

МЕЖДУНАРОДНАТА ГОДИНА НА АСТРОНОМИЯТА 2009 – ПРЕДИЗВИКАТЕЛСТВА, ЦЕЛИ И ИНИЦИАТИВИ

Диана Кюркчиева, Валери Голев

Преди хилядолетия първите хора с благоговение вторачили поглед върху множеството звезди на тъмното нощно небе. Човешко удивление пред космоса по-нататък се проявява във всяка цивилизация и култура.

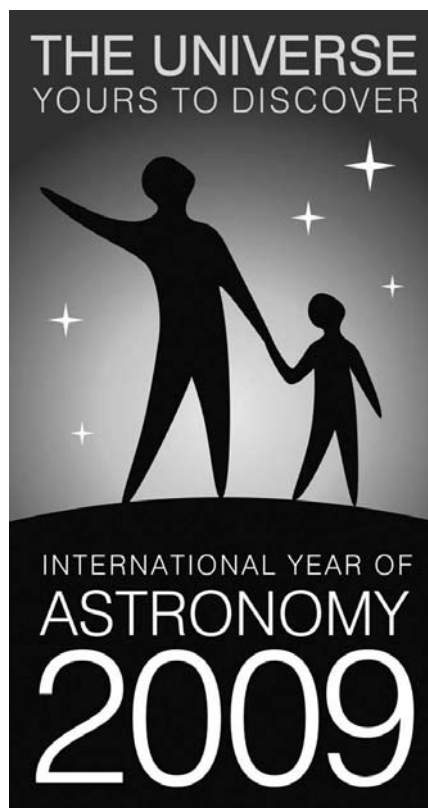
Астрономията винаги е имала огромно влияние върху развитието на науката и културата, стимулирала е развитието на технологиите и винаги е била мощен израз на човешкия интелект. Тя е източник на едни от най-важните открития за природата на Вселената и нашето място в нея.

През 1609 г. Галилей пръв насочва своя телескоп към нощното небе и прави забележителни открития, които променят света завинаги. Четири столетия след това астрономията бележи огромен прогрес. Преди по-малко от век не знаехме почти нищо за Вселената и не познавахме добре дори нашата собствена Галактика. Сега знаем, че нашата Вселена се е образувала преди около 13.7 млрд. години, че се състои от много милиарди галактики, че се разширява с ускорение и вероятно ще се разширява вечно. Разбрахме, че светещото вещество в нея е само 4%, 22% е тъмната материя, а всичко останало е тайнствена тъмна енергия,

чиято физична природа още ни е непозната. Докато преди столетие няхаме представа дали има други планетни системи във Вселената, днес са ни известни над 230 планетни системи около други звезди в нашия Млечен път с над 280 планети в тях и вече вървим към обяснението на въпроса как е възникнал животът. Докато преди столетие изучавахме небето само с оптични телескопи, днес наблюдаваме небето и от Земята, и от Космоса – от радиодиапазона до гама-диапазона, използвайки свръхмодерни цифрови детектори, и нашият поглед към Вселената е „по-многоцветен” от всякога.

Предизвикателства

Астрономията е призвана да изучава развитието и бъдещето на Слънчевата система, на нашата Галактика и на цялата Вселена. Въпреки огромния прогрес, достигнат напослед-



дък, за бъдещите поколения остават множество неизяснени проблеми както за природата на отделните класове небесни тела и явления, така и за Вселената като цяло.

Космосът е като зала на кривите огледала. Гравитационното притегляне на материята закривява пътя на светлинните лъчи. Затова масивните астрономически обекти (звезди, галактики и купове от галактики) действат като оптични лещи, които усилват и донякъде изкривяват образите на галактиките, намиращи се далеч зад тях. Наблюдаваните “гравитационни дъги” около куповете от галактики представляват такива космически миражи. От тях могат да се определят деформациите на пространство-времето от големите маси на галактиките-лещи. Освен това, концентрирайки светлината, както телескопът прави това със светлинните лъчи, този ефект дава възможност да се наблюдават екстремално слаби и далечни обекти във Вселената, които иначе са недостъпни за наблюдение.

На базата на такива наблюдения се очаква през 21 в. да се определят скоростта на разширение и плътността на Вселената, а оттам и да се получат окончателни отговори на въпросите:

Винаги ли ще се разширява Вселената?

С ускорение ли става това разширение?

В отворена или затворена Вселена живеем?

Изучавайки протопланетните системи и непрекъснатото раждане на звезди от дифузен газ и молекулярни облаци, съставлящи междузвездната среда, астрономите се надяват през 21 в. да разберат кое определя формирането на нови звезди, т.е. механизмите на звездообразуването.

Търсенето на екзопланети и планетни системи извън Слънчевата система ще продължи да се развива още по-интензивно през 21 в. в търсене на отговори на въпросите:

Колко звезди са заобиколени от планетни системи?

До каква степен нашата Слънчева система е типична?

Съществуват ли планети, подобни на Юпитер и Земята?

Колко от тях са вероятни места на живот?

Установявайки, че някои космически тела от Слънчевата система се приближават опасно към Земята, от астрономите се очакват отговори на въпросите:

Орбитите на колко обекта от Слънчевата система пресичат Земята?

Каква е вероятността за сблъсък?

Каква е вероятността да оцелеем?

От астрономията на 21 в. се очаква сериозен принос в отговорите и на следните фундаментални въпроси:

Как и защо е възникнала Вселената?

Съществуват ли други вселени?

Как и защо се е зародил животът на Земята?

Отговорите на тези въпроси ще имат дълбоко въздействие върху нашето разбиране за заобикалящия ни свят.

Организация

Международната година на астрономията 2009 е посветена на 4-вековния юбилей от първото наблюдение на небето с телескоп, направено от Галилей през 1609 г. Тя е призвана да отбележи монументалния скок напред, който е последвал след първото наблюдение на Галилей, и да фокусира вниманието върху астрономията като глобално мирно научно усилие за намиране отговорите на някои от най-фундаменталните въпроси, стоящи пред човечеството.

Международната година на астрономията бе предложена от Генералната асамблея на *Международния Астрономически съюз* през 2003 г., подкрепена от *ЮНЕСКО* през 2005 г. и официално утвърдена и прокламирана от *ООН* в края на 2007 г. Тя е първата и единствена инициатива от този род.

Организатори на Международната година на астрономията са Международният астрономически съюз, ЮНЕСКО, ООН, Европейският астрономически съюз, Европейската южна обсерватория, както и много регионални и локални астрономическите институции. В подготвяните глобални инициативи за Международната година на астрономията досега са се включили 90 държави, очаква се те да станат 140. От страна на България официален отговорник за програмата е Националният комитет по астрономия при БАН – вж. <http://www.astro.bas.bg/astronomy09/>

В локалните и регионални организационни комитети са включени професионални астрономи и астрономи-любители. Актуална информация за Международната година на астрономията може да се намери на адрес <http://www.astronomy2009.org>.

Цели на Международната година на астрономията

Глобалната цел на Международната година на астрономията е да даде шанс и възможност на всички хора на Земята да участват във вълнуващата научна и технологична революция, започната от Галилей, да почувстват вълнение от собственото си откритие чрез наблюдение през телескоп и да изпитат удовлетворение от полученото знание за Вселената. Това ще помогне на хората да осъзнаят своето място във Вселената и да получат собствено усещане за нейната красота.

Чрез осигуряване на широк достъп на всички хора до резултатите на фундаменталната астрономия и космическите експерименти ще се постигне повишаване на научното съзнание на хората, оценяване на влиянието на астрономията върху ежедневието и осъзнаване на факта, че научното познание допринася за по-справедливо и мирно общество.

Международната година на астрономията ще даде възможност на хората в развиващите се страни за включване в глобалните инициативи и по такъв начин ще стимулира международно сътрудничество. Ще се разширят съществуващите и ще се създадат нови мрежи на любители-астрономи, преподаватели по астрономия, астрономи-изследователи и популяризатори на астрономията.

Друга важна цел е провеждането на инициативи за опазване на световното културно и природно наследство на места и региони, свързани с историята на астрономията.

Основен акцент на Международната година на астрономията са младите хора. Чрез подобряване на формалното и неформалното обучение по астрономия в училища, научни центрове, планетариуми и музеи ще се осигури поглед към науката и работата на изследователите и по такъв начин ще се стимулират младите хора за професионална реализация в областта на природните науки и технологиите.

Планирани глобални инициативи през Международната година на астрономията

24 часа астрономия. Планира се 24-часово наблюдение във всички обсерватории на цялото земно кълбо с цел възможно най-много хора да видят през телескоп това, което е видял Галилей за пръв път – 4-те спътника на Юпитер. За целта ще се направи контролирано изключване на осветлението в градовете и ще се реализира „вълна от тъмнина”. Целта е човечеството да осъзнае, че тъмното небе е магично и какво се губи от светлинното замърсяване на Земята.

Галилеоскоп. Планира се в течение на 2009 г. на всеки наличен телескоп да извършат наблюдение поне 100 души. В резултат се очаква се над 10 млн. души да видят небето през телескоп.

Космически дневник. Планира се да се покаже „човешкото лице на астрономията”, като в медиите се представят материали, които чрез текст и изображения да осветлят последните професионални открития на астрономите, предизвикателствата, пред които се изправят, както и техният живот извън професията.

Портал към Вселената. Планира се свързване на професионалната астрономия с бизнеса от пазара на игрите и развлекателната индустрия, на който да бъдат предоставени новини, изображения, илюстрации и анимации на космически обекти и явления. Целта е обществото да получи по-бърз и по-широк достъп до астрономическата информация. Това може да се осъществи чрез създаване на глобален нон-стоп работещ самообновяващ се портал към астрономическите източници на информация (обсерватории, космически апарати, астрономически общества, любители, университети, производители на новини, образи и видео), което е постижимо за съвременната технология.

Тя е астроном. Планират се инициативи за приоритетно подпомагане на развитието на кариерата на жените-астрономи и ориентиране на млади жени в тази област, тъй като равнопоставеността мъже-жени е един от приоритетите на цялата научна общественост.

Астрономията и световното наследство. Инициативата цели да организира достъп до архитектурни структури и места, свързани с наблюдения на небето в миналото. Това е част от глобалната инициатива на ЮНЕСКО за опазването на световното културно и природно наследство.

Програма Галилей за учители. Планира се чрез обучение в школи да се създаде световна мрежа от сертифицирани Галилей-посланици, учители-майстори и учители, разработващи полезни дидактически материали по астрономия за ученици (презента-

ции, астрономически упражнения и др.) на базата на данни, получени от автоматичните телескопи.

Усещане за Вселената. Планира се организиране на детски празници, на които чрез игри, песни, рисунки и живо общуване в Интернет деца на възраст между 4 и 10 години да покажат своето усещане за красотата и грандиозността на Вселената.

Вселената от Земята. Планира се подреждане на изложби на астрономически изображения и инструменти в музеи, галерии, магазини, обществени градини и др.

В началото на третото хилядолетие астрономията е обърната към бъдещето, което е изпълнено с големи възможности, но и с много предизвикателства. Днес астрономите са на границата на нов етап от открития, който ще бъде толкова важен, колкото възвестеният от Галилей преди 400 години.

Международната година на астрономията 2009 ще бъде голям празник на тази прекрасна наука и признание от страна на обществото за нейния огромен и всеобхватен принос за развитието на човечеството.

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

ИЗКРИВЯВАНЕ НА ПРОСТРАНСТВО-ВРЕМЕТО (Част I)

Кип Торн

1. Въведение

За мен е голяма чест и удоволствие да чета лекции тук на шейсетия рожден ден на Стивън. И ми е особено приятно, че това се случва между лекциите на Роджър Пенроуз и тези на Стивън, тъй като ще говоря за планове за тестване на невероятните теоретични предсказания, които Стивън, Роджър и други направиха по време на Златната ера на проучването на черните дупки – периода между средата на шейсетте и средата на седемдесетте години.



Фигура 1. Айнщайн няколко години преди да формулира *Обща теория на относителността*

феномен. Както ще видим, то забавя потока на времето, огъва пространството и го въвлича във вихрообразни движения – така поне предрича Айнщайновата Обща теория на относителността.

В началото на 1916 година, само няколко месеца след като Айнщайн формулира своите математически закони за изкривеното пространство-време, Карл Шварцшилд открива следното решение на уравненията на Обща теория на относителността:

$$ds^2 = -\left(1 - \frac{2M}{r}\right) dt^2 + \frac{dr^2}{1 - 2M/r} + r^2(d\theta^2 + \sin^2\theta d\phi^2) \quad (1)$$

На пръв поглед това изглежда много сложна формула, но както повечето формули във физиката, всъщност се оказва доста проста. Физиките осъзнали доста бързо, че тази формула трябва да описва обект, който изглежда е изолиран от останалата част на Вселената, обект, на който Джон Уилър, десетилетия по-късно, дава името *черна дупка*. Но физиките не могли да повярват на толкова необичайно тълкуване на уравненията. Близо петдесет години водещи учени в цял свят, включително и самият Айнщайн, се борели яростно срещу тази идея за обект, изолиран от Вселената.

Едва в началото на шейсетте години, като кулминация на продължителна интелектуална битка, те най-накрая се предават и окончателно приемат това, което уравненията им подсказват. За да обясня по-лесно математическите идеи, си донесох черна дупка с мен (вж. Фигура 3).

Когато пътувам, обикновено я пренасям със самолета, но заради събитията на единайсети септември охраната по летищата толкова се е затегнала, че трябваше да заема една от Тринити Колидж. Ако наистина беше черна дупка, тази на Тринити трябваше да е направена не от материя, а изцяло от изкривяване на пространство-времето. Един от начините да разберем това изкривяване е да сравним периметъра на дупката с нейния радиус. Нормално е, разбира се, отношението обиколка – диаметър да бъде равно на π , което е приблизително 3. Но за черна дупка, това число е много по-малко от 3. Обиколката на черната дупка е миниатюрна в сравнение с диаметъра ѝ.

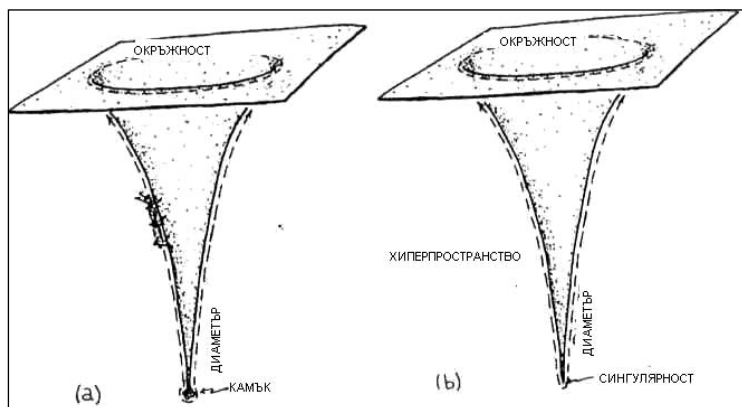
Това може да се разбере с проста аналогия. Нека имаме лист от някакъв еластичен материал (представете си например игра – батут), чиито краища са фиксирани от някаква рамка. На батута поставяме тежък камък, който го разтяга надолу, както е показано на Фигура 4.



Фигура 2. Карл Шварцшилд, който открил решение на уравненията на Айнщайн, описващо статична черна дупка.



Фигура 3. Авторът държи в ръка 'черна дупка' – в действителност топка за игра от Тринити Колидж.



Фигура 4. Гумен лист, огънат от тежък камък (вляво), чудесна аналогия на изкривеното от черна дупка пространство

приметъра, а като минете през центъра – неговия диаметър. Така ще откриете, че обиколката е много малка, сравнена с диаметъра, в противоречие с Евклидовите принципи на равнинната геометрия.

Как е възможно това? Ние, хората, за разлика от слепите мравки на повърхността на батута, знаем отговора: камъкът е огънал повърхността на батута, точно както нещо огъва пространството около една черна дупка.

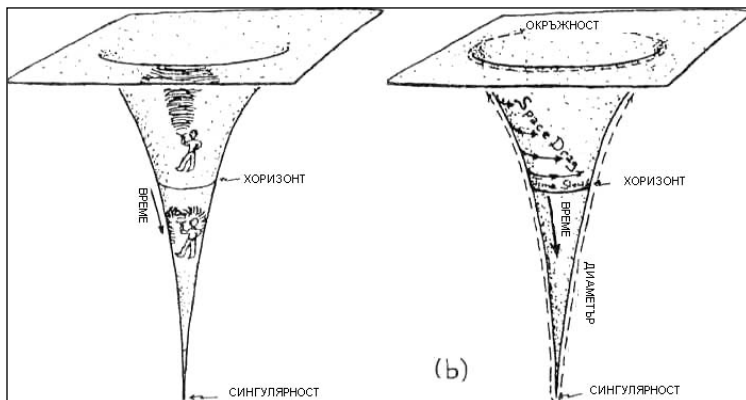
Това е наистина отлична аналогия. Да вземем например екваториален разрез през черната дупка. Каква е неговата геометрия? Ако пространството на черната дупка беше плоско, както това, в което повечето хора си мислят, че живеем, тази геометрия щеше да бъде не по-различна от тази на лист хартия. Но пространството на дупката не е плоско, а изкривено и следователно такъв трябва да бъде и разрезът. Можем да си представим неговото изкривяване, като си мислим, че сме някакви многоизмерни същества, живеещи в многомерно плоско пространство, в което това изкривяване става видимо. Писателите фантасти наричат това *хиперпространство*. Хипотетичните същества, населяващи това пространство, биха имали възможността да изследват този разрез и да открият, че той има вида, показан в дясната част на Фигура 4. Забележете, че огъването на пространството от черна дупка, видяно от хиперсъщество в хиперпространството, е идентично с това, което хората виждат в случая с камъка и батута. И в двата случая периметърът е много по-малък от диаметъра, и то в същото съотношение. В центъра на батута има камък, а в центъра на черната дупка има сингулярност като тези, за които Роджър говори в лекциите си.

Тежестта на камъка е отговорна за огъването на батута. Аналогично можем да предположим, че масата на сингулярността огъва пространството на черната дупка. Оказва се, че не е така. Пространството е изкривено от огромната енергия на изкривяването си. Изкривяването става по нелинеен самоподдържащ се механизъм, който е основна характеристика на принципите на Айнщайновата Обща теория на относителността.

Това не се случва в нашата Слънчева система. Изкривяването на пространството

Сега си представете, че сте мравка, която живее върху това парче тъкан, така че то всъщност представлява цялата ви вселена. Представете си освен това, че сте сляп и не можете да видите какво изкривява вашия свят. Вие можете все пак лесно да отчетете това изкривяване. Като обикаляте около него, можете да измерите пе-

в нея е толкова слабо, че енергията му е много под необходимата за предизвикването на значителен самоподдържащ се ефект. Почти цялото изкривяване в нашата Слънчева система е произведено директно от материя – на Слънцето, Земята и другите планети. Все пак най-добре познатото свойство на черните дупки не е огъването на пространството им,



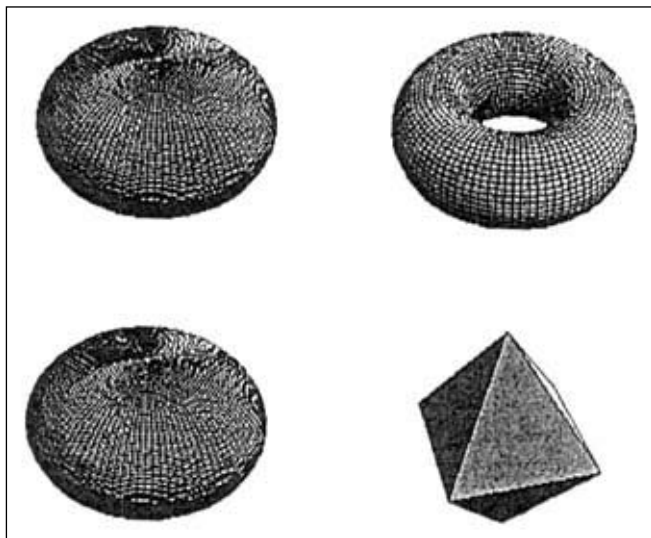
Фигура 5: (а) Куп, падащ в черната дупка, се опитва да изпрати до вас навън микровълнови сигнали; (б) кривината на пространството, огънато от черна дупка и увеличаването му във вихрообразно движение при въртяща се черна дупка

а способността им „да хващат в капан“, показана на Фигура 5 вляво. Ако попадна в черна дупка, носейки, да речем, някакъв микровълнов предавател със себе си, веднъж прекосил зоната, наречена *хоризонт на събитията* на дупката, аз ще бъда неизбежно притеглен надолу до сингулярността в центъра. Всеки сигнал, който се опитам да изпратя, ще остане в капана заедно с мен, така че никой извън хоризонта няма да може дори да улови сигналите, които изпращам.

До 1964, когато Златната ера започна, ние вече знаехме, че изкривяването на пространство-времето около черна дупка е доста сложно (Фигура 5 – вдясно). То има три аспекта: на първо място кривината на пространството, за която вече стана дума. Второ – има изкривяване на времето. Потокът на времето се забавя близо до хоризонта и отвъд хоризонта времето е толкова силно изкривено, че протича в посока, за която бихте помислили, че е пространствена – то тече надолу към сингулярността. Поради този поток „надолу“, нищо не може да се измъкне от черната дупка. Всичко пътува неотменно към бъдещето, и тъй като бъдещето в дупката е надолу, далеч от хоризонта, нищо не може да избяга обратно нагоре през хоризонта.

Третият аспект на изкривяването бе открит от Рой Кер през 1963: черните дупки могат да се въртят, точно както Земята се върти, и въртенето на дупката въвлича пространството във вихрообразно движение. Също като въздуха в един ураган, пространството се завърта по-бързо в близост до центъра и въртенето се забавя с отдалечаването. Всичко, което премине хоризонта на дупката, е въвлечено от пространствения вихър в подобно на водовъртеж движение около сингулярността – като предмет, понесен от ураган. В близост до хоризонта няма абсолютно никакъв начин да се предпазим от този капан.

Тези три аспекта на пространствено-временното изкривяване – сгъването на пространството, забавянето и изкривяването на времето и завихрянето на пространство-



Фигура 6. Две от прогнозите на Стивън от времето на Златната ера. Горе: хоризонтът на статична черна дупка има сферична топология. Долу: ако статична черна дупка се върти, хоризонтът е с кръгова симетрия

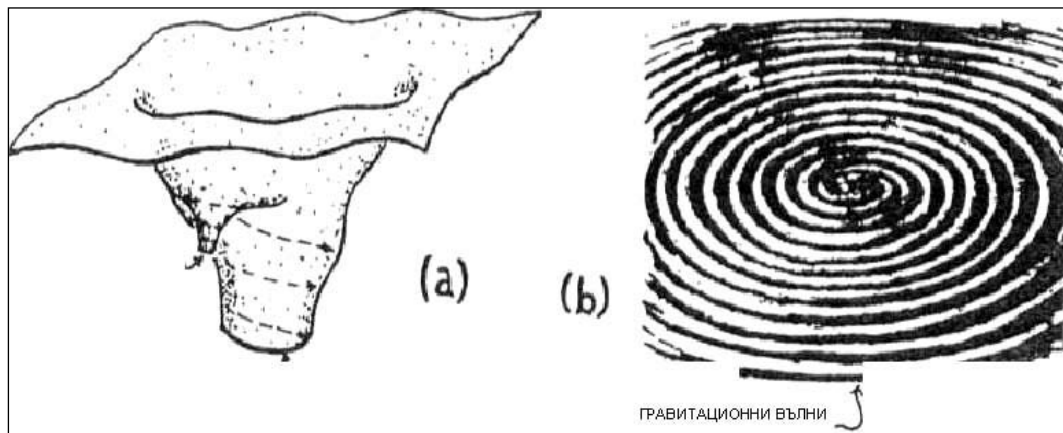
не на черни дупки от Слънчевата система, ще мога да стигна само до този хоризонт и нито крачка по-далеч.

2. Първо надникване в Златната ера: 1964-1974

През 1964, в зората на Златната ера, Стивън, Роджър, аз и нашите съратници бяхме млади, неотдавна дипломирали се. Рой Кер тъкмо бе открил, че черните дупки могат да се въртят, Джон Уилър още не им беше дал името, а законите, на които се подчиняваха, си бяха мистерия. Разгадаването на тази мистерия в Златната ера беше цяло чудо, в разкриването на което Стивън и Роджър бяха пионерите.

Един от най-важните приноси на Стивън бе, че показва математически, на база уравненията на Айнщайн, едно фундаментално свойство на статичните черни дупки – всяка дупка с постоянна форма не се променя. Хоризонтът на статична черна дупка, предсказа Стивън, трябва да има сферична топология; не може да изглежда като пръстен, като повърхността на поничка, или чаша чай (Фигура 6 – горе). Всички топологии са забранени, с изключение на сферичната. Ако дупката се върти и има неизменна форма, Стивън предриче, че тази форма трябва да притежава симетрия на въртене около оста си, също като повърхността на въртящ се пумпал. С други думи, всички хоризонтални сечения на хоризонта могат да бъдат само окръжности, а не квадрати, триъгълници, или каквито и да било други форми (Фигура 6 – долу). Причината, грубо казано, е че ако дупката има друга форма, завихрянето на пространството при вър-

то, са изразени с математични формули. Уравненията на Айнщайн, в ръцете на Шварцшилд и Кер, предвиждат недвусмислено огъването, изкривяването и завихрянето. Те са същината на черната дупка; те са това, от което е направена черната дупка. В хода на лекцията, към самия край, където ще се върна на идеята на Роджър за сингулярностите, ще опиша само изкривеното пространство-време във хоризонта. Причината е в това, че когато нещо премине хоризонта, не може да изпрати никакъв сигнал обратно навън, така че няма начин да наблюдаваме или изследваме отвън вътрешността на черна дупка. Тъй като ще говоря за проучва-



Фигура 7. (а) Малка черна дупка, орбитираща около голяма такава по насочена навътрешна спирала; (б) Гравитационните вълни, породени от спиралообразното движение.

тенето би създавало излизачи навън вълни във време-пространственото изкривяване в непосредствена близост, точно като въртяща се тухла в локва прави вълни по водната повърхност; и тези вълни биха пренесли енергията и ъгловия момент далеч от дупката, като така биха променили формата на хоризонта ѝ. Дупката, следователно, не би била статична, както ние искаме.

Сред най-хубавите характеристики на Златната епоха бе начинът, по който ние взаимно си довършвахме работата. Хокинг постави основите и един след друг неговите колеги издигнаха над тях една конструкция – Вернер Израел, Брентън Картър, Дейвид Робинсън, Павел Мейзър, Гари Бънтинг. Накрая имаме една прекрасна математическа структура, която предсказва, че статичните черни дупки в макроскопичната астрофизична Вселена имат само две характеристики, в смисъл, че ако са известни точно две свойства на една астрофизична черна дупка, то всички останали свойства могат да се извлекат от тях еднозначно. Най-основните характеристики са масата на дупката (колко силна е гравитацията) и нейният ъглов момент (колко бързо се завихря пространството в близост до хоризонта).

Веднъж измерили масата и ъгловия момент на черната дупка, можем да получим цялостна детайлна характеристика на изкривеното от нея пространство-време – всички подробности, касаещи пространствената ѝ кривина, забавянето и изкривяването на потока на времето и пространственото завихряне както в близост до дупката, така и надалеч. Можем да чертаем карти на тези три характеристики на изкривяване (пространствено, времево и завихрящо) и всички детайли в тези карти са предвидени от големите математици на Златната ера, стига масата и ъгловият момент на дупката да са известни.

Това прекрасно предсказание, направено от Хокинг, Израел, Картър, Робинсън, Мейзър и Бънтинг често е наричано *уникалност на черната дупка*. Джон Уилър казва по въпроса: „Черната дупка няма свободни параметри, въпреки че е по-точно да се каже, че една статична черна дупка има точно два такива – масата и ъгловия момент”.

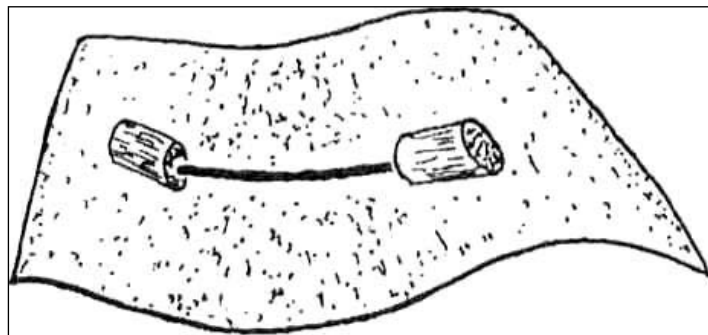
3. LISA: изобразяване на черни дупки с гравитационни вълни

От 1970 година тези забележителни предсказания си остават непроверени. Те, изглежда, недвусмислено следват от уравненията на Айнщайн, но Теорията на относителността може и да се окаже погрешна или (доста по-малко вероятно) може би ние погрешно интерпретираме нейната математика.

Това, че в момента сме изправени пред възможността да тестваме експериментално тези предвиждания, е истински триумф на модерната технология. Аз съм уверен, че те ще бъдат проверени през следващите десет до двадесет години в следния смисъл.

В дълбините на Вселената би трябвало да има множество бинарни системи, съставени от малка черна дупка, обикаляща около значително по-голяма такава, както е показано вляво на Фигура 7. Малката дупка би могла да има мащабите на Кеймбридж да речем, а голямата – малко надвишаващи тези на Слънцето, значителен контраст. Докато малката дупка обикаля по орбитата си, тя създава гънки в тъканата на пространство-времето, които се разпространяват навън подобно на вълни в езеро. Наричат се гравитационни вълни.

Един мой студент, Финтън Райън, използва уравненията на Айнщайн, за да покаже, че тези вълни носят информация за всички особености на пространствено-времево-то изкривяване, причинено от голямата черна дупка. Докато малката дупка обикаля около нея и постепенно се приближава, тя обстойно „изследва“ това изкривяване, а в гравитационните вълни, които излъчва, ни изпраща закодирана карта на всичко, което „вижда“ по пътя си. Това ни изправя пред голямо предизвикателство: да регистрираме вълните, минаващи през Слънчевата ни система, след което да извлечем информацията, която носят, и да я използваме за проверка на теоретичните предсказания, получени по времето на Златната ера. Моят колега от Калтех, Сърл Фини, нарече това начинание *ботродезия*, по аналогия с *геодезия* – науката за определяне на земната форма посредством измерване на гравитационното поле. „Гео“ в геодезия означава Земя, а „ботро“ в ботродезия идва от гръцката дума βοθρος (ботрос), което значи „яма за отпадъци“ – едно сравнение, използвано при черните дупки много по-рано от съученика



Фигура 8: Лазерен лъч отчита разстоянието между две коркови тапи, плаващи на повърхността на езерото, докато водните вълни преминават.

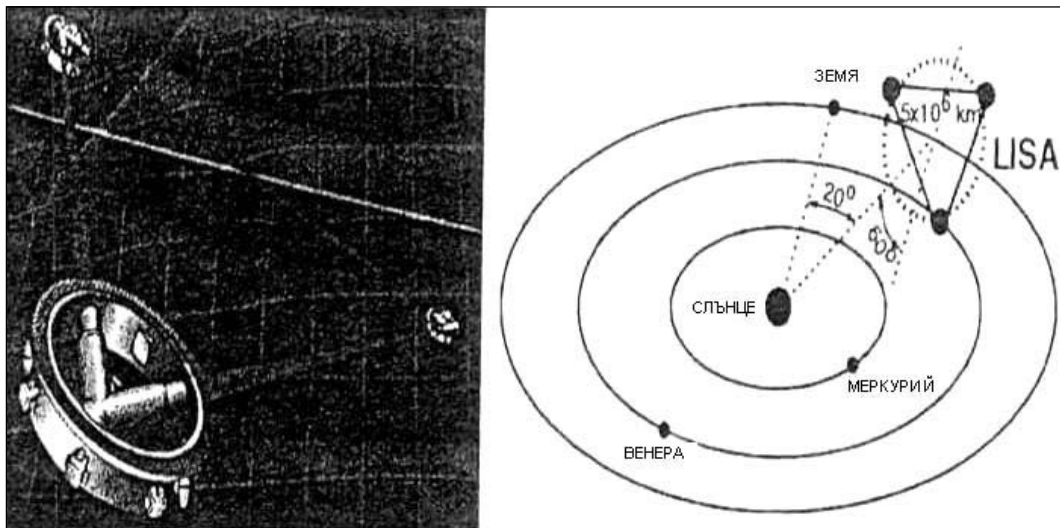
на Стивън – Брандън Картър. Физичната реализация на гравитационните вълни, преминаващи през Слънчевата система, много напомня на вълните, които се образуват на повърхността на малко езеро. Представете си, че две коркови тапи се носят по такава повърхност. Докато вълните преминават под тях, те не само ги издигат

и потапят, но също така ги тласкат една към друга и обратно. Ако бяхте водно паяче, което живее на повърхността на езерото, може би нямаше да забелязвате движението във вертикална посока, но щяхте да наблюдавате събирането и раздалечаването на корковите тапи, т.е. бихте могли да отчетете осцилации в разстоянието помежду им. Ако вълните са много слаби, но вие сте едно интелигентно водно паяче, разполагащо с лазерна технология, все пак щяхте да имате възможността да наблюдавате миниатюрните осцилации с помощта на лазерен лъч, както е показано на Фигура 8. Точно по такъв начин очакваме да улавяме и измерваме гравитационни вълни.

Нагъването на пространство-времето от гравитационни вълни, подобно на статичната кривина, създадена от черните дупки, е структура, богата на детайли. Сред тях най-много приложения намират разтягането и усукването на пространството. Те се извършват в направление, трансверзално на посоката на разпространение на вълната. През първата си фаза вълната разтяга пространството в едно трансверзално направление, докато го усуква в друго, перпендикулярно на първото; във втората фаза направлението се сменят: усукването става в първото, а разтягането – във второто. Така ако вълната преминава през мен фронтално, аз първо ще се разтегна във вертикално направление, докато се усуквам в странично, след което ще се разтегна настрани, а усукването ми ще стане по отвеса, и така нататък.

Всъщност разтягането и усукването, за които става дума тук, са твърде слаби, за да можем с вас да ги усетим, но очакваме да ги уловим като измерваме с лазерен лъч разстоянието между плаващи в междупланетното пространство „коркови тапи”. Ролята на коркови тапи ще играят кораби от космическа станция, разтягането и усукването ще ги сближават и раздалечават един спрямо друг, а ние ще ползваме лазерен измервателен уред за отчитане на осцилациите в разстоянието между тях, както е показано вляво на Фигура 9.

Тази система за улавяне на гравитационни вълни е наречена LISA: лазерна интерферометрична космическа антена. Съвместен Европейско-Американски проект, предвиден за пускане в експлоатация през 2011, LISA се състои от три космически кораба, които ще се разположат във върховете на равноностранен триъгълник със страна пет милиона километра. Лазерни лъчи ще свързват всеки два от корабите в станцията, докато тя обикаля Слънцето по орбита, почти идентична с тази на Земята, но с около 20 градуса закъснение, както е показано на Фигура 9 вдясно. При това космическата станция ще бъде защитена от допълнителното влияние на налягането, създадено от слънчевия вятър и слънчевата радиация, посредством специална високо прецизна апаратура – така разстоянията между корабите ще се променят само от гравитационното поле на телата в Слънчевата система и преминаващите през нея гравитационни вълни, разтягащи и усукващи пространството. Колкото по-далеч са космическите кораби един от друг, толкова по-голямо ще бъде и отместването им един спрямо друг, причинено от вълните, по тази причина ще ги разположим колкото можем по-раздалечени. Отношението $\Delta L/L$ на индуцираното от вълната отместване ΔL към разстоянието L дава *гравитационното вълново поле*, което ще означаваме с h . Това h от друга страна

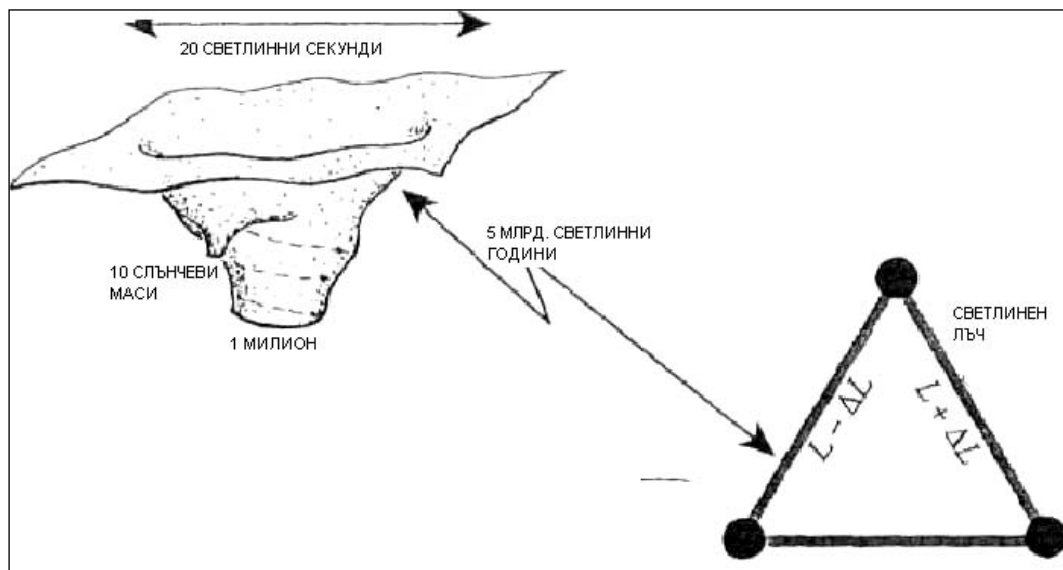


Фигура 9: *LISA (Laser Interferometer Space Antenna), която NASA и ESA съвместно ще построят, стартират и използват за наблюдаване на нискочестотни гравитационни вълни. На дясната картинка размерите на LISA са преувеличени около десет пъти спрямо тези на Земната орбита.*

е време-пространствената вълнова кривина, осцилираща с времето t , докато вълните пътуват през LISA, затова понякога пишем $h(t)$. С други думи, отклонението ΔL е производението на $h(t)$ и разстоянието L : $\Delta L = h(t) \cdot L$

Фигура 10 дава някаква представа за планирания експеримент за проверка на предвижданията от Златната ера. Диаметърът на системата от черни дупки – голямата и малката, обикаляща около нея, е около 5 млн. километра, така че на светлината са й нужни 20 сек. за да просече орбитата на малката дупка. Макар обиколката на хоризонта й да е едва с мащабите на Кеймбридж, нейната маса (по-точно гравитационната сила, измерена на фиксирано разстояние) е огромна: около десет пъти по-голяма от тази на Слънцето; за голямата дупка това превъзходство е около милион пъти

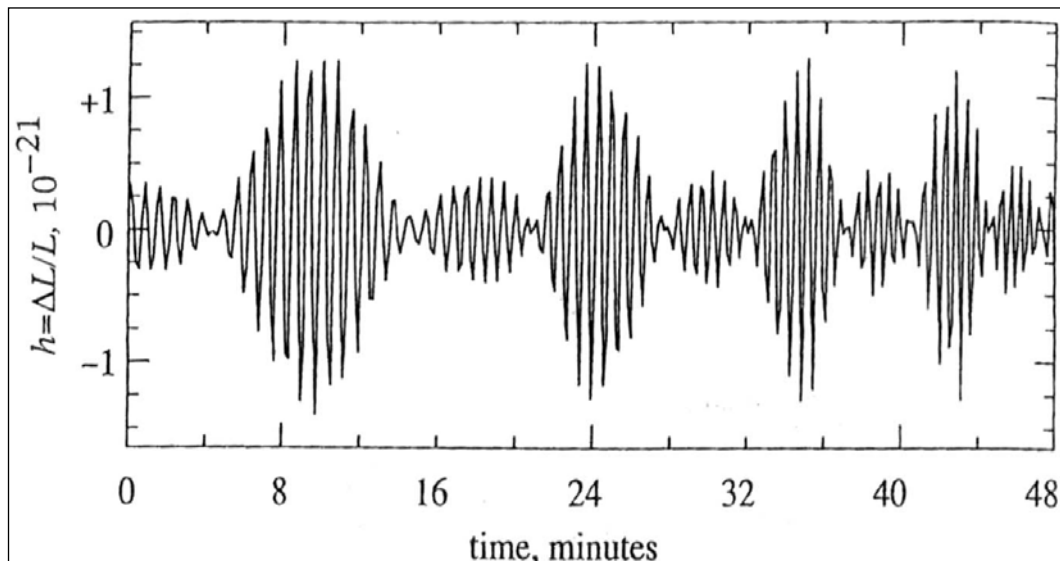
Тя обикаля около оста си доста бързо – един оборот на всеки 66 секунди, но навън от орбитата на малката дупка завихрянето на пространството е значително по-бавно. По време на спираловидното си придвижване навътре към гравитационния център тя навлиза в области с все по-голямо притегляне и така нейните прецесия и орбитално движение се забързват. Тъкмо това забързване създава гравитационните вълни, които ние търсим – вълни, носещи информация за изкривяването на пространство-времето на голямата черна дупка. Тези вълни, излъчени от дупките, пътуват през далечните междугалактични пространства чак до нашата Слънчева система, разстояние от около три милиарда светлинни години – близо една пета от мащабите на наблюдаваната Вселена. Докато достигнат Слънчевата система и преминат през LISA, вълните стават много слаби: те разтягат и усукват пространството в мащаби едно към 10^{21} . С други думи, за вълновото поле имаме $h \sim 10^{-21}$.



Фигура 10: Някои данни от ботродезичната карта на масивна черна дупка, направена от LISA.

Размерите на LISA, $L = 5$ милиона километра са съизмерими с орбитата на малката черна дупка и съвсем малко по-големи от масивната дупка (Фигура 10). Вълните тласкат космическите кораби на LISA един спрямо друг с около $\Delta L = h \times 5 \cdot 10^{-11}$ см, което е почти една милионна част от дължината на светлинната вълна, използвана за наблюдение движението на космическите кораби. Забележително е как съвременните технологии ни позволяват да наблюдаваме толкова миниатюрни движения.

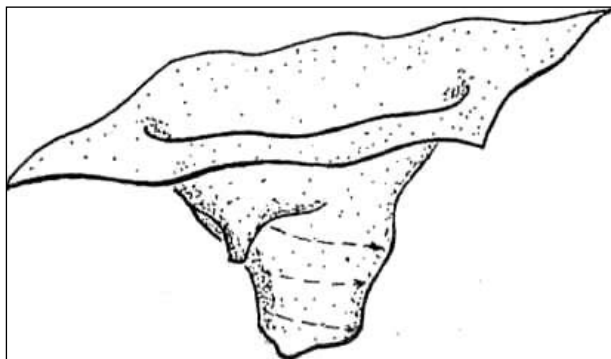
Колебателният характер на гравитационните вълни $h(t)$ се отразява в разтягането и усукването ΔL , което LISA измерва $\Delta L = h(t) \times L$. Този характер, наричан още вълнова форма, е изобразен на Фигура 11. С всяка обиколка около голямата дупка, малката предизвиква две осцилации във вълновата форма. Прецесията на орбитата, породена от пространствения вихър, е причина за модулациите на вълновата форма (петте възвишения и падини на Фигура 11). Докато малката дупка постепенно се придвижва навътре по спирала към голямата, вълновата форма се променя. В тази постоянно променяща се вълнова форма е закодирана пълната картина на изкривяването, което голямата дупка предизвиква в пространство-времето. Тя именно е ключът към ботродезията. През целия си едномесечен живот малката дупка обиколя около голямата двадесет хиляди и петстотин пъти, изпращайки четиридесет и една хиляди цикъла вълни по време на спиралообразното си движение, започвайки от орбита с диаметър три пъти този на хоризонта на голямата дупка и завършвайки в него със самоубийствено гмуркане. Тези четиридесет и една хиляди вълнови цикли носят изключително прецизна информация за различни аспекти от изкривяването на пространство-времето в областта между първоначалната орбита и самия хоризонт.



Фигура 11: Профил на гравитационна вълна, уловена от LISA веднага след като малката дупка, достигнала края на спираловидното си движение навътре, прониква в хоризонта на голямата. Този профил беше намерен от Скот Хюз, бивш мой студент, с помощта на уравнения на Айнщайн от Общата теория на относителността. Предполага се, че LISA е разположена в екваториалната равнина, която орбитата на малката дупка пресича под ъгъл 40 градуса.

4. Отново Златната ера: Сблъсъци на черни дупки

Да се върнем отново към Златната ера и нека разгледаме вместо неподвижни черни дупки динамични такива – дупки със сходни маси и размери, които се сблъскват, вибрират и се сливат. Ключът към разбирането на динамичните дупки беше идеята на Стивън за абсолютния хоризонт на събитията на една черна дупка. Основавайки се на



Фигура 12. Една малка черна дупка, орбитираща около по-големия си съсед предизвиква приливи и отливи, както става с Луната и Земята.

първите изследвания на черни дупки, направени от Роджър, Стивън осъзна, че би могъл да прави много по-мощни предвиждания ако определи хоризонта като границата между области в пространство – времето, от които не могат да бъдат пратени сигнали навън и такива, от които могат. Първите формират вътрешността на черната дупка, а вторите – нейния екстериор.

