правят добри неща, а лошите хора правят лоши неща. Но за да правят добрите хора лоши неща – е нужна религия.” Твърдението на Уайнбърг е вярно в известен смисъл, но то не е цялата истина. За да получим цялата истина, трябва да добавим една допълнителна клауза: „И за да правят лошите хора добри неща – е нужна религия.” Основният постулат на Християнството е, че то е религия за грешници. Иисус обясни това много ясно. Когато фарисеите попитаха неговите ученици: „Защо вашият учител яде заедно с лихвари и грешници?”, той каза: „Аз ида, за да призова не праведните, а грешните към покаяние.” Само малка част от грешниците се разкайват и се залавят с добри дела, но и само малка част от добрите хора биват подвеждани от своята религия да вършат лоши неща.

Не виждам начин безпристрастно да се направи баланс и да се претегли доброто, сторено от религията, спрямо злото, и да се реши кое преобладава. Моят собствен предразсъдък, гледайки на религията отвътре, ме подтиква да направя заключение, че доброто далеч превъзхожда злото. На много места в Съединените щати, при разширяващата се пропаст между бедни и богати, църквите и синагогите са почти единствените институции, които свързват хората заедно в общности. В църквата или

в синагогата хората от различни обществени слоеве работят заедно в младежки групи или в образователни групи за възрастни, занимавайки се с музика или обучавайки деца, събирайки пари за благотворителни цели и грижейки се един за друг, когато върхлети болест или катастрофа. Без религия, животът на страната би бил страшно опустошен. Не зная нищо от първа ръка за Исляма, но по всичко личи, че джамиите в ислямските страни, а до известна степен също и в Америка, играят подобна роля за поддържане на общностите, сплотени и при полагане на грижи за вдовиците и сираците.

Денет, гледайки на религията отвън, достига до противоположното заключение. Той вижда екстремистките религиозни секти, които служат за развъдник на групи от млади терористи и убийци, при което масата от обикновени вярващи им оказва морална подкрепа, като не ги предава на полицията. Той разглежда религията като една привлекателна опасност в правен смисъл, имайки предвид, че това е структура, която привлича деца и младежи и ги приобщава към опасни идеи и престъпни изкушения, както един неограден басейн или незаклучена оръжейна стая. Моят възглед за религията и този на Денет са еднакво верни и еднакво предразсъдни. Аз гледам на религията като на една ценна и древна част от човешкото наследство. Денет я разглежда като излишен умствен товар, от който ние би трябвало да се отървем.

След остроото описание на злините, произхождащи от религията, тонът на последната глава в книгата на Денет, „А сега какво да правим?“, е мек и примирителен. „И така на края – казва той, – моята централна препоръка е добронамерено и последователно да образуваме хората по света, така че те да могат да направят наистина интелигентен избор за своя живот.“ Тази препоръка звучи съвсем безобидно. Защо обаче ние не можем всички да се съгласим с нея? За нещастие, тя прикрива фундаментални разногласия. За да се придаде на препоръката конкретно значение, трябва да се уточни смисъла на малката думичка „ние“. Кои сме „ние“, които трябва да образуваме хората по света? На карта е поставен политическият контрол върху религиозното образование, най-спорният проблем, който религията поставя пред съвременните общества. „Ние“ бихме могли да сме родителите на децата, които трябва да бъдат образовани, или местното училищно ръководство, или националното министерство на образованието, или законно установените религиозни власти, или една международна група философи, споделящи възгледите на Денет. От всички тези възможности, последната е най-малко вероятно да се реализира. Препоръката на Денет оставя нерешени практическите проблеми за регулирането на религиозното обучение. Докато не сме се споразумяли за смисъла на „ние“, препоръката „добронамерено и последователно да образуваме хората по света“ само ще предизвиква допълнителни противоречия между религиозните вярващи и добронамерените философи.

2.

Контролът върху обучението е арената, на която политическите борби между религиозно вярващи и държавните власти са най-разгорещени. В САЩ тези борби са станали особено неуправляеми, поради законовата доктрина за отделяне на църквата

от държавата, която забранява на обществените училища да предлагат религиозно обучение. Родителите с фундаменталистски убеждения с основание се оплакват, че са принудени да плащат за обществени училища, за които те смятат, че разрушават религиозната вяра на техните деца. Това чувство на съжаление беше избягнато в Англия, поради мъдростта на Томас Хъксли, близък приятел на Чарлз Дарвин и важен сподвижник на Дарвиновата теория за еволюцията. Когато общественото образование било учредено в Англия през 1870г., единайсет години след публикуването на Дарвиновата теория, Томас Хъксли бил назначен в кралската комисия, която решавала какво да се преподава в обществените училища.

Самият Хъксли бил агностик, но като член на комисията той твърдо настоявал религията да се преподава в училищата, заедно с науката. Всяко дете трябвало да бъде обучавано на християнската Библия, като неделима част на английската култура. В по-нови времена, обхватът на религиозното обучение в Англия бил разширен, за да включи юдаизма и исляма. В резултат на тази политика, като се започне от 1870 г., та до ден днешен, не е възникнал силен антагонизъм между религиозните родители и обществените училища. Преподаването на религия в обществените училища е съвпаднало с упадък на религиозните вярвания и нарастването на религиозната толерантност. Децата, подложени на религиозно обучение в обществените училища като правило не го приемат сериозно. Ние не знаем дали Томас Хъксли е предвидил упадък на религията в Англия, но няма съмнение, че той би приветствал това неочаквано следствие от неговата образователна политика.

Наистина е жалко, че решението на проблема за религиозното образование на Хъксли не е приложим за САЩ. Всяка страна е различна, особено що се отнася до религиозните въпроси и никое конкретно решение на проблема за религиозното образование не е подходящо за всички случаи. Във всяка страна трябва да се намери ефикасно решение, посредством политически компромис между противоположните възгледи, в рамките на правилата, наложени от местната култура. За да бъде ефикасно, решението не е необходимо да бъде научно и философски непротиворечиво. Когато аз бях малко момче, в Англия, преди много години, хората, които пътуваха във влак с кучетата си, трябваше да плащат билет за кучето. Възникна въпросът дали е необходимо да купя кучешки билет, когато пътувам с костенурка. Кондукторът на влака ми даде следния отговор: „Котките са кучета и зайците са кучета, но костенурките са насекоми и следователно пътуват без билет.” Правилата, определящи религиозното образование, трябва да определят с подобна свобода на интерпретацията.

Денет също апелира за по-задълбочени изследвания върху религията в чисто научен аспект. Тук отново, ние всички можем да се съгласим с препоръката, но може да имаме разногласия по смисъла на понятието „изследвания.” Денет ограничава изследванията до научни проучвания върху религиозните дейности и организации като обществени явления. По мое мнение такова изследване, разглеждащо религията отвън, може да бъде полезно, но няма да помогне много за изясняване на основната загадка. Основната загадка е непрекъснатото разпространение на религиозни прак-

тики и вярвания във всички човешки общества от древните времена до днес. Моята майка, която беше един скептичен християнин, какъвто съм и аз, казваше: „Може да изхвърлиш религията през вратата, но тя непременно ще се върне през прозореца.” Неотдавна станах свидетел на една ярка демонстрация на верността на тези думи на майка ми. Отидохме заедно със съпругата ми да посетим манастира Сергиев Посад, северно от Москва, древната квартира на Руската православна църква. Младата екскурзоводка, която ни развеждаше, не каза почти нищо за древните сгради и произведения на изкуството, на които би трябвало да се възхищаваме. Вместо това, тя говори в продължение на един час за своята вяра и мистичните влияния, които тя чувствала, че се излъчват от старите светии на църквата, положени в своите гробници. След три поколения атеистично управление и официално потискане на религията, ето че тя отново израства от своите корени.

Бих искал откровено да формулирам моите собствени философски предразсъдъци в противовес на възгледите на Денет. Като човешки същества, ние се стремим към опознаване и разбиране на странната Вселена, в която сме се родили. Имаме много начини да вървим към разбирането, един от които е науката. Нашите мисловни процеси са само частично основани на логиката и са неразривно примесени с чувства и желания и обществени взаимодействия. Ние не можем да живеем в свят на изолирана интелигентност, а само като членове на една работеща общност. Нашите методи на разбиране винаги са били колективни, като се започне от историите, които сме си разказвали един на друг около огъня, когато сме живели в пещери. Нашите методи и днес са колективни, включително литературата, историята, изкуството, музиката, религията и науката. В частност, науката е набор от инструменти, които са се оказали особено успешни за разбиране и манипулиране на материалната Вселена. Религията е друг набор от инструменти, който ни води в една умозрителна или духовна Вселена, която превъзхожда материалната вселена. За да разберем религията, е необходимо да я изследваме отвътре, така, както Уилям Джеймс я изследва в книгата “Разнообразието на религиозните преживявания”. Писанията на светци мистици, включително младата дама от Сергиев Посад са основата, върху която може да израсне едно по-дълбоко разбиране на религията.

Свещените писания, Бхагават Гита и Коранът, и Библията ни казват повече за същността на религията от всяко научно проучване на религиозните организации. Изследванията, които препоръчва Денет, с използване само на научни средства, които са предназначени за други цели, неизбежно ще пропускат целта. Ние всички сме съгласни че религията е естествено явление, но природата може да включва много повече неща, отколкото сме в състояние да обхванем с методите на науката.

Най-добрият източник на информация за съвременните ислямски терористи, който ми е известен, е една книга: “Разбиране за терористичните мрежи” от Марк Сейджмън [1]. Сейджмън е бивш служител на американското външно министерство, който е работил с муджахидините в Афганистан и Пакистан. В глава 5 на книгата си,

той описва подробно мрежата, която планира и проведе атаките през септември 2001 в САЩ. Той смята, че връзките между членовете на групата през годините на нейното формиране в Хамбург, са били по-скоро лични, отколкото политически. Той заключава: „Въпреки разнообразните интерпретации за атентатите от 11 септември в пресата, привързаността между членовете вътре в групата изглежда като по-добро обяснение на тяхното поведение, отколкото омразата насочена към външни лица и обекти.”

За да завърши този преглед, бих искал да ви представя една друга наскоро публикувана книга – “Дневниците на камикадзе: Разсъждения на японски войници” от Емико Охнуки-Тиерни [2]. Тя съдържа обширни извадки от дневници, написани от седем млади мъже – едни от тези, които загинаха в самоубийствени мисии или като пилоти камикадзе в последните месеци на Втората световна война. Дневниците ни дават непосредствени свидетелства за мислите и чувствата на тези млади войници, които знаят, че съдбата им е да умрат. Техните мисли и чувства са изумително ясни и лишени от всякакви илюзии. Някои от тях са изразили своите чувства в поетична форма. Те всички са били високо образовани и запознати със западната литература на няколко езика, понеже са прекарвали по-голямата част от своя кратък живот в четене и писане. Само един от тях, Хейяши Ичицо, е бил религиозен, израснал в японско християнско семейство. Християнската вяра не е направила саможертвата му по-лесна за него по време на последната му мисия, при която е носел библията си.

Всички млади мъже, включително Хейяши, са имали дълбоко трагичен възглед върху живота, облекчаван само от щастливите спомени от детството със семейството и приятелите. Те са били далеч от представата за зомбита с промити мозъци, каквито съвременните американци смятат, че са пилотирали самолетите камикадзе. Те са били смислени и чувствителни младежи, а не религиозни или националистични фанатици.

Тук имам възможност да спомена само един от тях, Накао Таканори, който ще говори от името и на останалите. Накао е оставил стихотворение което започва така, „Колко самотен е звукът на часовника в тъмнината на нощта.” В последното писмо до родителите си, една седмица преди смъртта си, той писал:

“На прощалното тържество хората ме окуражаваха. Аз самият направих всичко възможно, за да се окуражавам. Моят ко-пилот е Уно Шигеру, красиво момче на деветнайсет години, второкласен морски офицер с нисък чин. Домът му е в префектурата Хиого. Той ме смята за свой старши брат, а аз гледам на него като на свой по-млад брат.

Действайки като едно сърце, ние ще се врежем в някой вражески кораб. Макар и да не съм направил много в живота си, аз съм доволен, че съм изпълнил желанието си да живея един чист живот и не съм оставил нищо грозно след себе си.”

Нямаме свидетелства от първа ръка, оставени от младите хора, които извършиха атаките на 11 септември. Те не са били толкова високо образовани и така смислени както пилотите камикадзе, а и са били по-силно повлияни от религията. Но има сериозни сведения, че не са били зомбита с промити мозъци. Те са били войници, членове

на тайно братство, което придавало смисъл и мотивация на техния живот, които са действали заедно в блестящо проведена операция срещу най-мощната световна сила. Според Сейджмън те са били мотивирани, както и пилотите камикадзе, по-скоро чрез лоялност към своите другари, отколкото от омраза към врага. Щом веднъж операцията е била замислена и решена, би било немислимо и срамно тя да не бъде проведена.

Макар и осъзнавайки огромните разлики в условията между 1945 и 2001г., аз вярвам, че дневниците на японските камикадзе ни дават най-добрата възможност да надникнем в душевното състояние на младите хора, които ни причиниха такива страдания през 2001г. Ако искаме да разберем явлението тероризъм в съвременния свят и ако желаем да предприемем ефикасни мерки, за да намалим неговата привлекателност за младежите идеалисти, първата и най-важна стъпка е да се опитаме да разберем нашите противници. Но за да ги разберем, ние трябва да се научим да уважаваме враговете си като смели и способни войници, които са въввлечени в една пагубна кауза. Дневниците на японските камикадзе ни дават основата, върху която да градим както уважението, така и разбирането.

Бележки

[1] University of Pennsylvania Press, 2004; резюмирана на три страници от William Dalrymple, December 1, 2005.

[2] University of Chicago Press, 2006.

Превел: С. Рашев

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

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

ЗАЩО БОГ „ИГРАЕ НА ЗАРОВЕ” ИЛИ СРЕДНОВЕКОВНАТА „ТЕОРИЯ НА НЕОПРЕДЕЛЕНОСТТА”

Г. Динева

Когато на 4 декември 1926 г. Алберт Айнщайн пише на Макс Борн, че теорията на квантовата механика ни дава много неща, но не ни доближава до тайната на Стареца, обосновавайки се с едно квазирелигиозно съждение „Във всеки случай, убеден съм, че Старият не си играе на зарове.“ [1], той има много повече предвид „бога на Спиноза“ [2], отколкото личностния Бог на християнството. По-късно Айнщайн на няколко пъти изразява открито схващанията си за Бога и характеризира антропоморфното му, по негово мнение, [3] авраамитско представяне на Бога, като по-скоро социо-морален конструкт. [4] Той държи на схващането, че Вселената има свършено определен, т.е. закономерен, ред, в който е трудно, но не и невъзможно, да проникнем, защото тъкмо според взетия от него за пример философ – Барух Спиноза – в природата не е възможно да има елемент на случайност (*contingens*), [5] поради което няма как да приемем, че Бог се прави на „телепат, както се твърди във въпросната квантова теория“. [6] За нас е важно да наблегнем на последното, за да е ясно, че настоящият текст не е насочен срещу изказването на Алберт Айнщайн, а се стреми по-скоро да обясни защо в рамките на средновековната християнска спекулативно теологическа мисловност допускането на неопределеност в света, при това тъкмо по свободната волята на Бога и в съгласие със свободната воля на човека, не само не е неправомерно, но е дори задължително.

В този текст, разбира се, няма да става дума за „теория на неопределеността“ в собствения ѝ смисъл в съвременния контекст на науката физика. През Средновековието понятието за случайност – *contingentia* – същото, против което се изказва Спиноза, и което най-често се свързва със съвременната теория на неопределеността, както и понятието за предположение – *coniecto*, от което произлиза наименованието на съвременната теория на вероятностите [7], се употребяват изключително в метафизичен план, т.е. са онтологически натоварени понятия, а не са термини от частни науки. Тъкмо занимаващите се със спекулативна теология, достъпна единствено за достигналите най-висшата степен на образование в университетите, са през средните векове онези, които боравят с понятия с такава висока степен на абстракция, тъй като частните науки са представени главно в изучаващите се още в бакалавърската степен седем свободни изкуства [8] и на практика косвено са включени в метафизиката като поддисциплини.