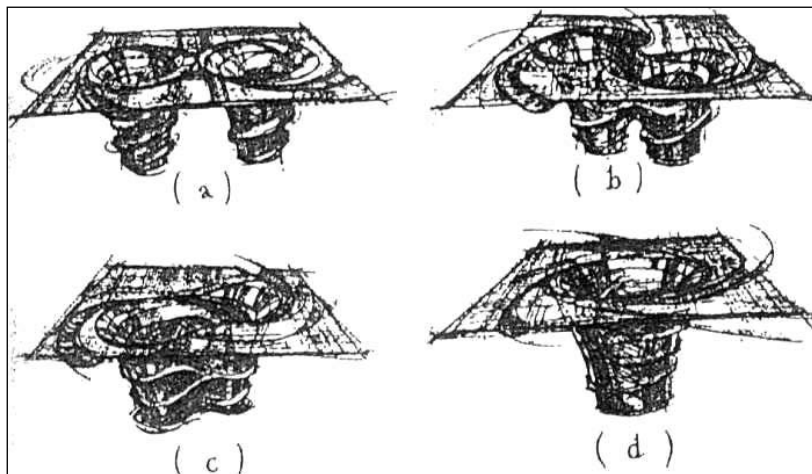
Тази дефиниция сега изглежда очевидна, но тогава не беше така. По-рано Роджър, Стивън и други-

те използваха различно определение за хоризонта, даващо по-малки изчислителни възможности. Незабавната отплата за новата дефиниция на Стивън беше прочутият му Втори закон на механиката на черните дупки: повърхността на хоризонта никога не намалява, а при всяко взаимодействие с други обекти се увеличава поне малко – например ако друга дупка предизвика приливна вълна върху нея, или нещо попадне вътре. Освен това, заключва Стивън, когато две черни дупки се сблъскват и сливат, както на Фигура 13, сумата от лицата на двата хоризонта постепенно ще расте по време на сблъсъка, както и по време на вибрациите и сливането, така че хоризонтът на новополучената стационарна черна дупка ще бъде с площ, надвишаваща сумарната площ на хоризонтите на първоначалните две. В действителност доказателството на Стивън на втория закон съдържа пропуск. То се основава на нещо, в което той е почти сигурен, но никой все още не е доказал – нито през 1970, нито дори днес; основава се на *Хипотезата за Космичната Цензура* на Роджър: хипотезата, че законите на физиката забраняват голи сингулярности. Сингулярността, както Роджър описва в днешната си лекция, е област в пространство-времето, в която кривината е безкрайно голяма. През Златната ера Роджър доказва, че ядрото на всяка черна дупка трябва да крие сингулярност; за такава сингулярност се казва, че е *облечена*, тъй като е скрита от хоризонта на събитията. Сингулярност, която е извън черна дупка обаче би била *гола*: тя би могла да се наблюдава от всекиго, включително и от хора, в заобикалящия Космос.

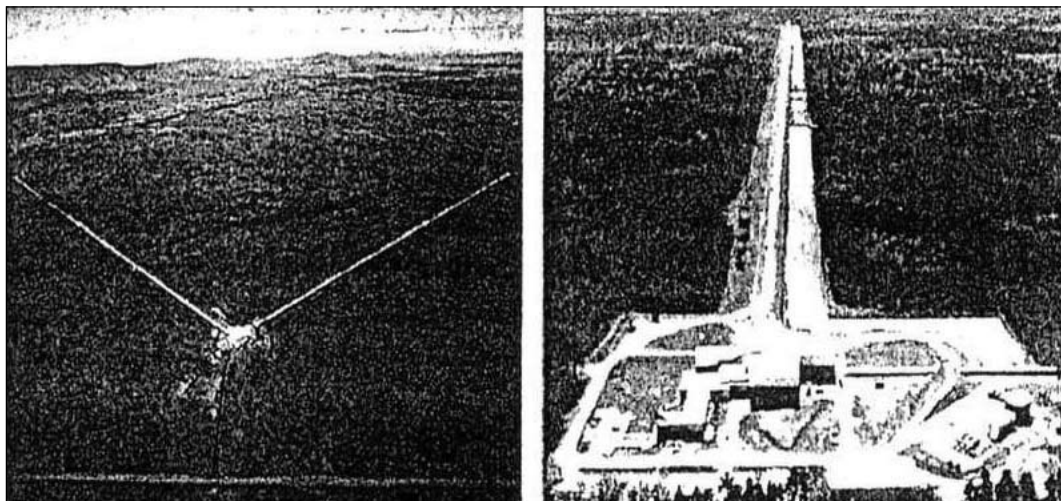
Ако голите сингулярности бяха разрешени, те биха могли да накарат хоризонта на черна дупка да се свие, в нарушение на Втория закон на Стивън. Така Космичната цензура на Роджър и Втория закон на Стивън се преплитат.

Една динамична дупка има много степени на свобода – свойствата ѝ не могат да бъдат предсказани само от познаване на нейните маса и спин. Хоризонтът може да се издуе навън по един начин, да хлътне навътре по друг, да се завихри в различни точки

на различни посоки, като повърхността на океана по време на буря. В началото на седемдесетте учениците ми Бил Прес, Сол Теуколски и Ричард Прайс откриха в детайли как една динамична дупка „загубва” своите степени на свобода. Използвайки компютърна симулация, Прес



Фигура 13: Сблъсък и сливане на две черни дупки:
художествена идея.



Фигура 14. Въздушни снимки от LIGO: гравитационно – вълновия детектор в Ханфорд, Вашингтон (ляво) и Ливингстън, Луизиана (дясно).

открива, че динамичната дупка може да пулсира. Теуколски, базирайки се на по-ранните работи на останалите, формулира теорията на тези пулсации, а Прайс получава детайлите, касаещи затихването на тези пулсации, отнасящи степените на свобода и оставящи дупката в своето крайно, неподвижно състояние.

5. LIGO/VIRGO/GEO изучаване на сблъсъци на черни дупки с гравитационни вълни

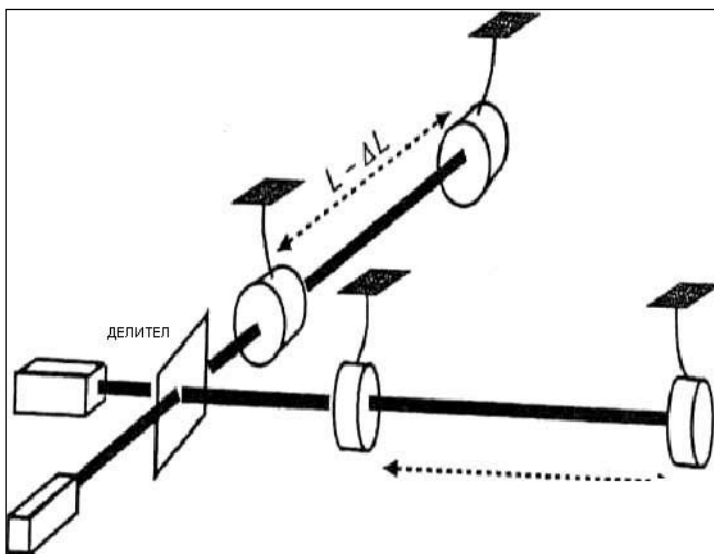
Всички тези предвиждания от времето на Златната ера: Космичната цензура на Роджър, Вторият закон на Стивън, както и загубата на вибрационната степен на свобода, предсказана от моите ученици, ще бъдат тествани посредством измервания на гравитационни вълни от сблъсъци на черни дупки. Тези вълни освен това ще ни покажат доколко изкривено изглежда пространство-времето при този силно динамичен режим, когато вибрира по крайно нелинеен начин. Ние никога не сме били достатъчно умни, за да извлечем това поведение само от уравненията на Айнщайн, но гравитационните вълни са ключът към разбирането му. База на тези изследвания ще бъде международната мрежа от наземни детектори на гравитационни вълни, която в момента влиза в действие и почти със сигурност ще има възможността да наблюдава сблъсък на черни дупки преди края на десетилетието – преди LISA да излети и да картографира статичните дупки.

LISA е гравитационен аналог на един радиотелескоп: тя ще засича и анализира вълни с дължини, съизмерими с разстоянията Луна – Земя, Слънце – Луна, или по-големи. Наземните детектори са аналог на оптически телескоп – те ще засичат и изучават къси вълни, от порядъка на земните мащаби и по-малки. Фигура 5 показва най-големия наземен детектор – този на LIGO (Laser – Interferometer Gravitational – Wave Observatory).

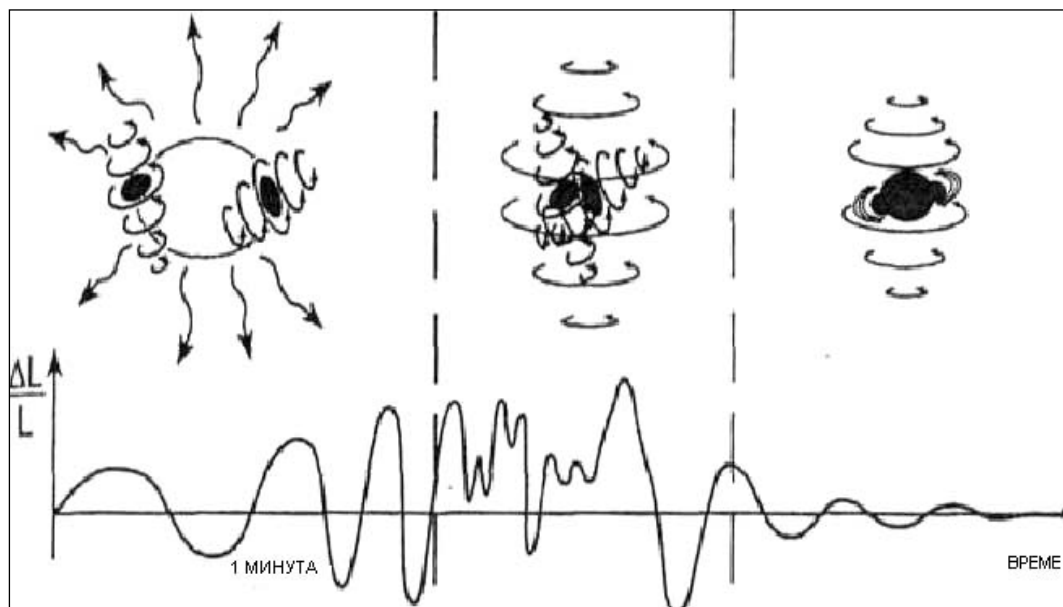
Макар да е конструиран от учени от Калтех и Ем Ай Ти с американско финансиране, LIGO е обединил учени от много страни: САЩ, Великобритания, Германия, Русия, Япония, Австралия, Индия и други. LIGO е партньор в мрежата заедно с VIRGO, един френско-италиански детектор в Пиза, Италия, и с GEO600 – доста по-малък Британско-Германски детектор, разположен в Хановер, Германия. Учените от GEO600 са разработили и тествали модерна технология за бъдещи детектори – технология, която ще бъде вградена в LIGO. Ако модерната технология е успешна, както се очаква, това ще позволи детекторът да бъде достоен партньор на по-големите детектори през следващите няколко години, още преди LIGO да бъде подобрен. Чрез комбиниране на изходите на всички тези гравитационно-вълнови детектори, ще можем да наблюдаваме сблъсък на черни дупки и да проверим прогнозите от Златната ера.

Фигура 15 показва как тези детектори работят. За разлика от триъгълната космическа станция, пътуваща в междупланетното пространство, един наземен детектор има само четири тежки цилиндъра, изработвани първоначално от кварц, а по-късно от сапфир, които висят и се люлеят назад-напред при наличието на гравитационни вълни. Както в LISA, така и тук използваме лазерен лъч, за да наблюдаваме относителното движение на цилиндрите: движения, породени от осцилиращите разтягания и усуквания на пространството, предизвикани от вълните. Тъй като тези движения се отчитат посредством светлинните интерференции от двете рамена (едно за разтягането и друго – за усукването), детекторът е наречен интерферометър – оттук и името на LIGO (лазерно – интерферометрична гравитационно – вълнова обсерватория). На Фигура 16 съм илюстрирал сблъсък на две черни дупки със скици, които подчертават изкривяването на пространството, но игнорират усукването му, както и изкривяването на времето.

Всяка дупка придърпва пространството в подобно на водовъртеж завихряне, както се вижда на рисунките, а орбиталното движение на дупката от своя страна също създава пространствено завихряне. Така дупките приличат на два тайфуна, които се сливат в по-голям тайфун, като бурно се сблъскват една в друга. Този катастрофален сблъсък е много по-енергичен от което и да е друго събитие във Вселената, но не включва в себе си материя, така че



Фигура 15: Схема на наземен гравитационно – вълнов интерферометър.



Фигура 16: Завихряне и сливане на две черни дупки.

не може да излъчва електромагнитни вълни. Единствените вълни, които излъчва, са вълни, направени от същото нещо, от което е направена и самата дупка – времепространствено изкривяване: това са именно гравитационните вълни.

Те са единственото средство, чрез което можем да наблюдаваме подобни катаклизми, наш единствен прозорец към тях. От вълните, излъчени по време на спиралообразното движение на двете дупки една към друга, можем да определим масите, ъгловите моменти и площта на дупките. От излъчените по време на сблъсъка вълни можем да съдим за поведението на пространство-времето при силно нелинейно изкривяване. Сблъсъкът, прогнозира Стивън през седемдесетте, ще формира накрая една единствена черна дупка, а моите студенти показаха, че тази дупка трябва да се роди със звън, макар този „звън“ бързо да отшумява. От вълните на този „звън“ ние можем да определим масата, ъгловия момент и площта на хоризонта на „новородената“ черна дупка. Като сравним измерванията за сумата от площите на двете изходни дупки и ги сравним с получения резултат за площта на новополучената, ние всъщност проверяваме Втория закон на механиката на черните дупки на Стивън. Ако площта накрая не се е увеличила, значи Стивън греши, уравненията на Общата теория на относителността на Айнщайн са грешни и в крайна сметка физиката ще бъде в сериозна криза. От друга страна, наблюдаването на затихващите гравитационни вълни на финала ще ни покаже в детайли как именно новата черна дупка загубва излишните си степени на свобода.

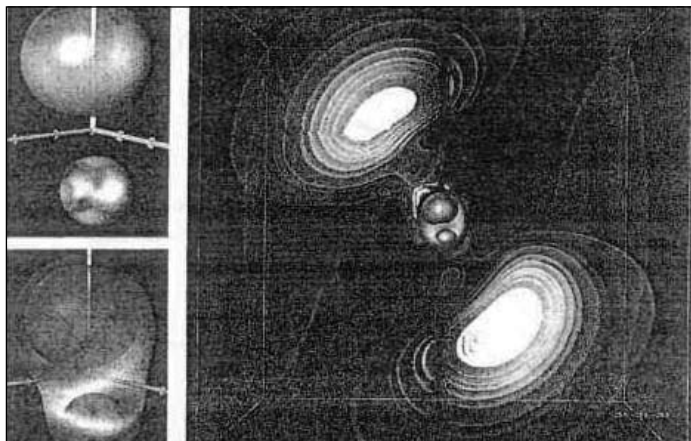
Освен това ще можем и да проверим Хипотезата за космичната цензура на Роджър, като зададем простия въпрос: „Новополученият обект черна дупка ли е, или гола син-

гулярност?” Ако е черна дупка, вълните ще имат една форма, а ако е гола сингулярност – съвсем друга. Особено интересни според мен ще са вълните от самия сблъсък. Да извлечем информация за динамичното поведение на силно нелинейно изкривеното пространство-време само по вълновата форма на сблъсъка ще бъде нелека задача. Ключът към разшифроването ще е сравнение със симулация на подобен сблъсък, направена от суперкомпютър. Ще трябва да се връщаме ту към експерименталните резултати, ту към предвидените от симулацията, повтаряйки я отново и отново, докато резултатите не съвпадат, а после ще трябва внимателно да изследваме нейните параметри, за да разберем как се е изкривявало пространство– времето по време на самия сблъсък. Една общност от учени, наречени „изчислителни релятивисти” разработва софтуера за такъв вид симулации още от средата на седемдесетте, почти толкова дълго, колкото експериментаторите подготвят гравитационно-вълновата технология. Средствата за тази симулация са изключително сложни и съдържат множество подводни камъни, така че далеч още не са завършени. Има още много работа за вършене, но тя трябва да е готова до преустройството на LIGO през 2008, а да се надяваме, и по-рано. На Фигура 17 се виждат резултати от скорошни симулации, направени с частично работещ софтуер.

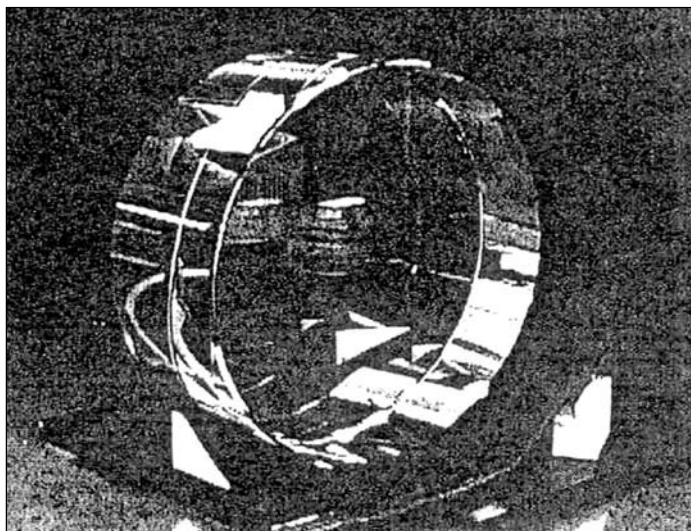
6. Квантови свойства на обекти с човешки размери

Обновяването на LIGO беше планирано от самото начало. Крачката от интерферометрите в прототипа от осемдесетте и деветдесетте към окончателния вариант на LIGO би била твърде рискована, за да бъде направена отведнъж. Междинната стъпка на конструирането на понастоящем работещите интерферометри беше от особено значение. Чрез първоначалните интерферометри ние можем да затвърдим техниката и технологията в конструирането на модерни такива. Ако имаме късмет, още първите интерферометри ще отбележат сблъсък на черни дупки, а с модерните интерферометри ще сме сигурни, че ще засечем много нови сблъсъци и ще проведем ползотворни наблюдения. Много от модерната технология на интерферометрите се произвежда тук във Великобритания, в университета Глазгоу, въпреки че много други изследователи имат също голям принос – например от Русия и Австралия, а също така от Калтех и Ем Ай Ти. Тази модерна технология ни въвежда в една нова област, където за пръв път в човешката история ще можем да наблюдаваме обекти с човешки размери да проявяват квантовомеханични свойства.

И преди сме чували за Квантовата механика. Джим Хартъл например описва изследването му със Стивън като прилага законите на Квантовата механика във Вселенски мащаб, но ние все още нямаме технологията да подложим тези идеи на проверка. Единствения сигурен тест на Квантовата механика ние хората можем да проведем в микроскопичния свят на атомите, молекулите, фотоните и субатомните частици. Но това скоро ще се промени: модерните интерферометри на LIGO през 2008 и по-късно ще могат да наблюдават движението на четиридесет килограмови сапфирни огледала (Фигура 18, монокристали от сапфир с точност от порядъка на една десетохилядна



Фигура 17: Симулация на почти челен сблъсък между две черни дупки с различни размери, изчислена от суперкомпютъра на група от института на Алберт Айнщайн в Голм, Германия, оглавявана от Едуард Зайдел и Берндт Брюгман. Горе ляво: предполагаеми хоризонти (приближение на истинските) на двете дупки малко преди сблъсъка. Долу ляво: предполагаем хоризонт на дупка, получена от сливането малко след сблъсъка, с индивидуален предполагаем хоризонт вътре. Вдясно: двата дяла в гравитационно-вълновия модел, предизвикан от сблъсъка, с три предполагаеми хоризонта в центъра.



Фигура 18: Огледало, чието квантовомеханично поведение бихме наблюдавали с помощта на подобрения интерферометър на LIGO през 2008.

от диаметъра на атомното ядро).

Това е половината от дължината на вълновата функция за степента на свобода, отговаряща на движението на центъра на масите. Този сложен израз означава, че в LIGO от 2008 нататък ще можем да наблюдаваме нашите четиридесет килограмови огледала да се държат квантовомеханично. Ние развиваме един цял нов клон на високи технологии, наречен „quantum non-demolition technology”, за да се справим с макроскопичното вероятно квантовомеханично поведение на огледалата. Това усилие всъщност е и лично моя изследователска страст в този момент. Аз в голяма степен обърнах гръб на изследванията върху относителността напоследък, с цел да подпомогна обогатяването на „non-demolition” технологията. Правя го в сътрудничество с мои студенти и руската изследователска група на Владимир Брагински, който беше инициатор в тази технология.

Превод:
Данаил Брезов
(продължава
в следващия брой)

СТАЙНА СВРЪХПРОВОДИМОСТ

Е.Г. Максимов

Може да се смята, че проблемът на високотемпературната свръхпроводимост (ВТСП) възниква по времето, когато са публикувани авангардните работи на В.Л. Гинзбург [1] и на У. Литъл [2] относно възможността за съществуване на нефононни механизми на свръхпроводимостта за сметка на взаимодействието на електроните с възбудените състояния на същите тези електрони (т.нар. екситони). Енергията на тези възбуждания е значително по-голяма от енергията на фононите и поради това е възможно съществуването на значително по-високи стойности на критичната температура T_c на прехода в свръхпроводящо състояние. Няма съмнение, тези публикации предизвикаха интереса на хората, изследващи физиката на свръхпроводимостта, но не може да се каже, че породиха сериозен поврат в изследванията на проблема на ВТСП. Нещо повече, предложенията на Гинзбург и Литъл предизвикаха у редица известни учени не само скептично отношение, но даже доведоха до някои техни публикации (вж. напр. [3]), в които се твърди, че по принцип при никакви механизми на свръхпроводимостта не е възможно да се постигнат високи стойности на T_c . Това твърдение на свой ред произтичаше от неравенството за статичната диелектрична проводимост $\epsilon(\mathbf{q},0) > 0$, което в работата [3] се разглежда като критерий за устойчивост на системата. А вече доста отдавна Киржниц [4] доказва строго, че условието $\epsilon(\mathbf{q},0) > 0$ не е критерий за устойчивост на системата относно възникването на вълни на зарядова плътност в нея. Съответното условие е неравенството $1/\epsilon(\mathbf{q},0) < 1$, от което следва, че в устойчивата система са възможни стойностите $\epsilon(\mathbf{q},0) > 1$ или $\epsilon(\mathbf{q},0) < 0$. Но въпреки това неотдавна беше публикувана работата [5], в която отново се повтарят неверни аргументи относно възможната природа на високотемпературната свръхпроводимост, свързани с неравенството $\epsilon(\mathbf{q},0) > 0$. В доклад, изнесен пред сесията на Отделението за физически науки към РАН, този въпрос беше подробно обсъден, но тук няма да се спираме на него, тъй като съвсем наскоро беше отпечатана съответната наша статия [6].

Изобщо казано, възникването на проблема на ВТСП би могло да се свърже даже не с 1964, а с 1946. През тази година е публикувана статията на Р. Ог от Стенфордския университет [7], в която се твърди, че авторът е наблюдавал явление на свръхпроводимост при температура $T_c \approx -90$ °С. Трудно е да се въздържим и да не приведем тук заглавието на тази работа: “Бозе-Айнщайнова кондензация на заловени електронни двойки. Фазово разслояване и свръхпроводимост в метал-амонячни разтвори”. Ако заменим последните думи в това заглавие, например, с изразите “в свръхпроводящи купрати” или “във високотемпературни свръхпроводници”, то по нищо не би се отличавало от множеството публикации от последните години по проблема на ВТСП. Според разпространената сред физическата общност легенда изследванията на Ог не само не са получили каквато и да било поддръжка от страна на повечето колеги, но дори са предизвикали пълно отрицание. Силата на това отрицание е била такава, че

според същата тази легенда Ог се е самоубил. Както това е повече или по-малко ясно в днешно време, Ог вероятно е наблюдавал преход на метал-амонячен разтвор при втвърдяване не в свръхпроводящо състояние, а в метално, в което електросъпротивлението пада с няколко порядъка. По-важно е нещо друго: през 1946, много преди да се появи работата на Бардийн – Купър – Шрифър [8] и също работите на групата на Шафрот [9] за образуването на реални електронни двойки и тяхната последваща бозе-кондензация, Ог предлага напълно правдоподобно обяснение на възможността за съществуване на свръхпроводимост в метални системи.

Реалният бум в проблема на високотемпературната свръхпроводимост започва с публикацията на Беднорц и Мюлер [10], в която се съобщава за наблюдаването на свръхпроводимост в съединенията $\text{La}_{1-x}\text{Ba}_x\text{CuO}_4$ при температура $T_c \approx 30$ K. Настоящото съобщение не си поставя за задача да обсъди подробно следствията от този бум за изследването на проблема за ВТСП. Това е направено например в обзора на автора [11]. Тук ще се спрем само на някои изводи, които са от значение за обсъждането на проблема на стайната свръхпроводимост. Първо, това се отнася до природата на свръхпроводящото състояние в купратите. Както е добре известно, преходът в свръхпроводящо състояние в повечето метали се обяснява добре в рамките на модела на Бардийн – Купър – Шрифър (БКШ) [8]. Това означава, че благодарение на привличането между тях електроните в близост до повърхността на Ферми се свързват в куперовски двойки, които образуват нещо подобно на бозе-кондензация. След откриването на свръхпроводящи купрати с температура на прехода, достигаща стойности $T_c \approx 160$ K, бяха предложени ред сценарии, в които свръхпроводящото състояние възниква не като резултат от образуването на купъровски двойки, а за сметка на други механизми от различен тип. Тук няма да обсъждаме тези механизми дори само заради това, че сега вече е напълно ясно, че в основата на свръхпроводимостта в купратите лежи същото това явление на възникване на купъровски двойки. Най-нагледно това беше демонстрирано в опитите по фотоемисия с разделителност по ъгли [12]. В експериментите [12] беше доказано, че електронните възбуждания в свръхпроводящото състояние на тези системи представляват така наречените боголюбовски квазичастици, т.е. кохерентна смес на електрони и дупки, което всъщност следва от модела на БКШ. Разбира се, свръхпроводимостта във ВТСП купрати не се описва с простия модел на БКШ, в който има добре определени електронни квазичастични възбуждания, които слабо взаимодействат помежду си. В свръхпроводящите купрати съществува система от силно взаимодействащи електрони, при които има затихване. Вълновата функция на електронните двойки е анизотропна – за разлика от вълновата функция в простия модел на БКШ, в който съществува изотропно s-сдвояване. Всичките тези различия трябва да се взимат под внимание при изчисляването или даже при оценките на величината T_c , те нямат принципно значение за нашия доклад.

Единственият въпрос, който е извънредно актуален както за проблема на свръхпроводимостта в купратите, така и при обсъждането на възможността за получаване на стайна свръхпроводимост, това е природата на взаимодействието, водещо до

сдвояването на електроните в куперовски двойки. Съществуват, грубо казано, само две възможности. Първо, това са взаимодействията, които отдавна са добре известни, а именно електрон-фононното и електрон-екситонното. Другата възможност са магнитните взаимодействия между електроните. Подобен тип взаимодействия водят например до различни магнитно подредени състояния. Критичните температури на магнитните преходи могат да бъдат твърде високи, като в много случаи те значително надминават както температурата на свръхпроводящия преход T_c в купратите, така и стайната температура. При обсъждането на възможностите за постигане на високи T_c на свръхпроводящия преход за сметка на магнитните взаимодействия трябва да не забравяме следното. Критичната температура на магнитния преход T_M зависи непосредствено от константата на междуелектронното обменно взаимодействие:

$$T_M \approx J, \quad (1)$$

Обаче температурата на свръхпроводящия преход зависи непосредствено от не J , а от безразмерната константа $g = N(0) J$, където $N(0)$ е плътността на електронните състояния върху повърхността на Ферми. Съответната зависимост има вида:

$$T_c = \epsilon_F \exp(1/N(0)J), \quad (2)$$

където ϵ_F е енергията на Ферми.

В модела на Хабард, който често се използва за описанието на системи със силни обменно-корелационни ефекти, обменната константа може да се представи във вида

$$J = t(t/U), \quad (3)$$

където t е интегралът на препокриване, U е кулоновското отблъскване за един възел. Според оценките, направени за съединението La_2CuO_4 , което в нелегирано състояние е диелектрик и антиферромагнит, обменната константа в него е с големина $J \approx 0,1 \text{ eV} \approx 1000 \text{ K}$. Не е чудно, че при това температурата на антиферромагнитния преход в него е относително висока: $T_M \approx 230 \text{ K}$. В този модел безразмерната константа на взаимодействието g може да се запише във вида:

$$g = N(0) t(t/U) \approx t/ZU, \quad (4)$$

където Z е броят на най-близките съседи. В този случай g има големина от порядък 0,1 и при всяка разумна стойност на коефициента пред експонентата във формулата (2) ($\epsilon_F \sim t$) резултиращата стойност на T_c ще бъде съществено по-ниска от 100 K, а да не говорим за стайни температури. Поради това по-нататък ще се ограничим с обсъждането на възможностите за получаване на стайна свръхпроводимост в рамките на стандартното електрон-фононно взаимодействие (ЕФВ) и на модела БКШ. Както беше писал К.А. Кикоин:

*Покуда есть на свет
Хотя б один фонон
Пока к единой сети
Компьютер подключен*

*Покуда сердце бьется,
Пока горит душа –
Россия обойдется
Моделью БКШ!*

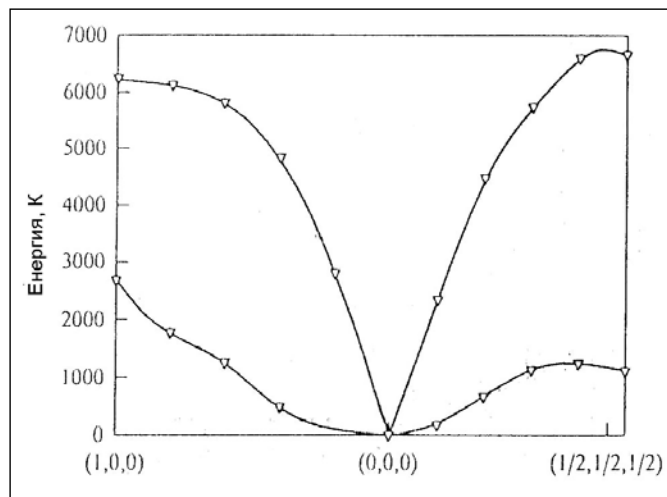
Максималната към днешна дата стойност на T_c , съществуваща в системата с точно установен електрон-фононен механизъм на свръхпроводимостта, се наблюдава в съединението MgB_2 и е ≈ 40 К. Въпросът е дали е възможно да увеличим тази стойност на T_c , оставайки изцяло в рамките на електрон-фононния механизъм? Съвременната теория на твърдото тяло е в състояние да даде отговора на този въпрос с помощта на строг количествен анализ на ефектите на електрон-фононното взаимодействие в металите. За целта може да се приложи методът на функционала на електронната плътност, който позволява да се изчислят електронните и фононните спектри на метала и матричните елементи на електрон-фононното взаимодействие. Подробностите на съответните изчисления са описани в нашите обзори, отпечатани в *УФН* [13, 14].

Критичната температура на свръхпроводящия преход в системи с електрон-фононно взаимодействие може да се запише във вида

$$T_c = \frac{\omega \ln}{1.4 \exp\left(\frac{1+\lambda}{\lambda - \mu^*}\right)} \quad (5)$$

Тук μ^* е кулоновският псевдопотенциал, описващ приноса на кулоновското взаимодействие в свръхпроводимостта. За повечето стандартни метали този принос е твърде малък, $\mu^* \approx 0,1$, и при обсъждането на въпроса за високотемпературната свръхпроводимост, обусловена от ЕФВ, може да бъде пренебрегнат. Константата на електрон-фононното взаимодействие λ и предекспонентата $\omega_{\ln}$ се изчисляват с помощта на функцията на Елиашберг $\alpha^2(\omega)F(\omega)$ по метода на функционала на плътността, така че T_c може да се пресметне, без да се използват каквито и да било свободни параметри.

Като пример за такъв анализ ще посоча съвместната ни работа с Д. Саврасов [15] по изчисляване на свойствата на метален водород при високи налягания. На Фиг. 1



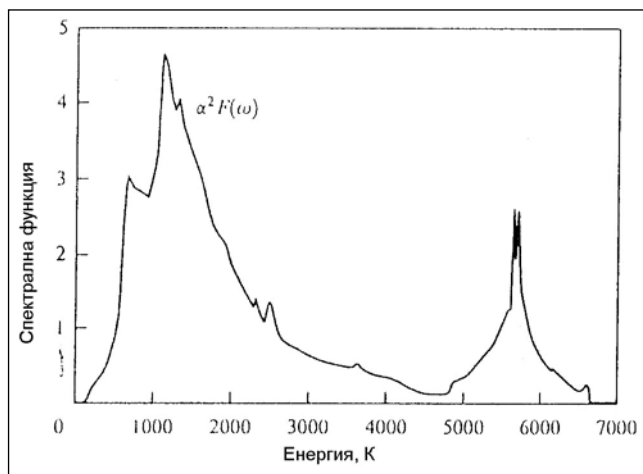
Фиг. 1. Изчислените фононни честоти на металния водород в СЦК структура за $r_s = 1$.

са показани резултатите за фононните честоти в стеноцентрирана кубична (СЦК) структура при налягане $p \approx 20$ Мбар.

Вижда се, че енергията на напречната акустична мода е значително по-малка от надлъжната. В този смисъл напречната мода е твърде “мека”. Значението на съществуването на меки моди за постигането на високи стойности на T_c многократно е обсъждано в работите по физика на свръхпроводимостта.

Това обстоятелство може да се разбере също от Фиг. 2, на която е показана спектралната плътност на електрон-фононно-то взаимодействие (функцията на Елиашберг).

От фигурата се вижда, че интензитетът на функцията на Елиашберг при енергиите на напречната мода (1000-2000 K) е съществено по-голям от този в областта на енергиите на напречната мода (6000 K). По-рано този извод относно значението на “меките” моди за високите стойности на T_c се правеше въз основа на формулата за константата на електрон-фононното взаимодействие λ , записана във вида:

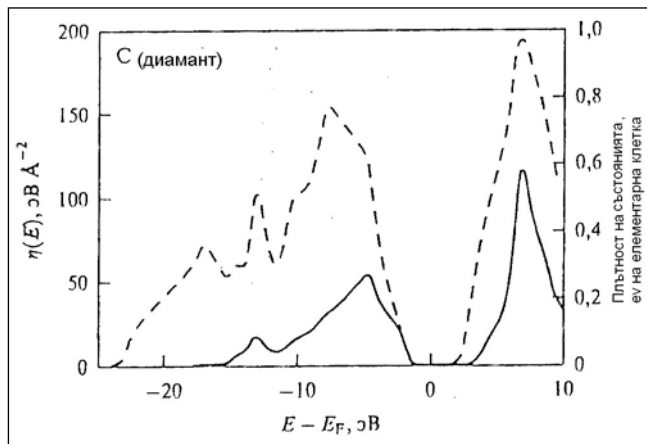


Фиг. 2. Изчислената спектрална плътност на електрон-фононното взаимодействие за метален водород в СЦК структура при $r_s = 1$.

$$\lambda = N(0) \langle I^2 \rangle / M \langle \omega^2 \rangle \quad (6)$$

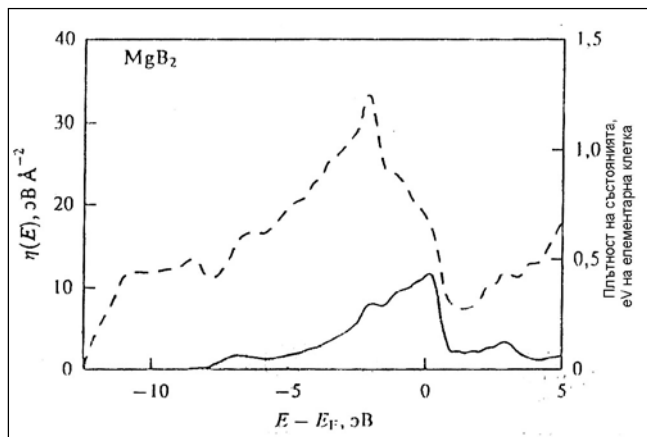
Оттук следва, че λ расте с намаляването на $\langle \omega^2 \rangle$, т.е. в случая на меки фононни моди. Трябва да отбележим, че напречната мода е “мека” само в условен смисъл, доколкото тя е малка в сравнение с надлъжната мода, но нейните абсолютни стойности (~ 1000 - 2000 K) съвсем не са малки в сравнение със стайните температури. Нашите изчисления за метален водород дават стойността $\lambda = 6,1$ и съответно $T_c = 600$ K, която е значително по-висока от всяка стайна температура [15]. Разбира се, свръхпроводимостта на металния водород при такива налягания не само не може да се използва на практика, но е невъзможно даже да се получи налягане 20 Мбар в лабораторни условия.

Неотдавна беше направен подробен анализ [16] на възможностите на електрон-фононното взаимодействие да доведе до значително повишаване на T_c в системи като MgB_2 и диамант, легиран с бор. Резултатите от анализа за MgB_2 показаха, че електро-ните в това съединение от 9-те моди, съществуващи в това съединение, взаимодействат силно само с две фононни моди (моди на усукване с $\omega_d \approx 20 - 25$ meV). Нещо повече, това взаимодействие е ограничено от малките стойности на вълновите вектори $\mathbf{q}$ (12% от цялата зона на Брилуен). Но все пак за MgB_2 , $T_c = 40$ K! Пита се какви стойности би могла да достигне T_c , ако взаимодействието на електроните с всички моди беше силно? В този случай константата на ЕФВ би могла да има стойност $\lambda = 22,5$. Както се показва в работата [16], при $\lambda = 22,5$ температурата T_c би достигнала стойности от порядъка 300 – 430 K! В същата тази работа се показва, че ситуацията със свръхпроводимостта в MgB_2 и в диамант, легиран с бор, имат много общо помежду си. И в двете системи съществуват силни ковалентни връзки, които водят до големи стойности на взаимодействието λ ; освен това малките стойности на йонните маси в тези системи също водят до увеличаване на



Фиг. 3. Плътност на електронните състояния (цирихованата крива) и параметърът на Хопфилд (плътната крива) за диамант (по работата [18]).

търсят съединения с квазидвумерна електронна система и със силни ковалентни връзки. Авторите на публикациите [17,18] прилагат малко по-различен подход към изследването на проблема на ВТСП в системи с ЕФВ. За целта те определят величината $N(0)\langle I^2 \rangle$ не само за енергиите върху повърхността на Ферми, но и за произволни енергии, като използват параметъра на Хопфилд η . Прилагайки метода на функционала на плътността, авторите на работите [17, 18] са изчислили $N(0)\langle I^2 \rangle$ за редица системи, в това число и за алуминий. Резултатите от подробните пресмятания за диамант и MgB_2 са показани на Фиг. 3 и 4, взети от [18]. От Фиг. 3 се вижда, че в легиран диамант функцията $\eta(E)$ може да достига много високи стойности, ако химическият потенциал на системата



Фиг. 4. Плътност на електронните състояния (цирихованата крива) и параметърът на Хопфилд (плътната крива) за MgB_2 (по работата [18]).

константата на взаимодействие λ . Но има и едно съществено различие, което се обуславя от факта, че електронната система в MgB_2 е двумерна, докато в диаманта, легиран с бор, тя е тримерна. Това води до малка електронна плътност на състоянията в легиран диамант.

За съжаление, в работата [16] не се дават никакви конкретни рецепти за това какво трябва да се прави със съединението MgB_2 , за да се достигнат в него посочените горе рекордно високи стойности на T_c . Само се посочва, че ще бъде важно да се

бъде преместен на 6 eV по-долу от съществуващия в чист диамант или на 6 eV по-горе.

В такъв случай стойностите на T_c могат да бъдат доста високи. Така например при дупчесто легиране $T_c^{\max} \approx 290$ K, а при електронно легиране $T_c^{\max} \approx 420$ K. За съжаление, отново остава неясно дали е възможно да се получи диамант с такова високо ниво на легиране. Положението в MgB_2 , както се вижда от Фиг. 4, е значително по-малко оптимистично от гледна точка на получаването на високи T_c .

Що се отнася до Al , то за него величината $N(0)\langle I^2 \rangle$ зависи много слабо от енергията и по абсолютна стойност е значително по-малка в сравнение със системите с ковалентни връзки.

За съжаление, сега не може еднозначно да се отговори на въпроса, поставен в заглавието на нашия доклад. Но все пак бихме могли да твърдим с по-голяма вероятност, че това не е мит. По-скоро това е мечта. Именно под заглавието “Високотемпературната свръхпроводимост – мечта или реалност” през 1976 беше публикувана бележката на В.Л. Гинзбург в *УФН* [19]. Изминаха не повече от 10 години и мечтата във връзка с високотемпературните свръхпроводници се осъществи. Да се надяваме, че така ще стане и със стайната свръхпроводимост.

Авторът е благодарен на В.Л. Гинзбург за непрестанната поддръжка при изучаването на проблема на високотемпературната и стайната свръхпроводимост.

Цитирана литература

1. Ginzburg V.L. *Phys. Lett.* **13** (1964) 101
2. Little W.A. *Phys.Rev.* **134** A (1964) 1416
3. Cohen M.L., Anderson P.W., in *Superconductivity in d- and f-band Metals* (AIP Conf. Proc., Vol. 4, Ed. D.H.Douglass) NY, 1972, p. 17
4. Киржниц ДлАл *УФН* **119** (1976) 357
5. Anderson P.W. *Science* **316** (2007) 1705.
6. Максимов Е.Г., Долгов О.В. *УФН* **177** (2007) 983
7. Ogg R.A. (Jr.) *Phys.Rev.* **69** (1946) 243
8. Bardeen J., Cooper L.N., Schrieffer J.R., *Phys. Rev.* **108** (1957) 1175
9. Schafroth M.R. *Phys.Rev.* **96** (1954) 1149, 1442; (1955) 100, 463
10. Bednorz J.G., Müller K.A. *Z. Phys.* **B 64** (1986) 189
11. Максимов Е.Г. *WBK* **170** (2000)1033
12. Matsui H. et al. *Phys. Rev. Lett.* **90** (2003) 217002
13. Саврасов С. Ю., Максимов Е.Г. *УФН* **165** (1995) 773
14. Максимов Е.Г., Саврасов Д. Ю., Саврасов С. Ю. *УФН* **167** (1997) 353
15. Maksimov E.G., Savrasov D.Yu.. *Solid State Commun.* **119** (2001) 569
16. Pickett W.E. *J.Supercond. Nov. Magn.* **19** (2006) 291
17. Cohen M.L. *J.Supercond. Nov. Magn.* **19** (2006) 283
18. Moussa J.E., Cohen M.L. *Phys. Rev.* **B 74** (2006) 094520
19. Гинзбург В.Л. *УФН* **118** (1976) 315

(Е.Г. Максимов, **Комнатная сверхпроводимость – миф или реальность?**
Успехи физических наук, том 178, № 2 (2008), с. 175)

Превод (с малки съкращения): М. Бушев

ИМА ЛИ ПОЛЗА ОТ НАУЧНИТЕ ИЗСЛЕДВАНИЯ?

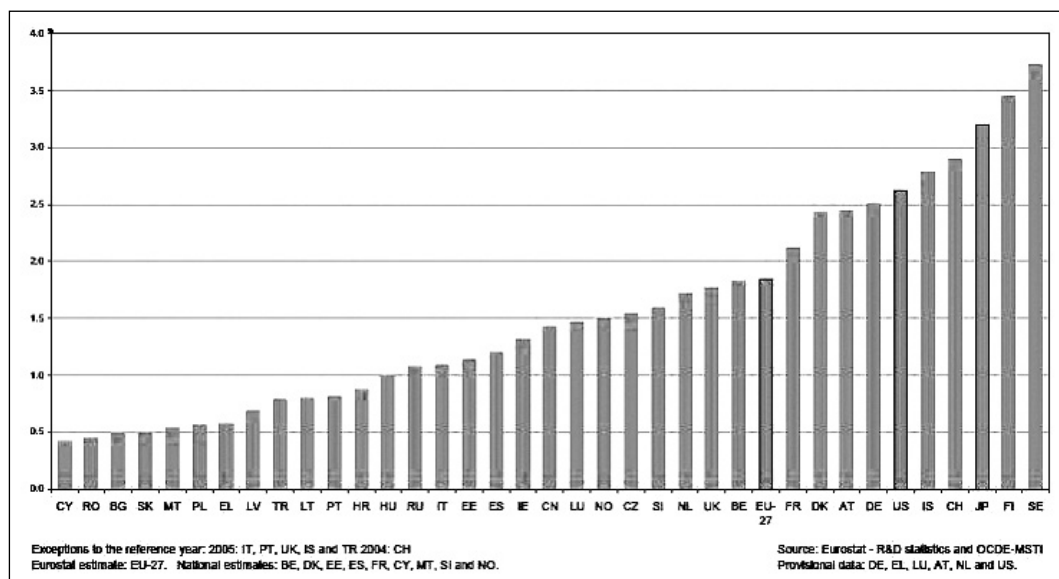
Динко Динев

„В моя дълъг живот аз разбрах, че нашата наука е твърде примитивна и опростена в сравнение с реалността, но че тя все пак е най-ценното нещо, което притежаваме.“

А. Айнциайн

Има ли полза от провеждането на научни изследвания? Не се ли харчат напразно големи средства за наука? Наистина в България за тази цел се отделят едва 0.5% от БВП, но има страни в света, в които средствата, отделяни за научни изследвания, надхвърлят 2% от БВП – Фиг. 1.

На официални форуми – дискусии, срещи, конференции и пр., организирани от различни правителствени и неправителствени организации, а също и в средствата за масова информация, всички се обявяват в защита на науката. Съвсем различно е обаче положението в неформални разговори или, както сега се казва, „на чашка кафе“. Дори сред учени често могат да се чуят реплики от рода: „Какво ме интересува как е устроена или как е възникнала Вселената?“, или твърдения от рода: „Шепа теоретици измислиха модела на кварките и глюоните и сега се пръскат луди пари, за да се задоволи тяхното тщеславие.“.



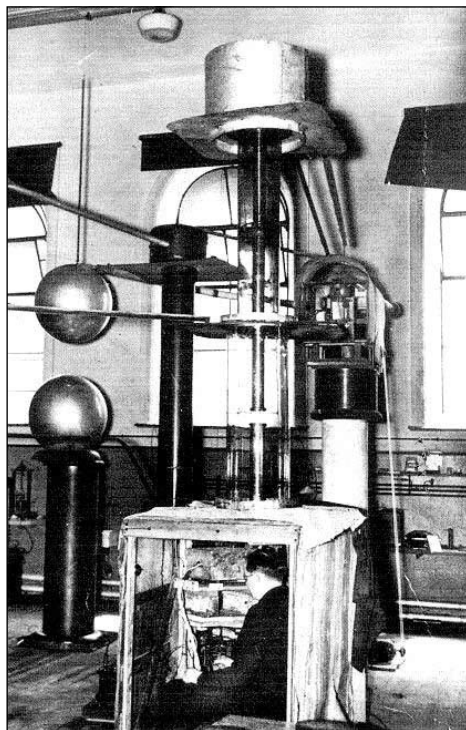
Фиг. 1. Разходи за научни изследвания като процент от БВП
(източник: EUROSTAT: Statistics in focus – Science and technology, 91/2008)

Дали подобен скептицизъм и дори негативизъм има основание? Дали икономически най-развитите страни като САЩ, Япония, Германия, Франция, Великобритания и др. отделят големи средства за научни изследвания, защото са богати и са си „надвили на харча“ или пък те са богати и развити, защото имат силна, с вековни традиции наука?

Напоследък във връзка с пускането в действие в Европейския център за ядрени изследвания (CERN) на Големия адронен колайдър (LHC) се поставя въпросът за целесъобразността на направените разходи. Посочват се различни числа, но една оценка на стойността на колайдъра и на експерименталната апаратура към него от порядъка на малко над 3 млрд. евро е напълно реалистична. Тези средства идват основно от големите страни-членки на CERN: Германия, Франция, Великобритания и др., а също така и от големите страни-партньорки на проекта: САЩ, Япония, Русия, Китай, Индия и др. Не са ли хвърлени тези пари на вятър?

Когато се опитват да обосноват своето съществуване, учените от CERN обикновено посочват следните разработки, които са имали и имат важно, а в някои отношения и решаващо, въздействие върху развитието на нашата цивилизация:

• **Развитие и усъвършенстване на ускорителите на частици.** Първоначално създадени за нуждите на ядрената физика, днес ускорителите на частици са намерили най-разнообразни приложения в технологиите и медицината. За приложни цели в света работят над 10 хиляди ускорители от различен вид. В България от 60-те години на миналия век ускорителите се прилагат при комплексното лечение на раковите заболявания. Има и отделни примери за използването у нас на ускорители на електрони в радиационно-химическите



Фиг. 2. Първият високоволтов ускорител построен през 1932 г. от Д. Кокрофт и Е. Уолтън



Фиг. 3. Съвременен медицински ускорител (ЛЛУР-20МТ)

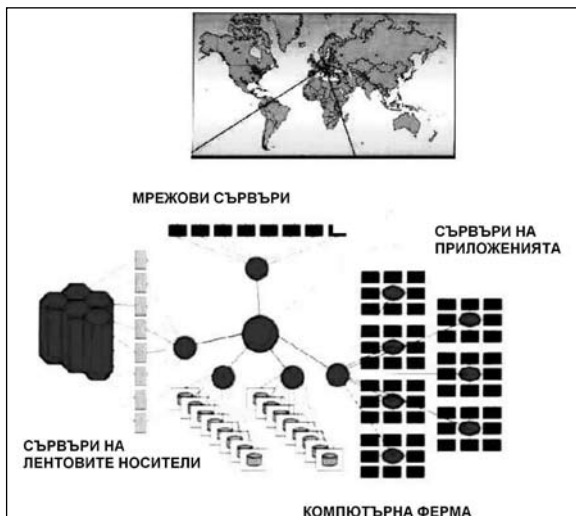
технологии и за неразрушаващ контрол на материалите. Циклическите ускорители на електрони, електронните синхротрони, са мощен източник на електромагнитно лъчение със специфични характеристики, т. нар. синхротронно лъчение. Това уникално лъчение е намерило разнообразни приложения във физиката на твърдото тяло, микроелектрониката, химията, биологията и др. В света вече работят над 80 специализирани източника на синхротронно лъчение.

На основата на електронните ускорители и синхротронното лъчение бяха създадени лазерите със свободни електрони. Един лазер със свободни електрони е мощен източник на кохерентно електромагнитно лъчение, чиято дължина на вълната може лесно и плавно да се изменя в широки граници. Лазерите със свободни електрони могат да излъчват във всички спектрални диапазони: от далечната инфрачервена област, през видимата област, ултравиолетовото лъчение, та чак до рентгеновото лъчение. Те намират уникални приложения в изследванията и технологиите, включително в микроелектрониката и нанотехнологиите. Ускорителите на протони се използват за създаването на мощни импулсни източници на неутрони (Spallation Neutron Sources). Генерираните от тези източници интензивни неутронни потоци са важен инструмент за структурни изследвания във физиката на кондензираната материя и за изследване на магнитната структура на веществото.

• **Усвършенстване на компютърните технологии и създаване на Глобалната компютърна мрежа (Internet).** Развитието на компютърните технологии, както на суперкомпютрите, така и на микропроцесорите и персоналните компютри, като се започне от 50-те години на миналия век та чак до наши дни е тясно свързано и в немалка степен се стимулира от физиката на високите енергии. Именно в CERN Тим-Бернес Лий създава през 1989 г. World Wide Web (WWW), който съставлява сърцевината на Глобалната компютърна мрежа (Internet). Тази информационна технология буквално



Фиг. 4. Съзателят на WWW
Тим-Бернес Лий



Фиг. 5. Информационната технология GRID

преобрази нашата планета. Днес спокойно можем да говорим за света преди и след Интернет.

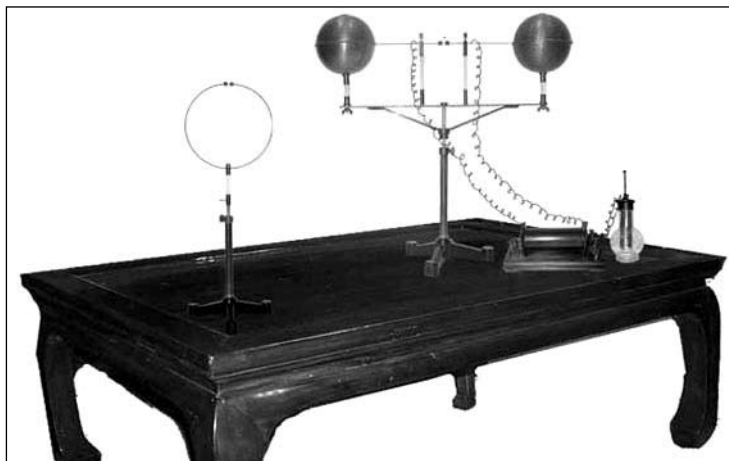
Във връзка с построяването на Големия адронен колайдър (LHC) в CERN беше направен следващ голям скок в информационните технологии. Новата технология е наречена GRID. GRID е технология, позволяваща споделянето на компютърните ресурси и на ресурсите за запазването на данни в географски отдалечени точки. GRID свързва най-големите компютърни центрове в света.

• **Усъвършенстване на медицинската диагностика.** Рентгеновият компютърен томограф беше създаден през 1971 г. независимо от Г. Хаунсфийлд и А. Кормак. Докато Хаунсфийлд е по професия електроинженер, то Кормак е американски физик, работещ в областта на физиката на елементарните частици. През 1963 и 1964 г. Кормак публикува две статии в Journal of Applied Physics, в които излага теоретичните основи на рентгеновия компютърен томограф. За своето забележително откритие двамата получиха Нобеловата награда за медицина за 1979 г. По-късно пак физици създадоха томографите с ядрен магнитен резонанс и позитронно-емисионната томография. Тези методи за получаването на тримерни изображения на човешките органи преобрази медицинската диагностика. В новите и усъвършенствани диагностични прибори се използват и високочувствителните и надеждни детектори, разработени за нуждите на физиката на частиците и в частност тези, създадени в CERN от Ж. Шарпак (Нобелова награда за физика за 1992 г.).

• **Разработването на методи за трансмутация на радиоактивните отпадъци на ядрените електроцентрали.** Това е едно от научно-приложните направления, по които усилено се работи в CERN през последните години. То би позволило с помощта на мощни протонни ускорители да се преобразуват дългоживеещите радионуклиди, получавани при работата на една ядрена електроцентрала в краткоживеещи радионуклиди. С това проблемът за надеждното и безопасно съхранение на радиоактивните отпадъци от ядрената енергетика ще намери елегантно и трайно решение. В CERN изследователският екип се ръководи от К. Рубиа, бивш Генерален директор на CERN (Нобелова награда за физика за 1984 г.).

Всъщност всичко изброено по-горе са само краткосрочните ползи от дейността на CERN и на другите подобни научни центрове. Истинската, голямата полза е в полученото ново знание. В дългосрочен план то е безценно. Добиването на нови знания за обкръжаващият ни свят и за нас самите е само по себе си върховна ценност. Познанието е висше предназначение на човека.

По своята природа всяко научно изследване има фундаментален характер. Неговата цел е наблюдаването и изучаването на разнообразните процеси и явления, които протичат около нас, откриването на нови обекти и явления, разкриването на закономерностите, на които се подчиняват тези явления, и на връзките между тях, създаването на теоретични модели, които не само описват наблюденията и експериментите, но могат и да предскажат съществуването на нови обекти и явления. Приложенията на научните открития идват по-късно.



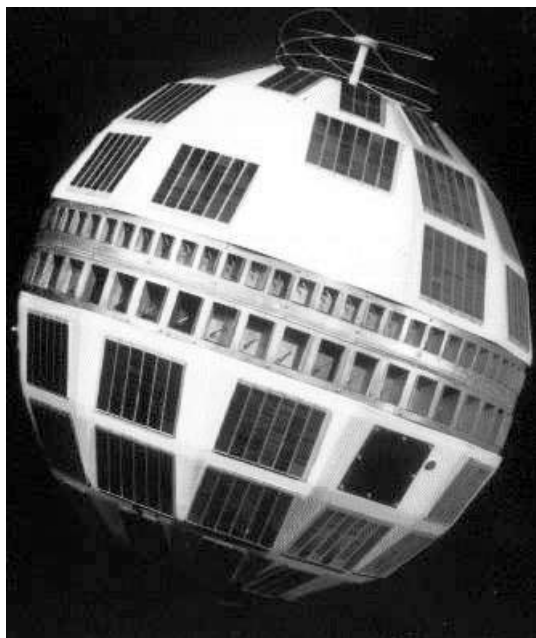
Фиг. 6. Опитната постановка, използвана от Х. Херц през 1886 г.

за възшебната страна „в която планините ще са от шоколад, а в реките вместо вода ще тече лимонада”. За добро или за лошо в нашия свят всичко се постига с усилия. Както се казва в стихотворението, „всичко плод е на ръката”, а аз бих добавил и на ума.

Когато през 1886 г. Х. Херц провежда своите знаменити опити по генерирането на електромагнитни вълни и по изучаването на техните свойства, той съвсем не се е

ръководил от мисълта за реализирането на радиовръзка между две точки, отдалечени на голямо разстояние една от друга. Такава радиовръзка е реализирана едва през 1901 г., когато италианският физик Г. Маркони успява да предаде радиograma през Атлантическия океан (Нобелова награда за физика за 1909 г.).

Когато през 1919 г. Е. Ръдърфорд (Нобелова награда за химия за 1908 г.) осъществява първата ядрена реакция, облъчвайки ядра на азота с α -частици, излъчвани от радиоактивен източник, той не се е ръководил от идеята да създаде нов, неизчерпаем източник на енергия. Цели 26 г. по-късно, през 1945 г. енергията, съсредоточена в атомните ядра, беше освободена по един неконтролиран, взривообразен начин (първи взрив на атомна бомба на 16. 07.1945 г.,



Фиг. 7. Първият комуникационен спътник (Telstar, 1962 г.)

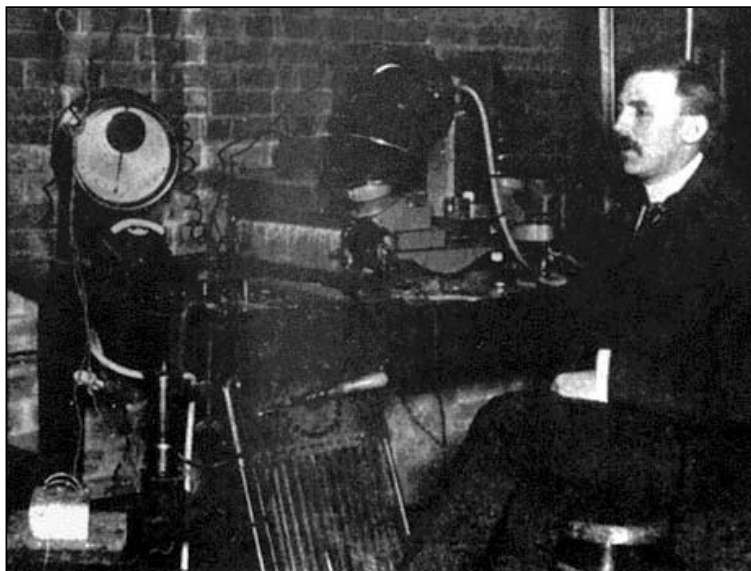
Както казва Л. Пас-тьор, отношението между науката и приложенията на науката е както между дървото и плода. А всички знаем какви усилия и знания са необходими, за да се засади и отгледа едно дърво, преди да започнем да се радваме на неговите плодове.

Наистина като деца понякога сме си мечтали

Ню Мексико, САЩ), а след още 9 г., през 1954 г. беше пусната в действие първата ядрена електроцентрала (Обнинск, Русия), в която тази колосална енергия започна да се освобождава по един контролиран начин. Между експеримента на Ръдърфорд и тези две събития лежи дълга верига от експериментални и теоретични изследвания, имащи чисто фундаментални характер. Всички тези постижения се дължат на упорития и резултатен труд на хиляди талантиливи изследователи.

Трябва да се отбележи, че създаването на нови материали, прибори и технологии не става като се събере екип от талантиливи изобретатели и пред тях се постави съответната задача. Най-често това става в резултат на многогодишни натрупвания във фундаменталните науки.

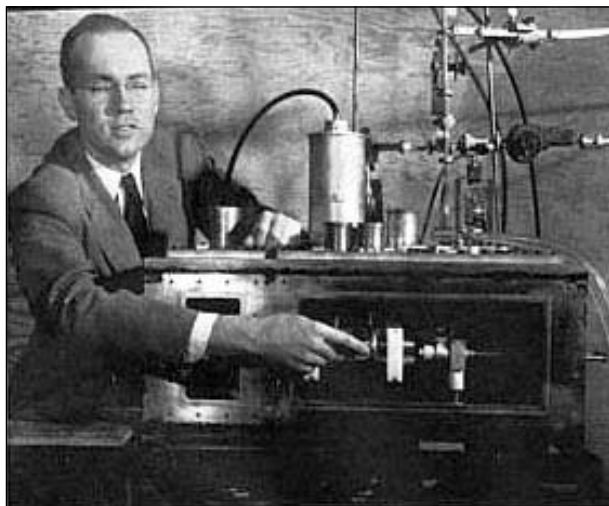
Лазерът, този удивителен оптически прибор, намерил приложения в най-разнообразни области на нашия живот, бе създаден от Н. Басов, А. Прохоров и Ч. Таунс (Нобелова награда за физика за 1964 г.) след поредица от фундаментални открития в квантовата физика и в оптиката и спектроскопията. В частност, създаването на оптическия квантов генератор става



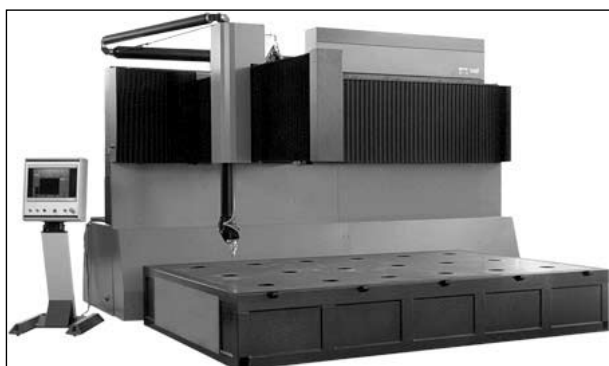
Фиг.8. *Е. Ръдърфорд в своята лаборатория*



Фиг. 9. *Първият ядрен реактор АПС-1, построен за производството на електрическа енергия, гр. Обнинск, Русия*



Фиг. 10. Ч. Таунс с първия създаден от него мазер



Фиг. 11. Лазерен комплекс за рязане и заваряване

цифровите фотоапарати. Само че тези толкова съвършени прибори, както се казва, „не растат по дърветата”. Тяхното появяване е резултат на упоритите и продължителни усилия на хиляди физици, химици и инженери. То е резултат от бурния напредък на микроелектрониката през последните десетилетия (микропроцесори, CCD-матрици, памети и др.), а този напредък от своя страна се базира на прогреса във физиката на твърдото тяло, физиката на полупроводниците и полупроводниковите технологии. Между другото, при създаването на микрочипове важно приложение намира една разновидност на ускорителите на заредени частици – йонните имплантатори. Вече беше споменато, че ускорителите са прибори, създадени през 30-те години на миналия век, за фундаментални изследвания на атомното ядро.

В България по-мощни научни изследвания се разгърнаха през 60-те и 70-те години на миналия век. Тогава започнаха да се изграждат и съответните структури – научните институти към Българската академия на науките и различните университети.

възможно след като през 1917 г. А. Айнщайн (Нобелова награда за физика за 1921 г.) постави основите на квантовата теория на излъчването на електромагнитна радиация и на явлението стимулирано излъчване. Както всички знаят, Айнщайн е физик-теоретик.

Самите идеи за създаването на нов материал, нов прибор, нов източник на енергия или ново средство за комуникация изникват в процеса на научното търсене. Кой би допуснал, че група инженери, живели през 18-ти или 19-ти век са си поставяли задачата да построят термоядрен реактор, подобен на международния термоядрен реактор ITER, който се строи в момента във Франция. Та в ония времена никой не е и подозирал за съществуването на атомите и атомните ядра.

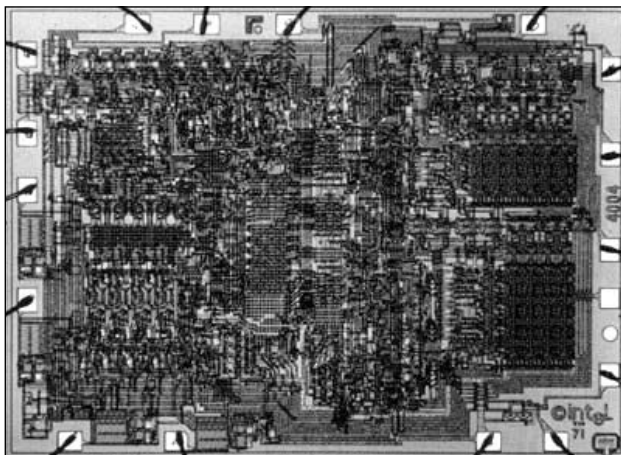
Хората бързо възприемат новостите. И това е добре. Всички, дори и хората с по-ниско образование, веднага се научиха как да използват мобилните телефони и

В ония години често можеха да се чуят гласовете на различни „отговорни другари“ за „по-пълното обвързване на науката с практиката“ и за „превръщането на науката в непосредствена производителна сила“. Такива гласове се чуват и днес. И не малко.

Подобни хора схващат нещата доста опростено. Те смятат например, че като се вложат 1 млн. лева в научни изследвания, след период от една или най-много три години, в резултат от внедряването в производство на нови, усъвършенствани изделия или пък в резултат от разработването на нови, по-икономични технологии ще получат обратно 3 млн. лева или даже повече. Както се казва, чиста печалба.

Всъщност в икономически развитите страни наистина става нещо подобно. Но не веднага и не в този опростен вид. В тези страни е изградена стройна система от университети и научни институти (изследователски центрове), които се занимават с провеждането на фундаментални изследвания и съществува също развита мрежа от държавни и частни структури, които се занимават с прилагането на научните резултати в индустриалните технологии, медицината и др. Между тези две групи дейности няма пропаст или китайска стена. Точно обратното, те се намират в отлично взаимодействие и частично проникват една в друга.

Когато през 1988 г. П. Грюнберг и А. Ферт откриват физичния ефект на т. нар. „гигантско магнетосъпротивление“ (GMR) (Нобелова награда за физика за 2007 г.) те провеждат едно фундаментално експериментално изследване, след което разработват неговото теоретично обяснение. Девет години по-късно, през 1997 г., в IBM са създадени първите компютърни твърди дискове с четяща глава, работеща на принципа на GMR ефекта. Тези компютърни дискове имат на порядъци по-голям капацитет и са с по-малки размери от предшествениците си. Направеното фундаментално откритие и



Фиг. 12. Първият микропроцесор пуснат на пазара (Intel 4004)

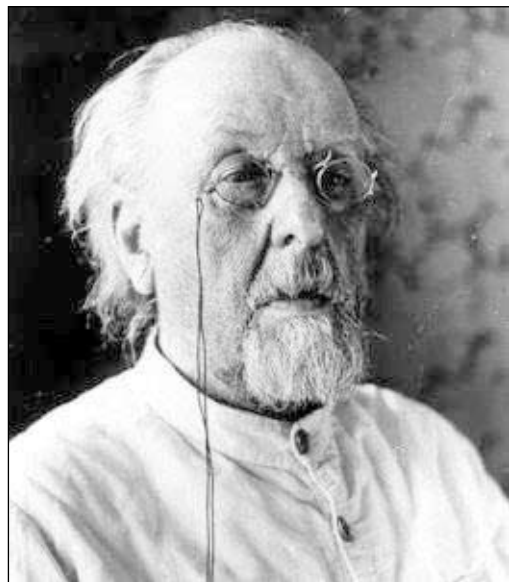


Фиг. 13. Йонен имплантатор

последвалата го технологична разработка проправиха пътя на съвременните персонални компютри, включително и на преносимите.

Взаимодействието между звената, занимаващи се с фундаментални изследвания и с тяхното приложение, е особено добре организирано в САЩ. Ето един показателен пример. През 1945 г. компанията „Бел-телефон“ създава група от висококвалифицирани (и високоплатени) физици, инженери и лаборанти за изследвания в областта на физиката на твърдото тяло и за разработването на нови технически средства за радиолокация. Основната задача, поставена пред групата, е формулирана по следния начин: „Проверка на квантовата теория на кондензираното състояние на материята“! Сътрудниците на тази група откриват нови физични явления, станали основа за създаването на биполарния и полевия транзистори. Всеки може сам да си отговори какво е значението на тези открития за развитието на човешката цивилизация. Както е добре известно, транзисторът е създаден именно в лабораториите на „Бел-телефон“. Това става през 1947 г. Негови откриватели са видните американски физици Дж. Бардин, У. Братейн и У. Шокли. Това е едно от най-великите открития във физиката на 20-ти век. То е пряко следствие от бурното развитие на физиката на полупроводниците и на полупроводниковата технология в годините на Втората световна война. За това си откритие тримата учени получават през 1956 г. Нобеловата награда за физика. През 1972 г. Дж. Бардин получава и втора Нобелова награда за физика, заедно с Л. Купър и Дж. Дж. Шрифър, този път за разработването на теорията на свръхпроводимостта. Това явление, открито през 1911 г. от Г. Камерлинг-Онес (Нобелова награда за физика за 1913 г.) започва да намира все по-важни приложения в техниката, медицината и др.

Големият физик-теоретик и бивш генерален директор на CERN (1961-1966г.) В.

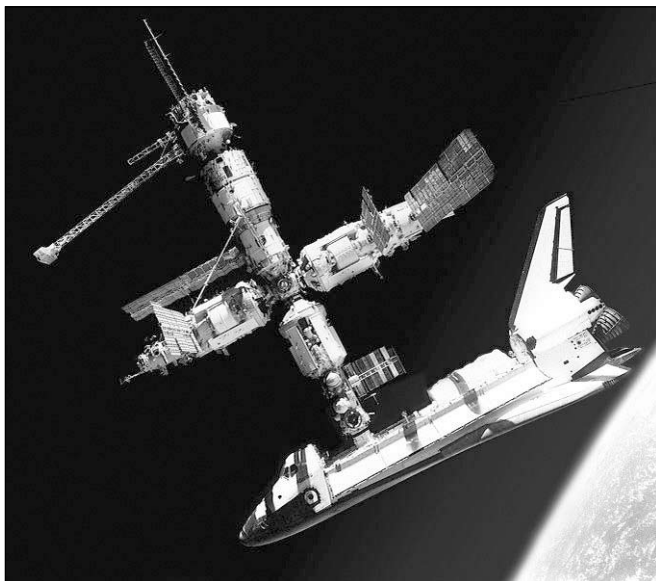


Фиг. 14. К. Е. Циолковски

Вайскопф разделя науките на две големи групи според приложимостта на техните резултати. Едната група науки той нарича „земни науки“. Приложимостта на техните резултати е или очевидна, или може да се очаква в едно близко бъдеще. Тук Вайскопф включва: част от ядрената физика, атомната и молекулната физика, физиката на кондензираната материя, физиката на плазмата, науките за земята, биологията, медицината, аграрните науки и др. Втората група науки Вайскопф нарича „космически науки“. Техните резултати нямат непосредствена приложимост. Тук се включват: физиката на високите енергии, част от ядрената физика, астрономията, астрофизиката, космологията и др.

Всъщност подобно делене е доста ус-

ловно. Очевидно е, че тези две групи науки проникват взаимно една в друга и че границата между тях се мени с времето. Така например днес става все по-очевидно, че създаването на пълноценна теория на ядрената материя е възможно само с отчитане на кварковата природа на нуклоните. Абстрактният математически апарат, развит за нуждите на квантовата теория на полето, намери важни приложения във физиката на твърдото тяло. А какво да кажем за „мечтателя от Калуга“ К. Циолоковски и за неговите идеи и разработки



Фиг. 15. *Международната космическа станция*

в областта на ракетната техника и космическите полети. Как би изглеждала днес човешката цивилизация без космическите комуникационни и навигационни системи, без метеорологичните спътници, без дистанционното изследване на Земята от Космоса?

Вече стана дума, че голямата част от разработените в хода на научните изследвания прибори, нови материали, методи за измервания, технологии и др. намират важни приложения в индустрията, медицината, селското стопанство, комуникациите, транспорта и пр.

И отново ще подчертая, че интелектуалното и философското значение на всяко ново знание е неоценимо. Морално задължение на всяка страна е да участва в общочовешкото усилие за добиване на нови знания. Никоя страна, колкото и малка да е тя, не може да стои настрана от световния процес на добиване на знания и развитие на технологиите и да чака богатите и развити държави да свършат работата, а тя само да консумира наготово получените блага. От една страна това е дълбоко неморално – всеки трябва да дава своя посилен принос за прогреса на човечеството. От друга страна подобно поведение обрича тази страна на постоянна бедност и на ниско качество на живот на нейните граждани.

Напоследък все по-силно се чуват гласове, че България като бедна страна, не може да развива голям брой научни направления. На пръв поглед това твърдение изглежда резонно. Но няма ли всичко да се изроди в едно формално, „чиновническо“ определяне на няколко приоритетни области, в които да се наляят пари, а останалите научни направления да се загърбят? Всичко, което е родено в канцелариите по един повече или по-малко бюрократичен начин в крайна сметка се оказва ялово. Обратно – всичко идващо от живия живот, от многогодишната практика и натрупан опит на изследовате-

лите е жизнено и води до напредък в науката и технологиите. Никой не знае по-добре от самите учени в какви насоки трябва да се развива дадена научна област. Учените са тези, които най-добре виждат къде минава границата между знанието и незнанието във всяка конкретна научна област. Те най-добре знаят в кое направление вложените усилия и средства ще се окажат с най-голяма вероятност ефективни и резултатни.

Когато през 70-те години на миналия век в нашата страна започна изграждането на ядрена електроцентрала, с голяма острота възникна нуждата от квалифицирани специалисти в областта на ядрената физика и ядрената енергетика. За щастие още от 1961 г. в Института за ядрени изследвания и ядрена енергетика към БАН (ИЯИЯЕ) работеше малък изследователски ядрен реактор, ИРТ-2000, с топлинна мощност от 2 MW. На базата на този реактор през 60-те и 70-те години на миналия век се създадоха първите български изследователски групи, работещи в областите на неутронната физика, реакторната физика, дозиметрията и ядрената химия. Този малък реактор стана базата, в която се обучаваха първите специалисти, започнали работа в Козлодуй. Главният инженер на ИРТ-2000 инж. Симеон Русков стана и първи директор на АЕЦ „Козлодуй“. Под негово ръководство се осъществи пускът на Първи атомен реактор. След като ядрената централа в Козлодуй започна работа, специалистите от ИЯИЯЕ се включиха активно в нейното научно обслужване и в решаването на редица задачи по оптимизацията на работата на реакторите.

Българската наука е млада и се намира в процес на развитие и укрепване. Въпреки това в нея тук там вече има изградени научни школи. Очевидно тези школи трябва да се подкрепят. Една подобна школа е българската школа по физикохимия. Тя е основана от акад. И. Странски, създател на молекулокинетичната теория за формирането и растежа на кристалите. И. Странски е бил Ректор на Берлинския технически университет (Западен Берлин) и Директор на Института „Ф. Хабер“ в Западен Берлин. Други видни представители на тази школа са акад. Р. Каишев и акад. Л. Кръстанов, председател на БАН в периода 1962-1968 г. Мнозина биха възкликнали: „Пак теории, но този път физикохимически.“ Да, но на основата на своята теория И. Странски разработва метод за предотвратяване на образуването на ледени кристали върху крилата на самолетите и с това решава един важен проблем на авиацията. А изследванията му върху електронната емисия от кристални повърхности доведоха по-късно до създаването на автоемисионния микроскоп (FEM).

Друга българска научна школа, която получи международно признание е физико-химичната школа на акад. А. Шелудко. Акад. Шелудко има важни резултати във физико-химията на повърхностите и колоидите. Той разработи методи за изследване на тънки течни слоеве и създаде теорията на критичните дебелини на късане на тънки течни филми.

През 60-те – 80-те години на миналия век в България започна изграждането на съвременна електронна промишленост. От водещи в областта срани (Япония, Франция и др.) бяха закупени технологии за производството на електронни и компютърни елементи (диоди, транзистори, кварцови резонатори, магнитни и оптически дискове и

др.). Беше построен Заводът за полупроводникова техника в Ботевград, а по-късно и Заводът за запаметяващи устройства в Стара Загора, Заводът за електронни преобразователни елементи в София и Комбинатът за микропроцесорна техника в Плевен.

Първите български научни групи, работещи в областта на физиката на полупроводниците и полупроводниковата електроника, се появяват в края на 50-те години на миналия век. През 1965 г. към Физическия факултет на Софийския университет се създава катедра „Физика на полупроводниците“. През 1967 г. към тогавашното ДСО „Изот“ се създава Централен институт по елементи (ЦИЕ), който по-късно е преименуван на Институт по микроелектронни елементи (ИМЕ). През 1972 г. към Българската академия на науките е създаден Институт по физика на твърдото тяло (ИФТТ).

Основите на българската електроника на базата на силиция бяха поставени в ИФТТ и ЦИЕ от чл. кор. Й. Касабов. Под негово ръководство беше разработена българска технология за производството на MOS интегрални схеми, която след това беше внедрена в завода в Ботевград.

Микроелектрониката е една бурно развиваща се област. Дори водещи световни фирми трудно задържат завоюваните позиции и пазарни дялове. Необходимо е много тясно сътрудничество между производствените и научно-изследователските екипи, буквално своеобразна симбиоза между тях. Областта изисква и сериозни инвестиции.

Всички знаем какъв беше краят на сагата, наречена „българска електроника“.

Нашата цивилизация вече е достигнала такова ниво на развитие, че е трудно да се постави ударението само върху 4-5 научни направления, а останалите повече или по-малко да се загърбят. Ако например решим да съсредоточим усилията си в областта на слънчевата енергетика, нима ще „зарежем“ такива области като: прогнозата на времето и климатичните промени, регистрирането на земетресенията и опитите да се разработят методи за тяхното предсказване, аграрните науки, медицинските науки, фармацията и т.н. Нарочно посочвам само области, които имат непосредствено отражение върху нашия живот. Българските учени имат успехи във всички тези области. Ето няколко имена: акад. К. Пашев в офталмологията, акад. Д. Ораховац във физиологията, акад. Н. Стоянов в ботаниката, акад. Хр. Даскалов в растениевъдството, акад. Н. Платиканов в животновъдството, акад. Н. Неделчев в лозарството, акад. Вл. Христов в геодезията, първият български геолог акад. Г. Златарски, родоначалникът на българското почвознание Н. Пушкиров и др. Необходимо е хармонично развитие на различните научни направления, още повече, че в наши дни много често методи, развити за нуждите на една наука, намират приложения и в други науки. Това с особена сила важи за математичните методи, тъй като много явления имат по същество сходна природа. А какво да кажем за интердисциплинарните науки като биофизиката, екологията и др.

Когато се обсъжда организацията и финансирането на научните изследвания в България, често се казва: „Нека не се сравняваме с големите европейски страни, да видим как са организирани нещата в страни с размери, подобни на нашите.“. Вече писах подробна статия за организацията на научните изследвания в една бивша со-

циалистическа страна с размери подобни на нашите – Унгария*. Нека сега съвсем накратко видим какво е положението с науката в една друга страна с размери подобни на българските – Австрия.

Австрия има площ от приблизително 84 хил. km² и население 7.5 млн. жители. В Австрия има академия на науките със 115 академика и две отделения – за математика и природни науки и за хуманитарни науки. Ще изброя някои научно-изследователски институти към академията: Институт за физика на високите енергии, Виена; Институт за физика на средните енергии, Виена; Институт по физика на твърдото тяло „Е. Шмид“, Леобен; Институт за космически изследвания, Грац; Институт за обработка на информацията, Виена; Институт за рентгенови микроструктурни изследвания, Грац; Институт по молекулярна биология, Залцбург; Институт за изследване на мозъка, Виена; Институт по физиология и анатомия на мозъчната кора, Виена; Институт по имунна ендокринология, Инсбрук; Институт за изследване на левкемията и присаждането на костен мозък; Институт по лимнология; Институт по поддържането на чистотата на въздуха; Институт по социоекономика и др.

В Австрия има силни университети: във Виена, Грац, Залцбург, Инсбрук и Линц. Виенският университет е създаден през 1365 г. Той има 15 факултета, над 6 хил. преподаватели и над 72 хил. студенти.

Гордост за австрийската наука са: физиците – Х. Доплер, Л. Болцман, Е. Шрьодингер (Нобелова награда за физика за 1933 г.) и В. Хес (Нобелова награда за физика за 1936 г.); К. Лоренц в етологията (Нобелова награда за медицина за 1973 г.); Ю. Вагнер-Ярег в медицината (Нобелова награда за медицина за 1927 г.); К. Попер и Л. Витгенщайн във философията и др.

Австрия харчи 2.45% от БВП за научни изследвания, което в абсолютно изражение прави малко над 6 млрд. евро. В научните изследвания са заети малко над 50 хил. души (пълна заетост, FTE). Данните са от Евростат и се отнасят за 2006 г.

В епохата на всеобща глобализация науката е едно международно усилие. Първите големи научни лаборатории се появиха още преди Втората световна война. Такива са например Кавендишката лаборатория във Великобритания (29 лауреати на Нобелова награда в областите на физиката, химията и медицината), Физико-техническият институт в Санкт-Петербург, тогава Ленинград (3 лауреати на Нобелова награда в областите на физиката и химията), Националната лаборатория на САЩ в Брукхайвън (6 лауреати на Нобелова награда в областите на физиката и химията) и Националната лаборатория на САЩ „Е. Лаурънс“ в Бъркли (11 лауреати на Нобелова награда и други 55 лауреати на тази най-престижна награда, които през годините са били тясно свързани с лабораторията). По време на Втората световна война в САЩ беше реализиран първият научен и инженерен проект с невиджани дотогава размери и цена – проектът Манхатън за създаването на ядрено оръжие. Малко неочаквано за някои се оказа, че

* Д. Динев. Научните изследвания в Унгария след 1989 г. Светът на физиката, № 2, 2004 г., стр. 165-169.

учените са не само много умни и интелигентни хора, но че много от тях са и изключителни организатори и талантиви инженери, способни да доведат до успешен край едно мащабно и сложно начинание. Някои популярни примери са: Дж. Опенхаймър в САЩ, И. Курчатов и С. Корольов в Русия (СССР) и Дж. Адамс в CERN.

След Втората световна война интеграцията в науката придоби международен характер. В Европа беше създаден CERN, а в Русия (СССР) – Обединеният институт за ядрени изследвания в Дубна (ОИЯИ), който обедини усилията на тогавашните социалистически страни.

Днес в Обединена Европа са създадени редица крупни изследователски обединения: вече многократно споменаваният CERN, Европейската агенция за космически изследвания, ESA, Южната европейска обсерватория, ESO, Европейското съглашение за термоядрен синтез, EFDA, Европейският център за синхротронно лъчение, ESRF и др. България е член на някои от тези обединени научни центрове. Това дава възможност на талантиви български физици, математици и инженери да участват в осъществяването на едни от най-мащабните научни проекти. В момента е много актуален въпросът за координацията на националните научноизследователски програми на страните-членки на ЕС с цел да се избегне излишното дублиране и да се обезпечи по-ефективно използване на вложените средства. В ход е създаването на единно европейско научноизследователско пространство и изграждането на единна европейска изследователска инфраструктура.

Като не намериха добри условия за научни изследвания в България и не получиха достойно заплащане на своя труд, позволяващо им да създадат дом и семейство, голям брой талантиви млади български учени напуснаха страната и потърсиха реализация в чужбина. Повечето от тях направиха впечатляващи кариери в реномирани университети и научни институти. Ето три примера. Т. Станев е професор в Университета в Делауеър, САЩ и работи в областта на физиката на космичните лъчи. Той има самостоятелно и в съавторство над 300 научни публикации, които са цитирани над 24 хиляди пъти! Това прави средно 169 цитата на една публикация! Пет от неговите публикации са цитирани над 500 пъти! Д. Съселов е професор по астрономия в Харвардския университет, САЩ. Той има над 300 научни публикации и две монографии, цитирани над 4000 пъти. А професорът по астрономия Златан Цветанов, който работи в NASA, има над 250 научни публикации, цитирани над 7500 пъти...

Животът на повечето хора е труден. Това с особена сила важи за нашата страна. Повечето хора са заети в борба с ежедневните трудности и проблеми. Но винаги, дори и в най-трудни времена, се намират хора, които вдигат глава нагоре и отправят поглед към звездите. Винаги, дори и в най-трудни времена, ще има хора, които ще си задават вечните въпроси:

*Как всичко е започнало
и накъде ли стремглаво времето ни носи?*

НОВАТА МИСИЯ НА НАУКАТА

Д. Бежанов

Никой не може да отрече, че успехите на науката до голяма степен определят развитието на съвременното ни общество. В развитите страни до 80% от прирѣста на БВП (Брутният Вътрешен Продукт) става за сметка на високите технологии, основаващи се на последните научни постижения. През последния половин век милиарди пъти се увеличи бързодействието на компютрите. Обемът на натрупаната научна информация расте постоянно, нашите знания за обкрѣжаващия ни свят стават все по-пълни, независимо дали става дума за Вселената (от момента на появата на телескопа, т.е. примерно преди 400 години, размерът на наблюдаваното космическо пространство се е увеличил също милиарди пъти) или за най-фините молекулярни механизми и функционирането на живата клетка.

Изглежда така, като че ли науката е напълно ефективна. Но защо расте скептицизмът към науката – особено сред младото поколение? Научното поприще привлича все по-малко младежта, и нещата са свързани не само с парите. Даже в САЩ много университети изпитват недостиг на студенти, желаещи да се заемат с наука: за голяма част от учените получаването на стипендии, престижни награди и високи длѣжности става по-ценно, отколкото търсенето на истината.

Признаци на застой на науката лесно могат да се намерят в световен мащаб. Темповете на революционно развитие на науката явно се забавят. Научно-популярните предавания в по-голямата си част се обръщат към миналото на науката, биографията на великите учени, спомените.

Ако мислено се върнем половин век назад – към 60-те години на миналия век, то ще стане ясно, че науката в много отношения не успя да оправдае възникналите тогава надежди. По това време обществото очакваше, че в близките десетилетия основните проблеми на човечеството ще бъдат решени. Отчасти тези очаквания се формираха в рамките на самата наука, отчасти, възникваха в околнаучната среда – футурологията и даже научната фантастика, но във всички случаи те бяха възприемани като обосновано обществено мнение.

И какво се получи в резултат?

Преди всичко, много научни мечти, чието осъществяване се очакваше скоро, останаха в областта на научната фантастика: антигравитацията, достигането на свръхсветлинни скорости, потапянето на човека в анабиоза, използването на антивещество като източник на енергия, лечение на всички болести, създаване на изкуствен интелект и т.н.

След това, вече разработените революционни технологии (напълно реални от гледна точка на фундаменталните науки от преди близо половин век) бяха почти забравени или набутани в дълбокото чекмедже. Например, пилотираният планетолет с ядрено гориво, термоядрените електростанции, хиперзвуковият пасажерски самолет. Вече повече от четиридесет години за тяхната реализация остават “няколко десетилетия”.

И накрая, останаха “замразени” проекти, основаващи се на напълно достъпни технологии: на големите орбитални станции, бази на Луната, полет на човека до Марс,

система за масови пасажерски преходи, на основата на влакове на магнитни възглавници, свръхзвукови самолети и електромобили. Наистина, съществуват някои образци, но те не се превърнаха в базови технологии за човечеството.

Само в сферата на комуникациите и компютърната техника прогресът беше революционен, въпреки че и днес у нас няма удобни всеобхватни “информационни банки”, система за точен автоматичен превод, да не споменаваме пак изкуствения интелект, както и предсказваните през 70-те години повсеместно разпространени видеотелефони. Революции в областта на хуманитарните науки се прогнозираха в значително по-малка степен, във всеки случай, обществото чуваше за тях по-малко. Фундаментални открития тук нямаше, а задачата за изграждане на оптимално общество с помощта на научните знания вече почти не се поставя.

А що се отнася до реалните технологични постижения, то много от тях бяха следствие от надпреварата във въоръжаването по време на студената война. Обаче връщането на този начин за “ускоряване” на научно-техническия прогрес е крайно опасно, особено в условията на развитие на нанотехнологиите и робототехниката. Милитаризацията лишава науката от нейната хуманистичност, конструктивна насоченост и увеличава риска от самоунищожение.

Така че науката е направила малко за щастието на човечеството – така, поне подсъзнателно смятат голяма част от хората. Но науката не планира собствените си революции. Сега тя навлиза в периода на бавния постепенен ръст, повторения и имитации. Развитието на технологиите е ориентирано на потребителските ценности: бързо подновяване на моделите компютри, мобилните телефони, автомобилите. Обаче фундаменталният аспект на науката се изменя значително по-бавно, отколкото се очакваше.

Спадането на общия интерес към науката се проявява и в намаляването на държавното финансиране. Така, в голяма част от европейските страни вложенията в науката не надминават 2-3% от БВП. Частта на разходи за НАСА във бюджета на САЩ сега е 10 пъти по-малък, отколкото през 60-те години. Полетите до Луната са замразени за близо половин век! Стъпването на Марс отначало беше планирано за 1969 г., след това отложено за 1982, а днес се счита, че този проект може да се осъществи не по-рано от 2025 година.

Огромната част от глобалните проблеми не са решени, не се решават и днес. В публикации от края на 60-те и началото на 70-те години на XX век имаше ясни предупреждения за опасностите, които днес висят над човечеството: изменения на климатичните условия, замърсяване на околната среда, недостиг на прясна вода, изчезване на много видове животни и растения, изчерпване на ресурсите.

По света има много проблеми, които се нуждаят от нови технологии и при възможност – нова научна революция. Да се предскажат реалните пътища за развитие на науката едва ли е възможно. Но да се анализира полезността на вече планираното е напълно реално.

Може да се окаже, че някои проекти, като например, термоядрените електростанции, в действителност, не представляват насъщна потребност за бъдещето. Полетът на човек на Плутон е слабо свързан с решаването на земните проблеми. Хиперзвуковият пътнически

самолет е екологично вреден, скъп и почти непотребен – след като времето за преглед и очакване на полета е от порядъка на 2-3 часа, да не говорим за времето за достигане до летището – при реалните запускания на пътищата – до 5-7 часа. Намаляването на чистото време за прелитане от Европа до Америка до 3 пъти, всъщност съкращава времето на пътешествие от 16-17 часа до 10-11. Струват ли си тогава всички усилия? Ако няма да се лети до звездите, и свръхзвуковите самолети не са толкова нужни, защо да привличаме младежта към такава дейност, пък и да впечатляваме обществеността?

Вероятно виждането за бъдещето на науката по време на нейното бурно развитие беше излишно оптимистично. Въпреки че без обновяване на целите и без поставяне на свръхзадачи пред нея неизбежно престижът ѝ ще намалее.

И така, какви цели могат да се поставят пред новата мисия на науката? Те трябва да бъдат мобилизиращи, свързани със жизнените интереси на отделните хора и на обществото като цяло.

Преди всичко, това е запазването на биосферата чрез решаване на екологичните задачи, т.е. устойчивото развитие. За достигане на тази цел е необходимо да се създадат чисти източници на евтина енергия, стабилизирано селско стопанство и безостатъчно промишлено производство.

Следващата задача, тясно свързана с предишната, е оптимизацията на глобалното общество, неговите структури и институти. Това е предизвикателство пред хуманитарните дисциплини. В оптимизацията влиза рационализацията на структурите на потребление, интелектуализация на обществата (в това число чрез нова система на образование в планетарен мащаб), обединение на човечеството за гарантиране на мира, избавяне от експлоатацията, доминирането на бюрократизма и враждите, създаването на условия за творческа самореализация на индивидите.

И, накрая, възвръщане към една от вечните задачи на науката – намирането на начини за лекуване на всички болести и запазване на здравето до дълбока старост. Понеже щастието зависи от здравето, то тази задача трябва да предизвиква най-голям ентузиазъм в обществото. Именно здравето в широкия смисъл на думата е алтернативата на модното потребление. И заедно с това е и най-важната ценност на индивидуализираното общество.

Независимо от важността на посочените цели, възниква въпросът: има ли обществото материални ресурси за нова научна революция? Да, има! Днес по света за медицински разработки се изразходват едва 70 милиарда долара, докато за реклама – повече от 500 милиарда! Повече от 30% от потреблението на продукти в най-развитите страни са излишни (а това представлява 10 милиарда долара). Така че разходите за наука трябва да се увеличат 3 до 5 пъти!

Ние трябва да решим глобалните проблеми. Не виждайки главните цели, човечеството слабее и деградира. Без да реши проблема за оцеляване, то ще погине. Учените трябва наново да осъзнаят своята мисия и да я разяснят на обществото. Едва тогава е възможен нов триумф на науката.

Превод: **Н. Ахабабян**

Новая миссия науки – в чем она?, Наука и жизнь, №11, 2007

ЕВАРИСТ ГАЛОА

Иван Тодоров

*Учен, който заслужава това име, преди всичко математик,
изпитва в своята работа същите впечатления като артист;
неговото удоволствие е също тъй голямо и от същата природа.*

Henri Poincaré (1854-1912)

Пише – от ученическа възраст – гениални математични работи; участник в младежки революционни действия; 20-годишен – убит на дуел; ръкописите му – публикувани посмъртно; през нощта преди дуела пише писмо, което става негово математическо завещание.