С оглед на по-горе казаното, ще разгърнем две от най-основните средновековни трактовки на интересуващите ни понятия, за да илюстрираме чрез тях най-общо схващането на средновековните мислители относно допускането на случаен елемент в света и, съответно, за възможността ни да го познаем.

1.

Работилият в Оксфорд и Париж през XIII в. францисканец Джон Дънс Скот основава доказателството си за съществуването на Бога тъкмо на своята модална теория, [9] която, обаче, не бива да се свежда до формално-логическата представа за модалността [10], тъй като, както вече казахме, отделянето на гносеологията, логиката, етиката или онтологията в самостоятелни по отношение на метафизиката дисциплини, е анахронизъм и би било неправомерно, ако желаем да запазим контекстуалната смисленост на средновековните учения. Тъкмо в този смисъл, можем да говорим за онтологическа натовареност на понятията при Скот [11], която играе важна роля при разбирането на модалната му теория, особено когато говорим за понятията възможност и необходимост. Установяването на възможност от интелекта е винаги основано на кореспондирането му с реалността, доколкото той, дори и да мисли нещо, винаги се основава на битието, винаги се мисли за някакво биващо, доколкото понятието за биващо е пределно най-общото понятие, което осигурява определянето на всяко друго и може в еднаква степен да се изкаже и за Бога, и за творението [12]. Възможността, следователно, трябва да се мисли като способност за битие [13], а заедно с това и като предицируема за Бог, т.е. тя не изразява ущърбност и неопределеност сама по себе си. Доказателството на Скот за съществуването на Бога, собствено, се основава на извеждането на възможността за нещо, т.е. да се изведе като принадлежащо на понятието за биващо такова, което отговаря на същност, която е свършена, т.е. е непричинима, а именно такава, която има битие от себе си. Ако възможността за такова свършено безкрайно биващо може да се мисли непротиворечиво, то не може да няма битие [14]. Необходимост, от своя страна, е “онова, чиято възможност имплицира битието в действителност, което е еквивалентно с: необходимо е това, чието небитие или чиято контрадикторна противоположност са невъзможни” [15].

От последното положение, следва да забележим, че единственият начин да мислим нещо необходимо, е през негацията, т.е. посредством действието на непротиворечиво-битийно положение, че дадено биващо бива по такъв начин, т.е. има такъв битиен модус (*modus entis*), че не може да не бъде. [16] Необходимото и контингентното при Скот се определят не от някаква каузална взаимозависимост, а от начините на биване, които се назовават от францисканеца тъкмо дизюнктивни модуси на биващото (*passiones entis disiunctae*) [17], които са вътрешни квазиопределения на биващото, което само по себе си не подлежи на доопределяне.

Това вътрешно разделение на модуси в понятието за биващо се налага на Скот, за да може да изрази мисловно непротиворечиво трансцендентността на Бога и да я свърже с унивокалността на биващото. Дизюнктивните трансценденталии са двойни, доколкото се състоят от противоположни, взаимоизключващи се пределно общи модуси на биването, като основната за Скот двойка е крайно и безкрайно, тъй като всички отделни биващи могат да се подведат под тези две двойки, непосредствено след като са дадени като биващи. Целта на доказателството за съществуването на Бога, което Скот излага в *Tractatus de primo principio*, се основава на проследяването на начина

на биване на творението и на Бога в различните му модуси, в които, както стана дума, влиза и биването по необходимост, т.е. такова, чието биване не имплицира възможност за съществуване на неговата противоположност, т.е. да не е, и чиято противоположност Скот определя като случайно биване, или контингентно. И контингентното, и необходимото биващо са предхождани от непротиворечието-спрямо-биването, доколкото и двете са причастни на биването като негови модусни осъществености. Различието започва там, където се намесва същността, затова говорим за онтологични импликации в теоретико-познавателните и логически постановки на Скот. „Необходимо е биващото, на чиято същност не противоречи да е, но на чиято същност противоречи да не е. Контингентно, напротив, е биващото, на чиято същност не противоречи да е, но на чиято същност не противоречи и да не е.“ [18]

В трета глава на *Tractatus de primo principio* [19] Скот привежда доказателството за троичното първенствуване (*riplex primitas*) на първия принцип, основаващо се на трите базисни същностни реда на превъзходство – доказва се, че само едно е онова, което може, без противоречие да има първенство в реда на действителното причиняване (*efficientiae*), на целевото причиняване (*finis*) и в порядъка на превъзходство (*eminentiae*) [20]. Ще се спрем само на първия от ходовете по доказване на реда на превъзходство (*via eminentiae*), без да навлизаме подробно в аргумента, тъй като в този първи ред Скот се занимава с това да докаже, че „необходимостта на биващото от себе си съответства на една единствена природа“ [21]. Доказателството гласи, че ако има същностен ред, в него може да има само една същност, която да има битието си от себе си, т.е. да е необходима, а не причинена, тъй като само „непричинимото е от себе си необходимо битие“, доколкото „с оглед на битието си то [непричинимото] изключва от себе си всяка друга причина, вътрешна или външна“ [22]. Тази същност е една, тъй като, ако допуснем две необходими природи, то необходимостта ще им се яви като обща природа, и с това те двете ще станат недостатъчни на природата си, а оттам – ненеобходими и ненепричиними, което води до противоречие. Очевидно, е, следователно, че непротиворечиво е мислимо само едно биващо, на чиято природа да противоречи да не е и да не противоречи да е, и това е първата причина, която е съвършеното биващо.

Така достигахме до основния за нас фрагмент от доказателството, който собствено показва защо първият принцип следва да „играе на зарове“. В четвърта глава, теза пета, Скот показва, че, бидейки необходима от себе си, първата действителност е една и непричинена, свободна от каквато и да е ненеобходимост, а, значи, и свободна от всякаква, външна на нея, необходимост, поради което твори само контингентно [23]:

„Първото причиняващо, каквото и да причинява, причинява го контингентно.

Доказва се: това, което то причинява непосредствено, причинява го контингентно [...]; следователно, то причинява така и всичко останало, защото контингентното не предхожда по природа необходимото, нито необходимото зависи от контингентното.

Също и пожелаването на целта: нищо не бива пожелавано по необходимост освен това, без което не може да бъде това, което се иска с оглед на целта. Бог обича себе си като цел; и всичко, което той обича с оглед на себе си като цел, може да бъде, ако не е нещо различно от него, защото от себе си необходимото не зависи от нищо; следователно от пожелаването на целта той не иска нищо друго по необходимост; следователно той и не причинява по необходимост.

[...] По-нататък: ако първата причина определя като определена, как някоя втора причина би могла да се задвижи по някакъв друг начин към нещо друго, противоположно на това, към което, ако движи, движи първата причина, както е при нашата грешна воля?

По-нататък [...] всяко действие би било контингентно, защото то зависи от действителността на първата причина, която действителност е контингентна.“

В този пасаж Скот всъщност показва, че, ако се придържаме към едността на необходимото първо причиняващо, която едност е доказана преди това, [24] не можем да допуснем причинените други, различни, поне нумерически, а значи и по битие, да са причинени по необходимост, защото те биха били също необходими, което е противоречие, или пък биха предхождали първото причиняващо в реда на причините, което също води до противоречие, или биха го определяли, а то е освободено от всяка определеност, външна на себе си, доколкото е необходимо. Освен това, ако не допуснем, че първата причина, която е и необходима, причинява случайно, т.е. случайни неща, а не необходими, то бихме отмахнали възможността за греха, за свободната воля на човека, защото тя би била детерминирана от първата причиняваща като определена, същност. По този начин Скот доказва спекулативно абсолютната свобода на Бога, която така и така е дадена от доктрината, но също така и показва, че всички творения са случайни, т.е. имат такава същност, на която не противоречи да е, но също така не противоречи да не е, в противен случай те биха съвпаднали с Бога и не би имало творение. В този смисъл Бог, тъкмо доколкото е Бог, определен като първа причина и като необходимо битие, няма как да не сътворява нещата свободно, т.е. освободен от принуда, а така те могат да бъдат единствено случайни и никога необходими.

Оттук можем да обобщим, че всички неща, наред с природните закони и отделните биващи, са контингентни, тъкмо поради това, че Бог в абсолютната си непричиненост и независимост, е необходим и твори без никаква необходимост. Всяко крайно биващо е контингентно в начина си на биване и като такова то е изцяло случайно от гледна точка на своето съществуване, а в този смисъл всяка абсолютна определеност на крайното биващо, води до противоречие с идеята за ред на съвършенствата, т.е. с идеята за хармоничен космос, йерархично установен от един принцип. Закономерността никога не може да бъде абсолютна, тъй като би съвпаднала с Бог. [25]

2.

За да прибавим към този аргумент за неопределеността в творението, основан

върху понятието за биващо, малко теоретико-познавателен привкус, ще се обърнем към Николай от Куза [26], който озаглавява едно от произведенията си „*За предположенията*“ (*De coniecturis*), като поставя понятието за предположение в основата на учението си за познанието.

Според него, всички същности са напълно непознаваеми за човека, човешкият ум няма изобщо достъп до истината-сама-по-себе-си, „...истината не е нито повече, нито по-малко, състойки се в нещо неделимо, и не може да бъде измерена с точност освен като самата цялостна истина, която съществува... [...] След като сам интелектът не е истина, той не може да усвои истината никога дотолкова точно, че да не може да я схваща още по-точно до безкрайност...”. [27] Никога интелектът не може да съвпадне със себе си, защото той има принципа си в нещо друго, а именно в Бог, който, бидейки принцип, е тждество на всички противоположности (*coincidentia oppositorum*), единство на всяка множественост, сгръщане на всичко съществуващо, защото принципът е във всяко нещо и не е никое от нещата – в него максимумът и минимумът съвпадат, както периферията е разгръщане на центъра. [28] За Николай, Бог не е самите контингентни неща, както би било при един пантеист, но, като принцип и единно основание, в него е сгърнато всичко, “защото всичко е в него; и от него всичко се разгръща, понеже само той е всичко (...) доколкото е всеобщо съдържание, всички неща в него са него самият, а доколкото е всеобщо развитие, той е във всички неща това, което са, като истината в образа.” [29]

Като следствие от това, тъкмо принципът на нещата, тъкмо закономерността, е непознаваема в абсолютен смисъл. Каквото и понятие да изградим за принципа, според който нещата съществуват, действат или се отнасят помежду си, можем единствено чрез предполагагане и приближаване да конструираме относително подобни на истината общи понятия [30] и конкретни знания, понеже “Бог сгръща в себе си всичко, доколкото всичко е в него, и разгръща всичко, доколкото е във всичко.” [31]

В този смисъл, познавателно е невъзможно да имаме абсолютна определеност на нещата, тъй като абсолютният критерий за истината се намира в Бог и е непостижим за нашето дистинктивно мислене. На същия принцип, Николай показва и космологически, че в творението е невъзможно да се говори за абсолютно място, за абсолютна свързаност и за абсолютно движение. “Нищо не съществува (изцяло) в себе си освен максимумът и всяко нещо пребивава в себе си като в свое основание, (само) защото това негово основание е максимумът.” [32] Николай поставя неопределимостта до безкрайност като основание за относителност и неопределеност на познанието и космоса по истина и битие едновременно, без това да води до противоречие: “Безкрайната линия се съдържа изцяло във всяка една крайна линия, което ще рече в никоя, доколкото е една единна и различна от другите поради тяхната крайност. (...) Следователно безкрайната линия присъствува изцяло във всяка друга, така че всяка линия е в нея самата.” [33]

Постановяването на липса на абсолютно движение, доколкото то съвпада с абсолютната неподвижност, от която се разгръща като от принцип, като от свой максимум,

практически довежда до нещо, подобно на теория на относителността. Николай казва, че “можем да установим движението единствено в сравнение с нещо неподвижно, сиреч полюсите и центровете, *като ги предположим* в измерването на различните движения.” [34] На база на непостижимостта на абсолютната определеност, за да определим поне относително нещо къде се намира, ние се нуждаем от координатна система, а за целта *произволно* трябва да установим *относителна* неподвижност, доколкото абсолютният покой е в Бог, на наблюдателя, за да послужи той като център на координатната система. При това Николай набляга на факта, че *ние*, а не някаква обективна, иманентна на света закономерност, защото тя би била Бог и е непостижима, предпоставяме тези параметри, което означава, че те се вземат с необходимост произволно, тъй като центърът съвпада с периферията, което ги прави относителни и така *относително* измерваме движението. Поради това никоя наука не може да е точна, нашите изводи не могат да бъдат нещо повече от “догадки” (*coniecturis*) [35], а цялата ни познавателна активност – да е нещо друго, освен е вариации на тема „теория на вероятностите“.

* * *

Представените две постановки на проблема за невъзможността, светът да бъде по същността си абсолютно определен и безостатъчно да се постига познавателно от човешкия ум, респективно – от науките, дават на практика две репрезентативни за Средновековието посоки на разглеждане на въпроса – тази през битийната цезура на свършената, необходима, една, непричинена същност на Бога, която твори абсолютно свободно нещата и винаги контингентната същност на крайните, непостоянни, клонящи към небитие творения, и тази през непознаваемостта на всяка същност, основание, движение, положение в абсолютен смисъл, доколкото последните са постижими в себе си, т.е. в своята истина, единствено в безкрайния Бог, който е необхватим от крайния ум. Тези два твърде подобни теоретични плана, бидейки елементи от едно и също културно пространство – това на християнското средновековие, естествено се основават на една и съща верова предпоставка – че Бог е непостижим битиен принцип на всичко съществуващо.

Бележки

1. “Die Quantenmechanik ist sehr Achtung gebietend. Aber eine innere Stimme sagt mir, dass das noch nicht der wahre Jakob ist. Die Theorie liefert viel, aber dem Geheimnis des Alten bringt sie uns kaum näher. Jedenfalls bin ich überzeugt, dass der Alte nicht würfelt.”, Brief an Max Born, datiert auf den 4. Dezember 1926, [Einstein-Archiv 8-180]

2. Самият Айнщайн твърди на много места, но най-отчетливо в телеграмата си до един равин от Ню Йорк на 24 април 192: “I believe in Spinoza’s God who reveals himself in the orderly harmony of what exists, not in a God who concerns himself with fates and actions of human beings.” [Albert Einstein, upon being asked if he believed in God by Rabbi Herbert Goldstein of the Institutional Synagogue, New York, April 24, 1921, published in the New York Times, April 25, 1929, *Einstein: The Life and Times*, Ronald W. Clark, p. 502]

3. В статия за *New York Times Magazine* Айнщайн пише: “It seems to me that the idea of a personal God is an anthropological concept which I cannot take seriously.” [*Einstein the Human Side*, Helen Dukas and Banesh Hoffman, eds., Princeton, New Jersey: Princeton University Press, 1981.]

4. Einstein, A. *The World As I See It*, Citadel Press, 2001, p. 20-21.

5. Baruch Spinoza, *Ethica* I, pr. 29: In rerum natura nullum datur **contingens**, sed omnia ex necessitate divinae naturae determinata sunt ad certo modo existendum et operandum. [бълг. прев. Барух Спиноза, *Етика*, Наука и Изкуство, С. 1981, кн. I, теорема 29, стр. 88: “В природата на нещата няма нищо случайно, но всичко е определено от необходимостта на божията природа да съществува и да действа по известен начин.”]

6. В едно писмо от 21 март 1942 г. Айнщайн пише на физика Корнелиус Ланцош по повод квантовата теория „Es scheint hart, dem Herrgott in die Karten zu gucken. Aber dass er würfelt und sich telepathischer Mittel bedient (wie es ihm von der gegenwärtigen Quantentheorie zugemutet wird), kann ich keinen Augenblick glauben.“ [Morris, R.: *Gott würfelt nicht. Universum, Materie und kreative Intelligenz*, Europa Verlag, Hamburg 2001.]

7. Която като родствено понятие има *стохастика* от гр. *στόχαστική τέχνη*, лат. прев. *ars coniectandi* – изкуство на предположението.

8. *Artes liberales*, представящи основната програма на западните университети след началото XII в., се делят на квадривиум, включващ науките, имащи за фундамент числото – аритметика, геометрия, астрономия, музика, и на тривиум, към който се числят науките, занимаващи се със знака – граматика, реторика и логика (диалектика).

9. По-подробно за модалната теория на Дънс Скот вж. Gelber, H. *It Could Have Been Otherwise*, Brill, Leiden-Boston, 2004, pp. 114f; 150; Normore, C. G. *Duns Scotus's Modal Theory* in Cambridge Companion to Duns Scotus, Cambridge University Press, 2006.