*Ако съдим за това писмо по новостта и дълбочината на
идеите, които то съдържа, то е, може би, най-значителният
документ в цялата литература на човечеството.*

Hermann Weyl (1885-1955)

Такова резюме – и такъв отзив от страна на, вероятно, най-културния математик от първата половина на 20-и век – просто плачат за легенда. Легенда за Галоа наистина се създава. Началото ѝ поставя Е. Т. Бел в своята увлекателна книга [В] (“прекрасно четиво за младежи“ по свидетелството на Фриман Дайсън [D]). Тя се развива и украсява и от други автори, например Инфелд, вдъхновил със своята книга [I] Гротендик (който пише за това в своите „Размишления“ [G]). Ще използвам критичния обзор [R] на популярните биографии, за да цитирам свидетелства, които *не* съответстват на легендарния образ – и се замълчават от неговите създатели.

Ключ към характера на Галоа ни дава известното наблюдение на Андрей Колмогоров (1903-1987): големите математични дарования, като правило, са житейски незрели – цял живот остават като деца. Цитирането му обикновено продължава с примери: Х е като 9-годишен, а У – не повече от 7; Галоа не надхвърля 14: математичният му талант се събужда – и проблемите му в училище започват – през 15-та му година.

Не е необходимо човек да е професионален математик, за да почувства незрялостта в постъпките на едно момче. Но как да внушим, ако не да обясним, на читател извън бранша величието на Еварист Галоа, с какво е ценно направеното от него? Опитвам се – като подхождам от разни страни. Във втория раздел, читателят, ако прескочи дребния шрифт, може да възприеме специалните термини като кодови названия на нещо неизвестно. (Всъщност, дълбоките математични теории винаги съдържат тайна, която следващите поколения осмислят по своему.) Такова прочитане може, надявам се, да даде идея за мястото на постигнатото от 20-годишния юноша. Напротив, четвъртият раздел, особено частта с петит, е предназначен за читатели, които не се боят от висша математика и желаят да получат бърза, макар и схематична, представа за теорията на

Галоа. В шестия раздел давам думата на Гротендик, математикът – легенда на 20-и век, който пише в [G] за своите чувства и видения, свързани с Галоа – без да обяснява математиката.

1. Семейство и училище

Еварист Галоа, син на образовани родители, е роден на 25 октомври 1811 в градчето Бур-ла-Рен (Bourg-la-Reine) край Париж. През *Стоте дни*, 1815, Наполеон, избягал от заточението на остров Елба, се връща триумфално на власт и Галоа-баша става кмет на града. След Ватерло, той остава да служи при краля, Людовик 18-и – за неудоволствие на консерваторите-клерикали. До 12 годишна възраст, единственият учител на Еварист е майка му; тя предпочита да продължи да го учи въщи, вместо да го прати, 10-годишен, в колежа в Реймс. Дъщеря на юрист, жена със силен характер и независим ум, със свой прочит на Сенека и Цицерон, тя му дава солидна подготовка по гръцки и особено по латински¹.

През октомври 1823 Галоа постъпва в елитния колеж (сега Lycée) Louis-le-Grand (половин век след Robespierre, 1758-1794, и десетилетие след Victor Hugo, 1802-1885). Оградата с решетки на лиця продължава и днес да внушава страхопочитание. Първите две години му носят успехи: награда за латински стихове и 4 похвали – включително по гръцки за общия конкурс. Той не е активен в протестите срещу завръщането на консервативните йезуити в училището, при които са изключени 40 ученика. Галоа записва курс по математика през третата година в колежа². От тогава започват и трудностите му с хуманитарните науки. Ако преди това типични коментари за него са: *примерно поведение, добър напредък, забележително разположение ...*, то, след като е включил курса по математика, те се сменят на: *непостоянно поведение, среден напредък, незадоволително разположение ...* [R].

Коментарите на учителя по математика са похвални, но Галоа не приема неговия съвет да работи по-систематично. Явява се на приемния изпит в École Polytechnique без да мине обичайната подготовка – и е провален „поради липса на обяснения“. Не само за Еварист, но и за неговите съученици, над чиято несъобразителност в часовете по математиката той се присмивал, тази отрицателна оценка е висша несправедливост. След четвърт век Terquem, редактор на Nouvelles Annales Mathématiques, ще напише по този повод: *Кандидат с превъзхождаща интелигентност е загубен пред по-малко интелигентен изпитващ. Нис ego barbarus quia non intelligor illis.* – Понеже те не ме разбират, аз съм варварин ([B] с. 367). По-късно през 1828, Галоа записва курса по математика за напреднали в Луи-льо-Гран – при Ришар, самият той надарен математик, който бързо го оценява, нарича го „Абел на Франция“ и публично заявява, че Еварист трябва да бъде приет без изпит в Политехниката. Той дава първа награда на Галоа, а в доклада си за срока пише, че „Той забележимо превъзхожда всичките си съученици и работи само в най-високите сфери на математиката.“ Тези поощрения не отиват напразно. През април 1829 Галоа публикува първата си (незначителна за него) статия – за непрекъснатите дроби. В края на май и началото на юни 1829, 17-го-

дишният ученик от лицей представя на френската Академия два мемоара по въпроса за разрешимост на уравненията от проста степен – начало на знаменитата теория на Галоа. Те са дадени за рецензия на Коши (Augustin-Louis Cauchy, 1789-1857 – рядко плодовит математик, който играе основна роля за превръщане на анализа в логически строга дисциплина; известен е и с формулата на Коши в комплексния анализ). Твърдението, повтаряно от всички биографи, че той е загубил ръкописите на Галоа без да ги прочете, не е вярно³ [R]. Коши прочита и харесва работите и в началото на 1830 съветва автора им да ги обедини и представи на конкурса за голямата награда по математика на Академията – нещо, което Галоа и прави. Преди това, обаче, стават съдбоносни за Еварист събития.

След стълкновение със свещеника на Бур-ла-Рен, който клеветил кмета Галоа пред негови близки, на 2 юли 1829 Галоа-баща се самоубива. (Умирайки след дуела, Галоа-син ще откаже да приеме причастие от свещеник.) Няколко дни по-късно потресеният Еварист се явява (втори път) на приеман изпит в Политехниката – и отново е провален. (На въпрос на екзаминатора да обясни как се получава логаритмичният ред, Галоа повтаря, че това е очевидно ...) Галоа все пак намира сили да вземе бакалавърските изпити, които се изискват за влизане в École Normale – по-малко привлекателното тогава (за разлика от днес) елитно висше училище. (Популярността на Политехниката е разбираема. До 1830 там са преподавали Лагранж, Лаплас, Фурие, Ампер, Коши, Кориолис, Поасон, Гей-Люсак... За Галоа тя е привлекателна и с политическата активност на студентите. В Екол Нормал той става „политехник в изгнание“.)

2. II математика, и политика

От началото на 1830, Галоа, на 18, е студент в Екол Нормал. Той продължава да работи с подем. Поощрен от Коши, през февруари 1830, представя за голямата награда на Академията своя труд за уравненията (който обединява и допълва двата мемоара от предната година). Уви, той няма късмет с тази работа: Фурие (Jean-Baptiste-Joseph Fourier, 1768-1830), постоянен секретар на Академията по математика и физика, при когото постъпва работата, умира през май, 3 месеца след представянето ѝ, и ръкописът не се намира след смъртта му в неговия архив. В това време, през юни 1830, в *Bulletin des Sciences Mathématiques* излиза кратката статия „Sur la théorie des nombres” (Върху теорията на числата), в която първокурсникът от Екол Нормал въвежда най-общите крайни полета – рядък „отломък от бъдещето“, публикуван приживе на автора.

^{*4} Гаус (Carl Friedrich Gauss, 1777-1855) открива, че на всяко просто число, $p=2, 3, 5, 7, 11, \dots$, съответства поле F_p с p елемента, $0, 1, \dots, p-1$, за което са изпълнени стандартните аксиоми за събиране, (комутативно) умножение и деление, когато знаменателят е различен от нула. Това е възможно ако отъждествяваме p с нулата $p(=(p-1)+1)\equiv 0$; с други думи, остатъците при деление на просто число p образуват поле, в което равенствата се отъждествяват с *конгруенции по модул p* . Например, в F_3 е справедливо равенството $2 \cdot 2 = 1 (\equiv 4 \pmod{3})$. Галоа показва, че ако F_q е поле с q елемента, то q е степен на някое

просто число $p: q \equiv p^l$; F_q може да се определи като фактор пространство от полиноми, определено с

$$F_q : f(x) = \sum a_i x^{n-i}, a_i \in F_p, x^q \equiv x (\Rightarrow f^q \equiv f).$$

По-нататък той въвежда автоморфизма $f \rightarrow f^p$, наречен по-късно *автоморфизъм на Фробениус*, който поражда цикличната група на разширението $F_p \rightarrow F_q$ („групата на Галоа“, определена за всяко крайно разширение в раздел 4, по-долу). Той показва също, че всяко полиномиално уравнение с коефициенти в F_p се решава напълно в някое F_q .*

Нека се опитаме да дадем идея колко оригинална и с какъв размах е основната работа на Галоа (за уравненията от произволна степен), без да използваме теорията на групите. (За читатели, готови да поемат малко абстрактна алгебра, ще кажем нещо по-точно в раздел 4.)

Хилядолетия наред (ако започнем от древния Вавилон, където са знаели да решават квадратните уравнения) или поне три столетия – ако следим непрекъснатото развитие на науката, започвайки с италианските възрожденци от първата половина на 16 век, които намират формули за корените на уравненията от трета и четвърта степен, математиката се занимава с решаване на уравнения, построяване на алгоритми, въвеждане пътём на нови понятия – комплексни числа, производни, интеграли, ..., – когато това е необходимо. Въпросът за *съществуване* на алгебрично решение на произволно полиномиално уравнение $f(x)=0$ не се поставя: подразбира се, че отговорът е винаги положителен. Тук се явява Абел (Niels Henrik Abel, 1802-1829 – гениален норвежки математик, починал в бедност от туберкулоза на 26 години, дни преди да бъде назначен за професор в Берлин). Той пръв ясно поставя този въпрос – и показва, че отговорът му е, изобщо казано, отрицателен; например, не всяко уравнение от пета степен може да се реши в радикали.

Абел и Галоа не са се срещали, но между тях има дълбока духовна връзка; тя не се свежда до това, че Галоа е чел някои от работите на своя 9 години по-стар съвременник. И двамата са, по същество, самоуки: всеки от тях изучава висшите раздели на математиката като чете класиците. (Работите на Лагранж са общо тяхно четиво.) И двамата бързо се зареждат със свои собствени идеи. В Берлин – с норвежка стипендия – Абел посещава вечер театрите, а денем записва математическите резултати, които вече са готови в главата му. Единственият професионално близък немец, с когото се среща, е Креле – издателят на първото немско математическо списание. В резултат от това познанство, Абел публикува в първите три тома 22(!) свои статии. Той не се отбива в Гьотинген да посети Гаус... Родството на идеите на Галоа с работите на Абел (дори с публикуваните след смъртта и на двамата) е забележително. То засяга не само условията за решимост на уравненията, за които ще говорим, но и теорията на абелевите интеграли, която Риман предстои да развие (виж анализа на Кон [С] на предсмъртното писмо на Галоа).

Галоа подхожда неочаквано към въпроса кога се решават алгебричните уравнения. Основната теорема на алгебрата, доказана от Гаус, гласи, че всяко уравнение от степен

п има п корена (броейки кратностите). Разбира се, няма никакво значение в какъв ред подреждаме корените: кой от тях ще наречем първи, кой втори Галоа разглежда тъкмо този произвол и въвежда групата от размествания на корените. Той показва, че структурата на тази група определя дали дадено уравнение може да се реши алгебрично или не. Забележително е, че аналог на групата на Галоа възниква във физиката на 20-и век: това е *калибровъчната група*, появила се най-напред в електродинамиката. Калибровъчните преобразования не променят физическите наблюдаеми, както разместванията на корените не променят коефициентите на уравнението; но именно групата на калибровките определя типа взаимодействия в теорията на елементарните частици, а групата на Галоа определя типа на дадено уравнение и отговаря на въпроса дали то е разрешимо или не.

Уви, творческият подем на първокурсника от Екол Нормал се преплита с политическите събития и със собствената му политическа ангажираност. Последните дни на юли 1830 са наречени *les trois Glorieuses* (трите Славни) от младежите-бунтари, чиято гледна точка доминира и днес – виж, например, увода към [С]: На 25 юли Карл (Charles) X издава укази, които отменят свободата на печата, разтурят Камарата на депутатите, променят правилата за избори, за да осигурят мнозинство, благоприятно за краля. Прогресивната общественост възстава. Студентите от Политехниката прескачат оградата на училището, за да се присъединят към барикадите. Победоносната революция води до бягството на Карл X и до ... възцаряването на друг крал – Луи-Филип (Louis-Philippe). Ако изключим въпроса дали Луи-Филип ще оправдае надеждите на бунтарите, всичко изглежда ясно: делото на революцията е право, по това няма спор. Но какво да кажем за Коши, който се отказва от професурата си в Сорбоната и в Колеж дьо Франс и, отвратен от безредиците и проливаната кръв, следва своя крал в доброволно изгнание? (Карл-Алберт, кралят на Сардиния, като разбира, че знаменитият Коши е останал без работа, му предлага професура по математична физика в Торино. Коши научава дори италиански, за да може да преподава на родния език на новите си студенти. Даже, когато след 8 години се връща във Франция, Коши отказва да положи клетва пред Луи-Филип, необходима, за да може да се върне на професорския си пост; клетвата е отменена едва от временното правителство през 1848.) Работата е там, че Коши е ревностен католик, а църквата поддържа законния крал. Той не е изолирана „реакционна вкаменелост“: селяните също се държат за традиционната вяра. Разделителната линия е между народа и католическата аристокрация, от една страна, и шумната „революционна интелигенция“, която включва повечето (незрели?) студенти – от друга. Галоа, естествено, е между бунтарите; както видяхме, той има и лична причина да ненавижда йезуитите. По време на вълненията, студентите от Екол Нормал (*les Normaliens*) са затворени в стените на училището (където те живеят на пансион). Еварист се опитва, без успех, да прескочи стената през нощта между 28 и 29 юли – и затаява омраза към тогавашния директор, който веднага след възцаряването на Луи-Филип сменя политическия си цвят. Галоа е член на републиканската партия – доста наляво от либералите на покойния си баща. През ноември той се записва, за ужас на собственото си семейство, в революционното

„Сдружение на приятели на народа“ – единственият „нормалиен“, който го прави. Изолиран от състуденти, критичен към това, което се преподава, Галоа е наказан да не напуска сградата на училището за неопределено време и така е възпрепятстван да участва в събранията на „приятелите на народа“. Тогава той взима пагубното за бъдещето си решение да направи конфликта публичен и пише дописка в „La gazette des écoles“ (Вестник на училищата) – републиканско издание в духа на 1793. Писмото, в което се изобличава и излага директорът, е публикувано на 5 декември 1830; на 9-и Галоа е изгонен от училището (най напред „временно“). 46 негови състуденти, натиснати от директора, подписват писмо против него...

Нека отбележим, че студентите от Екол Нормал се третират (и до днес) като държавни служители: те получават немалки стипендии-заплати, които им позволяват да живеят добре. Ако някой е изгонен, това е удар не само за него, но и за семейството му. В писмо на Софї Жермен (Sophie Germain, 1776-1831, френска математичка с принос в теория на числата, кореспондирала с Гаус) от април 1831 се казва, [R], че, върнал се у дома, Еварист обидил майка си, тя му оставила малкото пари, които имала за живеене, и избягала от къщи, принудена, да се предлага „като компаньонка“, за да свързва двата края.

Трябва ли да се умиляваме от възгледите и действията на крайната левица по време на бурните събития във Франция през 30-те години на 19 век⁵? Несъмнено е, че увлечението в тази насока в крайна сметка погубва Еварист. Но можем ли да си представим тогава Галоа с други възгледи? Трудно е (както е трудно да си въобразим един благоразумен Христо Ботев, доживял до Освобождението като Вазов, например).

Дали все пак е имало възможност да се спаси геният на Галоа от неговото безразсъдство? Ясно е само, че ръководството на Екол Нормал не си е поставило подобна задача. Един от аргументите при окончателното изключване на Галоа, подписано през януари 1831, е, че той бил „мързелив ученик“. Това се пише за младеж, който има 4 публикувани статии – преди да е навършил 19 (без да броим най-важната, потънала в архивите на Академията)!

Един от двамата подписали изключването е Кузен (Victor Cousin, 1792-1867)– „философ, основател на еkleктичния спиритуализъм“, според енциклопедията. Уличка на негово име, rue Cousin, се намира не далеч от Сорбоната, в Латинския квартал. Фактът, че в Париж няма „rue Galois“ е знак колко малко място отделя нашата цивилизация на математиката. Това не е ново: Плутарх споменава Архимед само когато описва живота на римския воин Мерцелий, под чиято команда е убит най-великият математик и физик на древността...

3. Последните 18 месеца: декември 1830 – май 1832

И так погиб он ни за грош – ведь был солдат бумажный.

Булат Окуджава, Песенка

Декември 1830 е неспокоен. След бягството на бурбоните, четирима от бившите министри са съдени за измяна. Решението дали те да бъдат екзекутирани, както искат

политическите активисти (идеализирани от днешните хуманисти), или осъдени на доживотен затвор, е трябвало да бъде оповестено на 21 декември. Артилерията на националната гвардия се инсталира на „квадрата“ пред Лувъра; тя планира бунт в случай, че няма смъртна присъда. Без съмнение, Галоа е също там. Преди да съобщят присъдата – доживотен затвор – Лувърът е заобиколен от цялата национална гвардия и от вярна на краля войска. За щастие, разумът надделява и кръвопролитие то е избегнато. На 31 декември „Артилерията на националната гвардия“ е разтурена с кралски декрет. Скоро след това, 19 офицера от артилерията са арестувани – с обвинение в конспирация за сваляне на правителството.

Междувременно, лишен от стипендия, Галоа се опитва, през януари 1831, да организира частен клас по алгебра. Макар че на първата сбирка се явяват около 40 слушателя, начинанието скоро заглъхва. На 17 януари, по покана на Поасон (Siméon-Denis Poisson, 1781-1840), Галоа представя нов – трети пореден – вариант на своя голям мемоар в Академията.

Докато Поасон преглежда работата, политиката отново излиза на преден план. На 9 май 1831 се организира голям банкет на републиканците по случай освобождаването (през април) на 19-те артилерийски офицера, подкрепени на процеса от генерал Лафайет. Има колоритно описание на сцената, която ни интересува, от автора на „Тримата мускетари“ Александър Дюма: „Внезапно, ..., името на Луи-Филип ... стигна до ухото ми. Млад човек, който държеше чашата си с 'гол в ръката нож' (poignard) се опитваше да надвика шума. Това беше Еварист Галоа ... един от най-запалените републиканци. ... разбрах, че имаше заплахата по адрес на Луи-Филип. Това надхвърляше границата на моите републикански възгледи. Последвах моя съсед, който, като царски комедиант, не искаше да бъде компрометиран и ние скочихме от перваза на прозореца в градината. Прибрах се в къщи угрижен. Ясно беше, че епизодът ще има последствия.“ Наистина, Еварист е арестуван на другия ден у дома си. След месец в затвора, на 15 юни, той е съден заедно с заплашвал живота на краля. Защитата пледира, че той всъщност е казал „За Луи-Филип, ако той измени“ (държейки ножа в ръка), макар някои от присъстващите да не са чули уговорката поради шума. На въпрос на обвинителя нима той допуска, че кралят може да наруши закона, Галоа отговаря: „Всичко ни кара да мислим, че той скоро ще стане предател, ако не го е направил вече.“ Забележително е, че след подобни отговори, журито обявява младежа за невинен. То проявява повече мъдрост и човешко разбиране от ръководството на Екол Нормал. За жалост, Еварист продължава да си търси бялата. На 14 юли, денят на вземането на Бастилията (днес национален празник на Франция), той и неговият съмишленик Дюшатле са задържани, въоръжени до зъби, в униформата на разформированата Артилерийска гвардия. Съдбата им не се облекчава от това, че Дюшатле рисува в килията главата на краля до гилотината с надпис: „Филип ще остави главата си на твоя олтар, о, Свобода!“. През октомври Галоа е осъден на 6 месеца затвор (без да се броят месеците в ареста).

По време на престоя си в затвора, Галоа се пресича с известния републиканец-ботаник Распай (François-Vincent Raspail, 1799-1878), прославил се с това, че пръв

използва микроскопа, за да изследва структурата на растенията. В писмо, датирано 25 юли 1831, но вероятно ревизирано за публикацията след смъртта на Галоа, той описва как съзатворници напиват новака Еварист [R]. „Да откаже на предизвикателството би било проява на страх. А нашият беден Бакхус имаше толкова много кураж в крехкото си тяло, че би бил готов да даде живота си за една стотна от най-малкото добро дело. Той хвана малката си чаша като Сократ, изпивайки смело отровата. Втора чаша е изпразнена не по-трудно от първата, а след това и трета. Начинаещият си губи равновесието. Триумф! Слава на Бакхуса на затвора!“ (Първа проява на момчешка незрялост е страхът, да не би другарите му да не го приемат за мъж.) Сцената се повтаря. Този път Галоа изпразва наведнъж бутилка ликьор. После, пиан, той излива душата си на Распай. Думите, които цитираме (по [R]) са, възможно, смес от ретроспективно съчинение на ботаника и пророчество, което преследва Галоа.

„Как те харесвам в този момент, повече от всякога. Ти не се напиваш, сериозен си и си приятел на бедните. Но какво става с моето тяло? В мен се борят двама души и, за жалост, се сещам кой от тях ще победи. Нямам търпение да стигна до целта. Страстите на моята възраст са все изпълнени с нетърпение. Даже добродетелта ми има този порок. Виж сам. Не обичам алкохол. Но като ми кажат, го пия, стискайки носа си и се напивам. Не обичам жените... И ти казвам, ще умра на дуел заради някоя кокетка от долен етаж. Защо? Защото тя ще поиска да отмъстя за честта ѝ, която някой друг компрометирал. Знаеш ли какво ми липсва, приятелю? Поверявам го само на теб: това е някой, когото мога да обичам и да го обичам само духовно. Загубих баща си и никой не го замести. Чуваш ли ме?“ Малко по-късно Галоа, в делириум, се опитва да се самоубие. „Поставихме го на едно от нашите легла. Треската от отравянето мъчеше нещастния ни приятел... Изпаднал в безсъзнание, той се надигна отново в екзалтация... 'Ти ме презираш, ти, който си ми приятел. Ти имаш право, но аз, който извърших това престъпление, трябва да се самоубия!' И той щеше да го направи, ако не се бяхме хвърлили върху него, тъй като оръжието беше в ръцете му...“.

За да може да бъде спасен гений с подобен характер от собствените си разрушителни сили, той трябва, преди всичко, да бъде припознат от някой от влиятелните в науката. Видяхме, че „Големите училища“ на Франция изпускат тази възможност. За жалост, пропуска я и френската Академия. Поасон, след 3-месечно изучаване на мемоара на Галоа, го отхвърля в представения вид. Той е откровен: „Направихме всички усилия да разберем доказателството на г-н Галоа. Неговите аргументи не са нито достатъчно ясни, нито развити, за да можем да съдим за тяхната строгост. Ние не сме в състояние дори да дадем идея за тях в този доклад.“ Не трябва да съдим тези думи, използвайки „теорията на Галоа“, станала достояние на математиците през 20-и век и преподавана днес в докторантски курсове [М]. Това потвърждава през 1902 Жозеф Бертран (в отзыв за книгата на Дюпои, цитирана в началото – виж [R]). Поасон завършва своята рецензия с окуражителна забележка: „Авторът твърди, че теоремата, на която е посветен мемоарът, е частен случай от обща теория, богата с приложения. Често, различни части на една теория се осветяват взаимно и е по-лесно да бъдат раз-

брани заедно, отколкото в изолация. Трябва да почакаме авторът да публикува цялата си работа, преди да си съставим определено мнение.“ (Ново прочитане на работата на Галоа, което ни връща към свежестта на оригинала и не оставя съмнение в пълнотата на доказателствата на Галоа, ни дава [C].) Това, в което можем да обвиним Поасон, е само, че той не е проявил интуиция, подобна на демонстрираната от немския математик Креле по отношение на Абел (чиито работи Креле публикува без да се опитва да ги разбере докрай).

Галоа получава – и прочита – рецензията на Поасон в затвора, през октомври 1831 [I]. Той не взима на сериозно последната препоръка на рецензента и решава да прекъсне всякакви връзки с Академията и да се опита да издаде частно (с помощта на приятеля си, Огюст Шевалие) своите работи. В затвора той събира ръкописите си, пише бележки в полето; в някои от тях отговаря на въпроси – на Поасон – за доказателствата; на едно място просто възкликва: „Oh, chérubins (ангели хранители)!“ [C]. Той пише (в затвора!) предговор към този цикъл работи, който говори най-добре сам за себе си (цитираме из първата от пет страници, [R]).

„Първо, ще забележите, че втората страница на тази работа не е затрупана с лични и фамилни имена и титли... Нито ще намерите почит, отдадена на някой високопоставен официален представител на науката ..., нещо, което се смята за необходимо (по-точно, неизбежно) за някого, който, на 20 години, иска да публикува. Не казвам никому, че всичко ценно в моята работа се дължи на неговите съвети и окуражаване. Не го казвам, тъй като това би било лъжа. ... Дължа на важни хора факта, че първата от тези статии се появява толкова късно. Дължа на други важни хора това, че пиша цялата работа в затвора – място, ще се съгласите, малко пригодно за медитации... Причината за моя престой в затвора няма нищо общо с темата на работата. Но трябва да ви разкажа как ръкописи пропадат в чантите на членове на Института, макар че не мога да си представя подобна небрежност от страна на онези, на чиято съвест тежи смъртта на Абел⁶. ...“

Колкото и справедлив да е гневът на Галоа, затворът се оказва по-безопасно място за него отколкото свободата.

На 16 март 1832 той е преместен в пансион, „за да се предотврати опасността от епидемия от холера сред затворниците“. (Трябвало да бъде освободен на 29 април.) На 25 март, в писмо до Шевалие, Еварист напуска за прекъсната любовна връзка, [R]: „Скъпи приятелю, ... има удоволствие в тъгата ако човек може да се надява ... Как да се надявам на утеха, когато в течение на месец изчерпах най-големия извор на щастие ... без щастие и без надежда, когато съм сигурен, че той е източен до края на живота ми? ...“. За следващите два месеца няма сведения. През нощта 29-30 май Галоа пише няколко писма. За главното, до Шевалие, което включва подготвените в затвора математически ръкописи, ще кажем нещо в раздел 6. Две са до приятели републиканци:

„Моля моите приятели-патриоти да не ме осъждат, че умирам не за родината. ... Отивам в гроба със съвест свободна от кръвта на патриоти...“

„Мои добри приятели, бях провокиран от двама патриоти... Беше ми невъзможно

да се откажа. Моля да ми простите, че не ви предупредих. Бия се против волята си ...; кажете, нима съм способен да лъжа дори в най-дребни неща? ...“

Сутринта на 30 май Галоа е ранен смъртоносно на дуел. Както е описано в писмото на Распай, конфликтът е с политически съмишленик, „за честта на някаква кокетка“. („Кокетката“ е идентифицирана чак през 1968: дъщеря на лекар в пансиона, където е отседнал Еварист в последните месеци, тя се оженва по-късно за професор по езици. Версията, подкрепяна от Бел [В], че става дума за проститутка, не се оправдава, [R].) Историята на дуела поражда със своята безсмисленост. Тя говори само – ако още е необходимо – за незрялостта на Еварист. Неговият убиец е, вероятно, „бойният му другар“ Дюшатле (с когото бяха арестувани на 14 юли – виж [R]). Намерен сам, тежко ранен, на мястото на дуела, Галоа е закаран в близка болница от случайно минал селянин. Той умира на другия ден, 31 май 1832, в присъствието на брат си, когото моли: „Не плачи, Алфред! Имам нужда от целия си кураж, за да умра на 20 години.“

4. Абел и теорията на Галоа

Всичко започва със задачата за *алгебрично решение* (също наричано *решение в радикали*) на уравнения от вида $f(x)=0$, където f е полином. С други думи, търси се решение, което се изразява чрез коефициентите на $f(x)$ с *краен брой* аритметични действия (събиране, изваждане, умножение, деление) и взимане на корени.

Решението на уравнението от втора степен е известно още на вавилонците. Италианските възрожденци – дел Феро, Тарталя, Джироламо Кардано (1501-1576) – решават общото уравнение от трета степен. Ферари, ученик на Кардано, свежда до него – и така решава (1540) – уравнението от четвърта степен. Безуспешни опити за решаване на общото уравнение от пета степен продължават близо три века. Както видяхме, 19-годишният Абел (след свой несполучлив опит да се пребори с петата степен) доказва, че задачата няма решение. Той най-добре описва същността на работата и нейната по-далечна цел ([В], ch. 17, с. 310-312):

„Един от най-интересните въпроси на алгебрата е задачата за алгебричното решение на уравненията. Почти всички изтъкнати математици са работили по този въпрос. ... Открит бе общ метод за решаване на уравненията от първите четири степени. Очакваше се той да е приложим към уравнения от произволен ред; но въпреки всичките усилия на Лагранж и др. тази цел не бе достигната. Възникна предположението, че не съществува общо алгебрично решение на произволно уравнение. Използваните методи, обаче, не могат да докажат това твърдение. Те са пригодени да намерят решение, ако то съществува. Ако решение няма, човек може да го търси до безкрайност... Трябва да се промени формулировката на задачата.“

Абел поставя два, свързани помежду си, въпроса:

„1. Да се намерят всички уравнения от дадена степен, допускащи алгебрично решение.

2. Да се определи дали дадено уравнение е решимо алгебрично.“

Пълен отговор на тези въпроси дава Галоа (който, подобно на Абел, почва с илю-

зията, че е решил уравнението от пета степен, но скоро сам осъзнава грешката си). В своята работа (първ вариант от която той представя на Академията месец след смъртта на Абел) той въвежда термина *група* в математиката. Това, което днес наричаме *група* на Галоа, той определя така (виж [С]).

Теорема 1. Нека $x_1, \dots, x_n$ са корените на дадено уравнение. Съществува група от пермутации на символите $x_1, \dots, x_n$ със следните свойства:

1⁰ всяка функция на корените, инвариантна спрямо субституциите от групата е рационална функция от коефициентите на уравнението;

2⁰ обратно, всяка функция от корените, която се изразява рационално чрез коефициентите на уравнението, е инвариантна спрямо субституциите от групата.

Пример. Групата на Галоа на уравнението от втора степен

$$x^2 + a_1 x + a_2 = (x - x_1)(x - x_2) = 0$$

има два елемента: разместването на корените x_1 и x_2 , и тъждественото преобразование; коефициентите на уравнението се изразяват чрез симетрични функции от корените:

$$a_1 = -x_1 - x_2, a_2 = x_1 x_2.$$

За читатели, неалергични към малко абстрактна алгебра, ще въведем понятията, необходими за формулировката на теоремите на Галоа, които отговарят на въпросите на Абел. (Съвременен изложение на теорията на Галоа, достъпно за студенти, е дадено в лекциите [М].)

* Казваме, че една подгрупа H на групата G е *нормална* и пишем $H < G$ (или $G > H$) ако за всеки елемент h на H ($h \in H$) и $g \in G$ имаме $g h g^{-1} \in H$. За да разберем ролята на това понятие в теорията на Галоа, ще използваме езика на теорията на числовите полета. Определяме групата на Галоа на крайно-мерното разширение K на полето $k(=Q)$, $G = \text{Gal}(K/k)$, като групата на автоморфизми на K , които оставят всеки елемент на k непроменен. В частност, може да си мислим, че K се задава като векторно пространство чрез линейни комбинации на (иррационалните) алгебрични числа $x_1, \dots, x_n$ (например, корените на дадено полиномиално уравнение) с коефициенти от k , $K=k(x_1, \dots, x_n)$. Определението чрез полета има предимството, че не зависи от избора на базиса. Нека $\xi \in K$ е (иррационален) корен на уравнението $P(x)=0$, където P е полином от степен $m \leq n$ и нека $k(\xi)$ е двумерно разширение на k с базис $(1, \xi)$. На подполето $k(\xi)$ на K съответства подгрупа $H(\xi)$ от онези субституции h от G , които не променят елементите на $k(\xi)$. Подполето $k(\xi_1, \dots, \xi_m) \subset K$, получено от k чрез присъединяването на *всички* корени на уравнението с рационални коефициенти $P(x)=0$, съответства, по същото правило, на нормална подгрупа $H < G$. Ако H е нормална подгрупа на G , то фактор-пространството G/H също се снабдява със структура на група. Казваме, че групата G е *разрешима*, ако съществува редица от нормални подгрупи

$$G_0 \equiv G > G_1 > \dots > G_m = \{1\}, \quad (1)$$

такива, че всяка от фактор-групите G_{i-1}/G_i , $i=1, \dots, m$, е циклична (т.е. група $Z/(n)$ от n -и корени на 1, $n=2, 3, 4, \dots$). Лесно се вижда, че всяка подгрупа на разрешима група е също разрешима. Отговорът на втория въпрос на Абел тогава гласи:

Теорема 2. Уравнението $P(x)=0$ е разрешимо, ако и само ако групата на Галоа на полето, породено от корените на това уравнение, е разрешима.

Пример. Групата на пермутациите S_4 на четири символа е разрешима. Доказателство: Нека s_{ij} е субституцията на символите i и j , $1 \leq i < j \leq 4$. Редицата (1) от нормални подгрупи в случая има вида

$$S_4 > A_4 > C_4 > Z/(2) > \{1\};$$

тук A_4 е подгрупата от четни пермутации (с 12 елемента), а $C_4 \approx Z/(2) \times Z/(2)$ е абелева подгрупа с четири елемента 1, $a = s_{12} s_{34}$, $b = s_{14} s_{23}$, $c = s_{13} s_{24}$ и таблица на умножение $a^2=1, b^2=1, c^2=1, ab=(ba)=c, bc=a, ac=b$. Предоставяме на читателя да провери, че всички последователни фактор-групи са наистина циклични.

От примера и от Теорема 2 следва, че всяко уравнение от четвърта степен е разрешимо. *

Галоа дава алгоритъм за пресмятане на групата за всяко дадено уравнение. Пресмятанията не са прости: съвременните компютри и програми позволяват да се намери G за полиноми до десета степен. Галоа съветва: „Прескачайте [сложните] сметки със събрани крака ...“.

5. Правилен седемнадесетоъгълник. Отвъд алгебричните решения

Елементарен пример на приложение на теорията на Галоа ни дават *задачите за построение* с линейка и пергел. Два древни примера на такива задачи са: 1) построяване на правилен многоъгълник с даден брой, n , страни (или, еквивалентно, задачата за разделяне на пълния ъгъл, 2π , на n равни части); 2) построяване на дадено алгебрично число x (което се интерпретира геометрично като отношение на две дължини; пример: $x = \sqrt{2}$ е отношението на дължините на диагонала на квадрата към коя да е от страните му). Първата задача е, всъщност, частен случай от втората: тя се свежда до построяване на числото $x=2\cos 2\pi/n$. Мистичната привлекателност на тази задача идва от нейната връзка с хармонично звучащите тонове в музиката (връзка, открита от питагорейците и вълнувала Йоханес Кеплер, 1571-1630). Известно е от античността, че при $n = 2, 3, 4, 5$ (но не при $n=7, 11$), делението на ъгъла е възможно; от друга страна, хармонично звучат именно тонове с честоти в съотношение k/n при същите n (и $1 \leq k \leq n$).

18-годишният Гаус решава да се посвети на математика, след като му се удава да построи правилен 17-ъгълник. Това му дава ключ към общата задача за построение: числото x е конструируемо, ако може да се изрази с краен брой квадратни корени. В термини на групата на Галоа, $G=\text{Gal}(K/Q)$, $K=Q(x)$, резултатът е особено прост: числото x може да се построи тогава и само тогава, когато броят на елементите $|G|$ на неговата група на Галоа е степен на двойка (2, 4, 8, 16, ...). В частност, неприводимият полином $1+\zeta+\dots+\zeta^{16}$, дава 16-те примитивни 17-и корени от 1, така че групата на Галоа има 16 елемента. (Последователните стъпки на съответното геометрично построение с линейка и пергел са приведени в [C].)

Историята на уравнението от пета степен не свършва с Абел и Галоа. Ермит (Charles Hermite, 1822-1901) променя постановката на въпроса. Ще поясним неговата

идея като почнем с уравнението от трета степен: $x^3 - x + 2a = 0$. (Всяко уравнение от трета степен може да се сведе до този вид с линейна смяна на променливата x .) Доста сложната формула на Кардано за неговите корени има проста тригонометрична параметризация: ако положим $a = \sin \alpha$, то трите корена на уравнението се дават с

$$x_k = \sin^{1/3}(\alpha + 2k\pi), k=0, 1, 2.$$

Ермит разглежда уравнението $x^5 - x - a = 0$, до което се свежда общото уравнение от пета степен с помощта на алгебрични операции, включващи извличане на втори и трети корен. Той отговаря на въпроса с какви трансцендентни функции може да се параметризира неговото решение: това са *модуларните елиптични функции*. По-общият въпрос *на кой клас функции принадлежи решението на произволно полиномално уравнение* дава начало – в работите на Поанкаре – на теорията на автоморфните функции, жива и днес област, тясно свързана с идеите на Абел и Галоа.

6. Математичното наследство на Галоа

Алфред Галоа, братът на Еварист, и Огюст Шевалие стриктно изпълняват последната воля на загиналия: те преписват мемоарите, приложени към предсмъртното писмо и изпращат по едно копие на Гаус и на Якоби (Carl Gustav Jacob Jacobi, Потсдам, 1804 – Берлин, 1851, развива и прилага абелевата теория на елиптични функции). (По това време статиите се представят написани на ръка – думата „ръкопис“ се употребява в своя първичен смисъл.) Все пак, не немски, а френски математици първи оценяват, публикуват и развиват работите на Галоа. Когато ръкописите попадат у Лиувил (Joseph Liouville, 1809-1882), той проявява прозрение и ги препоръчва за публикуване (1843) – статиите излизат през 1846. Той също чете лекции по тях (и Ермит е между неговите слушатели). Теорията на Галоа е развита в работите на Жордан (Camille Jordan, 1838-1922) и става популярна след излизане на жордановия „Трактат за субституциите и за алгебричните уравнения“ (Traité des substitutions et des équations algébriques), 1870, за който той е удостоен с наградата на Понселе на Френската академия. (Трябвало е да минат 40 години от отрицателния отзив на Поасон до възприемането и широкото признание на работата на Галоа...)

През 1870 Ли (Sophus Lie, 1842-1899, Норвегия) и Феликс Клайн посещават Жордан в Париж, за да се запознаят от първоизточника с групите на пермутации; впоследствие те разпространяват идеите на Галоа към непрекъснатите групи. Четвърт век по-късно Ли говори на 100-годишнината на Екол Нормал за влиянието на Галоа върху развитието на математиката⁷.

Измежду многото влияния на идеите на Галоа в съвременната математика, за които можем да прочетем в [С], ще спомена едно: *теорията на мотивите* на Гротендик, която се явява обобщение на теорията на Галоа за положителни размерности. Ще следваме самия Гротендик, който говори (в [G]) за своята *мечта за мотивите* и дава представа за изпитваните чувства (без да се опитва да обясни точния смисъл на казаното). Той намира обща черта у Галоа и у себе си: „Тя се изразява в естествената склонност (често не особено ценена от окръжаващите) да гледаме нещата със собствените си очи, а не

през патентовани очила, които любезно ни предлага ... група хора, която по една или друга причина управлява мненията. ... Това е *дарът на самотата*.“

По-нататък Гротендик характеризира своето кредо ([G], Част I, раздел 7): „Стана възможно да се формулира «неизразимото», ако ... следваме законите на съвременния математичен език. ... Именно тази възможност ме увличаше в математиката още от детство. То е като чудо: да хванеш в мрежата на езика същността на един или друг обект от света на математиката.“ Той илюстрира своята мисъл с „мечтата за мотивите“, над която е работил от януари до юни 1981: „През последните 14 години това беше единственият случай, когато мислех толкова дълго без прекъсване на математична тема. «Дълъг поход през теорията на Галоа» – така нарекох записките си от този период. Малко-по-малко почнах да се досещам, че не съм първият, пред когото са възникнали пейзажите и перспективите, които се мяркат в мечтите ми вече няколко години. ... Моите блянове за «неабелева алгебрична геометрия» не са нищо друго, освен завършване на теорията на Галоа и, без съмнение, в духа на Галоа.“

Вече споменахме (в раздел 2, позовавайки се на [C]) за размишленията на Галоа над трансцендентния анализ (където той е предшественик на Риман). Галоа завършва писмото си до Огюст Шевалие с думи, чиито смисъл още предстои да бъде разбран:

Ти знаеш, драги ми Огюст, че тези теми не са единствените, които съм изследвал. Моите основни размишления от известно време насам са насочени към приложение на трансцендентния анализ към теорията на нееднозначностите. Става дума да се определят а priori преобразованията, които оставят неизменно дадено съотношение между стойностите на трансцендентни функции. Това дава възможност да се изключат много изрази, които човек би могъл да търси. Но вече нямам време и моите идеи не са още достатъчно развити върху този терен, който е огромен.

***Благодаря на колегите – физици-теоретици,
които ме подкрепиха в трудно за мен време.***

Бележки

¹ Първоизточник за живота на Галоа е текстът: Paul Dupuy, La vie d'Évariste Galois, Annales de l'École Normale 13 (1896) 197-266, използван, както се разбира избирателно, от всички по-късни биографи. 130 години след смъртта му е подготвено критично издание на всичко писано от Галоа, както и писма на съвременници, които се отнасят до него: R. Bourgne, J.P.Azra, eds., Écrits et Mémoires Mathématiques d'Évariste Galois: Édition critique intégrale de ses manuscrits et publications, Gauthier-Villars, Paris 1962.

² По това време той попада на учебника на Legendre, Éléments de Géométrie и го прочита като роман. На 15 той вече чете оригиналните статии на Лагранж, а след това и на Абел.

³ Грешката, начало на която дава цитираният текст на Дюпюи, е поправена 75 години по-късно от René Taton: Sur les relations scientifiques d'Augustin Cauchy et d'Évariste Galois, Review d'Histoire des Sciences 24 (1971) 123.

⁴ Текстът между знаците *...* може да бъде пропуснат, без това да пречи да се следи останалото.

⁵ Това е отношението на повечето френски интелектуалци, дори след публикацията на *Le livre noire de la révolution française* (Черната книга на френската революция), sous la direction de Renaud Escande, Jean Tulard, ed. du Cerf, 2008; там се разказва, в частност, за геноцида на селяните от Вандея, които защитават църквата. А Леополд Инфелд (съавтор на Айнщайн), в предговора към руското издание на [I] от 1958, свързва мечтите на френските революционери със „завоеванията“ на народа, „извършил Октомврийската революция“...

⁶ Става дума за загубен ръкопис, представен от Абел на Академията в Париж, 1826. Историята има продължение: под натиск на норвежкия консул ръкописът е изровен и публикуван, 1841, след това отново изгубен ([B], с. 321)!

⁷ S. Lie, *Influence de Galois sur le développement des mathématiques*, Centenaire de l'École Normale Supérieure, Paris, Hachette (1895) 481-489.

Цитирана литература

[B] E.T. Bell, *Men of Mathematics*, Simon and Schuster, N. Y. 1965; see, in particular: ch. 17, Genius and poverty, Abel, pp. 307-326; ch. 20, Genius and stupidity, Galois, pp. 362-377.

[C] Alain Connes, *La pensée d'Évariste Galois et le formalisme moderne*, Conférence donnée à la Bibliothèque nationale de France, 8 juin 2005, *Tangente*, Hors-série n. 25 (2006) pp. 44-57; available at: <http://www.alainconnes.org/en/downloads.php>.

[D] F. Dyson, *Disturbing the Universe*, Harper Colophon Books, Harper & Row, N.Y. 1979; see Sect. 2 *The redemption of Faust*, pp. 11-18 (in particular, p. 14).

[G] Alexandre Grothendieck, *Récoltes et Semailles*, Réflexions et témoignages sur un passé de mathématicien, Montpellier 1986; руски превод: Александр Гротендик, *Урожай и посе́вы*, Размышления о прошлом математика, перевод Юлии Фридман, под редакцией Г. Нуждина и В. Прасолова, Независимый Московский Университет, М. 1996; виж: I. *En guise d'avant-propos*, 21. (Вместо предисловия), където авторът цитира Инфелд, и раздел I.7. *Наследството на Галоа*.

[I] L. Infeld, *Whom the Gods Love: The Story of Evariste Galois*, Whitlesey House, N.Y. 1948; руски превод: Л. Инфельд, *Эварист Галуа Избранник Богов*, Молодая Гвардия, М. 1958.

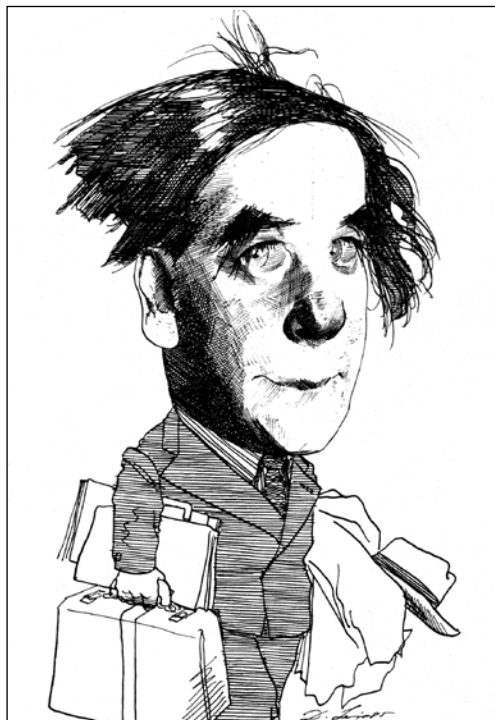
[M] J.S. Milne, *Fields and Galois Theory*, Taiaroa Publishing, 2005, available at: <http://www.jmilne.org/math/> (103 pp.).

[R] T. Rothman, *Genius and biographers: the fictionalization of Evariste Galois* (earlier version published in *Amer. Math. Monthly* **89** (1982)84); available at: <http://www.physics.princeton.edu/~trothman/galois.html>.

Национална кардиологична болница, септември-ноември 2008

ЗЛАТНАТА КЛЕТКА НА УЧЕНИЯ

Грегорий Чернявский



В СССР името на академик Пьотър Леонидович Капица беше добре известно – бе получил една след друга две Сталински премии (1941 и 1943), два пъти герой на социалистическия труд (1945 и 1974), лауреат на Нобеловата премия (1978), почти безсменен (от 1934 до смъртта му през 1984, с изключение на десетилетието 1946-1955 гг.) директор на Института за физични проблеми на АН на СССР, награден с множество ордени (само ордените Ленин бяха шест ...) Ако не обърнем внимание на прекъсването на ръководството му на института, за което в съветската литература и справочни издания не се обяснява нищо, за широката общественост Капица се представяше като висш деятел на научния *истеблишмент*, ухажван от властите при всички комунистически режими – на Сталин, Хрущов и Брежнев.

И едва към края на 80-те години в печата започнаха да се появяват документи и споме-

ни, свидетелстващи, че взаимоотношенията на учения със съветските власти съвсем не са били толкова безоблачни, че той активно и мъжествено е използвал своето уникално положение на знаменит физик, чиито изследвания са били крайно необходими за военнопромишления комплекс, за защита на свои колеги от репресивната машина, за критика на пороците на системата. Капица е бил далеч от дисидентството. Той, подобно на А. Д. Сахаров, не призовава открито срещу тоталитаризма. Неговият стил е бил друг: той съчетава смелостта и прямотата, когато става дума за хора на науката, арестувани от органите, с прагматизма при взаимоотношенията си с властите.

Нашият разказ, обаче, ще бъде посветен на сравнително недълъг период от живота на учения – от 1934 г., когато той, дошъл в СССР за конгрес, е лишен от възможността да се върне обратно в своята лаборатория в Кеймбридж, Лондон. Доскоро, за този епизод от живота на Капица в литературата се споменава бегло.

П. Л. Капица е роден на 9 юли 1894 г. в семейството на военния инженер полковник, а след това – генерал от руската армия (като военните звания на бащата са били премълчавани). Пьотър завършва Петербургския политехнически институт през 1919 г., проявявайки още като студент качества на учен, и през 1921 г. успява да замине за

Англия. Там той се обръща към известния физик Ърнест Ръдърфорд с молба за бъде приет като стажант в Кавендишката лаборатория в Кеймбридж. Отначало Ръдърфорд отказва, защото според него лабораторията е препълнена със сътрудници (около 30 души). Тогава Капица го пита: “каква е точността, към която се стремите във Вашите експерименти?”. “Допустими са 2-3%” е отговорът на Ръдърфорд. “В такъв случай, казва Капица, един изследовател в повече няма да бъде забелязан, ще бъде погълнат от допустимата неточност на експеримента”. Остроумната реплика и разкрепостеност на младия учен в съчетание с неговия напълно приличен английски пленяват Ръдърфорд и Капица става негов сътрудник. Този епизод Капица си спомня често даже когато Ръдърфорд е вече забравил за него. Когато питат мастития учен какво го е накарало да приеме Капица в лабораторията, той отговарял: “Не помня какво точно, но много се радвам, че съм го направил”.

В Кеймбридж Капица работи 13 години. Тук той извършва цикъл фундаментални изследвания, за които още през 1923 г. получава степента “доктор по философия”. През 1922 г. младият експериментатор основава в Кеймбридж научен семинар, наречен по-късно “Клуб на Капица”. През 1925 г. става заместник директор на Кавендишката лаборатория, а през 1926 г. възглавява собствена “Магнитна лаборатория”. През 1930 г. Капица започва строителството на мощна лаборатория на средства, завещани от химика и промишленик Людвиг Монд. Тази лаборатория е тържествено открита на 3 февруари 1933 г. От името на Кеймбриджския университет лабораторията е “приета” от канцлера на университета, лидер на Консервативната партия и нееднократно премиер-министър на страната Стенли Болдуин.

След 1926 г. Капица често посещава СССР и безпрепятствено се завръща в Англия. В Кремъл той е считан за “съветски учен, пребиваващ в дългосрочна задгранична командировка”. През 1929 г. е избран за действителен член на Лондонското Кралско общество (равнозначно на академичните институти в другите страни). През същата година той става и член-кореспондент на Академията на Науките на СССР, както и консултант на Украинския физико-технически институт (УФТИ) в Харков. (Именно в този институт А. Валтер, А. Лейпунски и К. Синелников през годините 1935-1936 изграждат линейния ускорител за електрони). През есента на 1929 г. Капица прекарва около две седмици в Харков, където чете лекции и дава консултации в УФТИ. През 1932 и 1933 гг. той отново пребивава в Москва, Ленинград и Харков, и се завръща в Лондон.

Нищо не предвещава бурята, когато на 1 септември 1934 г. Пьотър Леонидович отново се завръща в СССР заедно със съпругата си Анна Алексеевна, дъщеря на известния академик, математик и механик А. Н. Крилов, за участие в Менделеевската конференция. Британските му приятели са го предупреждавали, че това му изключително положение не може да продължава безкрайно, но Капица не обръщал внимание на думите им.

Но този път всяка негова стъпка е следена от сътрудници на НКВД, съобщаващи на началството истинни и измислени “антисъветски” изказвания на Капица. Немалко

доносници са се подвизавали и сред учените. При това, нека отбележим, че Капица е обичал шегите, закачките, обичал да впечатлява околните... Когато веднъж го попитали за адреса, той отговорил "Англия, Капица". Друг път (1931 г.) Капица представил посетилия го в Кеймбридж виден болшевишки деятел Н. И. Бухарин като "другаря Бухарин". Напълно е разбираемо, че даже напълно невинни от гледна точка на здравия смисъл шегички в докладите на НКВД пред партийното ръководство са били квалифицирани като опасна контрареволуционна агитация.

Личността на Капица се оказва в центъра на внимание на Кремълските лидери. Била е образувана (разбира се, секретна) специална правителствена комисия, която предстояла да вземе решение за съдбата му. На 16 септември 1934 г. тази комисия, под председателството на члена на Политбюро на ЦК на ВКП(б) В. В. Куйбишев решава: "Изхождайки от това, че Капица оказва значителни услуги на англичаните, информирайки ги за положението на науката в СССР, а също и за това, че той оказва на английски фирми, в това число и на военни, големи услуги, продавайки им свои патенти и работи по техни поръчки, да се забрани на П. Л. Капица излизане от СССР". Както се вижда, в постановлението по същество се изтъква научният потенциал на Капица и не се споменава нито дума за неговия "антисъветизъм". Това са го държали в запас, в случай че се наложи да се упражнява върху него силово въздействие.

Правителството на СССР поръчва на заместник наркома по тежката промишленост Г. П. Пятаков (в миналото участник в обединената опозиция заедно с Троцки и Зиновиев, а сега възторжен сталински подмазвач, което впрочем не го спасява от разстрел през 1938 г.) да съобщи на Капица за приетото решение и да влезе в преговори с него за участието му в работа в СССР. На 21 септември Капица отива в Москва на среща с замнаркома, който лицемерно му предлага "да обмисли предложението" да остане в СССР и се включи в научна дейност "в полза на социалистическото строителство". Капица отклонява предложението, заявявайки, че той е зает с интересна научна програма, превъзходно оборудвана лаборатория, необходимия щат от научни сътрудници, и добре обезпечен материално. Пятаков се опитва да прехвърли Капица към по-висока инстанция – към В. Ш. Межлаук, заместник на председателя на Совнаркома на СССР и председател на Госплан (по това време председател на правителството е В. М. Молотов). Обаче Капица не се обръща към него и веднага се завръща в Ленинград.

Но надеждата, че ще бъде оставен на спокойствие, се оказва напразна. В Ленинград го очаква телеграма за нова среща с Межлаук, на която той не обръща внимание, но получава заплашителни телефонни предупреждения от зампредседателя на Совнаркома. Прекъсвайки участието си в Менделеевската конференция, на 25 септември Капица отново е в Москва. Но сега му дават да разбере, че той е дребна пионка в сравнение с едрите правителствени шефове: в течение на два дни заместникът на Молотов "е зает" и едва на третия ден той "намира време" да приеме учения. И тази среща не дава никакви практически резултати. Капица наново заявява желанието си да се завърне на работата си в Кеймбридж, а Межлаук заявява, че правителството на СССР счита излизането му зад граница за "нежелателно", но е съгласно да позволи

на жена му и двете му малки деца – 6-годишния Сергей и 3-годишния Андрей (сега и двамата известни учени: С. П. Капица – физик, а А. П. Капица – географ) да пътуват до Великобритания.

Постепенно, но съвсем не напълно, П.Л. Капица започва да осъзнава реалиите на тоталитарната система. Ученият се оказва в капан, започва да изпада в отчаяние. Доносниците засичат думите му: “Могат да ме заставят да копая канали, да строя бункери, могат да арестуват тялото ми, но духът ми не могат да вземат. Ако започнат да издевателстват над мене, аз бързо ще сложа край на живота си – с куршум в челото!”. Слава Богу, пристъпите на отчаяние бързо изчезват. Капица решава да се обърне към Ръдърфорд и други известни учени, в частност Пол Ланжвен и Алберт Айнщайн, с молба да заявят в печата искането си да му бъде предоставена възможност да напусне СССР. Този му опит не дава съществени резултати. Просъветски настроеният Ланжвен не е искал на дразни “кремълския дивак”. Що се отнася до Айнщайн, самият той емигрант в САЩ от неотдавна (1933 г.), вижда в СССР мощна сила, способна да противостои на хитлеризма, и въпреки силно критичното си отношение към болшевишкия експеримент, не е искал да бъде въвлечен и в най-малка акция, която би могла да бъде изтълкувана като антисъветска.

Наистина, Ръдърфорд информиран от Анна Капица, за това какво става, се обръща в съдържания английски стил с протест към съветския представител във Великобритания И. М. Майский. Майский, в миналото меншевик, сега полагащ всички сили, за да заслужи при Сталин, отговаря с голямо закъснение с демагогско по съдържание писмо: “Действащата в Съветския Съюз система се свежда до това, че Съветското правителство планира не само икономиката на страната, но и с разпределението на трудовите ресурси, включващо и разпределението на научните работници. Докато нашите научни учреждения можеха да решават поставените пред тях задачи с помощта на наличните научни работници, Съветското правителство не е предявявало никакви възражения против работата на г-н Капица в Кеймбридж. Сега обаче, в резултат на необикновеното развитие на народното стопанство на СССР, свързано с ускореното завършване на Първия и енергичното изпълнение на Втория петгодишен план, наличният брой научни работници се оказва недостатъчен и при тези условия Съветското правителство счита за необходимо използването за научна дейност вътре в страната на всички учени – съветски граждани, които до настоящия момент работят извън пределите на страната. Г-н Капица се отнася към тази категория. Сега на него му е предложена извънредно отговорна работа в Съветския Съюз по неговата специалност, което ще му позволи да я развие напълно според своите способности като учен и гражданин на своята страна”.

От писмото може да се заключи, че Капица се е примирил с участието си. Но това съвсем не е било така. Независимо от неуспеха на международното вмешателство, Пьотър Леонидович счита за възможно използването на вътрешни лостове, за да се измъкне на свобода. По негово мнение, група съветски академици биха могли да се обърнат към Н. И. Бухарин, К. Е. Ворошилов и М. Горки “за организиране на широка

кампания” в негова защита. А съгледвачите донасят, че ученият се опитва да изясни “къде се намира в момента Сталин – в Москва или на юг на почивка, за да го постави в течение на нещата, които му се случват”.

Трябва да се каже, че перипетиите на Капица предизвикват съчувствието на някои видни учени. В секретен доклад до НКВД са отбелязани изказванията в поддръжка на Капица на академиците В. И. Вернадски, А. Н. Крилов, А. Ф. Йоффе, Н. Н. Семьонов, И. П. Павлов, Ф. И. Щерботски, А. Е. Фаворски и изразено съчувствие. Например, Вернадски заявява: “Ако решението на правителството да не пусне Капица във Великобритания не бъде отменено, то ще предизвика международен скандал. Английското Кралско общество, чийто член е Капица, ще направи всичко възможно, за да го върне в Англия. Науката е интернационална и никому не трябва да му се забранява да работи там, където иска, и по теми, които той счита за интересни”. “По заповед не може да се твори. Капица ще откаже да твори” – казва Фаворски. Настроението на академиците е резюмирано от НКВД по следния начин: “най-общо изказванията са против приетото решение относно Капица; счита се за недопустимо толкова насилствено разделяне на Капица от двете му деца, живеещи в Англия, получаващи там възпитание, както и разрушаването на добре оборудваната му лаборатория”.

Но единственият, който се опитва от думи да мине към дела, е тъстът на Капица, академик Крилов. Той се обръща към президента на АН на СССР, А. П. Карпински, с молба специално да отиде в Москва при председателя на ЦИК на СССР М. И. Калинин и го помоли да помогне на Капица да се завърне в Кеймбридж. Уви, 88 – годишният Карпински отклонява молбата на Крилов.

В самия разгар на тази история, на 26 септември 1934 г., вестник “Известия” (с главен редактор по това време Н. Бухарин) помества предоставената преди много време и лежаща в чекмеджето статия на Капица за проблема за получаване на течен хелий и за съвместната работа с учените от Украинския Физико-технически Институт в това направление. Публикацията на статията е целяла да създаде видимост за стабилността на положението на автора и неговата безопасност.

Едновременно с това НКВД чрез свои агенти разпространява слухове, че Капица работи за английското разузнаване и даже събира за него шпионски данни за положението в Далечния Изток, пропускателната способност на Сибирската магистрала, граничните укрепления, самолетостроенето и др. На фона на тези слухове Пятков в разговор с академик Семьонов, чиято дружба с Капица е била добре известна, казва неща, които звучат като пряка заплаха за арест: “Ако слуховете за шпионската дейност на Капица достигнат до ГПУ (по това време ГПУ вече не е съществувала, но абривиатурата продължавала да има същия широко разпространен много зловещ смисъл), то могат да последват тежки репресии за Капица”

Капица живеел в Ленинград при отвратителни битови условия. По думите на индолога, академик Ф. И. Щербански, той е бил принуден да живее “в две стаи в комунална квартира, изоставена и мръсна, пълна с паразити и с много съквартиранти. За умивалнята – опашка, а тоалетната не може да се ползва поради мръсотията”.

Щербански прави извода, че при такива битови условия “не може даже да се чете, камо ли човек да се занимава с научна работа”.

Политическият, психологичен и морален натиск в края на краищата дават своя резултат и Капица започва да склонява да възстанови своята работа в СССР. Великолепно разбиращите съветските реалии академици Крилов и Семьонов го убеждават в необходимостта да започне научната си работа, но изисквайки съответстващи достойни условия – това е единствената за него възможност да се измъкне от създаденото положение. Капица е бил учен експериментатор, за работата му е била необходимо сложното и скъпоструващо, разработено непосредствено под неговото ръководство оборудване, намиращо се в мондовската лаборатория в Кеймбридж. А Капица е бил доста скептично настроен относно възможността за пренасяне на лабораторната техника в СССР. Наистина той прилага известна хитрост – започва да говори, че е готов да премести изследванията си в СССР, но трябва да отиде до Англия, “за да ликвидира работите си с Ръдърфорд”. Разбира се, от този замисъл нищо не се получава. Н. Н. Семьонов няколко пъти се обръща до правителствените учреждения, разяснявайки, че Капица действително може да постигне големи научни резултати само ако за него се организира специална лаборатория. В края на краищата Семьонов “препоръчва”, както се казва в секретния доклад на сътрудника на НКВД, да се остави Капица на спокойствие и да се чака той сам да се обърне към съответните съветски учреждения с молба да му бъде създадена лаборатория. Властите са искали капитулацията на Капица да бъде пълна и публична ...

За душевното състояние на учения свидетелстват писмата до жена му в Англия. В едно от тях той пише: “Сега животът ми е изумително пуст. Друг път свивам юмруци, готов съм да си скубя косите... С моите прибори, с моите идеи, в моята лаборатория работят и живеят други, а аз седя тук сам, за кого е нужно това не разбирам. Понякога ми се струва, че полудявам...”.

Все пак до пълна капитулация на Капица властите не доживяват, и решават да отидат на незначителен компромис. На 31 октомври той получава писмо от В. И. Межлаук, в което Совнаркомът моли Капица до 3 ноември да представи своето предложение за научната си работа в СССР. В отговора си Капица разяснява на болшевишкия чиновник, че работата му в Кеймбридж е свързана с крайно сложна в техническо отношение област на съвременната физика, че лабораторията му е оборудвана с “единствените и оригинални прибори”, изготвени от английските промишлени предприятия, които “охотно се захващат с индивидуални прибори”. Той констатира, че не вижда в СССР възможност да поеме отговорност “за организацията на научни изследвания, аналогични на тези, които е провеждал в Кеймбридж”. Затова той е решил да смени областта на своите изследвания и се заеме с проблеми от биофизиката съвместно с И. П. Павлов.

В началото на ноември Капица заминава за Москва на преговори за условията за своята работа в СССР. Преговорите се затягат. Налага се наново и наново да се обяснява на чиновниците, че без своята лаборатория, без надеждни, подобрени от самия него

сътрудници, без отработена технология той не е в състояние да развива фундаментални изследвания, че непосредствено “внедряване в производството” на резултатите от неговите изследвания не може да се очаква.

Вероятно цялата тази неразбория би продължила още дълго време, ако не е било вмешателството на Сталин. Във всеки случай, към средата на декември работата, най-накрая, се отмества от мъртвата си точка. На 22 декември въпросът за Капица е поставен на заседание на Политбюро на ЦК на ВКП(б). Прието е постановление, предвиждащо създаването на академичен Институт по физични проблеми в Москва, с директор Капица. До септември 1935 г. трябва да бъде завършено строителството на зданието на института с лабораториите, оборудвани с най-съвременна техника. На Капица е предоставено правото сам да избере квалифицираните кадри на института и да се разпорежда с финансовите средства, без да е подчинен на контрол от външни органи. Постановлението предвижда създаването за Капица на максимално благоприятни материални условия, в частност – 5-7 стайна квартира в центъра на Москва, вила в Крим и персонална кола. Така желязната клетка, в която се е оказал учения, започва да се превръща в златна.

На следния ден, 23 декември 1934 г. е публикувано решение на правителството за създаването на Института за физични проблеми към АН на СССР. Сам Капица е преместен от изоставения хотел “Новомосковская” в луксозен апартамент в престижния “Метропол”.

Превръщането на П. Л. Капица в “persona grata” съвсем не означавало преодоляване на бюрократичните вмешателства в отношенията с учения. На 11 март 1935 г. той пише на жена си в Англия: “Никой тук не може да повярва, че всичко, което аз искам, е много просто: добро, доверчиво отношение към мен. Никой не може да повярва, че аз наистина искам да помогна в организацията на науката. Трагедията на моето положение е, че вече три месеца, откакто се опитвам да накарам хората да разберат какво искам, и до сега срещам само недоверчиво и снизходително отношение. Чувствам се като Дон Кихот и се застъпвам за някаква Научна Дулсинея, и всички ми се подиграват”.

Все пак твърдата воля, организационните способности, огромният авторитет на учения, заедно с невидимото, но осезаемо покровителстване на съветския диктатор, постепенно водят към необходимите резултати. По настояване на Капица съветското дипломатическо представителство в Лондон встъпва в преговори с Кралското общество за закупуването и транспортирането в СССР на Мондовската лаборатория.

Първото задгранично съобщение за задържането на Капица в СССР се появява в руския вестник, издаван в Париж “Последни новости” на 9 март 1935 г. Вестникът изказва мнение, че болшевиките са задържали Капица като заложник за невъзвращенеца Гамов. На Западната публика, явно, тази версия се оказва недостатъчно убедителна, и в течение на следващите месец и половина пресата запазва мълчание по този повод.

Бурята се разразява, когато на 24 април лондонският “News Chronicle” в сутрешния си брой публикува под заглавие “Кеймбридж е в шок от Съветите” беседа с Ръдърфорд. “Капица е блестящ учен – заявява “Крокодилът”, както наричат великия учен неговите

приятели и ученици, – и той, без съмнение, осъществи тук през последните една-две години редица забележителни експерименти”. Във вечерните издания на същия ден 70 вестника във Великобритания публикуват отзиви за тази беседа. “Русия го е арестувала; край на кеймбриджките изследвания”, пише “Star”. На 25 април коментари се появяват в целия западен печат под заглавия “Русия арестува професор; Англия губи голям учен”, “Изчезналият професор”, “Загуба за науката в Кеймбридж” и т.н. На 26 април Ръдърфорд се обръща с писмо в лондонския “Times”, публикувано на 29 април под заглавие “Арестуван в Русия. Научният свят е потресен”. Ръдърфорд пише, че съобщението за задържането свидетелства за нарушаване на правото на личността. Съветските власти “реквизираха” услугите на Капица без всякакво предварително уведомяване. Негов ученик и приятел е дълбоко потресен от пропадането на техните изследвания, здравето му е сериозно подронено”. “От гледна точка на световната наука това е голямо нещастие, щом като поради недостатъчна отзивчивост или неразбиране възникват условия, в които Капица не ще може да даде на света, това, на което е способен”. С протест към съветския представител в САЩ Трояновски се обръщат група видни американски учени.

По същото време именно твърдението на Ръдърфорд за интернационалността на науката заляга в основата на решението на Сената на Кеймбриджкия университет от 30 ноември 1935 г., прието по предложение на Ръдърфорд за съгласието да бъде продадено на СССР за института на Капица (именно така е формулирано решението, като официалното наименование на института е игнорирано) научното оборудване на Мондовската лаборатория. Още към края на 1935 г. оборудването пристига в СССР, а в началото на 1936 г. е завършено и строителството на Института за физични проблеми.

Капица използва изцяло правото си да комплектува института с научни сътрудници и свободно да се разпорежда с предоставените финансови средства. В рамките на института възниква някакво подобие на трудова борса с позитивни последствия. Веднъж, скоро след завършване на строителството на института, Капица, зает до гуша с научно-организационни и изследователски работи, случайно поглежда към вътрешния двор на института. “Колко чистачи работят при нас? – пита той секретаря. “Трима” е отговорът. “Веднага уволнете двама от тях, а на третия увеличете три пъти заплатата!” – се разпорежда той. Още на следващия ден дворът свети от чистота ...

Капица е принуден да се примири с пребиваването си в “златната клетка”. През януари 1936 г. от Англия се завръщат съпругата и синовете му. Следват фундаментални открития на учения – нов метод за охлаждане на въздуха, който предопределя развитието в целия свят на големи прибори за получаване на кислород, азот и инертни газове, установяване на скок на температурата (“скок на Капица”) при преход на топлина от твърдо тяло към течен хелий, откриване на свръхфлуидността на течния хелий и др.

В същото време уникалното положение на гениалния физик и организатор на науката, чийто трудове широко се използват в съветската отбранителна техника (макар и значително по-неефективно, ако не беше бюрократичното и партийно вмешателство,

както отбелязва Капица), му позволяват да запази относително (нека подчертаем – относително) независимо положение и да се намесва в защита на учени, подложени на нападки и арести.

Още през 1936 г. той се обръща с писмо до Молотов в подкрепа на математика, академик Н. Н. Лузин, който в “Правда” е обявен за “враг в съветска маска”. Писмото е върнато с резолюция “Поради непотребност да се върне на гражданина Капица. Молотов”, но все пак не се решават да арестуват Лузин. През февруари 1937 г. Капица се застъпва за арестувания физик В. А. Фок, който скоро след това е освободен, а след две години избран за академик. През април 1938 г. Капица ходатайства за арестувания завеждащ теоретичния отдел на неговия институт Л. Д. Ландау. Този път грижите продължават цяла година – на директора му е трудно да постигне освобождаване на учения, който е сравнил сталинската диктатура с властта на Хитлер. Но в края на краищата Капица достига до целта – Ландау е освободен под негова лична гаранция.

По време на войната П. Л. Капица е бил член на научно-техническия съвет при Държавния комитет за отбрана и началник на Главното управление на кислородната промишленост при Съвета на Народните Комисари на СССР. Заемайки такива високи бюрократични постове, ученият никога не изменя на себе си. Той пише на Сталин, защитавайки “идеалистите”, протестира против административното вмешателство в науката, присмива се на заявления от рода “ако не сте материалист във физиката, вие сте враг на народа”. По повод на отказа на “Правда” да отпечата една негова статия без редакторска намеса, той се осмелява да напише на Сталин, че “Правда” е скучен вестник, на което “най-добрият приятел на учените” му отговаря: “Разбира се, прав сте Вие, а не “Правда”.

След като в САЩ е създадено, а след това и употребено ядреното оръжие, на 20 август 1945 г. в СССР е образуван Специален комитет за ръководство “на всички работи по използване на вътрешноатомната енергия на урана”. Председател е Л. П. Берия, а от физиците са включени И. В. Курчатов и П. Л. Капица. Но веднага започват конфликти между Капица и Берия. На два пъти – 3 октомври и 25 ноември 1945 г. Капица се обръща с писма към Сталин, посочвайки, че некомпетентните намеси на всемогъщото лице само пречат на работата. Този път обаче, Сталин взема страната на своя помагач, и Капица е изведен от комитета.

Така започва периодът на заточението на академика (той е избран за действителен член на АН на СССР през 1939 г.). Наистина, хитрият Сталин, осъзнаващ огромния научен потенциал на Капица, запазва видимо покровителство над него. На 4-ти април 1946 г. той пише на Капица: “Получих всичките Ви писма. В тях има много поучително, мисля, че скоро ще се срещнем с Вас и побеседваме за тях”.

През август 1946 г. Сталин подписва постановление за снемане на Капица от всички постове. От тогава ученият живее в Подмосковието, на Николините хълмове, където организира домашна лаборатория (спомняйки си своето директорстване, той я нарича “Колиба за физически проблеми”). Както сега се оказва, в средата на 30-е години Капица е недооценил силите си – и в условията на занаятчийска лаборатория,

на базата на оборудване, изготвено от него и приятелите му, той е провеждал изследвания в областта на механиката и хидродинамиката, разработил е нов тип генератор, открил плазмения шнур в плътни газове при високочестотен разряд. През декември 1949 г., когато “цялото прогресивно човечество” се разтапя в словохвалене по случай 70-годишнината от рождението на Сталин, Капица игнорира юбилейните мероприятия. След месец следва поредният отмъстителен акт – той е изгонен от професорската длъжност в Московския университет.

Едва след смъртта на коварния диктатор и ареста на Берия положението на Капица в научното общество започва да се възстановява. През август 1953 г. Президиумът на АН на СССР приема постановление за подпомагане на работите на П. Л. Капица, а през януари 1955 г., след среща с Н. С. Хрущов, той отново е възстановен като директор на Института по физични проблеми.

Но Капица продължава да пише и говори това, което действително мисли. Той топло поздравява А. И. Солженицин с присъдената му Нобелова награда и отказва да се присъедини към срамното писмо на академичите, “осъждащи” А. Д. Сахаров. “Спасете Сахаров. Той е велик учен на страната ни” – пише Пьотър Леонидович в писмо до Брежнев през 1981 г. Капица се изказва и в поддръжка на дисидента Вадим Делоне и в група дейци на културата и науката протестира през 1966 г. против процеса на постепенна реабилитация на Сталин; това писмо оказва определено влияние, въпреки пълзящото, косвено оправдание на сталинизма, което продължава до горбачовската “перестройка”.

Наистина, било е възможно да се построи “златна клетка” за Капица, но да се направи от него “послушно винтче” на системата, да бъде заставен да работи, окован във вериги, не е било възможно. Човек с главна буква и гениален учен, Пьотър Леонидович Капица почива през 1984 г., не дочаквайки три месеца от деветдесетата си годишнина.



Превод: Н. Ахабабян
“Золотая клетка для ученого”, Г. Чернявский,
Журнал “Вестник online”, №8, 2002

РЕЛИГИЯ И НАУКА

Алфред Уайтхед

Сложността в подхода към въпроса за отношенията между религия и наука се състои в това, че изясняването му подразбира в нашето съзнание да се съдържа ясна представа за значението на понятията “религия” и “наука”. Аз също смятам да изложа този въпрос в най-общ вид, като оставя на заден план сравняването на частните учения, научни или религиозни. Трябва да разберем типа връзка между тези две сфери, а след това да стигнем до определени изводи от ситуацията, с която светът се сблъсква днес.

Конфликт между религията и науката – ето какво естествено ни идва на ум, когато размишляваме по този въпрос. През изминалия половин век резултатите от дейността на науката и религиозните вярвания влязоха наглед в явно противоречие помежду си, от което едва ли има друг изход освен пълния отказ от цялото учение на науката или от всички религиозни доктрини. Този извод натрапват полемистите и от двете страни. Естествено не всички полемисти, а радикалните интелектуалци, които обичат да вдигат врява в хода на всяка дискусия.

Напрежението на възприемчивите умове, стремежът към истината и усетът за важност на резултатите трябва да предизвикват искрена симпатия у нас. Когато вземем предвид, какво значение има религията за човечеството и какво – науката, без преувеличение можем да твърдим, че от това дали сегашното поколение ще реши въпроса за отношението между тях зависи по-нататъшният ход на историята. В случая си имаме работа с две изключително мощни общи сили (различаващи се от обикновените импулси на разнообразните чувства), които влияят върху хората и ги противопоставят едни на други – чрез силата на нашите религиозни интуиции и чрез мощта на нашето влечение към точно наблюдение и към логическа дедукция.

Веднъж велик английски държавен деец посъветва съотечествениците си да използват едромашабни карти като средство против тревогите, паниките и всеобщото неразбиране на истинските отношения между народите. Също като в този случай при разглеждане на разногласията между постоянните елементи на човешката природа не би било зле да изготвим едромашабна карта на нашата история и да освободим себе си от непосредственото потапяне в днешния ден. Когато постъпим по този начин, веднага се натъкваме на два важни факта. Първо конфликтът между религията и науката е съществувал винаги, второ, религията и науката винаги са се намирали в състояние на непрекъснато развитие. В древното християнство обща за adeptите на тази религия е вярата в приближаващия край на света, който трябвало да настъпи през техния живот. Можем да стигнем само до косвени изводи доколко авторитетно е била провъзгласена тази вяра; безспорно е обаче, че тя е придобила широко разпространение и се е превърнала в извънредно важна част от религиозната доктрина. Тази вяра се е оказала погрешна и се наложило християнското учение да се приспособява

към изменилите се условия. По-нататък отделни теолози от ранната църква много уверено извеждат от Библията мнения за естеството на физическия свят. През 535 г. един монах на име Космас написва книга, която нарича “Християнска топография”. Той е пътешественик и посещава Индия и Етиопия, края на живота си прекарва в Александрия, смятана по онова време за най-значителен културен център. В книгата си, като непосредствено се обосновава с библейските текстове, обработени от него в унисон с литературните образци от неговото време, той отрича съществуването на антиподи и твърди, че светът представлява плосък паралелограм, чиято дължина е двойно по-голяма от ширината.

През седемнайсети век учението за движението на Земята е отхвърлено от католически трибунал. Преди повече от сто години разширяването на времевите рамки, изисквано от геологическата наука, хвърля в отчаяние религиозното общество, протестантите и католиците. Днес еволюционното учение представлява подобен препъни камък. Това са само няколко примера, които илюстрират общата тенденция.

Обаче всички наши мисли ще се озоват на погрешен път, ако сметнем, че разглежданата дилема се ограничава в сферата на противоречията между религията и науката и че в дадените спорове религията винаги се е заблуждавала, а науката винаги е била права. Реалните факти, които имат отношение към въпроса, са доста по-сложни и не могат да бъдат сумирани в толкова прости понятия.

В самата теология се проследява постепенно развитие, породено от конфликта между собствените ѝ идеи. Този факт е общопризнат в кръга на теолозите, макар често да се замъглява в хода на полемиката. Не искам да допусна преувеличение по дадения въпрос, затова ще търся помощта на римокатолическите автори. През XVII век ученият йезуит отец Петавиус изтъква, че християнските теолози от първите три века използват изрази и формулировки, които от V век насам са осъдени като еретични. Кардинал Нюман също посвещава един от трактатите си на дискусията за развитието на вероучението. Пише го още преди да стане бележит деец на римокатолическата църква, обаче през целия си живот никога не се отказва от написаното, а самият трактат е преиздаван неведнъж.

Науката е още по-променлива от теологията. Никой учен няма да се съгласи безусловно с убежденията на Галилей или с убежденията на Нютон, или с всички свои научни убеждения отпреди десет години.

В двете области на мисълта намират място добавки, уточнения и модификации. Дори някое твърдение да се възпроизвежда днес в абсолютно същия вид, както преди хиляда или хиляда и петстотин години, значението му е подложено на ограничения или на допълнения, за които никому през ум не му минава през по-ранните времена. Логиците ни уверяват, че съждението трябва да бъде или истинно, или неистинно и че не съществува трети вариант. Обаче от практиката знаем, че съждение, изразяващо важна истина, може да подлежи на ограничения или на промени, които в настоящия момент още не са известни. Това е обща черта на нашето познание, която се състои в това, че упорито се стремим към важни истини; въпреки всичко сме в състояние

да отправим към някоя универсална гледна точка само формулировки на тези истини, които по-нататък могат да бъдат променени. Ще посоча два примера, и двата из областта на науката: Галилей казва, че Земята се върти, а Слънцето е неподвижно; инквизицията твърди, че Земята е неподвижна, а Слънцето се върти; нютонианските астрономи, които се придържат към абсолютната теория за пространството, смятат, че и Слънцето, и Земята се намират в състояние на движение. Днес казваме, че всяко от трите становища е еднозначно и истинно, стига само да се придържахме към разбирането за “покой” и “движение”, изисквано от приетото от нас становище. Когато Галилей спори с инквизицията, начинът за излагане на фактите, предложен от Галилей, безспорно е плодотворен за научното изследване. Но сам по себе си не е по-правилен от формулировката на инквизицията. По онова време обаче никой не се досеща за съвременната концепция за относителността на движението, затова изказванията са направени без отчитане на възможните промени, изисквани от стремежа към по-пълна истина. Все пак въпросът за движението на Земята и на Слънцето отразява реално съществуващия във Вселената факт и всички страни изказват важни истини, които имат отношение към него. Наистина от някогашните позиции на знанието дадените истини изглеждат несъвместими.

Сега ще посоча друг пример, взет от съвременната физика. От XVII век, от времето на Нютон и Хюйгенс, съществуват две теории за физическото естество на светлината. Теорията на Нютон провъзгласява, че лъчът светлина се състои от съвсем дребни частици, или корпускули, и че ние виждаме светлина, когато корпускулите се удрят в ретината на окото. Теорията на Хюйгенс твърди, че светлината се състои от твърде къси вълни, които трептят в разпространения навсякъде ефир, и че тези вълни се движат по продължение на светлинния лъч. Дадените теории си противоречат. През XVIII в. вярват на Нютоновата теория, през XIX в. предпочитат теорията на Хюйгенс. Днес се признава, че съществуват голяма група явления, които могат да бъдат обяснени единствено в рамките на вълновата теория, както и друга голяма група явления, които могат да бъдат обяснени единствено от позицията на корпускулярната теория. Учените са принудени да се примирят с това положение и търпеливо да чакат, като запазват надеждата да постигнат по-обширно схващане, което ще позволи да се съчетаят и двете теории.

Трябва да използваме същите принципи при решаване на въпросите за различията между науката и религията. Когато разглеждаме тези области на мисълта, няма да вярваме на нищо, което не ни изглежда постигнато в хода на строги разсъждения, базиращи се върху собственото ни критично изследване или върху мнението на компетентни авторитети. Но като приемаме честно да се придържаме към такава гледна точка, не бива настървено да отхвърляме учения, които не изглеждат правилни, само защото не си пасват с подробностите. Много е вероятно, една разновидност на доктрините да предизвиква у нас по-голям интерес от другата. Обаче, ако притежаваме чувство за перспектива и за историческо мислене, трябва да чакаме и да се откажем от взаимни анатем.

Ще чакаме, но не бива да скръстим пасивно ръце или да се отчайваме. Разглежданият конфликт ни дава възможност да осъзнаем, че съществуват по-пълни истини и по-благоприятни перспективи, в чийто рамки може да се осъществи примирение между съкровенията религия и изтънчената наука.

Следователно в определен смисъл конфликтът между науката и религията не заслужава онова внимание, което му се отделя днес. Само по себе си логическото противоречие не може да посочи нещо повече от необходимостта да бъдат извършени известни поправки от двете страни, може би от съвсем незначително естество. Спомнете си за огромните различия в аспектите на събитията, с които си има работа науката и съответно религията. Науката борави с общите закономерности, които се изучават с цел да бъдат регулирани физическите явления; от своя страна религията изцяло е свързана с размишления за моралните и естетическите ценности. От една страна е законът за гравитацията, от друга – съзерцаването на красотата на светостта. Това, което едната страна забелязва, другата изпуска от поглед, и обратното.

Да разгледаме например живота на Джон Уесли и на Св. Франциск Асизки. От научна гледна точка в тях ще намерите само общи образци за действие на законите на физиологическата химия и на динамиката на нервните реакции; от гледна точка на религията ще видите хора, чийто живот оказва голямо влияние върху световната история. Да се чудим ли, че при липсата на свършени и пълни формулировки за постановките на науката и религията, имащи отношение към дадените специфични случаи, оценката на техния живот от различните гледни точки ще е различна? Би било истинско чудо, ако не беше така.

Погрешно е да мислим, че изобщо не бива да се безпокоим за конфликта между науката и религията. В епохата на интелектуализма може да съществува активен интерес, който напълно да се откаже от схващане за хармонията на истината. Мълчаливото съгласяване с посочените различия е пагубно за искреността и за моралната чистота. Самоуважението на интелекта подразбира стремеж към пълно разнищване на всяка сложно оплетена мисловна мрежа. Ако възпираме дадения стремеж, безпокойната мисъл не ще осигури правилно разбиране нито на религията, нито на науката. Важен въпрос е в какъв дух смятаме да решим дадената задача. Ето тук се доближаваме до нещо абсолютно значително.

Сблъсъкът между ученията не представлява катастрофа, той съдържа благоприятна възможност. Ще разясня мисълта си с известни примери от историята на науката. Атомното тегло на азота е добре известно. Съществува общоприета научна теория, според която средното тегло на дадените атоми във всяка разглеждана маса си остава едно и също. Двама експериментатори, покойните вече лорд Рейли и сър Уилям Рамзи откриват, че при получаването на азота по два различни, но еднакво ефикасни за целта метода, се наблюдава незначително разминаване между средното тегло на атомите. Сега ще ви попитам, доколко би било уместно тези хора да изпаднат в отчаяние само защото е възникнал конфликт между химическата теория и научното наблюдение? Да предположим, че поради някаква причина, химическата теория в

еди-кой си регион, би се оказала въздигната до небето и би била провъзгласена за основа на социалния ред; тогава дали би била разумна, искрена и морална забраната да се обнародва фактът за разминаване между резултатите, получени при експеримента? От друга страна, дали сър Уилям Рамзи и лорд Рейли е трябвало да заявят, че от този момент химическата теория е несъстоятелна? Виждаме, че двата посочени варианта представляват напълно неверни начини за решаване на проблема. Рейли и Рамзи постъпиха по друг начин: те веднага разбраха, че са се натъкнали на насока в изследването, която им дава възможност да разкрият тънкоост в химическата теория, незабелязана до тогава. Разминаването не е катастрофа, то съдържа възможността за разширяване на химическото познание. Всички знаете резултата от тази история: в крайна сметка бе открит аргонът, нов химически елемент, който дотогава се крие от изследователите в смес с азота. Тази история има още една последица, за която ще стане дума във втория пример. Даденото откритие изтъква необходимостта от най-грижливо проучване на най-дребните различия в химическите вещества, получени чрез различни методи. По-късните изследвания се извършват извънредно точно. В резултат на това, ученият Ф. Астън, който работи в Кавендишката лаборатория в Кеймбридж, Англия, открива, че едни и същи елементи могат да вземат две или повече различаващи се помежду си форми, които биват наречени изотопи, и че законът за постоянство на средното атомно тегло се запазва за всяка от тези форми, но при сравняването на разните изотопи се наблюдават малки отклонение. Това изследване ознаменува значителна крачка в развитието на химическата теория; започнало с откриването на аргона и достигнало далеч отиващи възможности. Поуката от тези истории е очевидна и предоставя възможността сами да се заемете с прилагането ѝ в сферата на отношенията между религията и науката.

Във формалната логика противоречието представлява сигнал за злополука, но в развитието на реалното знание означава първа крачка по посока на успеха. Това трябва да е основание за крайна търпимост към различните мнения. Веднъж завинаги формулата на търпимостта е сумирана в думите: “оставете заедно да расте до жътвата и това, и онова”. Неумението на християните да действат в унисон с това предписание на висшия авторитет представлява един от куриозите на религиозната история. Обаче още не сме приключили дискусията за моралната настройка, изисквана от стремежа към истината. Има леки пътища, които водят към илюзорни победи. Достатъчно е само да се сглоби логично хармонична теория, имаща важни приложения в сферата на фактите при условие, че ще се съгласите да пренебрегнете многобройни очевидни неща. Всяка епоха ражда хора с ясен логичен ум и с достойна за висша похвала способност да осмислят важността на някои сфери от човешкия опит. Те разработват или наследяват схеми на мислене, строго съответни на онези видове опит, които предизвикват интерес у тях. Такива хора притежават способността да игнорират или да оправдават очевидната противоречивост на разработваните от тях схеми с някои факти. Това, което не се побира в схемата, те обявяват за празни работи. Твърдата настройка да приемаме всичко, което ни изглежда очевидно, може да ни служи само за метод,

предпазващ от колебливите крайности на модните мнения. Тази настройка изглежда точкова достъпна, обаче на практика е крайно трудна да я следваме.

Една от причините за това е положението, че не можем първо да мислим, а след това да действаме. От раждането си нататък сме потопени в дейност и само от време на време можем да я насочваме, като следваме разума. Поради това трябва да приспособяваме към различните сфери на емпириката онези идеи, които ни изглеждат работещи в съответните области. Абсолютно е необходимо да се доверяваме на идеите, които общо взето са верни, макар да знам, че могат да съществуват тънкости, излизайки извън рамките на нашето познание. Като оставим настрана водещата роля на човешката дейност, трябва да вземаме предвид, че не можем да осигурим пълна яснота в ума си в някакъв друг вид освен в ученията, които често не се съгласуват помежду си. Не сме в състояние да мислим в понятията на неограничено разнообразие в подробностите; очевидността придобива присъщото си значение единствено в случая, когато се представя пред нас, подредена чрез общите идеи. Тези идеи наследяваме от предходните поколения, те са част от традицията на нашата цивилизация. Традиционните идеи никога не биват статични. Те или се превръщат в безсмислени формули, или придобиват нова сила в процеса за по-пълно постигане на действителността. Трансформират се под въздействие на критичния разум, на ясните показания на чувствения опит и на студената строгост на научното възприятие. Безспорно е, че те могат да бъдат възпрени в тяхното развитие. Нито едно поколение не може сякаш да повтори предшествениците си. Можете да съхраните живота единствено в движението на формата; ако запазите формата, ще помогнете единствено за деградиране на живота. Обаче въпреки всичко не ще успеете да затворите живота в една и съща форма.

Съвременното състояние на религията при европейските народи илюстрира формулираните от мен положения. Явленията са се преплели. Налице са кризи и възраждания. Като цяло обаче през живота на няколко поколения се наблюдава постоянен упадък на религиозното влияние върху европейската цивилизация. Всяко възраждане достига до по-нисък връх от предишното, а всяка криза до по-дълбока бездна. Средната крива сочи упадък на религиозната настройка. В едни страни се забелязва по-висок интерес към религията, отколкото в други. Но дори в страните, където интересът към религията е относително висок, той въпреки всичко се понижава със смяната на поколенията. Религията проявява тенденция към израждане във формула на приличие, с която украсяват комфортния живот. Всяко историческо явление от такъв значителен мащаб е обусловено от много причини. Искам да се спра на онези две от тях, които е съвсем уместно да разгледаме в настоящия момент.

Първо, почти два века религията бе в отбрана, в твърде уязвима отбрана. Посоченият период се характеризираше с безпрецедентен интелектуален прогрес. Благодарение на това в сферата на мисълта възниква серия нови ситуации. Във всяка от тези ситуации религиозните мислители не се оказаха на висота. Това, което провъзгласяваха за жизнено важно, в крайна сметка след борба, отчаяние и анатем се подлагаше на промени и се интерпретираше в друг аспект. Последващото поколение от апологети на религията

честитеше на религиозния свят вече постигнатото пълно проникване в същината на явленията. В резултат от честото повтаряне на това недостойно отстъпление, наблюдавано в продължение на много поколения, почти напълно бе подкопан интелектуалният авторитет на религиозните мислители. Обърнете внимание на следния момент: когато Дарвин или Айнщайн предложиха своите теории, променили нашите представи, това бе сметнато за триумф на науката. Никому не хрумна да говори за поредното поражение на науката въз основа на факта, че трябваше да се откажем от старите идеи. Знаехме, че е извършена още една крачка за научното постигане на света.

Религията не ще възстанови предишното си могъщество, докато не започне да се отнася към промените в същия дух, в който върши това науката. Принципите ѝ могат да бъдат вечни, но формулировката на тези принципи трябва постоянно да се усъвършенства. Еволюцията на религията трябва да се състои преди всичко в отгърсване на идеите ѝ от случайните елементи, които се съдържат в понятията, описващи образната картина на света, възникнала в далечни времена. Освобождаването на религията от оковите на несъвършената наука е полезно във всяко отношение. По този начин религията подчертава истинското си предназначение. Важната идея, която винаги трябва да стои пред очите ни, се състои в това, че прогресът на науката безусловно изисква да се променят формулировките на различните религиозни вярвания. Те могат да бъдат разширявани, уточнявани, или дори напълно преформулирани. Ако религията претендира, адекватно да изразява истината, подобни промени ще спомогнат за изразяване на онази гледна точка, към която се тя се стреми. Именно този процес води към успеха. Доколкото религията има отношение към физическите факти, дотолкова трябва да очакваме, че религиозното осмисляне на тези факти трябва постоянно да се подлага на промени в унисон с развитието на научното знание. По такъв начин точното съответствие между тези факти и религиозната мисъл ще става все по-очевидно. Научният прогрес трябва да намира отражение в постоянно нарастващата модификация на религиозната мисъл за огромно благо на самата религия.