10. Sylwanowicz, M., *Contingent Causality And The Foundations of Duns Scotus' Metaphysics*, Brill, Leiden-New York-Köln, 1996, pp. 186-190.\

11. Или за така наречените „онтологически импликации“, Vgl. Honnefelder L., *Duns Scotus*, Vgl. Beck, München 2005., S. 21.

12. Относно унивокалността на биващо (ens) вж. Kobusch, T. *Das Seiende als transzendentaler oder supertranszendentaler Begriff. Deutungen der Univozität des Begriffs bei Scotus und den Scotisten* in John Duns Scotus. Metaphysics and Ethics, „Brill“, Leiden-New York-Köln, 1996.

13. „Възможността или способността за битие са винаги “реални”, защото отнесеността към съществуването е винаги дадена. Наистина, тя не се изказва позитивно, а само така, че се отрича отричането ѝ, тоест като “непротиворечие” с битието или битийната същина (*entitas*).”, Каприев, Г., *Аргументът на Анселм от Кентърбъри* и “онтологическото доказателство“, Лик, С., 1998, стр. 239.

14. Понеже ако това биващо е само в интелекта, изпадаме в противоречие, “защото тогава то може да е, защото е мислимо, и не може да е, защото неговото понятие не допуска то да е [тоест да има битие] от нещо друго [понеже е необходимо].”, , Джон Дънс Скот, *За първия принцип*, Лик, С. 1998, стр. 102, IV, 9.

15. Каприев, Г., *Аргументът*, стр. 239.

16. „Notwendigkeit dagegen meint nicht einfach Unveränderlichkeit oder Ewigkeit, sondern die

Weise der Seiendheit [entitas], die nicht nicht sein kann (vgl. *Ordinatio* IV d.12 q.1 n.9), Honnefelder L., *Duns Scotus*, S. 82.

17. Johannes Duns Scotus, *Ordinatio* I d.8 p.1 q.3 n.115

18. Honnefelder L., *Duns Scotus*, S. 84.

19. Джон Дънс Скот, *За първия принцип*, стр. 37 сл.

20. Срв. Хайнцман, Р. *Философия на Средновековието*, Лик, С., 2002, стр. 305.

21. Срв. *За първия принцип*, III, 5, стр. 46-49.

22. Там, стр. 45.

23. Там, IV, 5, стр. 74 сл.

24. Срв. там, IV, 9, стр. 84 сл.

25. На практика, строгият пантеизъм е единствената валидна теория, в която това би било вярно – тъкмо в този смисъл Айнщайн говори за иманентния Бог на Спиноза, който действа единствено като вътрешен принцип на нещата, а не като йерархичен и самостоятелно съществуващ, срв. Baguch Spinoza, *Ethica* I, рг. 15. [бълг. прев. стр. 73 и сл.]

26. Николай от Куза (1401 – 1464) е кардинал на Римокатолическата Църква, известен философ, юрист, математик и астроном, завършил канонично право в Падуа, участвал е в събора в Базел (1431–1449).

27. Срв. Хайнцман, Р. *Философия*, стр. 360-361: “Всяко позитивно изказване от страна на човека е винаги *coniectura* – предположение, “което е причастно към истината сама по себе си само като другост” („*De coniecturis*”, I, 11)”

28. Николай от Куза, *За ученото незнание*, I, 12, стр. 133.

29. Там, II, 3, стр. 100. Vgl. Stallmach, J. *Ineinsfall der Gegensätze und Weisheit des Nichtwissens*, „Aschendorff“, Münster, 1989, S. 68: „Cusanus dagegen [gegen Thomas] denkt tatsächlich an eine Formursächlichkeit Gottes, jedoch an eine solche, die einerseits nicht innere Ursächlichkeit wäre (so dass der Schöpfer mit seiner Schöpfung „sich vermischte“), die aber andererseits auch nicht bloß äußere Formursächlichkeit (im Sinne der augustinischen Exemplarursache) sein soll.“

30. Най-подобното и в най-висока степен насочващо към Бог-сам-по-себе-си, т.е. към принципа, понятие е **не-другото** (*non aliud*), което не е собствено дефинирано понятие, а основа на всяка възможност да се дефинира понятие: “Който види, че *не-другото* не е нищо друго, освен *не-друго*, ще види също, че *не-другото* е определение на определението.”, Николай от Куза, *За не-другото*, Лик, С., 1998, стр. 87, теза III; теза I.

31. Там, II, 3, стр. 98; Вж. Хайнцман, Р., “*Философия...*”, стр. 365; Vgl. Stallmach, J., „*Ineinsfall...*“, S. 3: “Die Behauptung, das Abbild falle mit dem Urbild, das Verursachte mit seiner Ursache zusammen, kommt eher auf das Konto eines Unvernünftigen als eines Irrenden. Daraus nämlich, dass alles in Gott ist wie Verursachtes in der Ursache, folgt nicht, dass das Verursachte die Ursache sei, obwohl es in der Ursache nichts ist als die Ursache...” [„*Apologia doctae ignarantiae*“ II] Kein Zusammenfall also von allem *mit* Gott, obwohl alles ist *in* Gott...”

32. Срв. Николай от Куза, *За ученото незнание*, I, 17, стр. 62.

33. Там, стр. 62; срв. I, 19, стр. 67; I, 21, стр. 72-73; II, прол., стр. 87; II, 3, стр. 97.

34. Там, II, 11, стр. 131.

35. Срв. там, II, 11, стр. 131. За несигурността на познанието вж. Senger, H.G. *Ludus Sapientiae*, „Brill“, Leiden-Boston-Köln, 2002, S. 52; 65f. Vgl. auch Stallmach, J. *Ineinsfall*, S. 30f.

НАУЧНА КОНФЕРЕНЦИЯ

“ALGEBRAIC METHODS IN QUANTUM FIELD THEORY”

50 YEARS OF MATHEMATICAL PHYSICS IN BULGARIA

Ал. Ганчев

Академик Иван Тодоров навърши 75 години в края на 2008 г. Най-добрият начин да се отбележи юбилеят на един истински учен е с истинска наука и ние, неговите колеги и ученици, предложихме да направим научна конференция на тема: “Algebraic Methods in Quantum Field Theory” 50 Years of Mathematical Physics in Bulgaria, on the occasion of the 75th anniversary of Ivan Todorov, 15-16 May 2009.

Организационният комитет се председателстваше от В. Добрев и включваше А. Ганчев, М. Матеев, Е. Нисимов, Ч. Палев, П. Физиев и Л. Хаджииванов. Спонсори на конференцията бяха Институтът за ядрени изследвания и ядрена енергетика на БАН и международните договори “Lie Theory and Its Applications in Physics” и “Euclid”.

Първият ден на конференцията, петък 15 май, се проведе в зала 300 на ИЯИЯЕ-БАН, на 7-ми километър, а втория ден докладите бяха в зала 44 на Катедра Теоретична физика на Физическия факултет на Софийския университет, Лозенец. В това има малко символика – силна математична физика има и в Ядрения институт, и в Софийския университет, и колегите на двете места поддържат тесни връзки, например в зала 300 се провежда традиционният, може би с няколко хиляди издания, четвъртъчен “семинар на Тодоров”, а зала 44 е била традиционното място за десетките курсове на проф. Тодоров по най-актуални теми на математичната физика. Конференцията започна с няколко встъпителни думи от Владимир Добрев, главен организатор на конференцията, и от Емил Нисимов, ръководител на Лабораторията по Теория на елементарните частици, и продължи с докладите на Герхард Мак (Gerhard Mack, Univ Hamburg) “D-мерни конформни теории на полето с аномални размерности като дуални резонансни модели”, Карл-Хениг Реепен (Karl-Henning Rehren, Univ Goettingen) “Конформна теория на полето в различни размерности”, Мишел Дьобоа-Виолет (Michel Dubois-Violette, Univ. Paris XI, Orsay) “Обобщени хомологии и приложения”, Николай Николов (ИЯИЯЕ) “Аномалии в квантовата теория на полето и кохомологии на пространства от конфигурации”. Вторият ден започна с кратко встъпление на Пламен Физиев, ръководител на Катедра Теоретична физика, и продължи с докладите на Виктор Кац (Victor Kac, MIT, Cambridge) “Крайни и афинни кубични оператори на Дирак”, Емил Хорозов (ФМИ-СУ) “Пространства на Калоджеро-Мозер и теория на представянето”, Валентина Петкова (ИЯИЯЕ) “Граници и линии на дефекти в 2-мерна конформна теория на полето”. Част от докладите могат да се намерят в pdf-формат на страницата на конференцията (<http://theo.inrne.bas.bg/~dobrev/ITT-75.htm>).

Да кажа няколко думи за докладите или докладчиците. Не мисля, че ще бъде неточно или нескромно да се говори за сериозния принос на българската школа в

конформните теории на полето. Тази област, възникнала през 60-те, е изключително жизнена, преживяла няколко инкарнации или революции, и до наши дни дава богати резултати. Корените на тази школа може да потърсим в пионерските работи на Мак и Тодоров от началото на 70-те и тяхното продължително сътрудничеството, включило малко по-късно В. Добрев, В. Петкова и С. Петрова и други. Това е първата “конформистка” инкарнация, когато ударението е на 4-мерна теория. Втората вълна, започнала през 80-те, е свързана с точно решаемите 2-мерни теории и приложения в струните. В края на 90-те интересът се връща към по-високо мерните конформни теории поради интереса към така нареченото AdS/CFT съответствие (съответствие между калибровъчни теории и конформни теории), както и от естественото желание да се приложи и обобщи наученото за операторното разложение и вертексни алгебри в размерност две към по-високи размерности. Николай Николов, Ясен Станев и Иван Тодоров заедно с математика Божко Бакалов са водещи в развитието на вертексни алгебри в размерности, по-големи от две. Германската връзка на българската школа продължава след две десетилетия с Реерен (работил първо при Мак в Хамбург, а сега в Гьотинген), който се включва в работата на Николов, Станев и Тодоров. Докладите на Мак и на Реерен се отнасят за връзките между конформни модели в различни размерности.

Централният обект в хомологичната алгебра е диференциалът, оператор с нулев квадрат. Капранов (Kapranov, ‘On the q-analog of homological algebra’, preprint 1991, q-alg/9611005) предлага обобщения на хомологичната алгебра, в които се разглеждат верижни комплекси с диференциал, който е нилпотентен, но се занулява не непременно от втората, а от някоя по-висока степен. Дьобоя-Виолет е посветил не малка част от работите си (включително и две статии с Тодоров от края на 90-те години) на това обобщение и докладът му в София беше на тази тема.

В своя доклад Николай Николов развива аксиоматично теория на пертурбациите в конфигурационно пространство (arXiv: 0903.0187). В n -тия ред по теория на пертурбациите интегрираме функции на n точки. Тези функции, по теоремата на Вик, са всевъзможни произведения на пропагатори, функции на Грин, свързващи двойки от точки и те са дефинирани за несъвпадащи точки. Процедурата на пренормировка се състои от додефиниране на функциите като разпределения с особености при съвпадащи аргументи. Този оператор на додефиниране (пренормиращия оператор) не комутира с производни. Тези ненулеви комутатори се организират в оператор, който удовлетворява уравнение от типа на Мауер-Картан. Тази част аз намирам за много интересна и перспективна за развитие.

Не знам колко математици от ранга на Виктор Кац са идвали в България, но това е поне третото му научно посещение у нас (от любопитство погледнах малко статистика: за фразата “Kac-Moody algebra” Google дава 300 000 попадения, Google Scholar 13 000 попадения, а неговата книга “Infinite-dimensional Lie algebras” е цитирана 3500 пъти!). В основата на 2-мерната конформна революция стои развитието на представянията на алгебрата на Вирасоро от Кац и Фейгин и Фукс в края на 70-те. През 1985 г. Тодоров работи в Масачузетския технологичен институт край Бостън. Резултатът от съвмест-

ната работа на Кац и Тодоров е публикацията “Superconformal current algebras and their unitary representations”, Comm. Math. Phys. 102 (1985) 337–347. Един от многото резултати в тази работа е и така нареченият кубичен оператор на Дирак или Дираков оператор на Кац-Тодоров, въведен за първи път от тях. Този оператор е преоткрит след 15 години и широко популяризиран в редица работи, но както често се случва, пионерите са забравени. Докладът на Кац (виж сходната работа Кас, Frajria, Pari, arXiv: 0804.3495) включваше описание на ядрото на този оператор и приложения в теория на представянията.

През 1995-96 Емил Хорозов, заедно със Божко Бакалов и Милен Якимов (по това време двамата са студенти трети курс), публикуват една много силна серия от работи (hep-th/9510211, q-alg/9602010, q-alg/9602011, q-alg/9602012) по класически напълно интегрируеми системи. По-късно Божко Бакалов прави докторантура в MIT при Кац и участва в редица съвместни работи по конформна теория на полето с Тодоров и други колеги. В доклада си Хорозов описва свой непубликувани работи по приложение на интегрируеми системи на Калоджеро-Мозер в решаването на задачи от алгебричната геометрия и по-специално хипотезата на Б. и М. Шапиро.

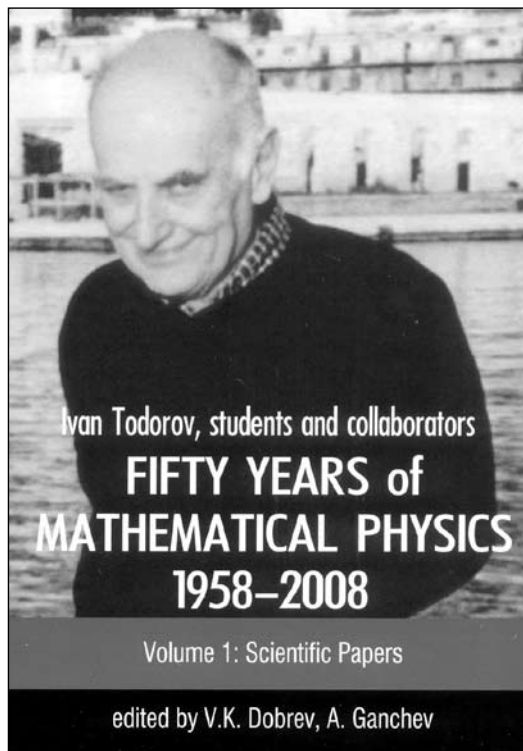
Валентина Петкова направи обзорец доклад по граници и линии на дефекти в 2-мерна конформна теория на полето. В този доклад тя не споменава никъде за свои работи, въпреки че тя е сред основните автори в 2-мерната теория и особено в 2-мерните модели с граница. Един бърз поглед в Google показва, че работите на Петкова в съавторство с Жан-Бернард Зубер (Jean-Bernard Zuber, Saclay, Gif-sur-Yvette) са водещи по темата (десетина работи на двамата и съавтори събират над 700 цитата).

След последния доклад председателстващият, акад. Матеев, даде думата на юбиляра, който благодари на организаторите и на докладчиците, но добави: *«бях притеснен, особено в началото, от прекалените хвалби; имах чувството, че присъствам на собственото си погребение. Нито математиката, нито теоретичната физика в Софийския университет започват с нас. С благодарност мисля за своите учители, професор Ярослав Тагамлици (по диференциално и интегрално смятане и по функционален анализ) и професор Христо Христов (по класическа електродинамика). Математичната физика, която не се ограничава с решаване на задачи на физиката, а се мотивира и от развитието на математическия формализъм, напротив, доби гражданственост в наше време (Международната асоциация по математична физика, IAMP, например, бе основана едва през 70-те години). Не е сигурно, че това е положително явление: професор Христов имаше основание да възразява срещу самия термин и да предпочита да говори за математични методи на физиката. Математичната физика дава простор на въображението, но оставя място и за посредствени работи, които не са нито строга математика, нито истинска физика. Трудно е да се подражава на Пол Дирак, който стига до своето знаменито уравнение, като си играе, по собствените му думи, с формули. Свободата в избора на проблемите и на средствата, с които ги решаваме, отстраняването на външните ограничения, ни задължава да си поставим високи вътрешни критерии за това, което се опитваме да правим.»*

ДОСТОЙНО ЕСТЬ: „FIFTY YEARS OF MATHEMATICAL PHYSICS” (АКАД. ИВАН ТОДОРОВ НА 75 ГОДИНИ)

„Човек е голям само по отношението си към големите неща”

Андре Малро



„Всеки остров заслужава своя управител!” са казвали преди три хиляди години в древна Гърция. Днес това звучи: „Всеки народ заслужава своето правителство!”, особено пък, ако той си го е избрал сам... Можем да перифразираме тази мъдра мисъл за случая: „Всеки юбиляр заслужава и своето честване”... Какво по-достойно от това: тези два тома **“Fifty Years of Mathematical Physics”** (v.1: Scientific Papers, v.2: Lectures, Expository, Essays); Изд-во Heron Press – София, 2008; съставители В. Добрев и А. Ганчев) – над хиляда страници, при това подбрани от публикуваните на английски език – негови и на негови ученици – трудове! Като се добавят към тях и десетината монографии и още над 150 други научни публикации: по-високо от разни планини, на които се кръщават ордени и по-дълбоко от разни реки, чиито имена носят доходоносни търговски фирми! Когато си роден сред книги, израснал

сред книжовници и живееш в къща, отрупана с книги и списания, толкова, че да не остане място за един телевизор...

За съдържанието на тези трудове, известни и признати – поне няколко стотин души са ги прочели, разбрали и са се оттласнали от това, което пише там. *“Поздравявам те, Иване, защото тази книга е забележително свидетелство за красивата работа и големите постижения, които ти осъществи през дългата си кариера, доказателство за уважението на всички твои приятели, сътрудници и колеги”* – пише проф. Жан-Бернар Зюбер от университета “Пиер и Мария Кюри” в Париж; *“През изтеклите години винаги съм се възхищавал от прекрасните – лично твои и на твои сътрудници – приноси, така че много хубава е идеята те да бъдат издадени във вид на двутомен сборник. Впечатляващ е и обемът на извършената от теб работа като ръководител*

на създадената от теб забележителна *Школа по Математична физика*” пише проф. Франко Строки от Скуола Нормале в Пиза.

И наистина, какво по-ярко признание от ученици и сътрудници, направили си огромния труд да ги съберат и издадат. А беше организирана и проведена международна конференция, посветена на математичната физика и на юбиляра (вж предния текст).

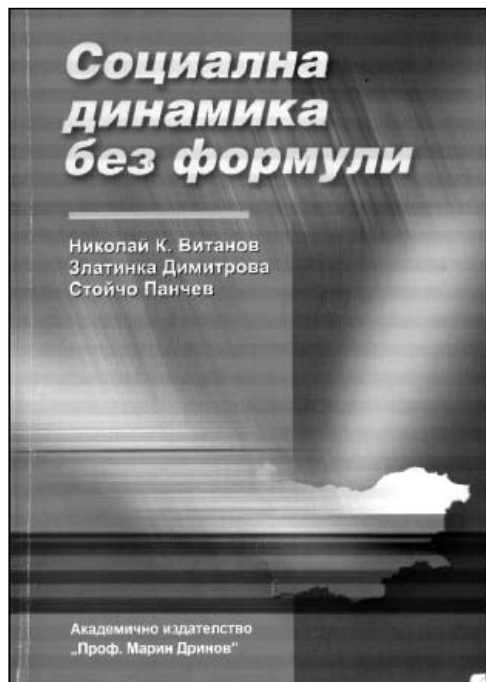
А ние имаме повод да обърнем внимание за включените няколко „есета”, каквито често се причисляват към т. нар. „научно-популярни” текстове. Впрочем, те могат да се приемат за „популярни” само, ако приемем, че така трябва да се наричат, защото в тях няма (много) формули... Ех, акад. И. Тодоров си има достатъчно текстове, в които формулите са повече от думите, и затова сега, такива – „в проза”, както се удивляваше навремето, че се е изразявал г-н Журден – юбилярът безстрашно ги е включил в двутомника. Защото онези, които, съсредоточени върху пъпа си или своя IF, отминават такива текстове с пренебрежение, са загубили много: първо, вкуса си, след това и конкретното им съдържание. Наистина в тези два тома са включени само три такива текста. А „Светът на физиката” вече в продължение на много години ежегодно публикува по едно превъзходно такова есе. И „Светът на физиката” нямаше да бъде това, което е, ако не бяха те. Разбира се, за онези, за които то е.

Редколегията на „Светът на физиката” пожелава на своя „доброволен сътрудник” академик Иван Тодоров здраве и творческо дълголетие! Надяваме се за още много години на неговата подкрепа и сътрудничество. Иначе за къде сме?...

А вие, дами и господа, освен такива публикации, каквито са в тези два тома, четете и „Светът на физиката”! Ние ще се погрижим в следващите токове да има още такива текстове „в проза”...

Н. Ахабабян

НОВА КНИГА НА НАШИ КОЛЕГИ, С МНОГО ДОСТОЙНСТВА



На много хора не им е приятно, както в повечето случаи и на мен, когато за дадена книга, филм, музикално произведение или някакво друго произведение журналистите по радиото, а особено пък по телевизията, разпитват автори, преводачи, издатели, коректори или разни странични хора за въпросното произведение, разнищват го отгук-оттам и така губят ценно време, през което човек би могъл да чуе някой прекрасен откъс от въпросната книга или музикална творба, би могъл да види няколко впечатляващи сцени от филма и по такъв начин да почувства обсъжданото произведение. Много е възможно така да мислят и повечето колеги. Надявам се да успее да не постъпя по такъв начин, водена от искрения си стремеж да осведомя колегията за чудесната, току що отпечатана книга “Социална динамика без формули” (Академично издателство “Проф. М. Дринов”, 2008) на

нашите колеги-физици Николай К. Витанов, Златинка Димитрова и Стойчо Панчев. Тази книга е толкова стойностна и привлекателна, че си струва да рискувам.

Докато взаимното проникване на науките първоначално засягаше главно природните науки и математиката, в резултат на което възникнаха биофизиката, геофизиката и физико-химията, днес в този процес са включени вече и обществените науки, от които се раждат нови хибридни науки от на пръв поглед несъвместими компоненти, като например социофизиката и иконофизиката. Разглежданата книга е посветена на една от междинните науки – социалната динамика, намираща се в пресечната точка на социологията, приложната математика и физиката. Авторите – физици и приложни математици – анализират процесите в сложните системи, започвайки от човека, преминавайки през групите и обществото и достигайки до държавата и цивилизацията. За да е достъпен за читателите без математическа подготовка, анализът е направен без помощта на математически средства. Освен че представлява самостоятелна творба, книгата подготвя читателя за следващата книга, в която ще са изложени основните математически модели на социалната динамика. Заедно с първата книга “Популационна динамика и национална сигурност” на същите автори, издадена през 2005 г.,

настоящата и следващата книги ще оформят трилогия под общото заглавие “Елементи на теоретичната социодинамика”.

Тази книга не може да бъде разказана. Тя може успешно да се чете от по-забързания читател както от средата към началото, така и от края към средата, но, все едно, това няма особено значение, защото на която и страница да обърне човек, все ще открие нещо извънредно интересно, което ще му се иска да дочете нататък и още повече ще се засилва желанието му да започне от началото и да продължава до края. От сега предвкушам удоволствието от запознаването със същия сюжет, описан чрез формули – едно предизвикателство, особено за експериментатори като мен, прилагащи малка част от математическия апарат в своята ежедневна работа. Обнадеждаващо е, обаче, че първата глава на настоящата книга вдъхва голяма доза вяра, че основните принципи за строежа и динамиката на сложни системи, така хубаво описани с думи тук, ще изглеждат ясни и красиви и в следващата книга, описани с формули.

Книгата е написана с точни думи, разделена на голям брой глави и подглави, с много добре маркирани изводи. Въпреки че се изкушавам да разкрия с какво започват много от главите, ще си наложа да се въздържа, за да дам възможност на колегите също да се насладят на приятни изненади.

По преживяването, което тази книга поражда, виждам аналогия с хрониките на Стефан Цанев, които излязоха в трите тома през последните години. За разлика от хрониките, в които досега е публикуван материалът, обхващащ периода от далечното минало до около годините на Втората световна война, книгата на нашите колеги изследва сложните динамични процеси в света, и в частност в България, чак до наши дни. Без съмнение, изключително актуална и полезна за нас е последната глава, посветена на развитието и проблемите на България. Всичко, което ни вълнува през последните десетилетия и в момента, е засегнато тук: икономика, политика, управление, наука и образование, човешки права, национална сигурност, демографски, етнически, религиозни и други проблеми, при това илюстрирано с конкретни, реални примери от настоящия ни живот, анализирано и прогнозирано. Оптимистично е, че са посочени и позитивните решения на различните проблеми. Ето един малък откъс от последната глава: “Днес България и българите са изправени пред тежки проблеми. Някой лесно ще се откаже. Но какво е отчаянието? Отчаянието е страх без надежда, е казал Рене Декарт. А надежда има. От това как ще решим проблемите на българското общество зависи съдбата на следващите поколения...”. За сетен път нашата прекрасна специалност – физиката, потвърждава своето първоначално наименование “философия на природата” и за нас, като физици, е истинска радост да се убедим отново в това чрез тази книга. Но, докато за нас е истинско удоволствие, сериозното запознаване с нея би трябвало да е задължително за хората, заемащи ръководни длъжности на различни нива в държавата ни. А колкото до ползата от продължението на настоящата книга, вярвам че всеки би могъл да си направи извод след като прочете най-последния пасаж от нея, който ще цитирам по-долу.

“Нека завършим с една шеговита алегория. Всеки знае за филма на Джордж Лукас “Междузвездни войни”, всеки е виждал Йода, Оби-Уан Кеноби, Дарт Вейдър или лорд

Сидиъс – могъщият император, владеещ тъмната страна на силата. В тази книга ние изложихме основни идеи на социалната динамика, при това **без формули**. Това е само началото на пътя или училището за джедаи, ако продължим аналогията с горния филм. **Но ако си спомняте, могъщият лорд Сидиъс бе победен не от джедая Йода или от Люк Скайуокър, а от не по-малко могъщия ситски лорд Дарт Вейдър.** Йода умря сам на загътена планета, същото щеше да сполети и Люк Скайуокър. В тази книга е изложена част от “светлата страна на силата”. Тя е достатъчна, за да превърне читателя в джедай. Но силата има и тъмна страна. Избрани джедаи я усвояват и се превръщат в ситски лордове. Тъмната страна на силата на социалната динамика е свързана с формулите и моделите на математиката и физиката. Някои от тях ще изложим в следващата книга от трилогията. Който усвои и тях, бързо ще разбере какво се крие зад казаното от лорд Сидиъс:

The dark side of the Force is a pathway to many abilities ... some consider to be unnatural. (Тъмната страна на Силата е път към много способности, смятани от някои за неестествени).

Ние ти пожелаваме успех, читателю. И помни: стени се пробиват само с глава. Всичко останало са само средства за постигане на горната цел.”

Ренна Дюлгерова

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

EURO

BG 82 SOMB 9130 14 25109301

BIC SOMBBGSF

MUNICIPAL BANK PLC

BRANCH DENKOGLU

ЛЕВА

IBAN: BG 03 SOMB 9130 10 25109301

BIC: SOMBBGSF

ОБЩИНСКА БАНКА

КЛОН ДЕНКОГЛУ

ЧЛ. КОР. ПРОФ. СОЛОМОН САЛТИЕЛ (1947-2009)

На 07.05.2009 г. на работното си място внезапно почина член-кореспондент професор Соломон Салтиел. Шок както за семейството му, така и за всички, които го познаваха и ценяха! И до днес болката от загубата за семейството, роднините и близките, колегите и приятелите на професор Салтиел си е все същата!

Много тъжно е, че думите на обич, благодарност, възхищение и преклонение към нашия колега и учител идват, когато той вече не е между нас.

Професор Соломон Салтиел бе дългогодишен преподавател във Физически факултет на Софийския университет. Бил е учител и на почти целия сегашен екип на катедра Квантова електроника и на Лабораторията по лазерна техника. Търпеливо и тактично е подкрепяше и насочваше по-младите колеги при първите им и несигурни стъпки в лазерната физика и техника. Едновременно с това, от неговия личен пример, те се учеха на постоянство, как да се борят и да преодоляват трудностите, как да заемат морално издържани позиции в различните житейски ситуации. До последния си дъх професор Салтиел продължи да полага особени грижи за израстването на студентите и по-младите колеги, включително и като координатор на програмата Socrates-Erasmus.

Безценен е приносът на професор Салтиел за развитието на научноизследователската и учебната база във Физически факултет и на Института по лазерна техника, на който беше директор.

Под негово ръководство защитиха дисертации редица млади учени; повече от 30 дипломирани физика и инженер-физика, бакалаври и магистри, направиха своите първи стъпки в квантовата електроника. Самият той, освен традиционните курсове по Квантова електроника и Лазерна техника, разработи и води' авангарден лекционен курс по Фотонни структури. Две поколения негови възпитаници градят академична кариера в престижни университети у нас и в чужбина.

Професор Салтиел остави не само много ученици и последователи, но също и значително научно наследство – повече от 120 научни статии, 3 книги, повече от 25 поканени доклада. С нестихващ ентузиазъм той работеше в областта на нелинейната оптика, както у нас, така и с колективи от Лабораторията по физика на лазерите в Университета Париж-Север, с Центъра по нелинейна физика на Австралийския Национален Университет в Канбера и с Лабораторията по приложна оптика в Ecole Polytechnique/ENSTA (Франция). Имаше активни сътрудничества с лаборатории от Барселона (Испания) и Мумбай (Индия). Наред с изключително плодотворната му научна работа професор Салтиел бе рецензент на десетки международни списания, Научен секретар на Специализирания съвет по радиофизика, физична и квантова електроника, Заместник-председател на Съюза на физиците в България и член на Изпълнителния съвет на Националния фонд "Научни изследвания". Макар самият той да бе безкрай-

но скромно в личен план, научната колегия го оцени по достойнство. Свидетелство за това е присъденото му звание “Член-кореспондент на БАН”, Почетният медал на Софийския университет 1-ва степен и високата награда от бившето Министерство на образованието и науката.

Международната му известност като учен го издигна и до престижната и изискваща много организационен талант позиция на Национален координатор на българското участие в проекта “Екстремна светлина” по Седма Рамкова програма на Европейския съюз. Организационните комитети на голямата международна конференция на Консорциума “Екстремна светлина” в Брашов (Румъния), както и на Конференцията по свръхбърза и нелинейна оптика (Бургас, България) решиха да посветят тези събития на паметта на Соломон Салтиел.

Всичко това не би било възможно без подкрепата, която той получаваше от прекрасното си семейство, особено от съпругата си Веселина Салтиел, с която бяха един отлично сработен екип.

Съболезнователни писма към семейството на професор Салтиел и към катедра Квантова електроника изпратиха изтъкнати физици, приятели и колеги от чужбина. Може би най-кратко и точно чувствата и мислите им са изразени в писмото на доктор Нешев от Австралийския Национален Университет, негов ученик и сътрудник: “Не мога да повярвам как е възможно. Пълен шок е за всички нас. Това е голяма загуба за всички нас и голяма загуба за науката по света.”

ДОЦЕНТ Д-Р АЛЕКСАНДЪР ДОНКОВ (1939-2009)

На 4 май 2009 физическата ни колегия се прости с прекрасния човек, великолепия физик-теоретик, блестящия лектор и учител, една от легендите на Физическия факултет и Софийския университет – доцент д-р Александър Донков.

Неговите колеги, студенти и приятели имаха щастието да познават, общуват и черпят с пълни шепи от необятния интелект, познания и опит на този изключителен българин. Неговата личност поразяваше и покоряваше всички, които се срещаха с него. Той беше блестящ представител на България в Дубна, Обединения институт за ядрени изследвания, в CERN и в много други физически центрове. И до ден днешен в Дубна текущо се употребяват и са популярни думите, с които Сашо “обогати” руския език – т. н. “сандизми”.

Александър Донков е роден на 12 ноември 1939 г. в бедно, но високо интелигентно семейство. Завършва с пълно отличие престижната руска гимназия в София. Той е най-силният студент в своя курс физика (производствен профил). След отличната и впечатляваща защита на дипломната си работа и конкурс през 1963 г. постъпва като асистент в най-желаната катедра на Физическия факултет – по Теоретична физика. С нея е свързана и цялата му професионална дейност. Той продължава традициите на своите учители Ярослав Тагамлици, Иван Златев и Асен Дацев. Налага свой стил в преподаването – строг и съвременен. Лекциите му са обмислени и изпипани до последния детайл. С най-мотивираните и талантиливи студенти се занимава индивидуално, като ги довежда до последните новости в науката.