Религиозните спорове през XVI и XVII век предизвикаха смут в умовете на теолозите. Те непрекъснато бяха изложени на атаки и бяха принудени да се защитават. Те сравняваха себе си с гарнизон в крепост, обсадена от враждебни сили. Подобно сравнение изразява само половината истина. Затова е толкова популярно, обаче е и опасно. Нарисуваната от теолозите картина спомагаше за усиляване на заядливи партиен дух, който в действителност сочи пълната липса на вяра. Религиозните мислители не се решаваха на промени, клинчеха от решаването на задачата да отделят духовната си мисия от съвкупността на частните представи.

Нека да разясня тази мисъл чрез пример. През ранното средновековие се смяташе, че раят се намира на небето, а адът е под земята; при това вулканите се обясняваха като отвори, съединяващи земята с ада. Не твърдя, че тези вярвания са влезли в официалните документи, обаче те бяха част от делничното разбиране на ученията за рай и ада. Всеки човек мислеше за бъдещия си живот именно в посочените понятия. Те се използваха от най-видните тълкуватели на християнската вяра. Например, те се срещат

в диалозите на папа Григорий Велики, дееца, чието високо официално положение бе надхвърлено единствено от величавите му заслуги към човечеството. Не ви натрапвам гледната си точка, в какво трябва да вярваме по въпроса за своето бъдеще. Но каквато и доктрина да се окаже вярна в дадената точка на сблъсък между религията и науката, най-полезно за религиозната духовност и за отстраняване на религиозните фантазии е учението, което свежда Земята до положението на второстепенните планети, свързани с второстепенното слънце.

Другият подход към въпроса за еволюцията на религиозната мисъл изисква да посочим, словесната форма на което и да било положение, получаващо признание в света, рано или късно изявява скритите в нея неопределености; често тези неопределености имат отношение към същината на това положение. Действителните условия, обясняващи защо една или друга доктрина добиват широк прием в миналото, не могат да бъдат разкрити единствено чрез логичния анализ на вербалните форми, извършен без отчитане на трудностите, които дебнат логиката. Трябва да вземаме под внимание цялостната реакция на човешката природа спрямо определена схема на мислене. Тази реакция е от сложно естество и може да включва елементи от чувството, породено от нашите потребности. И тук безпристрастната критика от страна на науката и философията се притичва на помощ на религиозната еволюция. Можем да посочим многобройни примери за въздействието на тази движеща сила на развитието. Така логичните затруднения, съдържащи се в учението за моралното пречистване на човешката природа чрез религията, разцепиха християнството по времето на Пелагий и Августин, а именно в началото на V век. Отзвучи от този спор се проследяват и до днес.

И така, моята гледна точка се свежда до положението, че религията представлява проява на един от типове фундаментален опит на човечеството; че религиозната мисъл се развива, като се стреми към все по-голяма точност на изразяване и се отърсва от случайните за нея представи; че взаимодействието между религия и наука е мощен фактор, спомагащ за това развитие.

Сега ще премина към втората причина за съвременния упадък на интереса към религията. Ще се наложи да разгледаме един много важен въпрос, който бях формулирал в първите изречения на лекцията. Ще трябва да изясним какво е религия. В отговорите си на този въпрос църквите извеждат на преден план онези аспекти на религията, които намират израз или в понятията на емоционалните реакции от предишни времена, или в понятия, които спомагат за възбуждане на съвременни емоционални потребности от нерелигиозно естество. Под първото имам предвид положението, че религиозните вярвания частично са били породени от инстинктивния страх от гнева на тиранина, характерен за потиснатите народи в стихийно възникващите империи на античния свят, частично – от страх пред всемогъщото, деспотично същество, криещо се зад непознатите сили на природата. Тези вярвания, основани върху инстинкта на почти животински страх, губят значението си. Не се ползват с влияние, тъй като съвременната наука и съвременните условия на живот са ни научили да противопоставяме на събитията, които предизвикват страх, критичен анализ на причините и условията за

тяхното възникване. Религията представлява реакция на човешката природа спрямо нейната устременост към Бога. Представата за Бог като за господстваща сила веднага пробужда съвременния инстинкт за критично противодействие. Това е неизбежно, тъй като религията се намира в състояние на криза до момента, до който нейните основни положения не предизвикат непосредствено съгласие с тях. В тази светлина можем да констатираме, че старата фразеология е влязла в противоречие с психологията на съвременните цивилизации. Промяната в психологията се извършва в много отношения благодарение на влиянието на науката и представлява един от основните пътища, които водят към понижаване престижа на остарелите религиозни изразни форми. Нерелигиозният мотив, внедрен се твърдо в съвременното религиозно мислене, се проявява в стремежа за справедлива организация на обществото. Религията се представя като нещо ценно за поддръжане на обществения живот. Тези претенции се базират върху религиозната функция за провеждане на праведно поведение. След това целта за праведно поведение лесно се отъждествява с установяването на справедливи обществени отношения. Тук се натъкваме на едва доловима деградация на религиозните идеи, която се състои в постепенното им изпраждане от съдържание под въздействието на по-влиятелни етични нагласи. Поведението представлява второстепенен елемент в религията, необходим страничен продукт, но в никакъв случай не основен момент. Всеки велик религиозен учител въстава против трактовката на религията като обикновен сбор от правила на поведението. Св. Павел отхвърля Закона, а проповедниците на пуританизма говорят за неприличните дрипи на праведността. Изнасянето напред на правилата за поведение говори за упадък на религиозния порив. В крайна сметка, религиозният живот не представлява стремеж към комфорт. Сега вече крайно предпазливо ще трябва да изложи разбирането си за същностната характеристика на религиозния дух.

Религията представлява виждане на онова, което се намира отвъд, извън и вътре в мимолетния поток непосредствено дадени неща; на онова, което притежава реалност и все пак се стреми към по-пълна реализация; на онова, което изглежда почти невъзможно и все пак се оказва най-великият от съществуващите факти; на онова, което придава значение на всичко случващо се, а самото то се изплъзва от разбиране; на онова, което ни изглежда крайно благо и в същото време се намира извън границите на постижимото; на онова, което служи за висш идеал и представлява обект на безнадеждни търсения.

Непосредствена реакция на човешката природа спрямо религиозното виждане е почитта. Религията се заражда в рамките на човешкия опит в тясно преплитане с грубите фантазии на първобитното въображение. Бавно, ала неизменно това виждане се възражда в историята в по-благородна форма и в по-ясен израз. То представлява единствен елемент от човешкия опит, който притежава постоянно възходяща тенденция. То отслабва, след което отново се възражда. Но когато обновява своите сили, се възражда с обогатено и пречистено съдържание. Самият факт за съществуването на религиозното виждане и историята на неговото разпространение служат за здрава основа на оптимизма. Без него човешкият живот би изглеждал приплавване на

случайни наслади, озаряващо изобилието от мъка и страдания, игра на бързотечни преживелици.

Посоченото виждане не изисква нищо друго освен почит, а почитта представлява подчинение спрямо изискването за асимилация, обусловено от движещата сила на взаимната любов. Това виждане никога не преобладава. То винаги е с нас и притежава силата на любовта, имаща за своя крайна цел установяването на вечна хармония. Редът, който ние наблюдаваме в природата, никога не бива насилствен, той представлява единственото възможно хармонично съчетаване на сложни части. Злото, от своя страна, представлява грубата движеща сила, насочена към постигане на отделни цели и игнорираща цялостното виждане. Злото е преобладаващо, възпиращо, нанасящо ущърб. Силата на Бога се състои в почитта, която Той предизвиква у хората. Само такава религия може да се смята за жизнена, която в своя ритуал и в своите форми на мислене осигурява постигане на това висше виждане. Почитта към Бога не представлява грижа за безопасността, тя е смело начинание на духа, полет към непостижимото. Смъртта на религията настъпва заедно с потискането на тази възвишена надежда за смело начинание.

Превод: Пенка Кънева

Алфред Уайтхед е роден в Англия през 1861 г. Философ, чийто трудове първоначално са посветени на естествознанието; по-късно се насочва към религиозно-метафизичната космология, близка до платонизма. Сподвижник и приятел на известния английски философ и пацифист Бъртран Ръсел. Уайтхед е автор на редица философски творби, сред тях и на "Науката и съвременният свят" – 1925 г. Умира през 1947 г.

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

АКАДЕМИК ЛЮБОМИР КРЪСТАНОВ – 100 ГОДИНИ ОТ РАЖДАНЕТО НА ИЗТЪКНАТИЯ ГЕОФИЗИК, МЕТЕОРОЛОГ, ФИЗИКОХИМИК И ОРГАНИЗАТОР НА НАУКАТА

Милен Замфиров



Сн. 1. Академик
Любомир Кръстанов

Любомир Кръстанов е роден на 15 ноември 1908 г. в гр. Плевен, където прекарва детските си години преди на тръгне на училище. През 1927 г. завършва средното си образование, а същата година се записва да следва физика във Физико-математическия факултет на Софийския университет. Като студент в горните курсове той е в групата, формирана в Катедрата по физикохимия около проф. Иван Странски, където се развиват основните идеи на молекулно-кинетичната теория на кристалния растеж и на фазообразуването. Лекциите на проф. Странски по физикохимия представляват първият курс по термодинамика, статистическа и квантова физика в Софийския университет. Той е слушан и от студента физик Л. Кръстанов, което определя и физикохимичния интерес на неговите

изследвания през първите десет години след завършване на университета.

През есента на 1931 г. той получава диплома, в която пише, че е „свършил

пълнен университетски курс във Физико-математическия факултет по физика с успех много добър”. Следва подпис на декана на факултета Р. Райнов – професор по метеорология

Първата научна работа (1932 г.) на Л. Кръстанов, направена съвместно с проф. Странски, е върху равновесните форми на хомеополярните кристали. В следващите години той прави още няколко



Сн. 2. Диплома на Л. Кръстанов от Софийски университет за завършен пълен университетски курс по Физика.

приноса в изграждането на термодинамичната теория на равновесните форми на кристалите, като най-значимият е неговата докторска дисертация „Отлагане на йонни кристали един върху друг”

Защитата на докторската дисертация на Л. Кръстанов се е състояла на 4 юли 1938 г. пред изпитна комисия, в състав: д-р Н. Обрешков – декан на Физико-математическия факултет на СУ и председател на комисията, членове: д-р И. Странски, Г. Наджаков и Р. Райнов. Докладчик по дисертацията е бил И. Странски, а проф. Р. Райнов е задал допълнителната теза на кандидата „Колоид-метеорологични процеси в атмосферата”. От последното личи, че Л. Кръстанов вече се е бил насочил към приложение на резултатите от своята дисертация в нова област – фазови преходи на водата в атмосферата и физика на облакообразователните процеси.

Разглежданият въпрос в докторската дисертация на Л. Кръстанов е особено актуален днес, когато в техниката се използват широко отлагания на тънки метални или полупроводникови слоеве при производство на елементи за микроелектрониката. Избраният от него модел за отлагане на едновалентни йонни кристали върху кристален субстрат, съставен от двувалентни йони, му дава възможност да проведе количествени пресмятания на работата за образуване върху подложката на двумерни

ОТЛАГАНЕ НА ИОННИ КРИСТАЛИ ЕДИНЪ ВЪРХУ ДРУГЪ

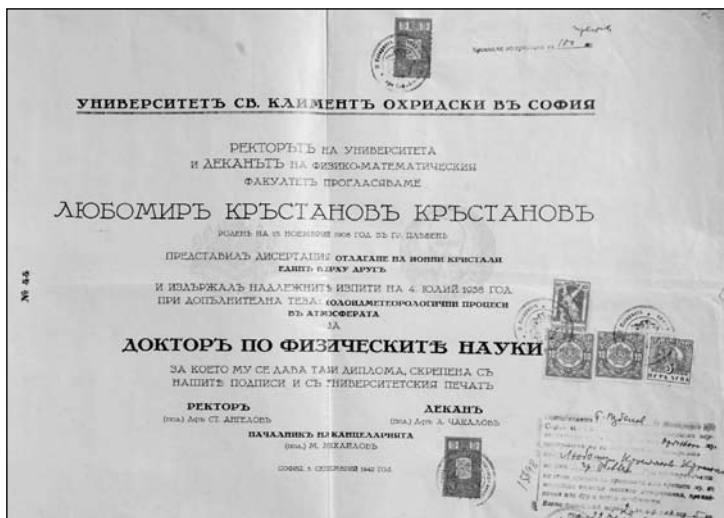
Дисертация,
Представена на Физико-математическия факултет на университета
във София, за добиване титлата
докторъ по физическите науки
отъ
Любомиръ К. Кръстановъ
Метеорологъ въ Централния Метеорологиченъ Институтъ

AUSSCHIEDUNG VON IONENKRISTALLEN AUF EINANDER

Inaugural-Dissertation
zur
Erlangung der Doktorwürde
der physiko-mathematischen Fakultät der Universität in Sofia
vorgelegt
von
Lübomir K. Krastanow
Meteorologe am Bulg. Meteorologischen Zentralinstitut in Sofia

СОФИЯ — SOFIA
Печатница Б. Ан. Кожухаровъ
1939

Сн. 3. Заглавна страница на дисертацията
на Л. Кръстанов



Сн. 4. Диплома за доктор по физическите науки

зародиши с различна дебелина, както и на скоростта на образуване на такива зародиши в зависимост от пресищането. Така се изясняват основните закономерности на този процес. С тази научна работа акад. Кръстанов открива нов механизъм за епитаксиално отлагане на тънки слоеве чрез кондензация, известен днес като „механизъм на Странски – Кръстанов”, често срещан и като „механизъм на Кръстанов-Странски”. Количествената теория на тези процеси е дадена за първи път именно от акад. Кръстанов. Важно е да се отбележи, че днес няма научен труд върху тънки слоеве, в които да не се използва „механизма на Кръстанов – Странски”. Според данни на акад. Г. Милошев този труд е цитиран 7-8,000 пъти в научната литература, което я прави може би най – цитираната дисертация в България.

За успешните научни разработки на Л. Кръстанов от онова време, както и за по-късните му постижения голямо значение има специализацията му в Германия през 1940 г., проведена в Геофизичния институт на университета в Лайпциг и в Геофизичната обсерватория във Вандорф край Дрезден със стипендия от Министерството на земеделието. Най-много време той прекарва в Лайпциг. В личния му архив е запазен дневникът (№ 12 от библиографията), който той е водил по време на специализацията си, описвайки срещи и разговори на научни теми, както и други събития (вж. фотолетописа).

Друго голямо научно постижение на акад. Кръстанов е творческото пренасяне на точните методи на теорията за образуването на нови фази, за решаване на основните проблеми на кондензационните и кристализационни процеси в атмосферата. Дълбокото познаване на тези въпроси както във физикохимичен, така и в метеорологичен аспект, му позволяват да положи основите на съвременната теория за тези процеси в атмосферата и да се утвърди като най-авторитетен със световна известност специалист в тази област. Той показва, че при охлаждането на издигащ се поток от влажен въздух не е възможно спонтанното образуване на водни капки. Тези процеси се определят от т. нар. „кондензационни ядра”, които служат като готови „подзародиши” и облекчават процесите на кондензация на водните пари. На базата на тези свои изследвания той предсказва т. нар. нива на кондензация в атмосферата в зависимост от условията в издигащите се водни пари, както и в зависимост от големината и свойствата на кондензационни ядра, съдържащи се в нея. Тези изследвания на фазовите преходи показват огромната роля, която играят кондензационните ядра за кръговрата на водата в атмосферата. Това стимулира по-нататък бурното развитие на методите и средствата за изучаване на ядрата – техния химически състав, свойства, концентрация, разпределение и т.н., както и търсенето на нови изкуствени вещества (ядра-реагенти) за въздействия и стимулиране на кондензационните процеси. Тези експериментални изследвания и в настоящия момент са актуални.

От акад. Л. Кръстанов е бил решен и един друг основен въпрос – този за равновесната форма на ледения кристал, за който се установява, че има три вида стени: базична, призматична и пирамидална, които се появяват при определени условия на температура и пресищане. По този начин се решава важният въпрос за формите на растеж на ледения кристал, който израства главно в три форми: хексагонални плочки,

хексагонални призми и шестостенна пирамида с отсечен връх и поява на пирамидални стени. От тези три форми се обуславя появата на комбинационните форми, които са следствие от промяната на условията (пресищане и температура).

С не по-малък успех акад. Л. Кръстанов работи и върху механизма на образуването на валежи от формирани вече облачни елементи. Познавайки се на принципите на хидродинамиката, като използва уравненията на Мещерски за движение на тела с променлива маса, той извежда класическа формула за скоростта на падане на водните капки в облака. С това се показва значението на скоростта на падане на водни капки за образуването на валежи от чисто водни конвективни облаци, а също така и въпроса за изпарението на водните капки при преминаването им през сух въздух. Тези изследвания на акад. Кръстанов също имат огромно практическо значение и намират широко признание между специалистите.

Заедно със свои сътрудници акад. Кръстанов работва нова теория на турбулентцията в приземния слой на атмосферата и извежда формули, които позволяват да се изчисли профилът на вятъра при неравновесно състояние. Резултатите от тези изследвания, които описват напълно характеристиките на турбулентността в приземния слой, се съгласуват много добре с опитните резултати и също така получават оценка в научната литература.

По време на своята работа в Централния метеорологичен институт, а впоследствие и в Хидрометеорологичната служба акад. Кръстанов проявява интерес и към редица въпроси от областта на общата метеорология и по-специално от областта на климата на страната. Съвместно с тогавашния ръководител на климатичния отдел Ганчо Ганев през 50-те години на миналия век разработват въпроса за засушаванията в България като изследват колебанията в многогодишния ход на някои метеорологични елементи на климата. Това е може би първата работа, отнасяща се до изменение на климата в нашата страна.

Може да се каже, че научните постижения на акад. Кръстанов създават школа в областта на физика на атмосферата, която отдавна е получила международно признание. Те се разглеждат в редица учебници и се използват в множество монографии и отделни научни трудове.

Научната дейност на акад. Кръстанов е всеобхватна, тъй като в нея могат да се отбележат следните шест насоки: 1. Сътрудник и директор на Централния метеорологичен институт, основател и пръв директор на Хидрометеорологичната служба; 2. Създател и пръв директор на Геофизичния институт на БАН; 3. Създател на централните лаборатории по космически изследвания и слънчево-земни въздействия при БАН; 4. Преподавателска дейност и подготовка на специалисти за нуждите на оперативните, приложните и научни звена в страната; 5. Научна и организационна дейност в БАН; 6. Дейност в Световната метеорологична организация.

Забележителен е и фактът, че за 30 години – от 1932 до 1962 г., акад. Кръстанов изкачва цялата професионална и научна йерархична стълба на ХМС и БАН – от метеонаблюдател до академик и председател на БАН.

1. Сътрудник и директор на Централния метеорологичен институт, основател и пръв директор на Хидрометеорологичната служба

През ноември 1950 г. начело на наша делегация Л. Кръстанов заминава за Москва, за да проучи организационната структура на съветската Хидрометеорологична служба. В личния архив на учения е запазен подробен дневник (№ 13 в биобиблиографията), в който той е водил бележки за своите впечатления от съветската метеорология, за структурата на метеорологичните институти и служби в бившия СССР, за тяхното оборудване, както и за състоянието и задачите на българските метеорологични служби. (вж. фотолетописа)

След проучване от специалната комисия на българския опит и опита на Съветския съюз в метеорологията през 1950 г. излиза Постановление на Министерския съвет за създаване на единна Хидрометеорологична служба (ХМС) към Министерския съвет. За неин пръв началник е назначен дотогавашният директор на ЦМИ Л. Кръстанов, останал на този пост до 1959 г. Разбирайки ролята на научните изследвания в областта на хидрометеорологията за успешното решение на практическите задачи на ХМС, акад. Кръстанов обосновава необходимостта от създаване към ХМС на Научноизследователски институт по хидрология и метеорология (НИХМ). Със съответните разпоредби институтът е създаден през 1954 г. и за негов директор е назначен Л. Кръстанов. (вж. фотолетописа) С това завършва изграждането на съвременната структура на ХМС. По-нататък организационното развитие се изразява в създаването при необходимост на нови отдели в ХМС и секции в НИХМ.

След като през своята 70-годишна история службата е на подчинение към различни ведомства (най-често на Министерство на земеделието), в началото на 60-те години Л. Кръстанов предлага един рискован експеримент – тя да премине към Българската академия на науките, още повече, че и самият той по това време застава начело на БАН. Очаква се това да стимулира научните изследвания и да издигне нивото им. Подобно на БАН, ХМС също е учреждение с национален, надведомствен статут, което освен това има и международно-представителни функции в Световната метеорологична организация.

2. Създател и пръв директор на Геофизичния институт на БАН, който днес носи неговото име (днес ГФИ „Акад. Кръстанов”)

На 11. XI. 1959 г. излиза постановление на ЦК на БКП и Министерския съвет, в което се казва: „Българската академия на науките през 1960 – 1961 г. да създаде Геофизичен институт, който да обедини изследванията в областта на земния магнетизъм, сеизмологията, гравиметрията, физиката на атмосферата и йоносферата.” В изпълнение на това постановление Президиумът на БАН на заседанието си на 29 януари 1960 г. приема решение за създаване на Геофизичен институт. Утвърдени са научен съвет и проблематика на института. Със съдействието на Л. Кръстанов през периода 1960-1961 г. към института са привлечени отделни научни групи, звена и научни работници от външни организации. Така се оформят секциите на института. За директор на института

е назначен акад. Л. Кръстанов. В структурата на Геофизичния институт влизат четири основни секции: физика на атмосферата, физика на йоносферата, сеизмология, земен магнетизъм и гравиметрия.

Освен директор на Геофизичния институт Л. Кръстанов е и главен редактор на „Известия на Геофизичния институт”. В тях се публикуват научните трудове на сътрудниците му, а също и на членове на Катедрата по метеорология и геофизика при Физическия факултет на университета, на която той е бил ръководител. По-късно вместо „Известия”-та започва да излиза „Българско геофизично списание”, на което той също е главен редактор. Решаваща е ролята на Л. Кръстанов за издигане авторитета на тези издания, в които се печатат и неговите трудове. Чрез изданията на Геофизичния институт в научните среди у нас и в чужбина се утвърждават водещите научни сътрудници на института и специалистите, работещи в страната.

Друго място, откъдето Л. Кръстанов с огромния си авторитет и опит в науката влияе при подбора и издигането на научните кадри, е Специализираният научен съвет по геофизика към Висшата атестационна комисия, на който той е председател от създаването му до 1977 г. Пред този съвет се защитават всички докторски и кандидатски дисертации и се присъждат научни звания по метеорология и геофизика.

3. Създател на централните лаборатории по космически изследвания и слънчево-земни въздействия

Акад. Кръстанов се счита за основоположник на модерната през 60-те години на XX в. наука, занимаваща се с изследване на космическото пространство. Тази негова дейност започва още през 1957 г., когато в отговор на обръщението на Съветския съюз за активизиране на българското участие в Международната геофизична година заедно с Г. Несторов и Н. Белопитов той подготвя проект за създаване на Радиоизмервателен, контролен и йоносферен център. След пускането на първия изкуствен спътник на Земята центърът провежда наземни изследвания върху разпространение на радиовълните в йоносферата с цел изучаването ѝ. Групата от центъра, занимаваща се с йоносферните и слънчево-земните проблеми, се премества в Геофизичния институт и образува ядрото на Секцията по физика на йоносферата. Тук се подготвя българското участие в космическите изследвания. Под ръководство на акад. Кръстанов наша делегация взема участие в работата на първото съвещание по подготовка на програмата „Интеркосмос“, състояло се в края на 1965 г. Утвърждаването на тази програма става на първото пленарно заседание в Москва през април 1967 г. Българската делегация се ръководи от Л. Кръстанов. През 1967 г. с правителствено решение у нас се създава Национален комитет за изследване и използване на космическото пространство (НКИ-ИКП), който координира участието на страната ни в програмата „Интеркосмос”. Негов председател е акад. Л. Кръстанов, а секретар акад. К. Серафимов. Оттогава до края на живота си акад. Кръстанов остава председател на този комитет, обединил усилията на нашите ведомства и институти в космическите дейности. Програмата „Интеркосмос” и съответно НКИИКП са структурирани първоначално в четири постоянно действащи

работни групи: космическа физика, спътникови съобщения, космическа биология и медицина и космическа метеорология.

По инициатива на акад. Л. Кръстанов през 1969 г. към Президиума на БАН е създадена Група по физика на Космоса, която той ръководи до 1973 г. В нея преминават някои научни сътрудници от Секцията по физика на йоносферата при Геофизичния институт на БАН, както и неголямата специализирана група за конструиране и изработване на уникална апаратура за измерване на йоносферни характеристики от борда на космически обекти.

Научният потенциал в областта на йоносферната физика, наличната материална база, както и фактът, че акад. Кръстанов работи в близка научна област, извеждат космическата физика като водеща научна дисциплина в космическите изследвания у нас.

През октомври 1969 г. в Съветския съюз е изведен в орбита първият съвместен спътник „Интеркосмос-1”. Акад. Л. Кръстанов с наша делегация присъства на това



Сн. 5. На космодрума през нощта на 1 срещу 2 декември 1972 г.. Изстрелва се спътник „Интеркосмос-8” с българската апаратура на борда

събитие на космодрума. На спътника няма българска апаратура, но такава под негово ръководство вече е в проект. Минават три години, апаратурата „П-4” е готова и през нощта на 1 срещу 2 декември 1972 г. Л. Кръстанов е отново на космодрума. Изстрелва се спътник „Интеркосмос-8” с българската апаратура на борда. (вж. фотолетописа)

С този факт името на България е записано под номер 18 в списъка на космическите държави.

4. Преподавателска дейност и подготовка на специалисти за нуждите на оперативните, приложните и научни звена в страната

През юни 1946 г. се обявява конкурс за доцент по метеорология при катедра “Метеорология и геофизика” във Физическия факултет на Софийски университет. Единствен кандидат е д-р Любомир Кръстанов. Рецензенти на трудовете на кандидата са проф. Р. Райнов и проф. Г. Наджаков (тогава декан на факултета). Факултетният съвет избира Л. Кръстанов за частен хоноруван доцент (протокол № 28/1.VII.1947 г.). През декември същата година съветът го преизбира за редовен доцент по физика на атмосферата, за което допълнително е представен хабилитационен труд на тема „Върху някои основни въпроси при кондензационните процеси в атмосферата”.

Минават четири години и през ноември 1951 г. Л. Кръстанов е вече извънреден професор, а след пенсионирането на проф. Р. Райнов през 1958 г. той заема мястото му на ръководител на Катедрата по метеорология и геофизика, като през юни следващата година Факултетният съвет го избира единодушно за редовен професор. Той изпълнява тези функции до 1974 г., когато остава на работа само в БАН.

Към началото на 50-те години във ФМФ като новоизбран доцент и по-късно като професор към Катедрата по метеорология и геофизика Любомир Кръстанов не може да се задоволи с обема и нивото на метеорологичните знания, които се преподават на студентите физици в рамките на основния курс. Както никой друг учен в България по онова време, той знае какво е състоянието на метеорологията като наука в световен мащаб. Неслучайно встъпителната му лекция като доцент е озаглавена „Главни етапи в развитието на динамичната метеорология”. Встъпителната лекция на Л. Кръстанов е не само обстоен и компетентен обзор, отиващ далеч назад в световната история на метеорологията и по – точно на теоретичното ѝ направление – т. нар. динамична метеорология, но е и една широка програма за работа в сферата на обучението и научните изследвания в катедрата и в страната.

През 1952 г. към специалност физика при ФМФ на Университета се създават два профила: физика – научно-педагогически профил, и физика – научно-производствен профил. По същество това са две специалности, като към втората, която е с петгодишен срок на обучение, се оформят специализации през последните две години. Най-напред се оформя смесената специализация по метеорология и геофизика, която е създадена по инициатива на акад. Кръстанов и проф. Русчо Райнов. Една от тях е по метеорология и геофизика и за нея отговаря едноименната катедра. Решението влиза в сила от учебната 1951/1952 г.

Акад. Кръстанов сам започва да чете лекции по динамична метеорология и аерология, подготвя въвеждането на курс по климатология, а в перспектива и по синоптична метеорология. Това се налага поради факта, че десетилетия наред българската метеорология е имала за източник на кадри сродните специалности – физика или математика, и в значително по-малка степен география, независимо дали нуждата е за оперативна или научноизследователска работа. Необходимата квалификация се получавала в процеса на работата. По този път е минал и самият Л. Кръстанов и затова активно лобира за създаването на университетска специалност, насочена към изучаването на Земята, атмосферата и Космоса. Ето какво пише той като обосновка до тогавашния министър на народната просвета проф. д-р Ст. Василев:

„...като директор на Геофизичния институт при БАН и ръководител на катедрата по метеорология и геофизика във Физичния факултет на Софийския университет се чувствам длъжен да Ви обърна внимание върху предложението за създаване на специалност във Физическия факултет, наречена „Физика на земята, атмосферата и космоса”. Това предложение отговаря на съвременния дух в развитието на групата науки за Земята и Космоса и в перспектива нуждата от такава специалност още повече ще бъде подчертана. Тази специалност обхваща дисциплините: физика на

твърдата земя (литосферата) – гравиметрия, земен магнетизъм, сеизмология и др.; физика на атмосферата – физическа метеорология, динамична метеорология, синоптична метеорология, физическа климатология, аерология и др.; физика на високата атмосфера и околоземното космическо пространство, астрономия и хелиофизика и др. Всички тези науки, въпреки че се развиват днес на базата на математически и чисто физически дисциплини, по обекта на изследването и своите методи (в които се включват вече спътници и ракети) се отделят от чисто физическите науки и се обособяват като самостоятелна група науки. Това отговаря на съвременните процеси в развитието на науките тяхното диференциране (специализиране) и едновременно с това интегриране (групиране или проникване една в друга). Заедно с това, в нашата страна вече има голяма нужда от такива специалисти за различни дейности, което е добре показано в приложение 2 стр. 19 (Структура и номенклатура на специалностите в университетското образование) и аз няма да го повтарям. Въпросите за такава специалност отдавна са разрешени в напредналите страни, където съществуват отделни висши учебни заведения по тези дисциплини, а на много места и отделни факултети. Това може да се покаже с много примери, затова е излишно да ги изброявам. Що се отнася до физиката на атмосферата (метеорологията), Световната метеорологична организация, на която нашата държава е член, е издала и специално упътване (което аз притежавам) с учебни програми, както за техникуми (средни), така и за висши учебни заведения по метеорология. Всичко това показва, че на обучението по тези дисциплини се отдава голямо значение, тъй като те имат подчертано практическо приложение.

Поради това, моля Ви др. министър, при решаването на този въпрос, да се вземат предвид посочените от мен обстоятелства. За допълнителни обяснения и сведения аз стоя на Ваше разположение.

С уважение:
Акад. Кръстанов

И така през 1972 година в Софийския университет вече е обособена специалност Физика на Земята, атмосферата и Космоса (със специализация по метеорология, геофизика и астрономия). Така се поставя началото на специализирано обучение по Физика на Земята, атмосферата и Космоса в Университета с получаване на диплома за такава квалификация.

5. Научна и организационна дейност в БАН

През 1959 г. чл.-кор. Л. Кръстанов е избран за заместник-председател на БАН, а от 1961/62 г. за академик и председател на Българската академия на науките, където в продължение на 10 години до 1968 г. неговите сили и талант са посветени на развитието на българската наука, на развитието и укрепването на институтите в БАН, и на обединяването на научния потенциал за решаване на основните важни задачи на българското общество.

С доклад пред Общото събрание на БАН относно избора на нов председател из-

лиза заместник-председателят на Академията акад. Вл. Георгиев. Като прави кратък преглед на служебната и творческата биография на Л. Кръстанов, подчертавайки и онези моменти, които засягат работата му в БАН, от името на Президиума на БАН той прави следната оценка и предложение: „Притежаващ високи научни, делови, организационни и политически качества, акад. Кръстанов през последната година и половина с успех изпълняваше длъжността председател на БАН. След като беше осигурена приемственост през този период, той на дело приложи своите качества в правилното ръководство на академията, осъществявайки във всички случаи високопринципиално и колективно ръководство. Всичко това дава пълно основание да се счита, че акад. Л. Кръстанов е най-подходящият измежду членовете на академията, който с достойнство и успех може да заеме поста председател на БАН.”

Кандидатурата на Л. Кръстанов за председател на БАН подкрепят в изказванията си академиците С. Гановски, Л. Василев, Д. Косев, Н. Обрешков и член-кореспондентите Л. Илиев, А. Балевски и Б. Куртев. Измежду многото положителни качества на Л. Кръстанов, които те подчертават, е и това, че „той притежава голяма смелост да поставя точно въпросите”.

Акад. Л. Кръстанов е избран единодушно за председател на Българската академия на науките на 24 ноември 1962 г.

Схващанията на акад. Л. Кръстанов по изложените проблеми, както и по редица други, възприети и от останалите членове на ръководството на Академията, са изложени в годишните отчети на БАН и в неговите изказвания на общите събрания.

Като представител на България в Световната метеорологична организация Л. Кръстанов е наясно, че българската система за подготовка на кадри е доста далече от предписанията на Световната организация за подготовка на т. нар. метеоролози I клас. Както е известно, много страни от дейността на специализираната международна организация към ООН са унифицирани, което се налага от характера на обекта, с който се работи – атмосферата и метеорологичното време. Не на последно място стои проблемът за уеднаквяване на подготовката на съответните специалисти в различните държави в света в зависимост от целите, за които са предназначени. Има разработени примерни



Сн. 6. Посещение на чуждестранна делегация в БАН

учебни планове и програми, които се препоръчват на страните – членки на СМО. Разбира се, мащабите на страните също имат значение, когато се решава до каква степен да се вземат под внимание указаните препоръки. В тази връзка акад. Кръстанов, вече като председател на БАН, изготвя Доклад относно осигуряване подготовката на висококвалифицирани научни и технически кадри, в който главните препоръки са следните:

„1. Да се изработи тригодишен план (1968-1970 г.) за създаването на специалисти с висока научна квалификация, различни области на науката, с оглед във всяка научна област да се осигури здраво научно ядро до 1971 г.

За тази цел всички научни организации и учреждения да проучат нуждата от такива специалисти и да предложат формите за тяхната специализация през следващите три години. При това трябва да се изхожда от сегашната наличност на такива кадри у нас, да се преценят възможностите за специализация у нас или в чужбина, да се издирят и набележат способните млади специалисти, годни за такава квалификация (тука трябва да се имат предвид и студенти от последните курсове на съответните ВУЗ).

2. Да се проучат възможностите в институтите на БАН и катедрите на ВУЗ и се установи кои от тях могат да поемат задължението да обучават кадри с висока квалификация за работа в дадени области на науката.

3. Да се разшири участието на академичните и ведомствени научни институти в обучението на студенти от горните курсове на ВУЗ чрез включване в научни колективи, изработване на дипломни работи, проекти и др.

4. Да се разшири приемането на аспиранти и докторанти в научните институти и катедрите на ВУЗ. (Не само ръководителите, а целите научни колективи трябва да отговарят за работата на аспирантите!)

5. Да се набележат за различните науки най-известни научни центрове в чужбина, с които да се влезе в договорни отношения за обучаването на наши млади специалисти в определени направления в науката или за проучването на специална научни задачи,

6. Да се разширят възможностите за участие на млади способни специалисти заедно с отговорните представители в международни научни мероприятия като конгреси, симпозиуми, семинари, летни школи и др. За това е необходимо да се увеличи валутата за командировки в чужбина в съответствие със запланяното участие на нашата страна в такива мероприятия.

7. Да се измени досегашната система за разпределението на завършилите ВУЗ млади специалисти:

а. Да се създаде комисия по разпределението към Комитета за наука и технически прогрес с отговорни представители на заинтересованите министерства и ведомства.

б. Да се премахне критерият за жителството при разпределянето на завършилите висше образование за столицата. (Това е критерий, който няма нищо общо с правилното разпределение на способните специалисти).

в. Да се дава предимство на ДКНТП, БАН, АСН и МНП в исканията за разпределението на способни млади специалисти.

Председател на БАН
/акад. Кръстанов/

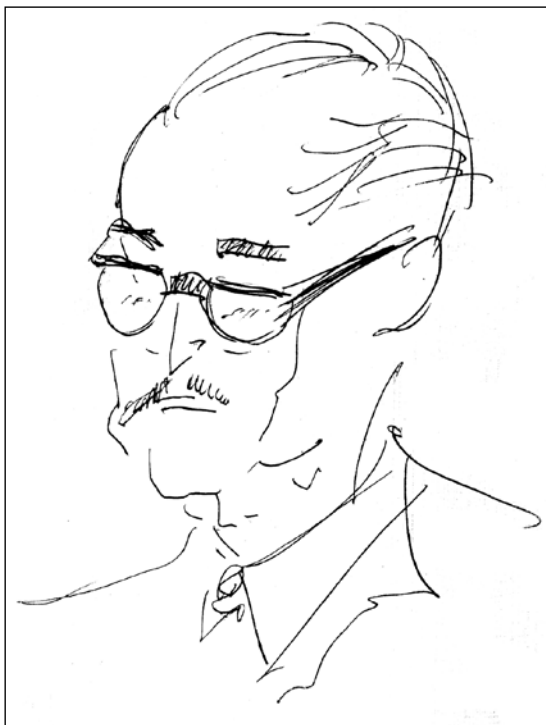
Акад. Л. Кръстанов заема поста председател на БАН до 1968 г.

6. Дейност в Световната метеорологична организация

Благодарение на значимостта на международната си дейност акад. Л. Кръстанов е избран за член на Консултативния комитет на Световната Метеорологична организация и международната комисия по физика на облаците и изкуствените въздействия. Той взема участие в 10-членния научен съвет от цял свят, който разработва програмата „Световна служба за времето (Милошев). 10-членният научен съвет се състои от най-известни учени от цял свят, а именно: К. Я. Кондратиев (СССР), В. А. Бугаев (СССР), У. О. Робъртс (САЩ), Г. П. Кресман (САЩ), Р. С. Сатклиф (Англия), М. Николе (Белгия), С. Х. Б. Пристли (Австралия), Е. Васи (Франция), С. Соиво (Япония) и Л. Кръстанов (България). Тъй като препоръките на този съвет се отнасят до всички метеоролози, независимо дали работят в метеорологичните служби на страните си или в университетите. В съветите са включени и двама представители на Международния съюз на научните работници – А. М. Обухов (СССР) и В. Л. Годсон (Канада).

Научният съвет, заседаващ по програмата „Световна служба за времето”, провежда четири сесии (1964, 1965, 1966 и 1967 г.) на най-високо научно равнище, преди да се трансформира в Общ организационен и научен комитет по Програмата за изследване на глобалните атмосферни процеси. Акад. Л. Кръстанов взема участие в четирите сесии и води дискусиите, засягащи темата „Изменения на климата и въздействия върху времето”, които по-късно довеждат до две самостоятелни програми, а именно: Световна климатична програма и Програма по изкуствени въздействия върху атмосферните процеси и по-специално по стимулиране изваляването на облаците. Това е световно признание за българската метеорология и е заслуга на личните качества на акад. Кръстанов.

В своите спомен проф. Апостолов пише следното: „Лично видях международната известност на акад. Кръстанов в Гренобъл. Срегнах се с ръководителя на Института по алпийска геофизика – проф. Либутри, уважаван специалист в гренобълските научни среди, и той ми разправяше за тематиката на института. Споменах



Сн. 7. Шарж на акад. Кръстанов
(неизвестен автор)

за директора на нашия Геофизичен институт и изведнъж Либутри се промени: „Видях проф. Кръстанов на последния световен конгрес. За съжаление нямах честта да му бъда представен.” За запознатия с френските тънкости на израза това значи много: Либутри, сам директор на уникалния Френския алпийски геофизичен институт, поставяше Кръстанов по-високо от себе си и смяташе за чест да му бъде представен!

Може би най-спокойният период от живота на акад. Л. Кръстанов е този след 1974 г., когато той остава само директор на Геофизичния институт и посвещава цялото си време на него и на изследователската си работа. Но идва съдбоносният ден 4 март 1977 г и земетресението във Вранча. Тогава негов сътрудник подава на медиите погрешна информация. Избухва скандал, при който акад. Кръстанов поема лично отговорността за грешката. Скоро след това умира.

Заключение

За научните си постижения и приноси в развитието на науката в национален и интернационален аспект през 1966 г. акад. Л. Кръстанов е избран за чуждестранен член на Академията на науките на СССР. По време на неговото председателстване на БАН се развива и укрепва още повече сътрудничеството между двете академии. Тогава президент на АН СССР е акад. М. В. Келдиш – световноизвестен математик и учен с всестранни интереси и познания. Отношенията между двамата президенти са изключително дружески, надхвърлящи рамките на чисто деловите отношения.

За своите научни постижения акад. Л. Кръстанов е отличаван многократно с високи звания и отличия, както у нас, така и в чужбина. Член е на множество международни комитети и чуждестранни академии.

Удостояван е със следните награди: два пъти е лауреат на Димитровска награда – през 1951 и 1980 г. (посмъртно), народен деятел на науката (1965 г.), чуждестранен член на Академията на науките на СССР (1956 г.), почетен член на Унгарската академия на науките (1964 г.), член на Академията “Леополдина” в Хале, член на Академията на науките и изкуствата в Тулуза, носител на златния медал на Чехословашката академия на науките, почетен член на Унгарското метеорологично дружество, на Чехословашкото метеорологично общество, на Германското метеорологично дружество и др. За големите му заслуги в организирането на българската наука той е награждаван многократно с всички високи ордени на Република България.

Използвана литература

Академик проф. Любомир Кръстанов. //Б ъ л г. г. е о г. р. а. ф. с. к. о. с. п., III, 1977, № 3, с. 3-5.

Андреев, В. Академик Любомир Кръстанов и българската метеорологична и хидрометеорологична служба. Bulgarian Geophysical Journal. Юбилейно издание, посветено на 100 годишнината от рождението на акад. Любомир Кръстанов. Volume 34, 2008. с. 44 – 54. /Ред. К. Ганев. – София.: Frody Ltd., 2008. – 76 с.: с портр.

Апостолов, А. ...И физик на този свят... София, 2007, с. 47-49

Балевски, Ангел. Единството и комплексният характер на Академията – залог за нейните успехи. //С п. Б А Н, 1977, № 4, с. 5-36. *Съдържа и изказвания на Любомир Кръстанов, Евгени Матеев, Кирил Братанов и др. на отчетното заседание на Общото събрание на БАН.*

Бележити български физици: [Биогр. очерци] /Състав. П. Симова. – София.: Нар. просв., 1981. – 140 с.: с портр.

Каишев, Р. В памет на академик Кръстанов. //Б ъ л г. г е о ф и з. с п., 1978, № 3, с. 3-5. *Приносът му в областта на метеорологията по повод 1 г. от смъртта му.*

Каишев, Р. Седемдесет и пет години от рождението на акад. Любомир Кръстанов. //С п. Б А Н, 1984, № 2, с. 82-86.

Каишев, Р. Деветдесет години от рождението на акад. Любомир Кръстанов (1908-1998) //С п. Б А Н, СХП, 1999, № 1, с. 61-63.

Ковачева, М. Акад. Любомир Кръстанов и секция „Земен магнетизъм и гравиметрия” на ГФИ – БАН. Bulgarian Geophysical Journal. Юбилейно издание, посветено на 100 годишнината от рождението на акад. Любомир Кръстанов. Volume 34, 2008, с. 63 – 64. /Ред. К. Ганев. – София.: Frody Ltd., 2008. – 76 с.: с портр.

Кутиев, И. Академик Л. Кръстанов и космическите изследвания в България. Bulgarian Geophysical Journal. Юбилейно издание, посветено на 100 годишнината от рождението на акад. Любомир Кръстанов. Volume 34, 2008, с. 55 – 60. /Ред. К. Ганев. – София.: Frody Ltd., 2008. – 76 с.: с портр.

Личен архив на акад. Любомир Кръстанов. НА на БАН – фонд 116 с., опис 1.

Милошев, Г. Академик Любомир Кръстанов – изтъкнат физикохимик, метеоролог и геофизик. //Н а у к а, XII, 2002, № 4, с. 68-70.

Милошев, Г. 100 години от рождението на академик Любомир Кръстанов – живот, дейност и научно наследство. Bulgarian Geophysical Journal. Юбилейно издание, посветено на 100 годишнината от рождението на акад. Любомир Кръстанов. Volume 34, 19– 25 с. /Ред. К. Ганев. – София.: Frody Ltd., 2008. – 76 с.: с портр.

Несторов, Г. Академик Любомир Кръстанов : 1908-1977. //П р и р о д а, 1977, № 4, с. 79-81. *Научната дейност на бълг. метеоролог по повод смъртта му.*

Несторов, Г. и др. Акад. Кръстанов – 75 години от рождението му. //Б ъ л г. г е о ф и з. с п., 1984, № 1, с. 118-119.

Общо събрание на Българската академия на науките. //С п. Б А Н, 1962, № 4, с. 67-90. *Съдържа: Изказване на акад. Г. Узунов. – Доклад на зам.-предс. на БАН акад. Вл. Георгиев за избора на акад. Л. Кръстанов.*

Панчев, Ст. Любомир Кръстанов: Очерк. – София: Унив. изд. Климент Охридски, 1987. – 122 с., 8 л.: ил., портр., факс. – (Библиотека Видни университетски учени). *Съдържа и Любомир Кръстанов – живот в дати.*

Панчев, Ст. Академик Любомир Кръстанов (1908-1977): Живот и дейност. //Ф и з и к а, 1988, № 6, с. 32-33.

Панчев, Ст. Академик Любомир Кръстанов – живот и дейност. //С п. Б А Н, 1989, № 2, с. 76-82.

Панчев, Ст. Академик Любомир Кръстанов: Живот и дейност. //Б ъ л г г е о ф и з. с п., 1989, № 3, с. 3-9. *По повод 80 г. от рождението му.*

Панчев, Ст. 90 години от рождението на акад. Любомир Кръстанов //С п. Б А Н, СХІ, 1998, № 5-6, с. 89-92.

Панчев, Ст. 25 години от смъртта на академик Любомир Кръстанов (1908 – 1977) //С п. Б А Н, СХV, 2002, № 3, с. 82-83.