Александър Донков е автор на важни резултати в областта на квантовата теория на полето с фундаментална дължина. В този подход той развива тримерна формулировка на задачата за две тела и изследва еластичното разсейване на адрони при високи енергии. В рамките на аксиоматичния подход на Боголюбов е построена нелокална квантова теория на полето с квантувано пространство-време. Последните му изключително дълбоки работи са посветени на операторни методи за точно решаване на кинетичните уравнения на Фокер-Планк.

Сашо беше изключително взискателен, преди всичко към себе си, но и към своите студенти, приятели и близки. Не търпеше фалш и лъжа. Рязко прекъсваше връзките и отношенията си с всеки, който беше излъгал неговите очаквания. Безпределно обичаше приятелите си и беше готов да направи за тях всичко. Блестеше с интелект и енциклопедични познания, с невероятно чувство за хумор и беше прекрасен разказвач. Вроденият му артистичизъм превръщаше всяка негова лекция в спектакъл.

Преди всичко, обаче, той беше учител. Това най-добре знаят неговите студенти.

Александър Донков ще остане завинаги в сърцата и душите на своите колеги, студенти и познати.

КОНФЛИКТ В КОСМОСА

Част III

Саймън Митън

Глава 6

ЖИВОТЪТ НА ЗВЕЗДИТЕ

Фред Хойл насочва своя творчески гений към необикновено широк кръг от проблеми и развива богато разнообразие от жанрове. Изследванията му обхващат въпроси от Слънчевата система до цялата Вселена. Интересува се от всичко: Слънцето, звездите, междузвездния прах, галактиките и космологията. Интересите му го отвеждат чак до политическите и социални науки, климатичните промени, археологията, палеонтологията и молекулната биология. Използва всички възможни форми и жанрове, с които да стигне до обществеността – изследователски статии, монографии, научна фантастика, книги за деца, учебници. Привлича го всяка възможност да осъществи радио- или телевизионно предаване на популярни беседи, към които публиката храни огромен интерес. Най-често работи като скакалец през лято – прескача енергично от едно на друго място. При проследяването на научната му кариера разказът неизбежно върви напред и се връща назад. Да вземем например работите му по акреция, по космология и по астрофизика: те всички се застъпват във времето, но са твърде различни като научна тематика. По тази причина реших да обсъждам темите поотделно и да подбирям свързани помежду си статии и книги. Сега се заемаме с неговите изследвания върху еволюцията на звездите, които започват към началото на войната и остават негова важна изследователска тема до средата на 1960-те години.

В днешно време повечето продуктивни учени пишат статиите си на компютър. По своя стил на работа Хойл не се различава от този на учените по света от епохата преди компютрите – писалка и хартия. Запазените в архивите на колежа “Св. Джон” ръкописи, а също така личните спомени на някои от колегите му ни съобщават, че Хойл е предпочитал да пише с перодръжка върху разчертани листа. Забележително е, че почеркът му почти не се е изменил от 1935, когато написва заявление за постъпване в колежа “Еманюел”, до 2000, когато си кореспондирах с него. Това е ясен ръкопис, лесен за разчитане и с редки изменения. Подписът му почти не се е изменил. Ранните му ръкописи са в значително по-добро състояние, отколкото са първите машинописни текстове, които сега са избледнели. От около 1939 той използва тетрадки голям формат с твърди корици, после преминава към отделни листове и накрая, от средата на 1940-те, започва да пише на блокове. Повечето запазени тетрадки и блокове са всеки с по една определена тема, така че по всяко време да ги има в събран вид и да може да продължи работата по тях. Предпочита да работи в кабинет в колежа или вкъщи. Даже когато вече оглавяваше собствения си Институт по теоретична астрономия, между 1967 и 1972, Фред прекарваше времето си в отдела по-скоро, за да беседва с

колегите, отколкото да изготвя ръкописите си. Никога не държеше да седи на бюро, но предпочиташе твърдо кресло. Листовете хартия често поставяше върху тънкия доклад от 1949 с твърди корици, озаглавен *История на обсерваториите в Кеймбридж*.

Няма никакво съмнение, че интересът на Хойл към звездната еволюция е бил стимулиран от Едингтън. Първоначално това са били популярните книги на Едингтън, а по-късно Хойл е бил силно впечатлен от „*Вътрешен състав на звездите*“, където е изложена основната теория за строежа на звездите. През 1940 Фред се среща със Сър Едингтън, който по това време е чуждестранен секретар на Кралското астрономично общество (КАО). Желанието на Фред е да стане член на КАО, като за целта той трябва да има препоръката на трима от действащите членове на КАО. Исква Едингтън да е пръв поръчител като член на КАО, който „лично го познава“.

Като директор Едингтън имал кабинет в източното крило на университетската обсерватория. Когато се приближава до сградата, Хойл е очарован от неокласическата ѝ фасада, направена от дялан камък. Завършена през 1923, сградата е описана от Комисията по историческите паметници като „пример за прилагането на възрожден гръцки архитектурен стил за строеж с научно предназначение“. След като беше възстановена през 1991, сградата сега е по-близка до първоначалния план, отколкото беше през 1940. Хойл позвънява на звънеца при внушителната външна врата на Едингтъновия апартамент. На вратата го посреща сестрата на професора, винаги наричана госпожица Едингтън; тя поддържа жилището на великия човек. Хойл е въведен в гостната и изчаква няколко минути, като се любува на пространното помещение. В днешно време тази част на обсерваторията е запазила много от очарователните черти на домашния уют, въпреки че през 1970-те помещенията са превърнати в кабинети. Кабинетът на Едингтън беше в югоизточния ъгъл (днес част от библиотеката), почти запълнен от голямото пиано, на което е било акомпанирано Айнщайновото изпълнение на цигулка по времето, когато през 1930 той получава почетен докторат.

Едингтън подписва документа на Фред и той се готви да си тръгва. Но неочаквано Едингтън преодолява обичайната си стеснителност и запитва Хойл какви изследвания е правил напоследък. В последно време Хойл е станал чест и активен участник в седмичните семинари на обсерваторията, известни с предшестващия ги следобеден чай. Хойл, както обикновено, никога не изчаква края на доклада – от протоколите на КАО научаваме, че той непрестанно прекъсвал докладчиците и задавал многобройни въпроси. Едингтън сигурно е забелязал задълбочените и обстойни изказвания на младия човек по време на заседанията на КАО и на семинарите с чай. Въпросът на Едингтън не затруднил Хойл: пресмятал повърхностните температури на звездите. Това отключва дискусия върху източника на енергия във вътрешността на червените гиганти. Моделът, предлаган от Едингтън за червен гигант, не е достатъчно горещ, за да доведе до „изгарянето“ на водород, от което да се получи хелий. На това Едингтън отговаря, че по идея на Гамов горенето води до получаване на литий от водород, но Хойл възразява, че количеството на лития е твърде малко, за да бъде това реална възможност. И така натагък. Тогава от жилищната част на апартамента се чува звънец.

“Чаят ми!” – възкликва Едингтън и изчезва. Но от този момент нататък Хойл израства в очите на Едингтън и между тях се установяват близки отношения въпреки различните им положения в научната йерархия. След време Хойл ще стане следващият астроном, който наследява Плумианската професура на Едингтън.

В продължение на няколко години строежът и еволюцията на звездите заемат най-видно място в изследователската програма на Хойл и за да добием вярна представа за огромните му постижения, трябва да си припомним някои от фундаменталните си днешни познания относно звездите и да ги съотнесем към онова равнище на знанията, което Хойл заварва, когато навлиза в тази плодотворна територия.

Химическият състав на една новообразувала се звезда съдържа почти три четвърти водород, почти една четвърт хелий и остатък от около една петдесета, съдържаща повечето от другите стабилни елементи. Засега е достатъчно да разгледаме само водорода. Източникът на енергия на Слънцето и на всички други “нормални” звезди е протичащата в дълбоката им вътрешност реакция на превръщане на водорода в хелий. Най-често срещаният цикъл, произвеждащ енергия, започва с четири протона и на етапи ги превръща в хелиево ядро, два позитрона, две неутрино и освободена енергия във вид на гама-лъчи. Едно хелиево ядро има по-малка маса от четири протона, така че тази масова разлика, възлизаща на 0,7 %, се превръща в чиста енергия.

Всеки протон е с положителен електричен заряд и тъй като еднаквите заряди се отблъскват, за да могат протоните да се слеят, те трябва да се движат достатъчно бързо, за да преодолеят взаимното електрично отблъскване. Онова, което наричаме температура на един газ, в действителност е мярка за скоростта на неговите частици. Протонният цикъл може да функционира само ако температурата превишава 10 милиона К. Освободената енергия в невероятно горещата сърцевина на звездата постепенно намира своя път към повърхността. Основно това става посредством лъчение, което също така пренася слънчевата топлина и светлина през празното пространство. Обаче фотоните непрекъснато биват поглъщани и разсейвани, което означава, че преносът на енергия посредством лъчение е бавен процес. Но в определени слоеве конвекцията може да се окаже основен начин за пренос на топлина. При конвекцията става циркулация на газ или течност, точно както топлият въздух в една стая се издига над горещия радиатор, след което се охлажда и отново се спуска надолу. Всяка изчерпателна теория на физическите процеси в една звезда трябва да отчита както радиацията, така и конвекцията.

Астрофизическата теория може да се приложи, за да се изчисли какво представлява звездата под своята видима повърхност и как тя ще се мени с времето. Пресмятанията на звездната структура включва създаването на “модели”, всеки един от които описва съвкупност от възможни вътрешни свойства на звездата. Тогава получените въз основа на тези модели предсказания за това как ще изглеждат звездите могат да се сравняват с наблюдателните данни. Ако създам модел на звезда, притежаваща една слънчева маса материал с химическия състав на Слънцето, тогава моята моделна звезда ще трябва да прилича по радиуса, температурата и светимостта на реалното Слънце. Ако влож

модела си по-голяма маса от тази на Слънцето, ще мога да разбера какво е поведението на една по-масивна от Слънцето звезда – тя ще трябва да е по-гореща, по-светла и да има по-кратък живот. Ако приложим модела си към поредица от звездни маси, ще мога да възпроизведа температурата и светимостта на определена популация от нормални, изгарящи водород звезди. Пресмятанията на звездната еволюция са предназначени да покажат как ще се изменя външният вид на звездата през нейния живот. Това отново може да се съпостави с наблюденията на реални звезди. Макар че не можем да проследяваме еволюцията на една отделна звезда, съвкупност от достатъчно много звезди ще представя звезди в различни етапи от техния живот.

Теоретиците като Едингтън, Хойл и Литълтън обичаха да работят върху звездите, защото при много от изчисленията те могат да се разглеждат като симетрични сфери. Във вътрешността на звездата много от свойствата като температура, плътност и химически състав зависят *единствено* от разстоянието до центъра, а не от посоката спрямо центъра. Това означава, че по времето преди електронните компютри звездите са били по-лесни за пресмятане в сравнение с много други небесни тела. Книгата на Едингтън „*Вътрешният състав на звездите*” показваше на астрофизиците как да анализират строежа и еволюцията на звездите с помощта на молив, хартия и първокласен математически ум. През 1940, когато Хойл навлиза в тази област, първият цифров компютър на Кеймбридж е отдалечен в бъдещето с 12 години.

Когато Едингтън и Хойл се срещат за пръв път като равноправни колеги, през февруари 1940, всички изследователи смятат единодушно, че теоретичният подход на Едингтън към строежа на звездите е правилен. Източникът на звездната енергия вече не крие загадки, след като Ханс Бете е показал как реакцията на сливане на водород до хелий може да произвежда енергия на Слънцето и другите звезди. Астрофизиците разбраха също, че скоростта на производство на енергия трябва силно да зависи от температурата в центъра на звездата: колкото по-висока е тази температура, толкова по-голяма енергия ще бъде освободена. По това време повърхностната температура на звездите можеше с голяма точност да бъде определена от техните спектри. През 1924 Едингтън беше показал (прилагайки някои трикове) как да се изчислява произведената от една звезда енергия (или светимост) посредством две наблюдаеми нейни свойства – масата и повърхностната температура. Той съставя списък на звезди, за които са известни светимостта, повърхностната температура и масата, и демонстрира, че неговият резултат е валиден за всяка една от тях, независимо от разликата в техните светимости до близо милион пъти. Тази корелация в днешно време се нарича отношение маса – светимост: енергийният добив на една нормална звезда, изгаряща водород, зависи почти изцяло от нейната маса.

Още един пункт, по който Едингтън и Хойл са на едно мнение, е химическият състав на Слънцето. Заедно с повечето астрофизици от онова време те и двамата вярват, че *вътрешността* на Слънцето е изградена от приблизително две части желязо и една част водород. Спектърът на слънчевата светлина е пресечен от множество тесни тъмни ивици – така наречените абсорбционни линии, – повечето от които представляват

желязото. В продължение на половин век астрономите смятаха за естествено да вярват в едно желязно Слънце, а представата, че желязото съставя основната част от неговата вътрешност, се запазваше, макар че към края на 1920-те години беше показано, че външните слоеве на Слънцето (неговата атмосфера) са съставени предимно от водород. Шест години по-късно Хойл щеше да покаже, че това предположение относно химическия състав на вътрешността на Слънцето е напълно погрешно.

От 1939 до 1942 Фред и Рей Литълтън работят заедно върху строежа на звездите, повече или по-малко наред с тяхната работа върху акрецията, а и още продължават изследванията си върху произхода на слънчевата система. Писмата на Литълтън до Хойл са свидетелство за подчертания приоритет, който и двамата отдават на звездната еволюция. В едно писмо без датировка Литълтън признава, че е имал малка заестост с военните си задължения и продължава: “писането на статия за Слънчевата система е нищо в сравнение с нашите истински усилия върху звездната структура и акрецията”.

Огромното предимство, свързано с участието на Хойл в това сътрудничество, е неговото познаване на ядрените реакции на сливане – наследство от изследванията, които той прави под ръководството на Пайерлс и Дирак. От запазената кореспонденция на мен ми се струва, че Литълтън е знаел добре коя е определящата насока на изследването и по всяка вероятност е бил водещият математик. Както изглежда, той е бил и водещ автор при написването на тяхната съвместна статия “Върху вътрешния състав на звездите”.

В тази статия се обсъжда строежът на звездите, които са по-тежки от Слънцето, какъвто е например Сириус – най-ярката звезда на нощното небе. При масивните звезди сливането на четири протона в едно хелиево ядро протича не по протонния цикъл, който действа в Слънцето, но по различна поредица от реакции, известна като CNO цикъл, при който въглеродът играе ролята на катализатор. Отделяното количество енергия силно зависи от вътрешната температура на звездата. Хойл и Литълтън показват, че в масивните звезди конвекцията е силна в слоевете, разположени непосредствено до централното ядро, а не близо до повърхността. Това е обратно на положението вътре в Слънцето, където зоната на излъчване обвива ядрото, а конвекцията протича близо до повърхността.

Това е забележителна статия. Тя веднага придвижва изследователския фронт далеч напред спрямо постигнатото от Едингтън. Хойл вероятно е първият астрофизик, който прилага оценките на Бете и Гамов за скоростите на ядрените реакции и пръв включва скоростта на енергийно производство, която много силно зависи от температурата. Хойл и Литълтън директно пресмятат светимостта, радиуса и повърхностната температура на една нормална звезда, като изхождат само от нейната маса и начален химически състав. В моделите на Едингтън за входни данни се използват повърхностните температури. Хойл и Литълтън се отказват от този подход и извеждат повърхностната температура. Така откриват, че Едингтън се е задоволил с твърде произволни приближения. Те самите обаче се придържат към такъв химически състав, при който водородът е само една трета.

Дже във военно време съветът на КАО е обсъждал всяка предложена за печат статия, както и отзивите на рецензентите за нея, преди да реши дали да я приеме. Окончателния вариант на Литълтън те получават през юни 1941. Секретарите не са се стараели особено много процесът на рецензиране да бъде по-експедитивен. След 6 месеца те предлагат заключение, което възпламенява авторите и отново възбужда острия спор между двамата млади учени и астрономите от старата школа. За пръв път съветът обсъжда статията и отзива на един рецензент на свое заседание през февруари 1942. След дискусиата съветът решава да препрати бележките на рецензента на Литълтън и последният надлежно отговаря, като не прави почти никакви поправки и изменения – в отговора му се отхвърлят “бележките” на рецензента.

На своето мартенско заседание съветът се оказва в безизходица. Президентът прочита главните критични бележки на рецензента, а след това отговорите в писмото на Литълтън. След дискусиата съветът решава да се обърне отново към рецензента, с оглед на следващото, априлско, заседание да се стигне до благоприятно решение. Решават също да поискат мнението на втори рецензент. Междувременно Литълтън, като жест на добра воля, се съгласява да посъкрати статията с оглед на военновременните материални затруднения. След априлското заседание А.Д. Такъри веднага написва писмо на Хойл и Литълтън със списък от изменения, които те да направят, за да бъде приета статията. Писмото му е образец на английска учтивост и в него той предлага компромис. “Съветът приветства вашето намерение да намалите обема на статията си ... Мисля, че ще бъде възможно да се получи одобрението на съвета за статията ... ако тя бъде съкратена до 2/3 от сегашния обем (вместо до половината, както се предлага от рецензента)”.

Отстъпката на Такъри наелектризира Литълтън. Той веднага решава да приеме предложението. Без да се бави, прави копие от писмото на Такъри (преписва го на ръка) и го праща на Хойл с бележката: “започнах да пренаписвам статията”. После добавя: “Част от останалите критики са оправдани, но сега вече можем да отговорим на всички”. Окуражен от предложението на Такъри, иска Хойл да му отговори по телефона, за да се срещнат в Лондон и да завършат текста. За да осъществи желаното съкращение, Литълтън решава да извади от статията цял един раздел – този за червените гиганти – като невъзмутимо го предлага във вид на отделна статия, която по-късно също е приета за печат.

Не е трудно да си представим възбудата на Литълтън, когато той получава коректурите през юли 1942. Но не е само това, защото той получава също така съобщение от Съединените щати, което попада на болното му място. През март 1942 Литълтън е пратил кратко съобщение в *Astrophysical Journal*, където е направена математическа поправка на статия от известен астроном наблюдател. Ото Струве, главният редактор на *Astrophysical Journal*, е прикачил към коректурата на краткото съобщение една бележка, където пише: “Изпращам копие от вашата статия на Луитън, за да спазя обичайната си практика да информирам предварително астрономите, чиято публикация е подложена на критика в полемична статия на техни колега”. Литълтън кипва от гняв и веднага отправя дълго писмо от 1000 думи до Хойл.

В писмото е приложена също коректурата на тяхната съвместна статия, за да я прегледа Хойл, преди да я върнат на списанието. По повод писмото на Струве той пише: “Побърква ме този стар трик да се въвежда ново правило като общ принцип, за да се постигне нечестно предимство.” Безпокои го мисълта, че ако изрази протест, редакторите ще му направят още по-трудно бъдещото публикуване. След като излива възмущението си по повод “всички лъжи, измами, клевети, инсинуации и коварни интриги”, той предлага те двамата повече да не обръщат внимание на подобни неща, стига статията им да види бял свят.

До този момент Литълтън още не знае съдбата на съвместната им статия върху червените гигантски звезди, тъй като съветът на КАО трябвало да вземе решение след няколко дена. Литълтън е настроен песимистично: “Много вероятно е те да задържат статията, тъй като приближава лятната ваканция, а те винаги са се възползвали от това, за да ни забавят.” Той обаче напразно се безпокои: съветът одобрява статията им и тя излиза от печат през есента.

Червеният гигант е възможен резултат от състаряването на една звезда. Когато нашето Слънце се състари, след около 5 милиарда години, то ще се раздуе, докато неговите външни слоеве погълнат Земята и стигнат чак до Марс. Статията на Хойл и Литълтън върху червените гиганти е първият опит във Великобритания или в Съединените щати да бъдат обяснени физическите процеси, водещи до огромното разширение на звездната атмосфера, когато звездата се превръща в червен гигант. Те обясняват това явление с предположението, че атмосферата на състаряващата се звезда има различен химически състав в сравнение с този на вътрешността ѝ.

Литълтън винаги е смятал, че КАО е издигал незаслужено тежки препятствия пред публикуването на тези две техни статии. Когато през 1970-те години аз бях избран за член на съвета на КАО, той почти всяка седмица се отбиваше в моя кабинет в Института по астрономия и постоянно се оплакваше от несправедливите постъпки на КАО през 1940-те години. Вероятно недоволството му от КАО е повлияло отрицателно и върху отношението на Хойл към КАО.

Литълтън е бил ненужно остър в мнението си относно начина, по който КАО е приело статиите му в съавторство с Хойл. Неговите частни писма до Хойл са напиперчени с остри думи, докато писмата от Обществото до Литълтън винаги са дипломатични. Двете статии, в отпечатан вид, заемат над 50 страници в *Monthly Notices* и то след като Литълтън е внесъл доста от изискваните съкращения. Политиката на редакцията не е била да увеличава обема на списанието, за да помества големи статии. Колкото по-обемисти са били статиите на Хойл и Литълтън, толкова по-малки са били шансовете на другите астрономи да поместват свои изследвания. През 1984 Доналд Садлър, който по онова време е бил един от секретарите, обясни доста подробно, че “особено Хойл през 1940-те години така беше затрупал секретариата на КАО с материали за публикуване, че беше много трудно да се намерят рецензенти, а и хартия”.

След като двете статии са били приети, Садлър се свързал с Хойл: дали би искал да ги прочете на заседанието на Обществото през септември 1942? Това не може да е

поведение на човек, който търси начин да отклони публикуването. Фактически Садлър вероятно е бил притеснен, че не е успял да промуши статията на Хойл за акрецията на заседанието през май 1941.

Хойл приел поканата на Садлър. Когато научава за това, Литълтън не смогва да овладее възбудата си. Той приготвя подробни бележки за това, което Фред трябва да докладва на заседанието. Литълтън също окуражава Хойл “да направи нещата разбираеми за важните клечки – в дадения случай за слушателите от последните редици”. Той трябва да вземе червен тебешир и да нарисува смешна картинка на червен гигант, за да ги позабавлява. Литълтън предупреждава за някои капани, които може да му скрои учтивият разговор:

Няма защо да те предупреждавам колко опасна може да бъде тяхната престорена любезност, така че гледай да им казваш колкото може по-малко. След като са обядвали до пресита, могат да се опитат да те поканят в клуба си “Критерий”. Точно тази клика [т.е. ресторант-клубът на КАО] фактически управлява Обществото и тъкмо на тези заседания човек може да направи обстойно “приятелско” обсъждане на нещата, които най-много ни интересуват”.

В допълнение с неособено почтен оттенък Литълтън споделя, че най-добре би било да споменава колкото е възможно по-малко имена на колеги. За тази цел Хойл би трябвало да говори за “известната формула” или за “стандартната теория”, а не за “енергопроизводство по Бете”. Една незатихваща критика спрямо научните статии на Хойл е упрекът, че той рядко споменава чуждите публикации, а такива пропуски без нужда му създават врагове.

Във всеки случай по-късно ще се окаже, че наставленията на Литълтън са били напразна загуба на енергия. Сравнението между публикувания протокол на заседанието и бележките на Литълтън показва, че Хойл е пренебрегнал съветите на своя ментор.

На 11 септември 1942, в петък, Фред и Барбара Хойл пристигат в сградата Бърлингтън на КАО по времето на следобедния чай в библиотеката. Садлър и Такъри ги посрещат сърдечно, но не последвала никаква покана за “Критерий” – г-жа Хойл не би могла да влезе в клуба за джентълмени. В 16:00 групата слиза по широкото стълбище към претъпканата лекционна зала. Хойл говори последен, към 17:30. Сред слушателите са големи имена: Едингтън, Е. Милн от Оксфорд, кралският астроном Харолд Спенсър Джоунс. Литълтън не е там. Докладът на Хойл е образец за яснота, разбираем за всеки професионален астроном от това време. При това той споменава както Едингтън, така и Бете.

Представянето на Хойл е прието благосклонно. Професор Томас Каулинг от Манчестър скача на крака. Като приложен математик той е изчислявал звездни модели през 1930-те години, включително и модел с конвекция около звездната сърцевина. Това, че Хойл преоткрива конвекцията, го възпламенява. Той сърдечно поздравява Хойл за статията му и отбелязва: “Хойл и Литълтън се опитват да построят цялостната звездна структура, като изхождат от теорията на Бете (за производство на енергия), и този подход по мое мнение е извънредно ценен”. Едингтън е малко по-въздържан, поясня-

вайки защо той самият е трябвало за избере различен подход, но той също одобрява включването на теорията на Бете за производство на енергия. От друга страна обаче Едингтън има различен от Хойл философски възглед. Той държи в работата да има повече наблюдателни данни и по-малко предположения. Хойл отхвърля това като “опасна методика”, която построява аргументите по обратен ред – въз основа на резултати. На това заседание е закрито и семейство Хойл се отправя обратно към Уитли.

След приемането на двете статии за звездната структура Хойл и Литълтън прена-сочват вниманието си към една специфична категория променливи звезди, т.е. звезди, чиято яркост флукутира с времето – т. нар. Цефеиди. Те са особено важни поради това, че дават в ръцете на астрономите средство за извеждане разстоянията на галактиките отвъд нашата галактика. Цефеидите са много ярки и поради това могат да се отбират поотделно измежду звездите от близките галактики. Методът за определяне на техните разстояния използва връзката между периода на тяхната вариация, който лесно се измерва, и тяхната основна или “абсолютна” яркост.

В монографията си „*Вътрешен състав на звездите*” Едингтън разглежда Цефеидите като единични пулсиращи звезди, които вдишват и издишват в регулярен цикъл. Тази представа е повече или по-малко правилна, но Литълтън открива, че обуславящият механизъм, предлаган от Едингтън, не би работил, и това довежда него и Хойл до различна идея. Те приемат, че Цефеидът е бинарна звезда, в която двамата партньори обикалят на малко разстояние един около друг в една обща атмосфера. По въпроса за обмяната на вещество между двете звезди те достигат много близо до създаването на физичен модел, който днес описва определени рентгенови звезди. Последният раздел от работата на Хойл и Литълтън върху Цефеидите предлага също ново обяснение на експлодиращите звезди, известни като нови. Авторите се запитват доколко могат да се приближават партньорите в бинарната звезда и постулират, че те непрестанно се сближават, докато най-накрая се сливат. При това сливане ще произтече огромна експлозия и по такъв начин би могло да се обясни избухването на нова. Макар че и този модел до голяма степен е неверен, той дава на Фред нови насоки на размисъл.

По този повод Хойл пише: “При сливането почти сигурно между двата компонента ще се появи изтичане на голяма част от атмосферните газове.” Обзема го ентузиазъм да работи върху новите и експлодиращите звезди, идва му идеята, че тела с планетна маса биха могли да кондензират от веществото, засмукано от сблъскващите се звезди, а заедно с това прави предположението, че взривният процес може да разсее в междוזвездното пространство тежки елементи, които са били създадени във вътрешността на звездите. Тежките елементи са били обект на негови по-ранни изследвания. Цялата тази история показва как в науката една грешна следа понякога може да изведе до плодотворни области.

Към края на 1945, когато се е върнал в колежа “Св. Джон”, Хойл се залавя отново със звездна астрофизика и особено с химическия състав на звездите. Астрономите бавно стигаха до разбирането, че звездите имат значително водородно съдържание. Тази следа започва още през 1925 с докторската дисертация на Сесилия Пейн в обсер-

ваторията на Харвардския колеж. В работата си върху звездната атмосфера тя прави въз основа на анализа на слънчевия спектър правилния извод, че силицийт, въглеродът и някои други обичайни елементи могат да бъдат намерени в почти едни и същи относителни количества както на Слънцето, така и на Земята. На Слънцето хелият и особено водородът са значително по-изобилни от другите елементи. Този извод противоречи на по-ранните теории и Хенри Норис Ръсел й беше казал, че това “просто е невъзможно”. Съобразявайки се с авторитета на Ръсел като астроном, Сесилия отхвърля своите резултати като “почти със сигурност нереални”, но много скоро получава реабилитация. След около три години Албрехт Унсълд и Уилям Маккрей, независимо един от друг, установяват, че водородът преобладава в слънчевата атмосфера – резултат, който Ръсел вече приема и по-късно, през 1929, сам потвърждава. Обаче някои теоретици, като например Едингтън, подчертават, че тези резултати се отнасят за звездната атмосфера, чийто състав би могъл да е напълно различен от ненаблюдаемите вътрешности на звездите, и така той остава още няколко години с възгледа си за железни вътрешности на звездите. Следващата крачка е направена от датския специалист по звездна структура, Бенгт Штрьомгрен, който изчислява физическите условия в звездните вътрешности, като използва новите тогава атомна физика и квантова механика. Той е “убеден, че няма алтернатива на извода за превъзхождащо количество на водорода... многократно по-голямо от онова, което се приема в работата на Едингтън”.

Хойл се захваща за работа, приемайки съвършено нов състав на една нормална звезда, съвсем различен от всичко, опитвано по-рано. Той отбелязва, че според Ръсел и други звездната атмосфера е предимно водородна, след което разсъждава върху състава на междוזвездната среда – материала, от който се формират звездите. Впечатлен е от работата на Тиодор Дънам, сътрудник към обсерваторията на Маунт Уилсън, който преди шест години е показал, че водородът е 10 000 пъти повече от “металите” в междוזвездната среда, във вид на газ и прах, плаващи в пространството между звездите. (Астрофизиците използват думата “метал” като означение за всички елементи, различни от водород и хелий.) Около нас има значително повече водород, отколкото сме предполагали. Хойл смята, че “ние сега сме изправени пред ситуация, при която или приетият възглед за вътрешния състав на звездите трябва да се изостави, или резултатите на Дънам трябва да се разглеждат като нетипични”. Той решително избира първия вариант и стига до впечатляващ резултат. Пресмята енергията, излъчвана от звезди, съставени от 99 процента водород и 1 процент метали. Получените от него криви показват, че ходът на звездната яркост в зависимост от масата на звездата прекрасно съвпада с наблюденията.

Изводът от това изследване, а именно, че една звезда се състои почти изцяло от водород с малък примес на всички останали елементи, скоро след това е коригиран в смисъл, че основният състав е водород и хелий. При все това резултатът на Фред щеше да се окаже от огромно космологично и астрофизично значение. Хойл показва, че звездите са изградени от най-леките елементи с малки капчици от всички останали елементи. Хойл в никакъв случай не е първият, който допуска, че водородът е най-

изобилният елемент във Вселената, но той пръв заменя желязното Слънце с такова, което преобладаващо е съставено от водород и хелий, а по-тежките елементи са само нищожна част. От тогава астрофизиците твърдо се придържат към този възглед.

Докато моделира богатите на водород звезди, Хойл се насочва също така към въпроса за произхода на химическите елементи и през 1946 написва обемиста статия за *Monthly Notices* върху синтеза на по-тежки елементи от водород. По-късно ще се върнем по-подробно към тази тема, но тук трябва да я споменем, защото тя е пример за поразителната способност на Хойл да разработва едновременно няколко дълбоки проблема. Ако беше работил в последователност, като първо се концентрира само върху химическия състав, вероятно негов конкурент би успял по-рано от Хойл да оцени следствията от богатото на водород съдържание на звездите.

В тази статия той прави равностетка за съвременното състояние на астрофизиката, повечето от което почти не се е изменило. Изложението е много хубаво. Аргументацията е убедителна и значително по-сдържана в сравнение със стила на дългите статии, написани съвместно с Литълтън. Тук за пръв път научаваме за начина, по който в дълбините на една звезда се образуват тежки елементи, а също така за механизмите, по които обогатеният материал се връща към междузвездната среда. Това е също така първата статия на Хойл по астрохимия – една дисциплина, за която той с право може да претендира, че е неин основател.

По това време той започва да взима повече дипломанти, проблематиката набъбва и той се нуждае от повече помощници. Неговата студентка Кристин Бонди прави някои трудни анализи на моделите на звездната структура. Тя използва диференциалния ана-

лизатор на Кеймбридж – аналогов компютър, разработен в Математическата лаборатория на Кеймбридж през 1939. През 1948 дипломант на Хойл става Лион Местел.