Панчев, Ст. Любомир Кръстанов – преподавател и ръководител в Университета. Bulgarian Geophysical Journal. Юбилейно издание, посветено на 100 годишнината от рождението на акад. Любомир Кръстанов. Volume 34, 2008. с. 41-43. /Ред. К. Ганев. – София.: Frody Ltd., 2008. – 76 с.: с портр.

Развоят на нашата физическа наука. //Н а ш а р о д и н а, 1962, № 5, с. 8-10. *Научните приноси на Георги Наджаков, Любомир Кръстанов, Асен Дацев и Христо Христов.*

Ралева, О. Българската академия на науките сред 9 септември 1944: Справочна книга / Избра Олга Ралева при сътрудничеството на Р. Пейчева. – София: БАН, 1958. – 325 с., 13 л. : ил.. *Съдържа биографични сведения за Любомир Кръстанов, с. 29; с. 32; с. 55-56; с. 298.*

[Сто] 100 години Българска академия на науките. 1869-1969 : [В 3 т.] /Под ред. на Пантелей Зарев – отг. ред. и др. – София : БАН, 1969. Други ред.: Ил. Пашев, Б. Куртев, Е. Матеев, Е. Савова. – Изд. на БАН. Центр. библи.

Тошев, Б. Химическата книжнина на Царство България: 7 дисертации //Х и м и я, XIV, 2006, № 5, с. 385 – 392.

Христосков, Л. Изследванията на твърдата земя в Геофизичния Институт „Акад. Любомир Кръстанов”. Bulgarian Geophysical Journal. Юбилейно издание, посветено на 100 годишнината от рождението на акад. Любомир Кръстанов. Volume 34, 2008. с. 26 – 40 /Ред. К. Ганев. – София.: Frody Ltd., 2008. – 76 с.: с портр.

Шаров, Вл. Любомир Кръстанов и развитието на хидрометеорологичната служба в България. //С п. Б А Н, СХІІІ, 2000, № 1, с.50-51.

Tassev, VI. and David BI. Stranski, Krastanov, and Kaischew, and their influence on the founding of crystal growth theory. //Journal of Crystal Growth, Vol. 310, N 18, 15 August 2008, с. 4209-4216.

НОВИ ЧЛЕНОВЕ НА БАН – 2008

С решение на УС на БАН, обявено във в. “24 часа”, бр. 261 от 24.09.2007 г. и във в. “Труд”, бр. 262 от 24.09.2007 г. беше стартиран нов цикъл от конкурси за редовни и дописни членове на БАН. За Физически науки бяха обявени 2 места за академици и 2 места за член-кореспонденти. Различни научни организации в страната номинираха:

I. За академици:

чл.-кор. Александър Держански; чл.-кор. Йордан Стаменов; чл.-кор. Чавдар Палев.

II. За член кореспонденти:

проф. дфн Ангел Попов; проф. дфн Антония Шиварова; ст.н.с. I ст. дфн Богомил Ковачев; ст.н.с. д-р Валентина Петкова; проф. дфн Веселин Ковачев; проф. дфн Владимир Шкодров; ст.н.с. I ст. дфн Владимир Добрев; ст.н.с. д-р Димитър Бакалов; ст.н.с. I ст. дфн Димитър Пушкарров; ст.н.с. I ст. дфн Дорияна Малиновска; ст.н.с. д-р Емил Нисимов; проф. дфн Иван Христов; ст.н.с. I ст. дфн Минко Петров; ст.н.с. I ст. дфн Наталия Янева; ст.н.с. I ст. дфн Николай Тончев; проф. дфн Павел Каменов; ст.н.с. I ст. дфн Петър Атанасов; ст.н.с. I ст. дфн Савчо Тинчев; ст.н.с. I ст. дфн Тодор Русков; ст.н.с. I ст. дфн Троя Троев.

(В определения едномесечен срок, документи не подадоха ст.н.с. В. Петкова, проф. дфн В. Ковачев и ст.н.с. д-р Е. Нисимов)

След проведените законни процедури на рецензиране, класиране, обсъждане и гласуване, Събранието на Академиците избра за

Академици:

ЧАВДАР ДИМИТРОВ ПАЛЕВ. Роден през 1936 г., завършва с отличие физика в МГУ “М.В.Ломоносов” през 1962 г. и от тогава досега работи в ИИЯЕ, БАН; от 1971 е кфн, от 1977 дфн и от 1983 – професор. Работи в областта на приложенията на групово-теоретичните методи във физиката и най-важните му приноси са в областта на т.н. обобщени статистики и квантовите групи. Приносите му са свързани с развития от него Ли-супералгебричен подход към квантовата статистика. Палев открива, че съществуват и други квантови статистики, различни от познатите на Бозе-Айнщайн, Ферми-Дирак и парастатистиката на Грин. Тази статистика, сега в литературата е известна като статистика на Палев. Той е автор на 150 научни труда, от които 1 монография на английски език, издадена в Германия. Работите на Палев са цитирани над 750 пъти, включително в редица монографии, както и високите оценки давани от такива именити физици като Грин, Окубо, Барут, Вигнер и др. Той е дългогодишен преподавател в Шуменския университет (1976-1997), където чете лекциите по всички предмети на теоретичната физика и математични методи във физиката. В продължение на 8 години е чел лекции в Техническия университет в Клаустал

АЛЕКСАНДЪР ИВАНОВ ДЕРЖАНСКИ. Роден през 1933 г. в София, завършил ФФ на СУ през 1953 г. след което работи във ФИ с АНЕБ при БАН. През 1966г. Ал.

Держански създава “Лаборатория по ядрен магнитен резонанс” (ЯМР), а през 1973. Сектор по течни кристали” към ИФТТ. От 1982 г. до 1988 г. е ръководител на секция “Физикохимия на мембраните” към ЦЛБФ – БАН. За чл.кор. е избран през 1995 г. Научната дейност на чл.-кор. Ал. Держански е свързана с **физиката на частично подредените системи** – едно от най-модерните направления във физиката на кондензираното състояние на материята. Той **поставя основите на ядрено магнитния резонанс (ЯМР) у нас**, област на която посвещава повече от петдесет години и открива ефекти с дълбоко биофизично значение. На базата на ЯМР Держански разработва група от методи за изследване на молекулни структури и междумолекулни взаимодействия в твърди и течни среди. В серия от теоретични и експериментални изследвания по течни кристали, чл.-кор. Держански **открива градиентен флексоелектричен ефект** в нехомогенно електрично поле. Това откритие получава висока международна оценка и приоритет, потвърден от редица учени със световно признание, между които носителя на Нобелова награда по физика проф. Пиер Жил де Жен. Той е автор на 136 научни публикации, от тях самостоятелни са 11, като в международни списания са публикувани 86 работи. Те са цитирани повече от 730 пъти. Дълги години той е чел спецкурс по радиоспектроскопия, по-късно факултативен спецкурс по физика на течните кристали във Физическия Факултет на СУ.

Член кореспонденти:

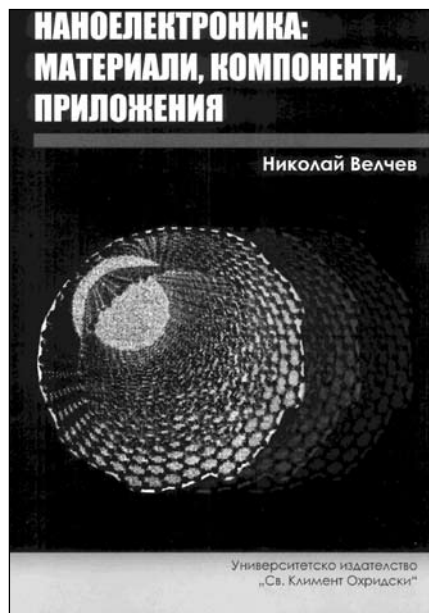
ПЕТЪР АСЕНОВ АТАНАСОВ. Роден през 1942 г. в София, завършил ФФ на СУ през 1967 г. Дфн П.Атанасов е ръководител на лаборатория “Газови лазери и лазерни технологии” в ИЕ-БАН в продължение на 25 години. В периода 1993-1994 години е и.д. Директор на ИЕ на БАН, а от 1994 г. до 1999 г. е негов титулярен директор. Областта на научните изследвания на П.Атанасов е физиката на вълновите процеси, електрични магнитни и оптични свойства на кондензираната материя, квантова и оптоелектроника. Той е автор на общо 192 публикации в специализирани списания и сборници от които: 157 в международни и чуждестранни (в т.ч. 3 статии в съавторство с акад. А.М.Прохоров – Нобелов лауреат). Забелязани са 80 цитирани работи общо 282 пъти. Най-значимите научни и научно-приложни постижения на дфн Петър Атанасов са в областта на **квантовата електроника, материалознанието и нанотехнологиите**. Той **пръв изследва** влиянието на органичните примеси към активната среда на CO₂ лазери, което води до съществено увеличение на изходните параметри на лазера. **Създава** импулсни лазери, напompвани с пълзящ разряд и **получава за пръв път** едновременно генерация от лазер в ултравиолетовата и инфрачервената област на спектъра. В областта на оптичните вълноводи той е международно утвърден специалист, като негов **признат приоритет** е създаването на *активни оптични планарни вълноводни слоеве от Nd:KGW*

АНГЕЛ САШЕВ ПОПОВ. Роден през 1942 г. в Габрово, завършил е Ленинградския електротехнически институт през 1968г. Областта на научните изследвания на проф. А.Попов е физиката на полупроводниците, материалознание, оптоелектроника.

Комплексно е изследвал галиев и индиев фосфид, легирани с примеси, създаващи дълбоки нива (например желязо или цинк) и направа на полупроводникови структури на тяхна основа. Технологични експерименти в условия на микрогравитация – получаване на кристали от сребърно-рубидиев йодид. Под негово ръководство е изпълнена широкомащабна програма за изследване на деградационните процеси в електронните и контакторни елементи и изолационните материали, от които са построени системите за управление и контрол на АЕЦ "Козлодуй". Той е автор на общо 103 публикации, от които 43 статии са в международни списания. Трудовете на А.Попов са цитирани 142 пъти в чужбина и 6 пъти у нас. Като дългогодишен преподавател във ФФ на СУ и ръководител е на катедра "Физика на полупроводниците" (1993-2003) той е чел лекции по: Технология на полупроводниковите материали и проектиране на прибори, Кристалография, Теория на кристалния растеж; Физични основи на оптоелектрониката; Интегрална и дискретна оптоелектроника; Проектиране и контрол на интегрални схеми; Полупроводникови наноприбори за оптоелектрониката; Оптоелектронни методи в медицината и др.

Отвори врати уебсайтът на проект "Профизика" – нов онлайн портал за физика на български език. Основната цел на проекта е популяризирането на физиката като занимание и начин на мислене. Проектът се реализира от млади български физици, които предоставят свои авторски статии, лекции и новини на уебсайта на портала: www.profizika.org. Една от целите му е да изгради общност от критично мислещи млади хора с интереси във физиката. Той е отворен както за професионални физици, така и за ентузиасты.

НАНОЕЛЕКТРОНИКА: МАТЕРИАЛИ, КОМПОНЕНТИ, ПРИЛОЖЕНИЯ



Това е заглавието на новата книга на проф. д-р на физ. н. Николай Велчев, добре известен сред физиците от научните и преподавателски среди с изключителната си прецизност на писменото слово, независимо дали става дума за собствен научен труд или негова рецензия за такъв труд на негов колега. Или за собствено писание с философски или обикновени човешки размисли, които проникват в душата на читателя дори когато е далеч от физиката и електрониката. Тази прецизност, характерна за творчеството на Н. Велчев, не само внушава доверие у читателите към написаното, но и предизвиква емоционалната им реакция към прочетеното в трудовете, които Н. Велчев предлага на научната общественост.

Тези мисли бяха първата моя реакция към новата книга с горното заглавие на автора, която се оказва учебник по наноелектроника, който авторът предлага на студенти и ученици, на техници и радиолюбители, проявяващи интерес към новите направления във физиката и електрониката. И тъй като смятам себе си за учебникар – автор на учебни пособия за младото поколение, прелиствайки първоначално книгата, реагирах емоционално на забелязаните от мен печатарски недостатъци при графичното оформление на фигурите в нея. “Защо ли авторът не е отстранил сивия фон на илюстрациите, преснимани с компютър от други печатни източници?” – помислих си недоволено. Но недоволството ми се изпари бързо, преглеждайки списъка на използваната чужда литература. Оказа се, че това са заглавия на монографии, част от които са издадени през последните три години и за които Н. Велчев е трябвало да заплати солидна сума, за да се сдобие с тях. Тази лична финансова саможертва не е често срещана у авторите на учебници и заслужава уважение, което дава основание “да се опростят” чисто техническите недостатъци на фигурите, защото те отразяват последните постижения в областта на наноелектрониката.

Обикновено един учебник се предлага на студенти и ученици, когато съответната научна област се е развила достатъчно, за да се оформят основните понятия, закони, обекти, особености и постижения, изразяващи нейната същност. Учебникът на проф. Н. Велчев изпреварва традициите на класиката. Наноелектрониката е доста нова и бързо развиваща се научна област, свързана с големи очаквания за бъдещи практи-

чески приложения. Те биха представлявали интерес не само за младите хора от студентската и училищната скамейка, но и за конструктори и технолози с дългогодишен опит в “класическата” електроника. Появата на учебника на проф. Н. Велчев е в духа на темпото, с което се развива наноелектрониката, и отговаря на жаждата у ученолюбивото поколение, което търси бъдещата си реализация именно в новите научни постижения. И каквито и съмнения да има у нас, възрастните, доколкото ученолюбиво е младото поколение у нас, в България, все пак ученолюбивите ученици и студенти (а и младите специалисти, завършващи редица специалности от точните и инженерно-приложните науки) се нуждаят от учебници, които да ги въведат в модерните научни направления – какъвто е учебникът на проф. Н. Велчев. Написан ясно и съдържателно, с добре структурирана логическа подредба, учебникът съдържа научна информация, базираща се на сериозни научни източници и то поднесена четивно и разбираемо за широк кръг читатели, посочени в предговора към книгата. Осмислянето на учебното съдържание изисква основни познания в областта на електрониката, получавани в класическите курсове по електроника, но преходът към новите понятия и специфична терминология става по естествен начин, който свързва без особени проблеми старото и новото в научното познание. Както се вижда от заглавието на учебника, той съдържа информация за наноматериалите, с които се реализират новите компоненти за електрониката, както и информация за възможните им приложения – информация, отделните части на която могат да заинтересуват настоящи и бъдещи физици и химици, технолози и конструктори и други специалисти, които биха насочили научните си изследвания към конкретни проблеми на наноелектрониката. Не се съмнявам, че за когото и да било от тях, учебникът на Н. Велчев ще се превърне в нещо като необходим “буквар” в областта на наноелектрониката. И той ще бъде необходим за всички, които мечтаят за постижения в наноелектрониката, подобни на тези, за които бе дадена Нобеловата награда за 2007 г.

Проф. д-р физ.н. Людмил Вацкичев

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

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

Признавам, че когато погледът ми падна върху новопоявилата се книга „Физическите константи в природата” (Изд-во Бард, София, 2008), си помислих, че става дума за нов опус на съвременната „нумерология”. Но като видях името на автора – професора по астрономия в Кеймбридж Джон Бароу, авторитетен учен и още по-известен автор на стойностни научно-популярни бестселъри (например, издадената и у нас „Теория на Всичкото”), не се поколебах да се бръкна с 14 лв. и да си я отнеса. А когато я зачетох ... не съжالياх за решението си. Аз, жалката тръстика, обречен да съществувам в 4-мерно пространство-време, ограничено в интервали от 10^0 до 10^7 сек. и 10^2 до 10^9 см., седнал в креслото си, да обхвана Мега Паралелните Вселени,

Но, след като достигнах и преглътнах и слабия, и силен вариант на антропния принцип и зашеметен се натъкнах на антропния принцип на участие и до окончателния антропен принцип, посегнах към кобура ... Признавам, че не си падам по антропоцентризма въобще и конкретно по антропния принцип. Винаги съм го асоциирал с добродушия и глуповат Панглос на Волтер („Кандид”), който твърди, че „този свят е единственият възможен и най-добър”, когато диваците го пекат на шиш за вечеря... (Но, да не плагиатствам Волтер: всъщност той иронизира Лайбниц, който твърди, че „живеем в най-добрия от възможните светове”). Затова реших да предам книгата на съда на моя приятел и колега Мишо Бушев, известен антропен специалист у нас...

Н.А.

СЪВРЕМЕННАТА НАУКА В ЛОНОТО НА ПИТАГОРЕИЗМА

(За книгата на Джон Бароу „ФИЗИЧЕСКИТЕ КОНСТАНТИ В ПРИРОДАТА. От алфа до омега”. ИК “БАРД”, 2008, 430 сс.)



През лятото на 2008 излезе българският превод на книгата *The constants of Nature* от плодовития английски космолог, астрофизик и популяризатор на науката Джон Бароу. Ако се вгледаме в заглавията на по-раншните негови книги („Лявата ръка на създанието”, „Пи в небесата”, „Антропният космологичен принцип”, „Теория на всичко”, „Произход на Вселената” и др.), ще се убедим, че с избрания нов ракурс той до голяма степен обхваща предишни теми от космологията и астрофизиката – произход и еволюция на Вселената, антропен принцип и т.н. Новото тук е, че авторът показва как числата – физическите константи – управляват света.

Тази тема ни напомня, че в далечното минало, преди повече от 25 столетия, древногръцката философска и математическа школа на Питагор Самоски (569 – 500)

развива тезата, че математиката е същност на физическия свят, а числото е основа на материалната действителност. Девизът на питагорейците гласял: “Всичко е число”.

Знаем, че в днешно време учени от различни области изразяват силното си учудване пред необяснимата (Ю. Уигнър даже говори за “неразумна” – *unreasonable*) ефективност на математиката в различите области на знанието и особено в природознанието. Напълно очевидно е, че от гледна точка на питагореизма ефективността на математиката в природните (и обществените) науки е неизбежна, автоматична.

Съвременната наука (често наричана “западна”) води началото си от методологията на Рене Декарт (1596-1650). А според Декарт само математиката дава надежден път към истината.

Основната теза на книгата на Бароу е, че универсалните константи управляват механизмите на света – процесите на микрочастиците, биологичните същества, звездите, галактиките, Вселената. Броят на тези константи не е голям – между 20 и 30. Сред тях са гравитационната константа G , константата на Ридберг R , константата на фината структура α , зарядът e и масата m_e на електрона, масата на протона m_p , Планковата константа h , скоростта на светлината във вакуум c и т.н. От тях само една – константата на фината структура – е безразмерна. Всички останали имат числени стойности, които зависят от избраните единици. (Затова е чудно, че се намират хора, според които m_e е “малка”, h е “малка”, а c е “голяма” и т.н. Тези стойности зависят от мерните единици. Например, ако разстоянието се измерва в светлинни години /1 с.г. $\approx 10^{16}$ m/, а времето в секунди, то скоростта на светлината ще бъде “много малка”: $c \approx 10^{-8}$ с.г./с.)

Очевидно е значението на мерните единици за физическите изводи. Затова Бароу посвещава първите няколко глави на един твърде увлекателен (за такава “суха” материя) преглед на еволюцията, която са претърпели мерните единици – от антропните единици (свързани с бита и анатомията на човека) до единиците, основани на универсалните константи. От този разказ научаваме, че последните (основани върху G , c и e) за пръв път са въведени през 1874 от забележителния ирландски физик Джордж Стоуни (роднина на Алън Тюринг; вж. *Четиво с продължение*, СФ 2/08), а едва през 1899 Планк въвежда основаните върху G , h и c Планкови единици, свързващи гравитацията с електромагнетизма. В днешно време, особено във връзка с твърде актуалните експерименти, поставяни на Големия адронен колайдър в CERN, естествените мерни единици на Стоуни и Планк позволяват да се класифицират цяла редица от структури – като се започне от строежа на елементарните частици и се стигне до най-големите астрономични обекти. Това най-ясно се илюстрира със знаменития “куб на теориите”, в чиито 8 върха са разположени 8 фундаментални теории – в зависимост от нулевите/ненулевите стойности на G , h и $1/c$.

Любопитна аберация в изучаването на универсалните константи са започнатите още преди един век опити на много учени (между тях блести името на Артър Едингтън, осъществил първото наблюдателно потвърждение на общата теория на относителността) да изведат по нумерологичен път загадъчната числена стойност на константата на фината структура. Тук питагореизмът (и кабалата) дават простор за най-хитроумни комбинации (“нумерологична гимнастика” по думите на Бароу), целящи да се “изведе” получената от експеримента стойност $1/\alpha = 137,035989561\dots$ Безобидно, но и безполезно занятие.

Нова и твърде любопитна разходка из света на числата ни предлага авторът, когато сравнява големите числа, характерни за космологията, с още по-големите числа, свързани с функционирането на такава сложна система, каквато е човешкият мозък. Оказва се, че броят на невронните връзки в мозъка възлиза на чудовищното число $10^{70\,000\,000\,000\,000}$. И това в мозък, съставен от 10^{27} атома, които са значително по-малко от броя на атомите в наблюдаемата Вселена ($\sim 10^{80}$).

След този сравнителен анализ на космологичната и биологичната сложност някак по-разбираемо е да се приеме, че животът във Вселената може да има определящо значение за еволюцията на Вселената и фината “настройка” на универсалните константи. Последната, в светлината на т.нар. антропен принцип, показва защо конкретните стойности на универсалните константи са необходимо и достатъчно условие за съществуването на живот (и разум) във Вселената. Тук, разбира се, избухва с пълна сила сблъсъкът между физическите основи на живота и креационизма, основан върху теологията. Авторът ни запознава с 4 формулировки на антропния принцип, с идеята за “вселена на Гюдел” и перспективите на пътуването “назад във времето”.

По-нататък читателят е изведен в разредената атмосфера на многомерните светове. Започвайки с едномерието и двумерието (по забележителните книги на Едуин Абът; преведени и на руски), авторът преминава през (познатите още на питагорейците) пет правилни многостена (т.нар. Платонови тела) в тримерното пространство и смело навлиза в многомерните светове на струнните теории...

Но не продължава по този път, а с повествованието (може и “наратива”) за любопитната история на естествения реактор, намиращ се при река Окло в Габон, ни връща отново към универсалните константи и въпроса дали те все пак не претърпяват макар и малки изменения. Оказва се, че работилият милиони години естествен ядрен реактор предлага (по идеята на руския физик Ал. Шляхтер) чудесен начин за емпирична оценка на възможните граници на променливост на универсалните константи. Природата ни показва, че тези величини наистина са много близки до точни константи.

“Физическите константи правят нашата Вселена такава, каквато я усещаме и възприемаме,” казва Бароу. Но ще можем ли някога да обясним техните стойности? И ще узнаем ли дали тези стойности са постоянни?

Джон Бароу ни извежда до тези въпроси, а заедно с това до основния извод на книгата: ”Вселената се моделира само от няколко числа”.

Питагор има от какво да е доволен. Ако за откритието на своята теорема е направил хекатомба, колко ли вола би принесъл в жертва за извод като този!

Бъдещият читател сигурно също така ще остане доволен. Защото това е едно четиво, едновременно задълбочено и увлекателно, в което изненадващите връзки между идеи, събития, мисли и биографични бележки за учени могат да задоволят и най-взискателния читател. А ако на читателя все пак нещо не му достига, на помощ идват изобилните бележки (към 65 сс.) в края на книгата, където литературните справки и поясненията показват колко просторна е темата, в която авторът ни въвежда.

М. Бушев

СТ.Н.С. ТОДОР КЕХЛИБАРОВ (1934-2008)

На 6 ноември 2008 г. ни напусна асоциираният член на ИФТТ – БАН ст. н. с. Тодор Кехлибаров, известен учен в областта на приложната оптика, създател на българска школа по колориметрия и на редица колориметрични апарати и устройства.

Тодор Иванов Кехлибаров е роден на 22 юни 1934 г. в гр. Ловеч. Семейството му се премества в София и той завършва VI-та софийска мъжка гимназия. Записва и завършва през 1958 г. специалността “физика – производствен профил” във ФМФ на СУ. Започва работа в лабораторията на проф. д-р Разум Андрейчин във ФИ на БАН. Първоначално научно-изследователската дейност на Тодор Кехлибаров е в областта на фотометрията, а по-късно се насочва към решаване на различни проблеми в областта на колориметрията и става организатор на българската школа в тази област.

Ст.н.с. Тодор Кехлибаров е автор и съавтор на над 80 научни публикации в наши и международни списания, на четири учебни помагала по фотометрия и колориметрия, на изобретения, на 8 разработки за направа на оптични прибори и устройства, внедрени в БАН, учебни заведения и промишлени предприятия. Участва като съавтор в изготвяне на 14 документа на СІЕ, повечето от които са приети за стандарти на Международната организация по стандартизация (ISO) в областта на фотометрията и колориметрията. Организира над 30 лаборатории по визуални и апаратни изследвания на цвета и за различни светлинни измервания в Комитета по стандартизация, Центъра по промишлена естетика, Института по текстилна промишленост и др.

Тодор Кехлибаров е учен с международна известност. Той е член и експерт на световните организации – по осветление (CIE) – отдел “Виждане и цвят”, по цвета (AIC), по измерителна техника (IMECO), на асоциацията по цвета на САЩ (ISCC), на германското дружество по приложна оптика, на швейцарското светлотехническо дружество и гостуващ учен в университети и институти в САЩ, Япония, Тунис, Полша, Турция, Германия. Той е един от инициаторите за създаване през 1964 г. на Националния комитет по осветление в България (НКО), а през 1980 г. заедно с проф. д-р Разум Андрейчин създават “Група по цвят и оптични измервания”. Особена ценна е дейността на Тодор Кехлибаров по организиране и провеждане на национални и международни научни прояви по осветление и цветознание, често съпроводени с изложби на оптични прибори, апарати и устройства.

За постигнатите научни и приложни успехи, както и за многобройните си организационни приноси ст. н. с. Тодор Кехлибаров е отличен с много награди – почетни плакети на НКО в Турция и на Група “Цвят” – България, почетни знаци на СІЕ, на Полското електротехническо дружество, на Университета в Ла Плата, Аржентина, на ИФТТ “Георги Наджаков” – награден е и с лента и златен медал на ФНТС “Проф. д-р Асен Златаров”. Той е включен в изданието “Who’s who in Optical Science and Engineering”, USA (1988) за неговите заслуги в приложната оптика.

Ст. н. с. Тодор Кехлибаров бе един достоен учен – изследовател и организатор във фотометрията и колориметрията. Неговите научни, приложни и организационни приноси ще оставят трайна следа в тези области у нас и чужбина.

ПРОФ. НИКОЛАЙ ПАШОВ **(1929-2008)**

На 12 ноември 2008 г. ни напусна почетният член на ИФТТ – БАН проф. Николай Пашов – достоен учен, създател и организатор на електронната микроскопия в България.

Николай Константинов Пашов е роден на 15 септември 1929 г. в София. След завършване на елитната II^{-ра} софийска мъжка гимназия, той записва и следва специалността “физика” във Физико-математическия факултет на Софийския университет. След завършване на висшето си образование през 1952 г. за кратко време работи във Висшия институт за хранително-вкусова промишленост, Пловдив, след което неговата научноизследователска, приложна и научно-организационна дейност протича изцяло в Българската академия на науките – ФИ, ФИ с АНЕБ и ИФТТ. В тези институти Николай Пашов заема ръководните длъжности научен секретар и ръководител на сектор “Електронна микроскопия и електронография”. Той е автор и съавтор на над 70 научни публикации в наши и международни списания, цитирани многократно, на над 30 научно – популярни статии, на монографията “Електронна микроскопия” (ДИ “Наука и техника”, София, 1961). Разнообразни са неговите постижения по електронномикроскопското изследване на химични съединения, на реалната структура и радиационни дефекти в различни типове кристали, на тънки метални и полупроводникови слоеве, на дисперсни системи, включително прах в атмосферата, както и неговите приноси в микробиологията и вирусологията. Многобройни са неговите анализи и експертизи в различни области на индустрията. Проф. Николай Пашов ръководи шест договора по проблеми на електронната микроскопия – три у нас и три в чужбина. Бил е ръководител на две докторски дисертации по електронна микроскопия у нас и консултант на три докторски дисертации у нас и в чужбина.

Проф. Николай Пашов заема различни ръководни длъжности в наши и международни научни организации като СНС по физика на кондензираната материя и Комисия по физика на ВАК, на Комисия на фонд “Научни изследвания” при МОН, на Националния комитет по електронна микроскопия при БАН, на Съюза на научните работници на България, на Съюза за защита на природата в България, на Европейския физически съюз (EPS), на НС на Международния център по електронна микроскопия в гр. Хале, ГДР и др. Той от 1962 г. е член на СНРБ, а от 1979 г. за десет години е член на ръководството на Физико – математическата секция към Съюза.

За своята научноизследователска, приложна и научно-организационна дейност проф. Николай Пашов е отличен с редица наши и чуждестранни награди и отличия – медал “100 години БАН”, 1969 г.; Златна значка на БАН, 1973 г.; медал на АН ГДР “20 години научно сътрудничество с БАН – 1957-1977”, 1977 г.; орден “Кирил и Методий”, II ст., 1980 г.; Златна значка на СНРБ, 1981 медал “Готфрид Вилхелм Лайбниц” на АН ГДР, 1993 г. и др.

Проф. Николай Пашов бе един ерудиран учен – изследовател, създател и организатор на електронната микроскопия и електронография в България. Неговите научноизследователски постижения, приложни успехи и научно-организационни приноси ще оставят трайна следа в тези области у нас и чужбина.

ДОЦ. ТИХОМИР ТЕОХАРОВ СТОЙЧЕВ (1923-2008)

Всички, които познаваха доц. Тихомир Стойчев, посрещат новината за неговата кончина с прискърбие и болка, защото тя ни връща във времето, когато той беше сред нас, във Физическия факултет на Университета. Всеки от колегията-физици пази спомен за доц. Стойчев. За някои от нас това е спомен за уважаван и високоерудиран преподавател, за други той е колега, допринесъл с всеотдайната си работа във факултета за неговото развитие. Но за всички нас споменът за доц. Стойчев, който остава в сърцата ни завинаги, е за учител, приятел и колега – сърдечен и скромен, всеотдаен към младите, с грижовно отношение към човешките проблеми на всеки и с безкористна готовност да помогне. За преподавателите от катедра Радиофизика и електроника във Физическия факултет на Софийски университет “Свети Кл. Охридски” доц. Стойчев е ръководителят на катедрата, осигурил стабилността и развитието ѝ чрез участието ѝ в базисното обучение във факултета и чрез разширяване на областите на научно-изследователската ѝ работа. Той е преподавателят, оформил стила на съвременното обучение във факултета в областта на радиоелектрониката. Той беше и пример за естествено човешко отношение, от който пример черпехме полезен опит както за работата си, така и за взаимоотношенията си.

Доц. Тихомир Стойчев беше един от първите преподаватели в катедра Радиофизика и електроника, създадена под името Техническа физика през 1945 г. Той е привлечен към катедрата като хоноруван асистент от Военновъздушното училище в Божурище и остава в нея като редовен асистент от 1953 г. Благодарение на него и на доц. Константин Стаменов (вече също покойник), в течение на много години, още от 50-те години на миналия век се осигуряваше и обновяваше материалната база на катедрата, необходима за учебно-лабораторната и научно-изследователска ѝ дейност.

За няколко поколения физици – възпитаници на факултета, доц. Стойчев ще остане уважавания преподавател, вдъхвал им любов към физиката, учил ги да търсят най-важното – същността на явленията, така както я търсеше и откриваше самият той, учил ги да намират простите решения, защото – макар и трудно да се стига до тях – те са най-точните и верните. На него поколения възпитаници на факултета дължат знанията си по радиоелектроника, уменията си за работа с апаратура и любовта си към експеримента. Дълбоките следи, които доц. Стойчев остави като учен, е на основател на научно-изследователската работа във факултета в областта на Физиката на плазмата, област, която сега е много добре развита и международно призната. Поставяйки началото на изследванията у нас в областта на повърхнинните вълни в плазма и по диагностика на плазмата, доц. Стойчев не само трасира насоките на една успешна научна дейност, но обучи и хората, които работят в тази област. Доц. Стойчев бе образец на физик-експериментатор, с богат опит и усет на изследовател.

От 1966 г. Тихомир Стойчев е избран за доцент, става ръководител на катедрата и зам. декан по учебната работа. Той ръководи научната дейност на млади асистенти, физици, докторанти и дипломанти към катедрата, като постепенно оформя научния колектив за изследвания в областта на физиката на плазмата и газовия разряд. Днес този колектив, създаден от доц. Стойчев, е научна школа за обучение на млади учени, които се реализират успешно у нас и в чужбина. Затова можем да кажем, че делото, започнато от доц. Стойчев, ще продължи да се развива и укрепва.

Поклон пред светлата му памет!

От членовете на катедра “Радиофизика и електроника”
във Физическия факултет на СУ “Св. Кл. Охридски”

КОНФЛИКТ В КОСМОСА

Част I

Саймън Митън

Глава 1

КРАЙ И... НАЧАЛО

На 19 август 1972 Фред Хойл беше за последен път в своя кабинет в Астрономическия институт в Кеймбридж. Лятото му се беше оказало твърде заето. Рекорден брой академични гости бяха посетили института, за да се възползват от летните конференции, разширеното сътрудничество, лекциите и дискусиите. Беше положил много усилия институтът да бъде финансово осигурен през следващите 5 години. Точно преди 3 седмици Астрономическият институт беше възникнал от сливането на две катедри по астрономия, след като университетът беше решил да обедини историческите Обсерватории, създадени през 1823, с авангардния Институт по теоретична астрономия, основан от Хойл през 1965. Хойл беше директор на Теоретичната астрономия в продължение на 7 години, но сега вече институтът имаше нов ръководител, след като университетът не беше го избрал за директор на обединения институт.

В душен следобед, с наближаваща гръмотевична буря, сътрудниците на старите Обсерватории, между които бях и аз, изминаха краткото разстояние до сградата, където се помещаваше Институтът по теоретична астрономия (ИТА), за да изпият в библиотеката следобедния си чай. Тази чудесна традиция на Кеймбридж даваше на изследователите и техните ученици възможността да обменят идеи, а понякога да пожелаят на заминаващ си гост добър път обратно до Калифорния или до Индия. Но този следобед Хойл нямаше да бъде на чая сред колегите си. През последните две седмици беше се занимавал с разчистване на огромния си кабинет от лична документация, книги и чернови на статии, плодовете на 36 години научна работа, повечето извършвана в Кеймбридж.

Административните дела бяха отнели много от времето му през изтеклата година и него рядко го виждаха в института. Беше жонглирал със задълженията си да бъде едновременно вицепрезидент на Кралското общество и президент на Кралското астрономическо общество. На февруарското заседание на Кралското астрономическо общество (КАО) беше връчвал златните медали. Един от тях беше присъден на Фриц Цвики, от Калифорнийския технологичен институт (Калтех), където самият Хойл беше направил забележителни пробиви преди около 20 години. След връчването на медалите Хойл беше изнесъл дълга лекция, в която изложи идеите си за произхода на Земята и за еволюцията на живота върху нея. Това беше не просто резюме на една вече приета теория, но неговите собствени представи за това какво е можело да се случи. В изследванията си той беше работил върху нови теории на гравитацията и беше публикувал две много специализирани статии. Продължаваше все така да бъде продуктивен, създаваше нови идеи и публикуваше една след друга статии.

Докато повечето зрели учени биха се задоволили с две или три статии на година, Хойл продължаваше да пише книги с неистова скорост. През тази година те бяха две. В едната се обсъждаше проблемът за интерпретирането на Стоунхендж като астрономична обсерватория и предсказател на затъмнения – идеи, които бяха го довели до остри несъгласия с някои археолози. Следващата година, 1973, щеше да бъде 500-годишнината от рождението на Николай Коперник, който беше направил решителната стъпка да отрече геоцентричната вселена на древногръцката философия. Коперник беше публикувал нова, но с някои грешки, теория на Вселената, като в центъра на слънчевата система се намира не Земята, а Слънцето. Хойл се напрягаше много, за да предаде в срок на лондонското издателство книгата, отбелязваща постиженията на Коперник като един от създателите на съвременната наука.

Годината му беше започнала с неуредици и конфликти по повод начина, по който трябва да се разпределя правителственото финансиране за научните изследвания. Два национални комитета, съставени от авторитетни учени, бяха докладвали на правителството, че по-голямата част от парите трябва да се насочат към проекти, които пряко интересуват данъкоплатеца и че сумите трябва да се превеждат не само от Министерството на образованието, но и от други министерства. Хойл подушваше, че нещо не е наред. Ако тези предложения се приемеха, бъдещото финансиране щеше да попадне в ръцете на политици, а не на учени и професионални преподаватели. Хойл се зае трескаво да убеждава научната общност да се възпротиви на “създаването на повече бюрократични машини”.

През следващия месец, февруари, Фред беше отлетял до Австралия, за да обсъди планове за новия англо-австралийски телескоп. Пътуваше с колега, който беше добре запознат с политическите машинации в Кеймбридж. Този колега беше пуснал бомба в разговора: говорело се, че университетът обсъжда назначаването на някой друг, а не Хойл, за директор на обединения Астрономически институт. Новината беше тежък удар – толкова тежък, че на междинното спиране в Лос Анжелис Хойл изстреля писмо до ви-



Фред Хойл съпровожда принц Чарлз при осветяването на англо-австралийския телескоп, 1974 (Австралийска осведомителна служба)

цепрезидента на университета с искане за оставка. По това време Хойл вече смяташе напълно да скъса с Кеймбридж поради нерешителното и (както му се струваше) нелепо отношение спрямо назначаването на ръководни длъжности.

А сега, през своя последен ден, той имаше дълбокото усещане, че неговият любим институт е загубил своето международно значение. През 1961 той беше развил идеята за институт, който изцяло да е посветен на теоретичната страна на астрономията. В рамките само на няколко дена неговата теоретична група от световна класа щеше да се слее с астрономи, които правят инструменти и гледат през телескопи. Той поддържаше и двете общности, но не можеше да преглътне университетското решение да го пренебрегне, когато трябваше да бъде назначен директор. Беше сигурен, че е взел правилното решение.

В продължение на десетилетия Хойл беше най-известният британски астрофизик. Броят на неговите специализирани публикации беше невероятен, но той никога не се затваряше в академичните кули от слонова кост. Бидейки талантлив популяризатор, той можеше да превърне и най-дълбоките интелектуални загадки в забавни радиобеседи или в увлекателни телевизионни програми. Книгите и популярните беседи на Фред Хойл привлякоха мнозина от нас да се насочим към астрономията. През повечето години той пишеше по една, а понякога и по две книги на година. Обхватът на неговите публикации беше от популярни книги до специализирани монографии. Смелите идеи, които бяха прекалено спекулативни за журнални статии или сериозни книги, той развиваше остроумно под формата на научна фантастика за радиото или телевизията.

Когато излезе от кабинета си, който беше в дъното на дълъг коридор, той реши да предприеме носталгична обиколка на сградата – неговата гордост и радост.

Кабинетът на Рей Литълтън беше наблизко. Рей беше най-ранният му сътрудник и те заедно бяха направили важно изследване относно произхода на слънчевата система. В дългата си кариера Литълтън беше допуснал стратегическата грешка да продължи да работи в същата област и да защитава от нападки своите предишни публикации. Този подход беше много различен от този на Хойл, който непрестанно преминаваше към нови области, преди някой да го е изпреварил с по-добра идея.

Следващ беше кабинетът на Сирил Хейзард. Сирил правеше огромни усилия да идентифицира много далечните обекти, които сега са известни като квазари. Повечето астрономи смятаха, че квазарите са на огромни разстояния от нашата галактика, но Хойл беше на мнение, че те биха могли да произхождат от близки галактики. Целта на Хейзард беше да направи точни измервания на разстоянията и така да изясни проблема.

По-нататък по коридора беше кабинетът на Свере Арсет, който преди години беше постъпил при Хойл като дипломант, а по-късно беше приет в изследователската група. Той и Фред много се увличаха по шахмата и постоянно коментираха партиите на Спаски и Фишер в Рейкиявик за титлата световен шампион.

Хойл мина покрай откритата библиотека, в която винаги първи се получаваха от САЩ най-авторитетните публикации по астрофизика, излизачи в *Astrophysical Journal*. Само неговият институт получаваше списанието по самолет. На масата лежеше голям електронен калкулатор, закупен през 1968 на огромна цена, снабден с извънредно сложен неонов дисплей на цифрите. Самолетната доставка на списанието и огромният калкулатор помагаша на теоретиците около Хойл да бъдат винаги с една крачка пред другите астрономи в Кеймбридж.

В лекционната зала имаше голям брой дъски за писане, направени от специално стъкло и снабдени с безпрахов тебешир. При построяването на института Хойл беше изтискал бюджета, за да набави дъски от най-висша класа, защото напредъкът в теорията изисква безброй часове спорове пред дъската. От последния семинар, направен под негово ръководство, върху нея бяха останали разбъркани думи и математически символи.

Обърна се и потегли голямата тежка врата към външния свят. Тя бавно се затвори зад него, докато той пое към недалеч разположената си къща. Надясно от него беше ливада, на която пасяха три коня. Вляво беше сградата, в която се помещаваше компютърът IBM 360/44, който Хойл беше закупил като примамка за летни посетители от Съединените щати, които го използваша за моделиране на звездната еволюция. Пред себе си виждаше факултета по физика, който неотдавна се беше преместил от централния Кеймбридж. Завой наляво и той крачеше покрай пътя за Обсерваториите.

Това беше пътят на велики астрономи, работили в Обсерваториите. Един от тях беше Артър Едингтън – астрономът, от когото винаги се беше възхищавал. Едингтън беше един от предшествениците на Хойл като Плумиев професор по астрономия в Кеймбридж. През 1919 той беше получил потвърждението за едно важно предсказание на Айнщайновата обща теория на относителността: закривяването на светлинните лъчи в гравитационното поле на Слънцето. През 1920-те години изследванията на Едингтън върху строежа на звездите бяха революционни по своя характер и станаха отправен пункт за най-ранните изследвания на Хойл.

Той вече беше пред дома си, на Кларксън Клоуз. Тук можеше спокойно да размисля за извършеното от него през 35 години работа в Кеймбридж. Тук беше създал повече от 400 изследователски статии, десетки монографии и учебници, както и няколко ползващи се с широка известност научнофантастични романа. Хойл беше първият професионален астроном, който с помощта на радиото, а по-късно и на телевизията, започна да представя съвременната астрономия пред широката публика. В началото на научната си кариера той беше се занимавал със строежа на звездите и беше изследвал как обликът на звездата еволюира в различните стадии от живота ѝ. Най-голямото от неговите ранни постижения беше, когато показва по какъв начин звездите произвеждат въглерод – елементът, който е особено важен за живота във Вселената. Професионалните астрономи оценяваха неговата работа върху произхода на някои от химическите елементи като върхово постижение, превишаващо всичко останало, което беше направил. Той беше прекарал четвърт столетие в спорове с колегите си

относно природата на Вселената, като винаги оспорваше разпространеното мнение, че Вселената е възникнала от нищото посредством “Голям взрив”. Тези спорове го бяха направили много популярен сред широката публика.

Фред Хойл е роден на 24 юни 1915 в дома на родителите си Бен и Мейбъл, в западен Йоркшир. В днешно време тази част от североизточна Англия е популярна туристическа дестинация, каквато тя изобщо не е била преди Първата световна война. Родното място на Фред, Гилстед, е село, разположено на 1.5 км от градчето Бингли и на десетина километра от град Брадфорд. Последният е бил голям индустриален център за текстилни изделия със стотици фабрични комини, изригващи сернист дим.

Баща му Бен е имал доста успешен бизнес с вълнени изделия, а майка му е била учителка, преди да се оженият през 1911. По онова време, когато една жена на държавна служба се омъжвала, тя на момента загубвала работата си. Това положение рязко се променя с избухването на Първата световна война, когато много от мъжете са призовани в армията, поради което техните съпруги отново са върнати на предишната си работа. Майката на Фред обаче решава да си остане вкъщи, отчасти защото се е смятало, че малкият Фред е с “крехко здраве”. Като майка, омъжена за действащ военен, Мейбъл е получавала от правителството по 1 шилинг на ден за издръжката на двамата. Тъй като този оскъден доход бил абсолютно недостатъчен за живота им, Мейбъл започва работа като пианист към нямо кино, тъй като била учила в Кралската музикална академия. Класическият репертоар на майката създал у Фред трайна любов към музиката на Бетовен и на други класици.

Бен Хойл бил демобилизиран през 1919 и се завръща в дома си в Бингли. Макар да е бил все още много малък, от разказите на баща си за армията и войната Фред си изработва трайна непоносимост спрямо невежеството на военните и политиците.

Когато е в гимназията, Фред започва много да чете, заема книги от обществената библиотека. Измежду тези книги е популярното четиво на Артър Едингтън *Звезди и атоми* (1927). По онова време Едингтън е един от двамата най-известни британски астрономи; другият е Джеймс Джийнс.

От книгата на Едингтън Хойл научава за много от проблемите на астрофизиката. Един от тях е свързан с източника на слънчевата енергия. Астрономите от 19 в. бяха приели, че Слънцето бавно се свива и енергията му се набавя от падането на газ към центъра му. Тази теория би вървяла, ако Слънцето е само на няколко милиона години. Обаче към края на столетието геолозите бяха съвсем сигурни, че Земята, а следователно и Слънцето, е с възраст стотици милиони, ако не даже и милиарди години. Едингтън беше навлязъл в новата за времето си наука, наречена ядрена физика, и правеше предположението, че Слънцето извлича енергия не от гравитацията, а от атомните ядра. През 1920 той беше допуснал, че четири водородни ядра трябва по някакъв начин да се слейт и да образуват едно хелиево ядро. Ако е така, това би освободило огромно

количество енергия, защото едно хелиево ядро е с по-малка маса от тази на четири отделни водородни ядра. Разликата в тези маси се превръща в енергия, както беше предсказано от Айнщайн. Книгата на Едингтън въвежда младия Хойл в един от най-важните проблеми на астрофизиката.

По това време финансовото положение на семейството Хойл рязко се влошава поради рецесията, обхванала цялата страна.

Фред успява много добре с изпитите в гимназията, оценките му са така високи, че през март 1933 получава правото да следва в Кеймбридж с отпусната стипендия.