Началото на 1950-те години бележи фазов преход в кариерата на Хойл. До този момент той не е срещал никаква трудност при публикуването на статиите си. Най-добрите дипломанти от математическия факултет на Кеймбридж с гордост заявяват, че той им е бил научен ръководител. Навсякъде, където той изнася лекции, залите са препълнени. Това е началото на средната част от неговия професионален живот. Избликват буйни потоци от негови статии и книги. Паричните му затруднения също са останали в миналото – благодарение на изобилните хонорари от *Природата на Вселената*.

През септември 1952 Международният астрономически съюз се събира в Рим, което



Фред Хойл, сниман по време на първата си радиобеседа през 1949 (БиБиСи).

създава възможност за втора среща на Хойл с Валтер Бааде. Преди официалната сесия от доклади върху галактиките Бааде предлага на Хойл да стане секретар на заседанието и да определи графика. Това открива пред Хойл чудесна възможност отблизо да следи дискусиите по наблюдателна космология и по този повод той пише:

Тогава Бааде премина към описанието на няколко резултата от голямо значение за космологията. Той изтъкна, че в хода на работата върху две звездни популации в М31 [галактиката Андромеда] е ставало все по-ясно, че или нулевата точка на класическите Цефеиди, или тази на кластерните променливи трябва да е грешна.

Неговото твърдение е, че критичните числа, които Едуин Хъбъл е използвал, с цел да установи отстоянията на галактиките, са грешни и че получената от Хъбъл оценка 2 милиарда години за възрастта на Вселената е твърде занижена. Тогава Бааде съобщава, че според неговите наблюдения възрастта трябва да е 3.6 милиарда години и по такъв начин с един замах преодолява препятствието, пред което взривните модели са били в застой в продължение на 15 години.

Между Хойл и Бааде се установили добри отношения на разбирателство. При завръщането си в Съединените щати Бааде кани Хойл да прекара 3 месеца в Калифорнийския технологичен институт (“Калтех”), а след това и 2 месеца в Принстънския университет. Тъй като битовите условия в Европа по това време са били на много по-ниско равнище в сравнение с тези в Съединените щати, тази покана е била голяма награда. Кеймбридж разрешава на Хойл творчески отпуск през 1953.

В края на 1952 Хойл отпътувал за Принстън, където бил посрещнат от изтъкнатия звезден астрофизик Мартин Шварцшилд, който му помогнал да се настани и да закупи кола “Шевролет” втора употреба. Седмица след пристигането си Фред прави голям автомобилен преход, като изминава близо 5 000 километра от Източното крайбрежие до Лос Анджелис. Маршрутът му минава на юг през Вашингтон, а после по магистралата Блу Ридж. Когато пресича Аризона, той се отбива да разгледа кратера Метеор. За всеки, който има професионална подготовка по астрономия, кратерът Метеор е от символично значение и желано място за посещение. Впечатлението, което Фред получил от кратера наред огромната пустиня, трябва да е било много по-силно, защото тогава там не е имало нито магазините, нито паркингите, ресторантите и музея. Туристическият център помага много за образованието на посетителите, но ги лишава от загадката на това пустинно място.

Първата гледка от кратера е поразителна: той е дълбок 180 метра, а обиколката му е близо 4 километра. Преди петдесет хиляди години огромен железно-никелов метеорит, фучащ със скорост 60 000 километра в час, удря скалистата равнина на северна Аризона с взривна мощ над 20 милиона тона TNT. Оценено е, че метеоритът е имал диаметър 50 метра и е тежал няколкостотин хиляди тона. За броени секунди той издълбава кратер с ширина 1 300 метра и първоначална дълбочина 240 метра. Огромни блокове варовик, някои с размерите на малка къща, са издигнати към периферията. Това е земен кратер, най-близък до лунен кратер и затова е използван от NASA за тре-

нировка на астронавтите от Аполо. Фред винаги е хранел траен интерес към науката за земята и гледката на този кратер оставила у него неизгладимо впечатление.

След кратера Фред се отправя към Флагстаф, минава покрай обсерваторията Лоуел, където на 18 февруари 1930 е открит Плутон, и завива на север към Великия каньон. Там се спуска до дъното и прекарва един ден в ранчото Фантом. Величието на каньона очевидно го е запленило, както винаги това става при първо посещение, но отвъд естетическото възприятие било неговото дълбоко познаване на историята, а и на космологията, на това място. На дъното на каньона той застанал върху основата на древна планинска верига, стара над 2 милиарда години. Над него, един след друг се виждали пластовете от седиментна скала, започвайки от камбрийските отлагания на възраст 600 милиона години и завършващи с варовик на 200 милиона години.

На дъното на каньона Фред посрещнал коледния празник, след което се отправил към Пасадина.

В Калтех Хойл трябвало да изнесе няколко лекции. Запазили са се написаните на бели листи бележки по тези лекции. Там са обхванати актуални проблеми като звездна хидродинамика и конвекция в звездите, а, разбира се, и космология: Нютонова космология, вселена на Айнщайн – Де Ситер и стационарна теория на Вселената. Никъде в лекциите си той не използва израза “голям взрив” и повече не говори за своята версия на стационарната теория като теория за непрестанното създаване на материя. От тези бележки разбираме, че той за пръв път навлиза в областта на радиоастрономията. В Калтех организират специално за него да изнесе популярна лекция – не на територията на кампуса, а в огромна аудитория на разположения наблизо Джуниър колидж на Пасадина. Не ще и съмнение, аудиторията е била препълнена и лекцията е имала огромен успех. По типичен начин той започва предизвикателно и право към целта:

Някои учени смятат, че Вселената е имала начало. Други учени, и аз съм един от тях, отричат Вселената да е имала начало. Вместо това те постулират нещо, което може да бъде наречено устойчива вселена – това е вселена, която за вечни времена запазва своята еднородна природа. Миналата година Британският кралски астроном, Сър Харолд Спенсър-Джоунс, подкрепи тази теория на научното заседание в Лондон.

В заключителната част той говори за очакваните значителни резултати от телескопите на Паломар – 5-метровия и особено 120-сантиметровия Шмид. Тогава това са най-добрите телескопи в света, които дотолкова проникват в дълбините на космоса, че биха позволили да се проверяват различните космологични теории. Той изразява своите очаквания от наблюдателните резултати с Шмид, които според него биха били много по-убедителни от тези на радиоастрономията.

По отношение на неговите изследвания трите плодотворни месеца при Валтер Бааде попълват знанията му относно звездните популации и за новата наука радиоастрономия. Наред с това прави забележително откритие в ядрената физика, към което ще се върнем по-късно.

Хойл завързва чудесни приятелски отношения с Едуин и Грейс Хъбъл. Грейс,

дъщеря на заможен банкер от Лос Анжелис, за пръв път посещава Маунт Уилсън през юни 1920, където отсяда в хижата Каптейн, разположена недалеч от квартирите на наблюдателите и много близка до 5-метровия купол. Нейното изкачване на планината става благодарение на приятелството ѝ с Елна Райт, с която ходят заедно на екскурзии. Съпругът на Елна, астроном към обсерваторията Лик, получава наблюдателно време на 5-метровия телескоп. Докато съпругът прави наблюдения нощем, а денем спи, тя се настанява в хижата Каптейн сред ароматна борова гора. Дивата природа, самотата и особено обикалящите наоколо глутници койоти я изнервят и тя уговаря Грейс да се настанят заедно в хижата. Там през 1930 в списъка на посетителите са имената на Алберт и Елза Айнщайн.

Един следобед Елна и Грейс се разхождат из лабораторията и когато влизат в една стая, виждат някакъв човек с военна стойка, който е погълнат в разглеждането на току-що проявена снимка, направена предната нощ на 5-метровия телескоп. След запознанството майор Едуин Хъбъл ги посещава привечер в хижата, където цяла вечер развлича дамите с разкази от звездния фолклор и за големите открития. Когато свършва наблюденията си, той откарва двете в Пасадина. По това време Грейс е омъжена за Ърл Лийб, геолог от високопоставено калифорнийско семейство; баща му е най-богатият гражданин на Сан Хосе, а по-късно става президент на Станфордския университет. Месеци след срещата на Грейс с Едуин горе в планината съпругът на Грейс загива при трагичен инцидент – задушава се от въглероден окис, докато изследва изоставена каменовъглена мина. През следващата година между Грейс и Едуин възниква романтична връзка и през 1924 те се оженват.

Джордж Елъри Хейл, основателят на обсерваторията Маунт Уилсън и двигателят за построяването на 5-метровия телескоп на Паломар, умира на 21 февруари 1938. Месец по-късно Едуин Хъбъл получава телеграма, в която му съобщават, че е избран да заеме мястото, овакантено със смъртта на Хейл, в съвета на попечителите към библиотеката Хънтингтън, дарение от Хенри Хънтингтън, който е забогатял с производството на съоръженията за електричния транспорт в Лос Анжелис. Фред Хойл е облагодетелстван от традиционното за Грейс и Едуин прекарване на неделните утрини в библиотеката Хънтингтън с разкошните ѝ затревени площи и ботаническите градини, разпрострени на 250 акра. Фред е във възторг от приказната колекция на Хънтингтън от произведения на изкуството с нейните осем картини от Гейнсборо в главната галерия. Грейс и Едуин се забавляват с английските маниери на Фред и с непретенциозния му начин на разговоряне. В началото на 1953 той прекарва почти всяка неделя с Грейс и Едуин Хъбъл, които често го канят на обяд в богатия си дом в Сан Марино. Едуин почива от сърдечен удар на 28 септември същата година. В продължение на много години след това Барбара и Фред Хойл поддържат дружески връзки с Грейс.

Приключенията му в Калифорния завършват със семинар в астрономическия факултет на Калифорнийския университет в Бъркли. Деканът на факултета, Ото Струве, дяволито го представя, като казва, че това е авторът на една съмнителна космологична теория, но веднага добавя с усмивка, че хонорарът е \$50. Хойл не се задържа в Бъркли,



Фред в своята открита кола Остин Хийли Спрайт. Негова страст бяха мощните коли. (Архив на Хойл, Кеймбридж)

а веднага потегля през Сиера Невада към Рино. Източно от Сакраменто попада на силна буря, от която му помага да се измъкне случаен тракторист.

От Невада Хойл се отправя обратно към Флагстаф, този път с важната мисия да посети обсерваторията Лоуел на Марс Хил. Започва с туристическа обиколка на красивите исторически сгради, в които Пърсивал Лоуел, основателят, е смятал, че там може да се наблюдават канали на

Марс. През 1901 Лоуел кани Весто Сливър, самоук астроном от аграрна Индиана, и му дава да работи с новия спектрограф, който той е поръчал при блестящия конструктор на измервателни уреди Джон Брашиър. Три години преди раждането на Хойл Сливър е установил, че повечето “мъглявини” – за които по-късно става ясно, че са галактики – се разбягват от Слънцето с огромните скорости 1 100 километра за секунда. В обсерваторията Лоуел Хойл попада на мястото, където именно се заражда идеята за разширяващата се Вселена.

Бааде изпратил Хойл, за да се срещне с Харолд Джонсън, един от най-изтъкнатите наблюдатели астрофизици на двадесетия век, когото Бааде често консултира. Джонсън беше специалист по измерване на величините и цветовете на звездите, а цветът е равносилен на повърхностната температура. Джонсън беше измерил цветовете и величините на звезди, принадлежащи към няколко купове. Това беше от значение, защото членовете на един звезден куп всички са на една и съща възраст и имат еднакъв химически състав, тъй като са възникнали в един и същ облак на кондензиран междузвезден газ. И това диаграмите цвят/величина за звездите от един и същ куп могат да имат различия, дължащи се *единствено* на различията в масите на звездите; всяко различие на тази връзка между един и друг куп се дължи на различната възраст на куповете. Това е забележителен астрофизичен инструмент: чрез сравняване на няколко купа с различни възрасти става възможно да се направи извод за това как дадена звезда с определена маса се е изменяла при нейното остаряване, а по онова време това е една от основните цели на теоретичната астрофизика.

Това посещение силно стимулира Хойл и той пожелава незабавно да започне работа върху двете звездни популации на Бааде. Джонсън го уговаря да остане за нощта във Флагстаф и да вечеря заедно с Весто Слифър, който е работил в Лоуел половин столетие. Хойл не може да устои на такава покана. През 1912 Слифър е измерил за пръв път скоростта на обект отвъд Млечния път и тогава установява, че голямата спирална галактика в Андромеда пътува към Млечния път със скорост 300 километра за секунда. Това е най-високата скорост на небесно тяло, измерена до този момент. Наблюденията на Слифър скоро показват, че Андромеда представлява изключение: към 1917 той вече е регистрирал 21 галактики, които се отдалечават от Млечния път. По-късно, през 1929, Хъбъл дава нова интерпретация на обобщените резултати на Слифър. За космолога Хойл разходките с Хъбъл и после вечерята със Слифър трябва да са били като празник на душата. През 1955 Хойл пише за “поразителното откритие, направено от В. Слифър, и от Е. Хъбъл и М. Хюмасън... за това, че Вселената се разширява, което... е същината на техните открития”. Той отдава признание на американските учени, с които се е срещнал, и се сближава с тях по време, когато посетителите от британските университети са били рядко срещани прелетни птици на американския академичен пейзаж.

Трогателни са думите на Хойл за Слифър, писани почти половин век по-късно. В своята автобиография той пише: “Забележително е, че Слифър започва като младши асистент... наредено му е да търси канали на Марс, а завършва с откриването на разширяването на Вселената. Ще го запомня като крехка фигура, ...може би малко огорчен.” Надявам се в обсерваторията Лоуел Хойл да е срещнал друг очарователен астроном, Клайд Томбах, който беше открил Плутон на 18 февруари 1930.

Вечерята със Слифър забавя Хойл с един ден. Той трябва да пътува до обсерваторията Йеркис във Уисконсин, т.е. близо 3 000 километра. Фред насочва Шевролета си надолу по Марс Хил. На една пресечка във Флагстаф двама млади мъже в униформите на американския флот го молят да ги вземе в колата си. Фред, който сам през 1930-те години неведнъж е пътувал на автостоп, ги взима. Те току-що са били уволнени след участие във войната в Корея. Разстоянието от Сан Диего до Оклахома, около 1500 километра, те изминават за един ден.

Три дена, след като е открит Чикагският университет, трамвайният магнат Чарлз Йеркис предлага да закупи за него тогава най-големия в света телескоп, 100–сантиметров рефрактор, и да го подари на университета. Щедростта му отива дотам, че той подарява и огромна сграда за обсерватория, където да се помещава телескопът. Заваляват предложения за строителен терен и университетът избира място на стотина километра на север от Чикаго, на езерото Женева в Уисконсин. Най-близкото електрозахранване било на разстояние 10 километра. Университетският архитект Хенри Коб хранел особено пристрастие към орнаменти, свързани с класическата митология. Той избрал романски стил, който най-често е използван при европейските черкви и

манастири, а всяка от трите кули има купол. Оранжевият тухлен интериор е украсен със сложни инкрустации от теракота. Коб оставил въображението си да се развихри: навсякъде в сградата, вън и вътре, зрителят вижда стотици орнаменти, често игриви изображения на животни – реални и фантастични, знаците на зодиака, фазите на Луната и още много други. Постройката и нейното съдържание представляват очарователен пример за архитектурата и технологичните постижения на 19 век.

Една голяма кула в западния край на сградата е приютила 100-сантиметровия телескоп, неговата стоманена тръба, дълга 180 сантиметра и тежаща 6 тона, насочена към небето като огромно оръдие. Горее властва 140-тонният купол с диаметър 27 метра, преобърнат бокал, движен от 26 колела, с наблюдателна пролука широка 4 метра. В този купол през октомври 1914 Едуин Хъбъл започва своето астрономично обучение, като прави първите си фотографски плаки на “мъглявини” (за Хъбъл те винаги си бяха мъглявини – той никога не употребяваше думата “галактики”).

Хората на “Йеркис” показали на Хойл как работи телескопът. За да бъде телескопът достъпен при всички ъгли на издигане, целият наблюдателен подиум, с диаметър 23 метра и тежащ повече от 35 тона, и “се задвижва като оперна сцена с натискането на едно копче”, при което скърца и трепери като палуба на кораб. За Фред това е било по-смайващо от купола на 65-сантиметровия рефлектор на обсерваторията в Гринуич, която има подобен подвижен подиум. За мен това е най-атрактивната историческа обсерватория в Съединените щати.

Посещението на Хойл обаче не е с цел разглеждане на забележителности. Трябва-ло е да се срещне и говори със Субрамаян Чандрасекар. През 1930 “Чандра” (както навсякъде е известен) беше изучавал поведението на умиращите звезди, наречени бели джуджета, и стига до откритието, че такива звезди могат да имат максимум на масата (известен сега като “граница на Чандрасекар”). Чандра, който е бил ученик на Милн в Кеймбридж, решава да напусне и да заеме длъжност в Съединените щати, след като Едингтън буквално го размазва при една дискусия в Кралското астрономично общество. Можем спокойно да предположим, че през 1953 е бил смятан за водещ американски експерт по строеж и еволюция на звездите, тъй като за работата си той печели Нобеловата награда по физика за 1983. Чандра е имал много неща за обсъждане с Хойл, който изнася там лекция (и отново получава хонорар \$50).

На третия ден от престоя на Хойл Чандра и жена му излизат от къщи много рано и заминават за Чикаго, като оставят Хойл да спи, а после да потегли с колата си. Сигурно и на други се е случвало да останат заключени в чуждо жилище. Само по пижама и със сандали той се измъква до колата си, за да си вземе бърснача. Външната врата на къщата зловещо щраква и се заключва. Времето е мразовито, двойните прозорци с външни капаци са здраво затворени, всички врати са надеждно заключени. За втори път при това пътуване Хойл е застигнат от лошо време в неподходящо облекло. Дали да не отиде с колата до Чикаго и да вземе ключа на Чандра? Бързо съобразява, че не

би имал време за това, защото има уговорен обяд с Енрико Ферми и след това доклад пред семинар. Не, трябва да намери бързо решение с подръчни средства.

Тракайки със зъби и треперейки от студ, той размразява колата си, включва отоплението на пълна сила и потегля към обсерваторията. За щастие там намира човек от наблюдателите. А още по-голям късмет е, че Чандра е оставил резервен ключ, който те бързо намират. Хойл успява за насрочения обяд, но е разочарован, защото Ферми изобщо не разговаря за физика; вероятно италианецът е смятал, че не е подходящо по време на обяд да се водят сериозни разговори. А след обяд изнася лекция на тема “плазмени осцилации”. От Чикаго Хойл потегля към Принстън, на около 1300 километра в източна посока. Там той ще остане 2 месеца.

В Принстън Хойл изнася за втори път своите калифорнийски лекции. Изследователската му работа е съвместно с Мартин Шварцшилд; от гледна точка на Хойл това е много добро партньорство. Двамата си допадат идеално. Мартин е човек с широко и силно въображение, основано върху изчерпателно разбиране на физическите принципи и подчертана склонност към изчислителната работа, която да определи следствията от физическите модели. Заедно с това той се отнася към наблюдателните данни с много по-голям респект от Хойл. През цялата си кариера той се занимава със звездна еволюция – област, в която той с нищо не е отстъпвал на Чандрасекар, но подобно на Хойл, никога не е увенчан с Нобеловата награда.

Хойл и Шварцшилд се заемат да моделират еволюцията на гигантските звезди. Целта им е да намерят обяснение на наблюдаваните разлики между двете звездни популации на Бааде: тип I със състава на Слънцето и тип II със значително по-ниска концентрация на тежки елементи. Хойл никога не е забравил времето, когато той учава за тези популации по време на срещата си с Бааде през 1944. Заедно с Шварцшилд той сега ще открие защо съществува такава разлика между най-ярките гигантски звезди в двете популации.

Бившият студент на Хойл, Лион Местел, дава подробна техническа оценка на резултатите на Хойл и Шварцшилд, съобщени в съвместна публикация през 1955, както и на влиянието, което са имали тези резултати. Той пише: “без съмнение статията е важна част от приносите на Фред към изучаването на звездната еволюция”. Двамата автори разглежда еволюцията на звезди от тип II, чиято маса е 10-20 процента по-голяма от тази на Слънцето. Те обсъждат развиващата се ситуация, след като целият водород в централното ядро се е превърнал в хелий. Методологията на това изследване е интересна, тъй като това е, както и те подчертават, “предварително разузнаване на проблема”. Целта е да се разбере физиката, без да се затъва в тресавището на тежки математически пресмятания. (По онова време все още нямаше числови компютри.) В статията се прави ясното признание, че авторите не са се поколебали да правят опростявания, когато са смятали, че приближението не би повлияло твърде много върху крайния резултат. Английските критици на Хойл

обаче гръмогласно твърдят, че едва ли не всички негови статии съдържат подобни заглаждания на ръбовете.

Астрофизиците са силно възбудени при запознаването със статията, тъй като резултатите в нея много точно се съгласуват с наблюдателните данни за взаимовръзките между цвета и величината. Според статията животът на една звезда, която е изразходила своето водородно гориво, продължава, както следва: отначало хелиевото ядро се свива, при което температурата се повишава и водородът в съседство с ядрото се нагрява. Този водород изгаря в една тънка обвивка, която нагнетява още хелий в ядрото, а количеството му се попълва от постъпващия отгоре водород. Добавянето на хелий към ядрото увеличава неговата маса и температурата му. В крайна сметка ядрото става толкова горещо, че хелият може да се синтезира до въглерод. Според приетите модели звездата сега има два източника на енергия с горе-долу еднаква мощност: ядро с изгарящ хелий, заобиколено от обвивка, в която изгаря водород. Междувременно конвекцията изхвърля външните слоеве на звездата навън, поради което размерът ѝ силно се увеличава. Звездата става (червен) гигант. Наблюдателните различия между тип I и тип II звезди се свързват с повърхностните условия, дължащи се на наличието или отсъствието на метални атоми в двата типа звезди.

Статията поразява с яснотата на аргументите и с великолепно постепено разгъване на математическите пресмятания, от които се разкрива физиката. Това е впечатляващо искрено изложение, в което всеки недостатък или пропуск е много прозрачен. В заключението те насочват вниманието си към нещо ново – компютри! За да се подобрят приближенията, трябва да бъде приложен съвършено нов подход и “ние смятаме, че новият подход може да се окаже изцяло автоматизирано изложение, извършено с помощта на големи електронни машини”.

Един важен показател за положителния ефект на изследванията на Бааде, Хойл и Шварцшилд върху проблемите на звездната еволюция е внушителната международна конференция, състояла се във Ватикана. Папската академия на науките организира седмица на науката от 20 до 28 май 1957 под надслова “Проблеми на звездната еволюция”. Участието е било само по покана; участват само 17 астрофизика, а докладите запълват 600 страници на Академичното издание *Scripta Varia*. Хойл е единствен представител от Обединеното кралство и на него се пада задачата да направи както резюмето на докладите, така и програма за бъдещите изследвания. Фред отново е в привлекателна обстановка. Академията се помещава в красив замък от 16 век. (През 2004 е завършена безупречна негова реставрация.) Хойл обаче не се задържа в горещината на Рим, а при изготвянето на своя доклад заедно с трима други делегати прекарва една седмица в един малък хотел в Амалфи.

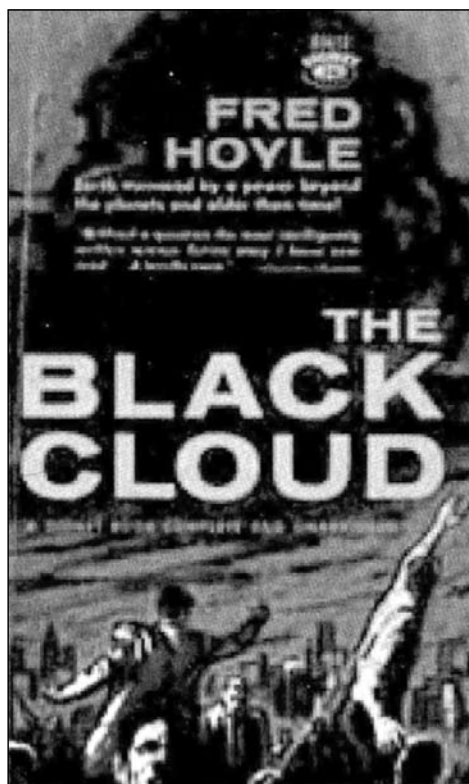
В края на 1950-те и началото на 1960-те години цяла поредица от блестящи ученици на Хойл започват да работят под неговото ръководство върху проблеми на звездната еволюция. Той вече е всеобщо признат представител на британската теоретична ас-

трофизика, а научната му плодовитост е направо смайваща. Първоначално неговите ученици изучават детайлите и разклоненията на модела Хойл – Шварцшилд, който е високо оценен от конференцията във Ватикана. От 1959 Хойл започва да си сътрудничи с компютърния програмист Байън Хейзелгроув; заедно те започват да прилагат дигитални компютри за моделиране на структурата и еволюцията на звездите.

Машинното изчисляване започва в Кеймбридж с основаването на математическа лаборатория през 1937. Първите устройства са аналогови; после, след войната, Морис Уилкс оглавява проект за построяването на дигитален компютър. Устройството, запълващо цяла стая, е построено с радиолампи, останали след края на войната.

Фред се опитва да използва компютъра, с намерение да проследи еволюцията на една звезда и неговата първа цел е да възпроизведе резултатите, които вече е получил с ръчно пресмятане. Ще цитирам самия Фред за описанието на компютъра от гледна точка на потребителя. Такива описания той дава в свои научно-фантастични романи: на кеймбриджския компютър в „Черният облак“, а неговите предвиждания за истински мощен компютър на бъдещето са дадени в „А за Андромеда“. Входящите и изходящите данни във въображаемите компютри на Хойл се задават с пет реда перфолента и телетипи – това е практиката в Кеймбридж до близо 1970. Обикновено лентата е с хиляди дупки и ако само една от тях е отместена или запушена, програмата спира. Високоскоростният четец на входа и изходящата перфолента се намирили на противоположните страни на стаята, което очевидно е било съзнателно решение, с цел да се избегне объркването на входящите и изходящите ленти. Три хиляди радиолампи излъчвали 12 киловата топлина, вентилатори я извеждали навън, а телетипните машини тракали с пълна сила.

На Хейзелгроув е поставена задачата да решава уравненията, които не могат да се решат по алгебричен път, като прилага компютърни програми, написани на машинен език. Това е трудна задача, както се разказва в „Черният облак“. Обемът на паметта на машината е бил толкова малък, че е трябвало междинните резултати да се записват на 10-метрови перфорирани ленти, които след това се пренасят през стаята и се подават на входа



Първата научнофантастична новела на Хойл, Черният облак, е призната за класика в този жанр

за следващата стъпка на изчислението. За да се стигне в окончателния резултат до нещо, което човек би могъл да разчете, крайната изходна лента се подава на телетипен печат. По думите на един от учениците на Хойл, Джоис Уилър, Фред е работел върху изследванията си през късните вечери.

През 1956 Хейзелгроув и Хойл демонстрират как пресмятанията на звездната еволюция могат да се правят на компютър, но бавната работа на машината много ги затруднявала. Всяко “превъртане” на модела е изисквало много часове работа. А компютърът е трябвал и на други изследователи: Джеймс Уотсън и Джон Кендрю са го използвали за моделиране на кристалната структура на ДНК. Все пак техниката на програмиране постепенно се подобрява. Към 1958 Хейзелгроув и Хойл разполагат с изчерпателни изчисления за обикновените звезди на водородно гориво. Така Фред се уверява, че следващото поколение компютри ще преобрази астрофизиката.

Интересът на Хойл към звездната еволюция се запазва през цялата му дълга научна кариера. Заедно с Шварцшилд той е първият, който разглежда начина, по който еволюира една звезда, след като основното количество водород се е изчерпало. През 1994 Хойл и Шварцшилд печелят за тези свои работи наградата Балзан. (Частта на Хойл възлиза на около \$100 000.) Хойл поддържа интереса на общността към тази област както със собствените си изследвания, така и посредством многобройните си ученици, които моделират звездната еволюция на мощни компютри.

(Simon Mitton. **CONFLICT IN THE COSMOS. Fred Hoyle's life in science.**
Joseph Henry Press. Washington, D.C.2005)

Подбор и превод: **М. Бушев**

Нашите автори:

Дж. Мадър – проф. д-р Годард – Център за космични полети, НАСА

Д. Динев – ст.н.с. д-р ИЯИЯЕ, БАН

И. Николов – проф. дтн СУ „Св. Климент Охридски”

В. Пенев – проф. дфн ОИЯЕ, Дубна

В. Танева-Тончева – доц. д-р Технически университет, София,

Л. Вацкичев – проф. д-р СУ „Св. Климент Охридски”

М. Бушев – ст. н. с. д-р ИФТТ, БАН

Г. Динева – докторант, СУ „Св. Климент Охридски”

Р. Дюлгерова – ст. н. с. дфн ИФТТ, БАН

С. Митън – д-р Кеймбридж

В кн. 4/2009 г. на “Светът на физиката” четете:

Дж. К. Мадър – От Големия взрив до Нобеловата награда – II ч.

Т. Кибъл – Динамика на фазовите преходи

А. Бърк – Изграждане на бъдещите столици на знанието

Р. Андрейчин – Спомени за катедра “Опитна физика” (1921-1940)

О. Максименко – Огледалната материя

И. Николов – Фотонната метрология

С. Митън – Конфликт в Космоса (IV част)

СВЕТЪТ НА ФИЗИКАТА 3'2009

СЪДЪРЖАНИЕ

НАУКАТА

- Джон Мадър – От Големия взрив до Нобеловата награда и по-нататък (Нобеловата лекция, 2006 г.)
- И. Николов – Окоето и зрението

НАУКА И ОБЩЕСТВО

- Реч на президента Обама пред Националната академия на науките
- В. Пенев – Колективният труд в науката

ИСТОРИЯ

- В. Танева-Тончева – Н. Тесла – гений, изпреварил своето време
- Л. Вацкичев –
- Кой е първооткривателят?
- Е. Таден – Любов без отклик

ФИЗИКА И МЕТАФИЗИКА

- М. Бушев – Непознатият В. Паули
- Ф. Дайсън – Религията, поглед отвън
- Г. Динева – Защо Бог “играе на зарове” или “средновековната теория на неопределеността”

НАУЧЕН ЖИВОТ

- Ал. Ганчев – Научна конференция: „Algebraic Methods in Quantum Field Theory“ 50 Years of Mathematical Physics in Bulgaria

КНИГОПИС

- Достойно ест: “Fifty Years of Mathematical Physics” (акад. Иван Тодоров на 75 години)
- Р. Дюлгерова – Нова книга на наши колеги с много достойнства

IN MEMORIAM

- Проф. С. Салтиел
- Доц. Ал. Донков

ЧЕТИВО С ПРОДЪЛЖЕНИЕ

- Саймън Митън – Конфликт в космоса – III част

THE WORLD OF PHYSICS 3'2009

CONTENTS

THE SCIENCE

- John C. Mather – Nobel Lecture: From the Big Bang to the Nobel Prize and beyond253
- I. Nikolov – The eye and the eyesight268

SCIENCE AND SOCIETY

- The speech of President Obama before the National Academy of Sciences275
- V. Penev – Collective labour in science286

HISTORY

- V. Taneva – Toncheva – N. Tesla – genius, living ahead of his age296
- L. Vatzkichev –
- Who is the first discoverer?.....304
- E. Tadhen – Love without response307

PHYSICS AND METAPHYSICS

- M. Bushev – The unknown W. Pauli312
- F. Dyson – The religion, a look from the outside328
- G. Dineva – Why God plays dice, or the medieval theory of relativity.....337

SCIENTIFIC LIFE

- Al. Ganchev – Scientific conference “Algebraic Methods in Quantum Field Theory” 50 Years of Mathematical Physics in Bulgaria345

BIBLIOGRAPHY

- N. Ahababjan – With dignity “Fifty Years of Mathematical Physics” (acad. Ivan Todorov, 75 birthday anniversary).....348
- R. Dyulgerova – Our colleagues’ new useful book350

IN MEMORIAM

- Prof. Dr. Solomon Saltiel353
- Assoc. Prof. Dr. Alexander Donkov.....355

SERIAL

- Simon Mitton – Conflict in the Cosmos, Part III356