Глава 2

КЪМ ГРАНИЦИТЕ НА ВСЕЛЕНАТА: ИЗУЧАВАНЕ НА КОСМОЛОГИЯТА

Кеймбридж, подобно на Оксфорд, е университетски център без ясно определена територия. Около трийсетте на брой колежа са самоуправляващи се и автономни. Деканът и преподавателите са колективни собственици и попечители на колежа. Студентите се очакват да получат от колежа стипендии, квартири, библиотека, столова, условия за почивка и общуване, както и ръководство на обучението си. Всеки студент има личен наставник, който отговаря за учебната му подготовка. През 1930-те години наставниците даваха съвети кои лекционни курсове да бъдат посещавани и какви книги да се четат.

Хойл е бил един от приетите в университета през 1933 общо 1400 студента. Първата му среща със своя наставник, г-н Уд, била много трудна. Фред колебливо му съобщил, че не желае да запише природни науки, а би предпочел да премине към математика. Г-н Уд останал шокиран: Фред бил приет въз основа на добрите му оценки по физика и химия. Но една от особеностите на колежа в Оксфорд и Кеймбридж е в това, че личните наставници имат правото да разрешат на постъпилите студенти да променят предметите си. Фред обяснил на Уд, че от онова, което вече знаел за науката, той се убедил, че за да се занимава с научна работа, трябва да получи солидна математическа подготовка. Математиката е вратата към всички физически науки. В края на краищата много от великите физици са започвали обучението си с математика. Например Джеймс Кларк Максуел завършва математика в колежа Тринити през 1854, а се връща в Кеймбридж през 1871 като професор по физика. Уилям Томсън, по-късно Лорд Келвин (1824-1907), завършва математика първи по успех от курса си, а по-късно прави множество приноси в областта на физиката, известна като термодинамика. Такива са и Дж. Дж. Томсън, откривателят на електрона (1897), Джон Кокрофт, получил Нобелова награда за работите му по ядрена физика.

Два дена по-късно Уд му дава разрешение да се прехвърли в математиката.

Системата на изпитване в Кеймбридж се нарича *трайпъс*. Това название води началото си от средновековието, когато изпитите са били изцяло устни и са били под формата на спор. Кандидатът кръстосвал шпаги с опонента, който седял на трикрако

столче “трайпс” (от гръцки “тринога”) и задавал въпроси. По-късно, през 1772, в допълнение към диспута за математиката бил въведен и писмен изпит.

В Кеймбридж математическият *трайпс* се е смятал за връх на академичното обучение и надпреварата за достигане на първенство била свирепа. И досега се организира в края на 4-годишен курс, наречен Чиста математика и естествознание, като последното включва кой да е клон на приложната математика, теоретична физика, теоретична химия и теоретична астрономия. Имало е изпити в края на всяка учебна година.

През 1935 Фред слуша лекции на Едингтън и се запознава с издадената през 1933 в Кеймбриджската печатница негова книга, озаглавена *Разширяващата се вселена*. През 1929 работещият в обсерваторията на Маунт Уилсън в Калифорния астроном Едуин Хъбъл показва, че много галактики се отдалечават от Млечния път. Той установява, че колкото по-далечна е галактиката, толкова по-висока е скоростта на нейното отдалечаване. Хъбъл е стимулиран от Едингтън, който през 1923 беше писал, че галактиките имат забележителната тенденция да се отдалечават от нашата слънчева система. Едингтън обаче не е можел да измери техните отстояния и по онова време не е било даже ясно дали “спиралните мъглявини” наистина са други галактики, различни от Млечния път. Хъбъл решава проблема, като измерва разстоянията и скоростите с най-големия в света за онова време телескоп. Връзката между скорост и разстояние се обяснява лесно с постулата, че самата Вселена е в състояние на разширяване. Едингтън се опитва да обясни този извод с помощта на Айнщайновата теория на относителността.

Хойл вероятно е бил привлечен към ядрената физика от патриархалната фигура на Ърнест Ръдърфорд, който през 1919 е избран за Кавендишки професор по физика. През 1906 Ръдърфорд открива природата на атомното ядро и за това откритие получава през 1908 Нобеловата награда по химия. Ръдърфорд пръв подсказва каква огромна енергия се съдържа в атомното ядро, след като разкрива колко по-мощни са силите, свързващи ядрото, в сравнение с връзките между атомите. Това предположение довежда до следващо: не е ли ядрото източник на енергията на Слънцето и другите звезди?

Хойл искал да се занимава с теоретична ядрена физика. За съжаление обаче двамата блестящи теоретици на Кеймбридж, Пол Дирак и Ралф Фаулър, много често били зад граница и не могли да взимат дипломанти. Без да се смущава, Хойл се насочва към Рудолф Пайерлс (1907-1995) като потенциален ръководител. Роден в Германия, син на еврейски banker, Пайерлс изучава ядрена физика под ръководството на един от създателите на квантовата теория – Вернер Хайзенберг. През 1931 Пайерлс набързо се оженва за студентка, която среща на научна конференция в Одеса. Той успява да се измъкне от Сталинова Русия, а през 1933 семейството му се пренася в Англия, за да се спаси от антисемитските ексцеси на нацистите, и се настанява в Кеймбридж.

През 1935 по любопитен завои на съдбата Пайерлс получава стабилна финан-

сова поддръжка в Кеймбридж. Кавендишката лаборатория е правела изследвания по много повече насоки освен атомната и ядрената физика. Била е световен център за нискотемпературна физика и физика на силните магнитни полета. Ръководител на лабораторията по нискотемпературна физика бил руснакът Пьотр Капица. През октомври 1934, когато посетил близките си в Москва, той бил арестуван и му било забранено да напуска страната. Цяла година Ръдърфорд водил тежки преговори със Сталиновата администрация относно ценната експериментална апаратура на Капица в Кеймбридж. Накрая тази апаратура била продадена на руснаците и пратена с кораб на Капица. Отделените за заплата на Капица финансови средства били разделени за заплащане на двама гостуващи учени, единият от които бил Пайерлс.

Докторантите, особено през първата година, са получавали изследователски задачи по въпроси, които са познати на ръководителя. Научните занимания на Пайерлс през периода 1933-1936 са се отразили непосредствено върху първите проекти и публикации на Фред. “Ти ще трябва да подобриш теорията на бета разпада на ядрото” – му казал Пайерлс. На което Фред отговорил: “Аз ще трябва най-напред да науча какво е това бета разпад”.

Атомното ядро не съдържа никакви електрони – само протони и неутрони. Когато нестабилната форма на въглерода се разпада, един неутрон се превръща в протон, електрон и неутрино. Протонът остава свързан в ядрото, а електронът и неутриното излитат навън. Важно е да се разбере, че излъченият електрон не се съдържа в ядрото, а се ражда от превръщането на неутрона в протон. Ферми, при когото Пайерлс работил 6 месеца, публикувал през 1934 проста теория на бета разпада. Задачата на Хойл била да подобри съответствието между тази теория и експеримента.

С голям ентузиазъм Хойл се потапя дълбоко в новата ядрена физика. Първите му научни публикации са пряко стимулирани от Пайерлс. През 1937 Хойл публикува в престижното научно списание *Nature* статия, в която разглежда как атомното ядро може да погълне електрон от атомната орбита. Малко по-късно публикува втора статия, в която развива теорията на Ферми за бета разпада.

При свое завръщане от Съединените щати Пайерлс се обръща към Фред: “Ханс Бете от Корнелския университет подозира, че несъответствието между експерименталните резултати и теорията се дължи на пропуски в експеримента. Искаш ли да се заемеш с това?” Фред отговорил възторжено: “О, разбира се, харесвам точно такива загадки на разногласие между теорията и експеримента”.

Заедно с колегите си от Кавендиш той успява да доведе експеримента до съгласие с първоначалната теория на Ферми. Колегите му настояват той да опише резултата във вид на писмо в *Nature*. Фред се колебае и иска съвет от Пайерлс.

Отговорът на Пайерлс е гневен: обвинява го, че иска да открадне идеи на Бете. Като компромис статията се появява през 1939 с автори Бете, Хойл и Пайерлс. Но отношенията на Хойл с Пайерлс вече са влошени. Това налага Фред да се обърне за помощ към сътрудника от Тринити, Морис Прайс. За голям късмет на Хойл, последният го препоръчва на Пол Дирак. Макар Дирак да не обичал да взима аспиранти, този път

направил рядко изключение. Вероятно е бил впечатлен от бляскавите математически способности на младия теоретик. Под ръководството на Дирак Хойл публикува две обемисти и пълни с математика статии върху новата теория на квантовата електродинамика. Първата от тези статии – относно поведението на електрон в електромагнитно поле – е забележителна като предвестник на по-късните му фундаментални работи върху загадъчната природа на силовите полета и елементарните частици.

По време на аспирантурата на Хойл социалното и политическо положение в Кеймбридж рязко се изменя като отражение на политическите промени в цяла Европа. Британското правителство е безсилно да обуздае растящата агресивност на нацистка Германия. В Тринити Хойл слуша лекция на Бертран Ръсел, според когото, ако Хитлер не бъде обуздан, разрушителната война е неизбежна.

Всичко това кара Хойл сериозно да се замисли дали да продължи изследванията си по ядрена физика. През март 1939 той прочита смразяваща статия на Фредерик и Ирен Жолио Кюри, които потвърждават експериментите на Ото Хан, публикувани два месеца по-рано. Открито е, че при бомбардиране на уран с неутрони урановото ядро се разцепва на две по-леки ядра, при което се освобождава значителна енергия, а заедно с това се освобождават и нови неутрони.

Хойл и колегите му веднага съзират възможността да възникне самоподдържаща се верижна реакция. Двадесет и пет години по-късно в *Среци с бъдещето* той ще напише:

Веднага ми стана ясно какви могат да бъдат последствията за технологията на оръжията. Излязох от библиотеката с тежко настроение и се запътих към Кавендиш, където заварих група възбудено обсъждащи колеги. Те също бяха прочели писмото и бяха разбрали какво означава то. Но, докато аз размишлявах как би могло да се избегне осъществяването на верижна ядрена реакция, те гадаеха как това би могло да стане. Жегна ме мисълта, че ако е възможно да се направи бомба, тези глупаци биха я направили. Още тогава съзрях пътя, който щеше да изведе до Хирошима и, повлиян несъмнено от ранното си възпитание, а особено от разказите на моя баща за войната, реших да се откажа от ядрената физика.

През май 1939 Хойл се запознава с момиче, което била в Кеймбридж за интервю в колежа Гъртън. Барбара Кларк, така се казвало момичето, силно го впечатлила и той запомня името на нейното училище, защото неин преподавател по естествознание бил колега на Фред от началния курс на университета. Някъде към началото на юли той отива с колата си до нейното училище, намиращо се на север, и я убеждава в края на август да отидат на екскурзия в Езерната област. На 30 юли Фред ѝ написва едно доста официално писмо, с което потвърждава уговорката. Фред и Барбара направили екскурзията до Езерата, след което Барбара посетила свои приятели в Чешир, а Фред се завърнал у дома си в Гилстед. В края на август Фред отново е Чешир със своя Роувър. Взима Барбара и я закарва до дома ѝ.

В същото време събитията стават все по-тревожни. На 31 август Хитлер е нападнал Полша. Настъпващата война изцяло завладяла умовете на Фред и Барбара. През

целия път те говорят само за това. Бъдещето е повече от тревожно. Фред спира колата край пътя, за да поговорят.

“Барбара, има ли смисъл да губим време в ухажване?” – пита я той с отчаяние в гласа. Тогава решават в най-скоро време да се оженят. Първият им сериозен разговор е бил само преди 5 седмици и те са били заедно по-малко от 20 дена. Сватбата им, на 28 декември 1939, е началото на дълъг и щастлив брак, през който Барбара предано подпомага Фред и неговата кариера.

Фред е бил в дома на Барбара, когато на 3 септември 1939 войната избухва. На 4 септември Фред е събуден от сирени за въздушна тревога. Войната е на прага.

Глава 3

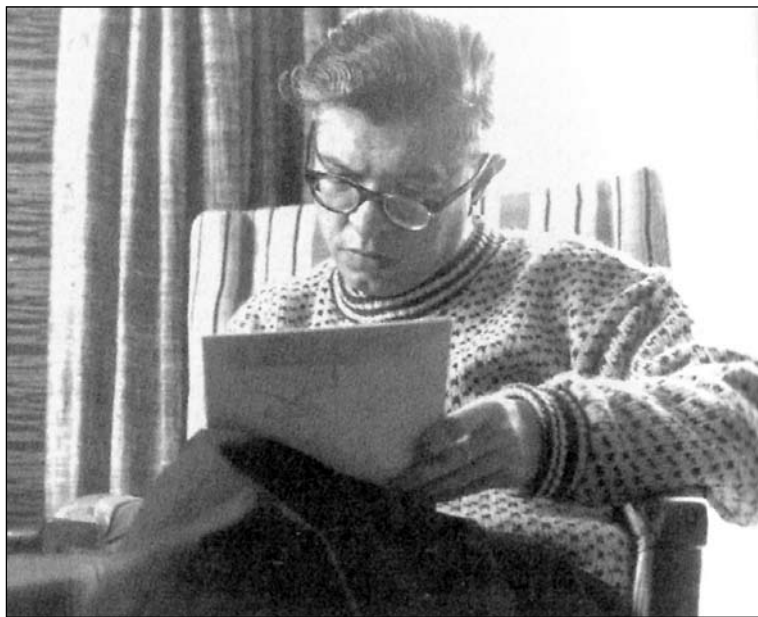
СТРОИТЕЛИ НА ЗВЕЗДИ

Дже ако не беше драмата на нахлуващата война, 1939 щеше да остане за Фред Хойл като година на криза, трудности и промени. Налага му се да преминава от един ръководител към друг при условия, които биха накарали по-слаб студент да се откаже. Трябва срочно да реши дали да продължава с ядрената физика или да се превключи към астрономията. Новосъздаденото му семейство също се нуждае от внимание. За щастие обаче Дирак вече не му е ръководител, а и му е отпусната много щедра стипендия. Така че отгук нататък той може сам да избира с какви изследвания да се заеме.

За повечето учени най-творческите години започват след защитата на дисертация и когато са получили назначение като научен сътрудник, така че те да имат известна независимост в работата. За да си създаде солидна кариера, младият учен трябва да избере правилното място и правилните хора. Мястото и най-близките колеги са по-съществени даже от избора на научната проблематика. Науката има социално измерение и практически е невъзможно да се правят изследвания в състояние на изолация. В днешно време би било твърде необикновено един амбициозен студент да следва, да бъде дипломант и после аспирант все в един и същ университет, та бил той толкова престижен, колкото е Кеймбридж.

Въпреки това Фред Хойл решава да остане в Кеймбридж, макар че спокойно е можел да премине в Бирмингам или в Манчестер. Кеймбридж беше водещ център по астрономия, а Хойл беше решен да увеличи високите постижения на Едингтън. Като новодошъл в независимо академично изследване Хойл се нуждае от съветник и сътрудник. Двама души са по това време от решаващо значение за Хойл: Пол Дирак като пример за подражание и Рей Литълтън като сътрудник.

Дирак внушил на Хойл значението на математическите умения и го окуражил да възприеме строг подход към проблемите със средствата на математиката. През 1931 Дирак отбелязва: “Устойчивият напредък на физиката изисква за своята теоретична формулировка все по-дълбока математика”. В статията, от която е взет този цитат, Дирак прилага голяма математическа изобретателност и предсказва съществуването на все още нерегистрирана частица – антиелектрона (по-късно наречен позитрон). Този подвиг



Обичайният начин на работа на Хойл през последните години от кариерата му: седнал вкъщи на кресло, което той винаги предпочита пред бюрото в сградата на факултета. (Архив на Хойл, Кеймбридж)

прави дълбоко впечатление на Хойл. Дирак също го предупреждава относно очакваните го трудности със следните думи: “Преди десетина година беше възможно за много добрите специалисти да решават важни проблеми, но сега учените, които са много добри, не могат да намерят важни проблеми за решаване!” Така че това е вторият аргумент Хойл да излезе от централната проблематика на физиката и да приложи математическите си

умения в област, където без съмнение има изобилие от нерешени проблеми.

По онова време организацията на университетската астрономия е била доста хаотична. Теоретичите са били в математическия факултет, състоящ се само от научен щат и без собствени помещения. Една малка група теоретици са били събрани около Едингтън в Обсерваторията, разположена на 1-2 километра от града. Физиките в Кавендишката лаборатория не показвали никакъв ентузиазъм да се заемат с ядрена астрофизика, което е доста странно при положение, че самият Едингтън никак не е харесвал отделянето на физиката от астрономията. С дълбока проникателност той изказва предположението, че създаваната вътре в звездите енергия трябва да има нещо общо с ядрените сили; но групата в Кавендиш смятала, че вътрешността на една звезда не е достатъчно гореща, за да индуцира реакции между атомните ядра. На което Едингтън отвърнал: “В такъв случай критиците по-добре да отидат да намерят по-горещо място!”

Основните интереси на астрофизиците преди 60-70 години са били почти същите като днешните. Как се е образувала слънчевата система и как се е изменяла. Как звездите се образуват, еволюират и умират? Каква е историята на извънгактичната Вселена? Има ли други съставки във Вселената освен звезди, газ и прах? През 1930-те години преобладаващата теория за това как една звезда произвежда енергия и как мени вида си при еволюцията е била незадоволителна по много причини. Така например, макар да е имало общ сценарий за живота на звездите, подобни на Слънцето, повечето

масивни звезди не са се съгласували с него, така че Хойл и Литълтън се сблъскват с тежката задача да конструират звезди.

Те знаели от Ханс Бете по какъв начин четири водородни ядра, съставени от единичен протон, могат да преминат през поредица от реакции на синтез и така да се получи едно хелиево ядро, съставено от два протона и два неутрона. По този начин Бете беше показал, че Едингтън е прав: Слънцето и другите нормални звезди са достатъчно горещи, за да сготвят протоните в хелиеви ядра. (Така че Кавендиш вече можеше да се откаже от търсенето на по-горещо място.) Тази реакция освобождава гигантско количество енергия, тъй като новото хелиево ядро е по-малко масивно с 0,5 процента от четирите протона. Този масов дефицит се превръща в енергия. Към края на 1938 всички астрофизици бяха приели теорията за ядрен източник на енергията на звездите.

Макар че все още предстоеше да бъдат изяснени детайлите на ядрените реакции във вътрешността на звездите, беше ясно, че масивните звезди представляват особен проблем. Колкото по-масивна е една звезда, толкова по-ярко свети тя, а много ярките звезди поглъщат своето ядрено гориво с огромни скорости. Но двойната звезда V Компас беше проблем за Хойл и Литълтън. Всяка от двете ѝ компоненти е близо 20 пъти по-масивна от нашето Слънце. Те знаят разстоянието до нея и от светимостта ѝ могат лесно да изчислят, че енергията, идеща от всяка от двете компоненти, е 8 000 пъти по-голяма от енергията, излъчвана от нашето Слънце. Това означава, че V Компас би имала гориво само колкото да ѝ стигне за малка част от живота на Слънцето. През 1938 астрономите са смятали, както се оказва, грешно, че всички звезди са горе-долу на една възраст, което би означавало, че едва “наскоро” е станала много масивна.

За да се справят със звездите, които са петорно по-масивни от Слънцето, Хойл и Литълтън предлагат радикално нова идея: те разработват схема, в която звездите се зареждат с гориво чрез добавяне на ново вещество към тях. Просто, като да пълним резервоара на кола с гориво. Хитростта обаче е в това, че помпата за гориво при всяко зареждане увеличава капацитета на двигателя и мощността му, с което звездите, подобни на Слънцето, се превръщат в пламтящи гиганти.

Друга загадка било съществуването на бинарни звездни системи, в които една от тях е бяло джудже – колапсирал остатък от звезда в самия край на живота ѝ. За около 3 милиарда години Слънцето ще е употребило целия водород в своето ядро, с което производството на енергия завършва. Докато се охлажда, то колапсира под собствената си тежест и се превръща в бяло джудже с размерите на Земята, но с масата на Слънцето. Астрономите бяха започнали да измерват масите на отделните звезди в бинарните системи и неизменно намираха, че масата на нормалната звезда е по-голяма от масата на съпровождащото я бяло джудже. Астрофизиката на 1930-те години не беше в състояние да си обясни това: бялото джудже беше стигнало до заключителния стадий *по-бързо* от неговия партньор, така че то би трябвало да е не по-малко, а *повече* масивно.

Хойл и Литълтън се натъкват на въпроса за звездната еволюция по различни пъ-

тища. Техният пръв разговор е разкрил общ интерес към възможността астрономични фактори да са станали причина за ледниковите периоди. Допуснали, че при преминаване на слънчевата система през тъмен газов облак, това би могло да причини спад на земната температура. Докато спорели и трескаво пишели в колежа “Св. Джон”, те разбрали, че са попаднали на обещаваща възможност да обяснят как масите на звездите биха могли да растат. Допускат, че звездите по някакъв начин загребват газ и прах от междузвездното пространство и така непрестанно растат. В решението на двамата се предполага, че движещата се звезда прави тунел през междузвездния газ.

Тяхната първа съвместна статия е върху ледниковите периоди и започва с думите: “Има преки свидетелства за съществуването на дифузни облаци от вещество в междузвездното пространство. Всяка една част от Млечния път, съдържаща голям брой звезди, обикновено се състои също от области, в които няма никакви звезди, като размерите на такива области често пъти са значително по-големи от средните разстояния между самите звезди.”

Междузвездното вещество може много лесно да се наблюдава и без телескоп. В безлунна нощ и далеч от градските светлини Млечният път се вижда като мъглява дъга по небето – съвкупната светлина от милиарди далечни звезди, принадлежащи на нашата галактика. Тъмните области и пролуките в тях се виждат без труд. Астрономите на 19 в. са смятали, че това вероятно са дупки, в които липсват звезди, но вече в 20 в. астрономите приемат, че звездната светлина се спира от непрозрачните облаци, съставени от студен газ и прах.

В своята основополагаща статия Хойл и Литълтън разглеждат какво се случва, когато Слънцето преминава през облак вещество в космоса. Това не е рядко събитие. Слънцето се движи по орбита около центъра на Млечния път, като прави един пълен цикъл за 250 милиона години. Според авторите Слънцето би могло да пресича междузвезден облак на всеки 10 до 100 милиона години.

Сега да видим, казват те, какво става, когато облакът протича около Слънцето. Нека за момент забравим за гравитацията и да си представим, че Слънцето е просто едно сферично препятствие за потока. Неговото главно действие е да пробива в облака цилиндрично отворстие подобно на тунел. Тази опростена картина, разбира се, е нерелистична. Когато облакът го обтича, той е привличан от гравитацията на Слънцето. Отклоненият газов поток не може да падне директно върху Слънцето, защото скоростта му е твърде голяма. Вместо това той пада към центъра на тунела и създава сгъстена тръба от вещество, което в крайна сметка пада върху Слънцето. Авторите смятат, че тази схема е привлекателна, защото е проста и ефективна. Посредством гравитацията Слънцето помита газ и прах от една голяма област. Въвеждайки някои разумни числови стойности, Хойл и Литълтън заключават, че падащият върху слънчевата повърхност материал ще повишава мощността на Слънцето с около 0.1 до 1.000 процента.

При такова положение мнозина изследователи биха се втурнали да публикуват писмо в някое списание, за да заявят приоритет за идеята си. Фред обаче никога не е действал така, макар че винаги е работел бързо. Той винаги търси преките последствия

от своите открития, а това е значително постижение, което показва по какъв начин се увеличава масата на Слънцето. Ако това се потвърди, какви биха могли да бъдат последствията?

В един забележителен скок от едни към други научни дисциплини Хойл и Литълтън предлагат обяснение на ледниковите епохи като резултати от сблъсъци между Слънцето и междувездните облаци. Земята е претърпяла няколко такива периода, някои от които са продължили милиони години, като ледниците са покривали цели континенти. Според обяснението, дадено от Хойл и Литълтън, сблъсък с междувезден облак води до повишаване температурата на Слънцето като следствие от изсипването на вещество върху него. По-горещото Слънце ще нагрива земната атмосфера, която поради това ще съдържа повече водни пари. Последните ще създават плътна облачност, която ще пречи на слънчевото лъчение да стига до Земята. Зимните снегове няма да се разтапят изцяло през лятото, така че ледът непрестанно ще се увеличава. “Ако изводите ни са верни,” пишат авторите, “то слънчевата система трябва да е излязла от такъв облак през последните няколко хиляди години, когато е бил ледниковият период.”

Влиянието на тази ранна статия се оказва много силно, макар че авторите не са очаквали това. Към 2003 тази статия е десетата по цитируемост статия на Хойл, което никак не е лошо за неговата първа статия по астрономия. Но едва към 1970-те години идеите за това неизвестно дотогава астрофизично явление – процеса на акреция – намират приложение в голям мащаб, а именно при различни космически процеси.

Публикуването на статията става с големи сътресения. Когато тя е предадена в Кралското астрономично общество (КАО) за рецензия, мнението на рецензентите е тя да бъде преработена или изтеглена. Острата критика на Аткинсън, научния секретар на обществото, е насочена срещу акреционния механизъм. Без да се обезкуражават, Хойл и Литълтън продължават да се занимават с теоретична астрономия, въпреки че повечето английски учени вече са ангажирани в силите на военната отбрана.

Към ноември 1939 Хойл и Литълтън отново опитват да публикуват други свои резултати чрез КАО и отново техен противник е Аткинсън. Голяма част от научната критика на Аткинсън е насочена срещу детайли от процеса на акреция. Той твърди, че сблъсъците между частиците ще освобождават прекалено много топлина. Аткинсън пресмята, че температурата на водороден облак ще скочи до 10 000 градуса, което ще прекрати падането на вещество и ще разпръсне облака. Без механизъм на охлаждане, което да изсмуква излишната топлина, моделът на Хойл – Литълтън не може да работи.

Хойл взима присърце този аргумент и създава най-детайлното за онова време разглеждане на нагриването и охлаждането на междувезден газ. Бил му е нужен механизъм на охлаждане и той го намира. С поразителна проникателност той приема, че една десета от водорода в космоса не е във вид на единични атоми, а трябва да е под формата на молекули, съставени от по два атома. Доказателството, че това е така, се получава едва 30 години по-късно. Ключови за случая са водородните молекули (за които, казано честно, говори и Аткинсън като възможен изход).

Хойл формулира своя механизъм, без да се позовава на никакви лабораторни данни. Всяка величина, чиято стойност не може да се намери в стандартните справочници по физика, той изчислява на място. Не губи време за лабораторни измервания, а и повечето компетентни физици вече били призовани в армията. Трупа предположения и догадки едно върху друго, когато опитва да напипа механизъм на охлаждане. Удивително е, че по-късно повечето от тези допускания се оказват правилни.

Опирайки се на механизма за охлаждане, Хойл се убеждава, че постулираната от него водородна молекула ще може да оцелее в суровата среда на космоса. Струпващият се върху масивните звезди материал трябва да устоява на мощното ултравиолетово излъчване от горещата повърхност на звездата. Ултравиолетовата светлина е достатъчно мощна, за да откъсне от водородната молекула нейните два електрона и да разцепи молекулата на съставните два протона. За облекчение на Хойл разцепването на молекулите не е така често, за да спре акрецията.

След като разбира колко полезен може да бъде молекулният водород за неговите цели, Хойл по-нататък се запитва какъв може да бъде механизмът за създаване на молекули в дълбокия космос, но не стига до определен резултат. През 1940 не е имало наблюдателни данни относно междувъзвездни молекули от кой да е вид, макар че Едингтън е допускал съществуването им още през 1937. Непознатият за британските астрономи поради военните ограничения астроном Уолтър Адамс, от обсерваторията на Маунт Уилсън в Калифорния, се беше заел с детайлно изследване на спектрите на звездната светлина с помощта на най-големия в света телескоп. През 1941 той съобщава за регистрирането на двуатомни молекули CH и CN . Молекулен водород бива открит едва през 1970, когато Джордж Каръдърс използва космически полет и го регистрира в далечния ултравиолетов спектър на звездата Xi Persei . Отношението на количества на атомен към молекулен водород в звездата се оказва твърде близко до онова, за което Хойл е можел само да прави предположения. По-късно астрономите показаха, че междувъзвездните молекули играят ключова роля в еволюцията на галактиката: всяка звезда и всяка планетна система се образува във вътрешността на молекулен облак. Това са единствените места, където е достатъчно студено, за да може гравитацията да преодолее тенденцията на горещия газ да се разширява и разпръсва и по такъв начин да се образуват плътните “ядра”, от които стават звезди.

Междувременно Хойл и Литълтън продължават да дразнят гнездото на осите в КАО. Натискът за публикуването на продължаващите техни изследвания по акреция се подкрепя от допълнителните им идеи относно образуването на планети. През март 1940 отговорът на Доналд Садлър, новия научен секретар на КАО отново е отрицателен: “Не можем да обсъждаме въпроси, които вече са разгледани. . .”

Хойл и Литълтън продължават битката си, но към края на лятото Британското адмиралтейство изисква Хойл да се включи в работата с радар, така че той заедно с Барбара се пренасят в разрушения от бомбардировки град Портсмут. С колегите си от Кеймбридж държи постоянна връзка по пощата. Запазени са близо 100 писма от Литълтън до Хойл (1939-1942) и те са забележително свидетелство за трескавото търсене.

Например на 2 август 1940 Литълтън пише дълго писмо с детайлна математическа оценка относно поведението на Юпитер при пресичане на прахов облак от слънчевата система. Гигантската планета ще всмуче огромно количество прах. Писмото показва Литълтън откъм най-добрата му страна, тъй като той свежда проблема до система от разрешими уравнения.

Към март 1941 двойката вече е готова с уточненията на акреционната теория и този път КАО най-после приема без възражения правото на авторите да отговорят на Аткинсън. Позовавайки се на молекулния водород, те заявяват, че се справят с предсказаното от Аткинсън нагряване. Тяхната цел е да покажат по какъв начин акрецията може да води до големи възрасти на звездите, до 50 милиарда години, и те се позовават на това като най-силен аргумент в полза на акрецията. Накрая смело заявяват: “Развихме ... последователна теория на звездната еволюция”.

Какво според тях са постигнали те за астрофизиката? “Нашата работа,” пишат те, “показва, че вътрешно съгласувана теория може да се построи само при добре определени стойности на някои от параметрите”. Фактически те казват, че предполагащите от тях стойности, като например на количеството водород в космоса, трябва да бъдат правилни, тъй като тяхната теория, в която те имат пълна увереност, би била невалидна за които и да са други стойности. Заключение им е смайващо: “по отношение на звездната еволюция изборът е между [нашата] последователна теория и липсата на каквато и да е теория”. За пръв път Хойл заема такава твърда научна позиция и отказва да повярва, че нечий други идеи могат да бъдат правилни.

На 9 май 1941 КАО има заседание в библиотеката на улица “Бърлингтън”, Пикадили. Фред и Барбара пристигат по-рано. В 16:30 ч. в лекционната зала на задните пейки, облицовани с червена кожа, са насядали водещите астрономи, а отпред сядат новодошлите. Президентът и двамата научни секретари заемат местата си на масата на подиума. Зад тях е окачен портретът на Сър Исак Нютон, а от едната страна е портретът на Сър Уилям Хършъл.

От гледна точка на Хойл процедурата на заседанието започва не съвсем добре, тъй като част от времето отива за доразглеждане на статия, която не е била обсъждана докрай на априлското заседание. Сър Артър Едингтън излиза на подиума, за да представи една много техническа статия относно вътрешността на звездите. Според Барбара това е твърде скучно със сложната математика и неумелото представяне от страна на Едингтън. Накрая председателят започва проточена дискусия относно слънчевите петна, след което на Едингтън са зададени няколко въпроса, на които великият човек практически не отговаря. След като Едингтън представя по същия начин втора статия, часовникът вече показва 18:30. За Хойл не остава време да докладва. Той е вбесен. Вече му е ясно, че Едингтън не вярва в акреционната теория на звездната еволюция. По-късно той не е поканен и на юнското заседание на Обществото.

До този момент критиците на Хойл и Литълтън са били от Кралската обсерватория, но вече в битката влиза и Оксфорд, представен от Ендрю Такъри, който също е научен секретар на КАО. Някои влиятелни фигури са в рядколегията на малкия независим

журнал *The Observer*, който публикува доклади на КАО, обзори на книги, кратки научни съобщения и новини. Такъри е един от редакторите и през май 1941 той отпечатва кратко съобщение относно междузвездните молекули. Там той заявява: “Направено е откритие от първа величина относно състава на междузвездното пространство; негови автори са А. Макелар и У. Адамс, директор на обсерваторията на Маунт Уилсън. ... По блестящ начин е потвърдено съществуването на междузвездни молекули.” Репортажът завършва с въпрос, оставен без отговор: “Повдигнат е значителен нов проблем, а именно как могат молекулите да оцеляват, без да се разпаднат в условията на почти идеален вакуум в космоса.”

Когато прочита това, Литълтън се взривява. Като секретар на КАО Такъри трябва да е познавал статията на Хойл – Литълтън и казаното там относно молекулите в космоса; но тук той не споменава нищо за тяхното предсказание. На 11 юли 1941 Литълтън пише протестно писмо до Такъри, който показва писмото на своите колеги редактори в *The Observer*. След две седмици той отговаря на Литълтън с думите: “моите колеги не са съгласни с вашите възгледи”, а след това обяснява защо. След мълчание от няколко месеца Хойл отговаря на Такъри, като посочва, че отговорът на последния въпрос във въпросното съобщение вече е даден в статията на Хойл – Литълтън, която предшества съобщението, дошло от Съединените щати. Преписката само задълбочава конфликта на двамата автори с КАО.

И други статии са обект на битки със съвета на КАО. По същото време на обсъждане е подложена статия на Хойл – Литълтън върху вътрешния строеж на звездите. На заседанието си през юли 1941 съветът на КАО разисква критичните бележки на рецензента и отново кани Хойл и Литълтън да преработят статията си, преди КАО да я прати на втори рецензент.

Хойл прави изменения и праща нов вариант на статията. Обаче по това време за него става твърде трудно да продължава астрономическите си изследвания заедно с Литълтън. През октомври 1942 Адмиралтейството премества Хойл от Портсмът в Уитли (Съри) и това бележи водораздел в тяхното сътрудничество.

От 1939 до 1942 сътрудничеството на Хойл и Литълтън се характеризира с голямо богатство на проблемите, които те третират с помощта на акреционния механизъм. Фред се заема с най-различни въпроси. Какво да кажем за слънчевите петна? Възможно ли е те да се създават от падаща материя? Какво да кажем за външната атмосфера на Слънцето и особено за короната, която се вижда с невъоръжено око само по време на пълно слънчево затъмнение? Защо нейната температура може да достига милион градуса? Възможно ли е акрецията да нагрива короната до такава температура? Да, възможно е. Какво причинява огромните избухвания на Слънцето, протуберансите и бурите? Те също се свеждат до физика на акрецията. Промениливите звезди също влизат в тази картина и се обяснява природата на бляскавите червени гигантски звезди. Но това сътрудничество показва също, че Хойл развива борбено отношение спрямо критиката. Той е убеден, че трябва да защитава не само своите предсказания, но също и предположенията си. Тъй като британската астрономическа общност не

е голяма и се събира веднъж на месец в Лондон, атмосферата се наелектризира все по-силно. Свърх това Хойл се стреми по примера на древногръцките философи да “спаси репутацията си”, така че неговите модели да могат да се изменят в съответствие с новите данни. Тази особеност ще доведе в крайна сметка до неговото изключване от академията.

В Уитли Хойл е назначен за ръководител на теоретичната група, която се занимава с изучаването на разпространението на радарните лъчи. Негов заместник е Хърман Бонди. Първоначално групата е съставена от трима учени (Хойл, Бонди и Сирил Домб) и технически помощници, но скоро групата на учените нараства до седем учени, които очевидно са подбирани много внимателно, защото петима от тях по-късно са избрани за членове на Кралското общество (Бонди, Домб, Томас Голд, Хойл и физиологът Ричард Пъмфри).

Томи Голд се присъединява към тях през юли 1943 и наема квартира в село на около 10 километра от щаба им. През седмицата Хойл е на обща квартира с Бонди и Голд, а в празничните дни се връща при Барбара и малкия им син Джефри, които са останали в Уест Съсекс. Като резултат от честите им дискусии Бонди, Голд и Хойл след време ще направят много любопитни предположения относно природата на Вселената. По време на войната те е трябвало да се задоволяват с астрономически проблеми, за чието решение са достатъчни хартията и писалката. Нямали са достъп до библиотеки или до литература, не е имало семинари или лекции на знаменити учени.

Денем триото работело върху теоретични проблеми, свързано с разпространението на радарното лъчение. Вечерите им били запълнени с различни теми от науката, а Фред непрестанно предлагал нови идеи в астрофизиката, върху които тримата работели заедно. Фред споделя с Хърман своето ново направление в астрофизиката: космосът не е празен, а звездите претърпяват бърза еволюция като резултат от поглъщането на газ и прах. Фред е знаел, че съществуващите по това време телескопи не биха могли да изследват неговия акреционен механизъм и той разказва на Хърман за разочарованието си, че статиите му, написани заедно с Литълтън, не са успели да окажат положително въздействие върху астрономическата общност.

Бонди намира, че идеята за акрецията е твърде привлекателна и се заема да я развива. Той посочва на Хойл и Литълтън, че те не детайлизират достатъчно математическите разработки и затова работите им не са признати. По това време Бонди има натрупан теоретичен опит в областта на хидродинамиката или потоците на флуиди. Денем неговата военна работа е върху теорията на магнетрона – електронно устройство, което в днешно време е източник на радиовълни в микровълновите печки, но по онова време е било душата на радарния преподавател. Изучава също насрещни електронни потоци. Когато Фред му обяснява механизма на акрецията, Бонди се досеща, че с познанията си за флуидни потоци и насрещни електронни снопове той би могъл да прибави много месо върху скелета на теорията на Фред. По това време Бонди все още се води като аспирант към Кеймбридж, но на дисертацията му все още не достигала централна идея. Бонди работи упорито върху акреционния проблем на Хойл и Литълтън и през

октомври 1943 се кандидатира с получените резултати за сътрудник към университета. Спечелва конкурса и подготвя съвместна статия. Началото е многообещаващо: по това време вече са регистрирани междузвездни молекули и е изяснено, че температурата на междузвездния газ е достатъчно ниска, за да може да действа механизмът на Хойл – Литълтън. По-нататък, в резултат на ниската температура, теоретиците могат да пренебрегнат ефектите, свързани с налягането на газа, така че се постига значително опростяване. Аткинсън е изцяло пренебрегнат, тъй като повечето негови възражения вече са се оказали неверни.

Постигнатото от Бонди опростяване позволява на двамата да моделират реалистични ситуации. Бонди изчислява увличането, което една звезда изпитва, когато пресича междузвезден облак. Това изведнъж преобръща звездната динамика. На мястото на звезди, които спокойно се плъзгат през Млечния път, се оказва хаос, в който звездите ту се забавят, ту се забързват, когато се натъкват на облаци или на гравитационни полета. Вместо да е маловажна част от галактиката, междузвездната среда се оказва всеобхватна сила, която управлява движенията на звездите и самата непрестанно се разбърква от звездните движения. С рязък завой Бонди разглежда поглъщането на вещество от звездите не от плътни облаци, а от вездесъщата междузвездна среда. През последната четвърт на 20 век това щеше да се окаже с фундаментални приложения за физиката на колапсирани звезди, потопени в междузвезден газ.

Бонди и Хойл се надяват, че научната общност ще си вземе бележка от тяхната свежа статия. Нейното въздействие върху астрономите с течение на времето се оказва твърде необикновено. В астрономията повечето статии, които имат значително въздействие, обикновено се цитират през първите няколко години след публикуването, след което постепенно биват забравени от новото поколение от практики. Отначало статията на Хойл и Бонди е приветствана с пълно мълчание.

През 1947 Бонди, Хойл и Литълтън изказват хипотезата, че слънчевата корона е резултат от загряващия ефект на акрецията. Тази теория се поддава на детайлно математическо описание и разработката ѝ налага разширение на първоначалния акреционен механизъм. През следващата година Хойл използва статията на Бонди – Хойл – Литълтън като централно звено в монографията върху физиката на Слънцето, която той написва за Университетското издателство на Кеймбридж.

Извън групата един математик проявява интерес към тяхната работа; това е Уилям Маккрей от колежа Роял Холоуей в Лондон. В началото на 1950-те години, почти десетилетие след публикуването на статията на Бонди – Хойл, той използва техните резултати, за да моделира еволюцията на горещи гигантски звезди. Маккрей показва, че гигантите са израснали или посредством акреция, или са се образували относително неотдавна; второто обяснение изразява съвременния възглед. Неговият студент К. Дод продължава тази работа, като прави пресмятания на първия цифров компютър в Манчестърския университет. Дод вероятно е първият изследовател, който споменава за този механизъм като Бонди – Хойл – Литълтън (БХЛ) акреция. Азбучната подредба на авторите е правилна, но не е достатъчна като признание за Хойл,

който е извършил по-голямата част от работата. Леон Местел, който по онова време е бил научен сътрудник в университета на Лийдс, изследва как излъчването на звездата би влияло върху процеса на акреция. Появяват се пукнатини в първоначалния модел. Звездите преминават твърде бързо през облаците, за да може да се акумулира много материал, който едва ли би достигал, за да повлияе върху звездната еволюция. Но преработките на Бонди са оформили една картина на звезда, която практически е неподвижна и може да натрупва достатъчно вещество от междув звездния газ, което вече е обещаващо като идея.

Рей Литълтън също е направил независимо и изобретателно развитие на акреционния механизъм, като разработва забележителна теория за произхода на кометите. През 1942 той написва на Хойл в състояние на силна възбуда: “Дойде ми вдъхновение, което сега реализирам. Кометите се дължат на акреция на метеори при преминаване на Слънцето през прахов облак [всичко е подчертано]. Това е до такава степен очевидно обяснение, че аз не разбирам защо не сме го видели по-рано.” Литълтън никога не е приемал теорията за произхода на кометите, която постулира, че новите комети възникват в огромно хало от бъдещи комети, отвъд слънчевата система. (Фактически това точно е съвременното схващане, а далечното гъмжило от ледени светове най-после е открито през 1990-те години.) Цели десет години неговите идеи съзряват и намират израз в книгата му *Кометите и техният произход*. Той предполага, че при преминаване на Слънцето през междувзвезден облак от газ, ледени късове и прах ефектът на акрецията ще концентрира твърдите частици зад движещото се Слънце. Тук самопритеглянето и динамичните ефекти могат да съберат пометеното вещество в нещо, което наподобява замразена купчина от чакъл с диаметър няколко километра.

Със своя акреционен модел за произхода на кометите Литълтън попада в нов цикъл на академична схватка между две конкуриращи се теории – неговият чакълен нанос и скриващите се отвъд Плутон комети. Неговият модел има предимството, че дава много ясно и просто описание на образуването на кометите. Негови опоненти, привърженици на далечното натрупване, бяха наблюдатели, а не математици, които не можеха да обяснят как техният кометен облак е съумял да се окаже така далеч от Слънцето, удобно разположен вън от обсега на телескопните наблюдения. Хойл стои настрана от този спор, тъй като проблемите на планетната наука не го привличат. Астрономите наблюдатели виждат кометите като твърди късове от камък и лед, а не като купчина чакъл.

Теорията на БХЛ остава в сянка до 1967, когато изведнъж претърпява забележително възраждане. През 1967 Джослин Бел, от университета в Кеймбридж, открива пулсарите – бързо бипкащи източници на радиовълни. Теоретиците ги обясниха като отдавна търсените неутронни звезди – остатъчни ядра от масивни мъртви звезди, които са колапсирали до няколко километра в диаметър и са съставени почти изцяло от неутрони. Тяхната плътност е около хиляда милиона милиона пъти по-голяма от тази на обикновеното вещество. През 1970-те години “невидимата” астрономия беше стигнала до стадия, когато рентгеновите и ултравиолетовите телескопи, работещи в

космоса в спътникови обсерватории, можеха да регистрират ефекти на неутронни звезди. Съвсем неочаквано така бяха открити места, където протича акреция.

Така например през 1973 Крис Дейвидсън и Джеремая Острикър показаха как възниква рентгеново лъчение в бинарна звездна система, в която единият от партньорите е неутронна звезда. Последната залавя материал направо от силния “вятър”, духащ откъм нейния масивен партньор. Скоро е показано, че неутронни звезди, чиито партньор е с маса като тяхната, създават върху своя екватор плътен диск от погълнат материал. И в двата случая акреционният материал създава много високи температури на мястото на натрупването върху неутронната звезда и излъчва рентгенови лъчи.

През 1990-те години *рентгеновата обсерватория “Айнищайн”*, разположена на спътник на Земята, откри за пръв път слаби рентгенови източници, разположени в куповидни кластери. Последните представляват сферични облаци, съставени от звезди, и представляват най-старите структури в Млечния път. Астрономите смятат, че повечето сферични купове съдържат междузвезден газ, макар че последният трудно се регистрира. БХЛ акрецията е едно от няколкото възможни обяснения за някои от слабите рентгенови източници. Изолираните неутронни звезди могат да поглъщат този газ, а той при падането си отделя енергия под формата на рентгенови лъчи. Това е само един пример за възродения интерес на астрофизиците към ранните публикации на Хойл и неговите сътрудници, особено на Бонди, чиито разработки правят теорията приложима към рентгеновата астрономия.

Ранните постижения на Хойл се дължат на различния му стил на работа в сравнение с повечето негови съвременници, които се ограничават с една тясна област, например физика на Слънцето или звездна еволюция. А тук имаме изследовател, който с малко превишава нивото на един аспирант, но работи по всички фронтове, отхвърля идеите на другите, настоява, че неговите (често недовършени) идеи трябва да са верни, основавайки се върху тяхната математическа простота, макар че твърде малко преки наблюдения са в тяхна подкрепа. Нищо чудно, че съветът на КАО е объркан, след като Хойл претендира да е експерт практически във всяка област на астрономията.

Акрецията е първата сцена, на която Хойл се сблъсква с голям брой хора. Той спори с рецензентите на своите статии, спори със съвета на КАО, влиза в спорове на редовните заседания на КАО. В повечето случаи, когато за няколко минути излага своите схващания по един или друг въпрос, неговата бележка е последвана от канонада от възражения. Стилът му на спорене шокира колегиума, възпитан в традицията на вежливото поведение. Хойл просто изразява мнението си, но по начин, който малко по малко ще му натрупа неприятности в бъдеще.

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

Подбор и превод: М. Бушев