

НОБЕЛОВА НАГРАДА ПО ФИЗИКА – 2005 г. ЗА ПРИНОСИ В КВАНТОВАТА ОПТИКА

Хр. Протохристов

На 5 октомври 2005 г. експертната комисия към Шведската Кралска академия на науките оповести новите лауреати на Нобеловата награда по физика. Те са двама американски физици – Рой Глаубър (р. 1925 г.), професор в Харвардския университет, Джон Хол (р. 1934 г.) – професор в университета на Колорадо и водач изследовател в Националния институт за стандарти и технологии (NIST) на САЩ, и германецът Теодор Хениш (р. 1941 г.) – професор в университета Лудвиг-Максимилиан в Мюнхен и директор на Института Макс Планк по квантова оптика.

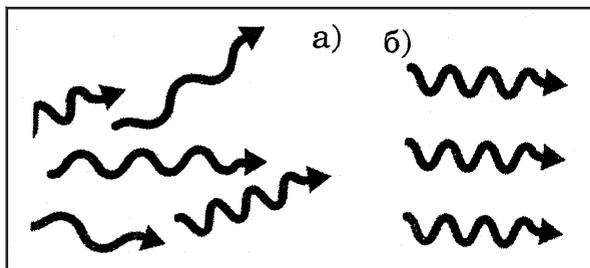
Половината награда се дава на Рой Глаубър за приноси в квантовата теория на оптичната кохерентност. Ученият изгражда основите на квантовата оптика като дава теоретично описание на квантовите свойства и поведението на фотоните. Неговата теория обяснява фундаменталните различия между топлинните източници на светлина и лазерите.

Джон Хол и Теодор Хениш получават заедно другата половина от наградата за приноси в развитието на прецизната лазерна спектроскопия, включително за създаването на оптичския квантов синтезатор.

Историята на науката и техниката показва, че напредъкът в неизвестни области на знанието е свързан почти винаги със създаване на качествено нови инструменти и методи, и тяхното усъвършенстване. Влиянието на електрическият ток, получен от галванична батерия, върху магнитна стрелка (Кристиан Оерщед, 1820 г.) показва съществуването на електромагнитно поле. Неговите свойства бяха изследвани от редица големи учени и обяснени по гениален начин от теорията на Джеймс Максвел (1864 г.), който разкри електромагнитното естество на светлината и предсказа съществуването на радиовълните, открити 14 години по-късно от Хайнрих Херц. Изследването налъченето на т.нар. абсолютно черно тяло и невъзможността то да бъде пресметнато в рамките на класическата теория доведе до квантовата хипотеза на Макс Планк (1900 г.). Спектралният анализ, от друга страна, разкри сложната структура на излъчването на различните химични елементи, възпроизведена в атомния модел на Нилс Бор (1913 г.). Обяснението на фотоелектричния ефект от Айнщайн (1905 г.) разкри двойствената природа на светлината. Откритието на един нов уред – оптичския квантов генератор – лазера, преди повече от четиридесет години, предизвика нов голям скок – истинска революция в оптиката.

Фотонът – вълна и частица

Теорията на Максвел дава отлично описание на електромагнитните вълни, намиращи широко приложение в модерните телекомуникации – в радиото, телевизията, мобилните телефони и др. Когато излъчвателят и приемникът работят със светлина, предаването на информация се извършва посредством фотони, които се регистрират в приемника посредством емисия от електрони. В този именно процес на абсорбция на фотони и емисия на електрони (фотоелектричен ефект), светлината започва да проявява корпускуларните си свойства.



Фиг. 1. а) Светлината от лампа с нагреваема жичка се състои от произволно излъчени фотони с различна честота, посока и фаза, докато лазерното излъчване.

б) е кохерентно – има еднаква честота, фаза и посока.

(Фиг. 1а), докато лазерното излъчване е кохерентно – то има еднаква честота (монохроматичност), еднаква фаза, или фазова разлика, и еднаква посока (Фиг. 1б). Напредъкът в лазерната техника позволи да се експериментира с много слаби кохерентни потоци от фотони, при които се проявява квантовият характер на светлината.

В теорията, опитите за квантуване на електромагнитното поле с помощта на хармонични осцилатори започват след първите успешни описания на атомните спектри, но независимо от постигнатите успехи, редица оптически ефекти не можеха да бъдат задоволително обяснени. Смяташе се, че при наблюдения в оптическата област, различията между Максвеловата и Планковата интерпретация могат да бъдат пренебрегвани.

През 1954-55 г. британските астрономи Роберт Хенбъри Браун и Ричард Туис провеждат интерференчно изследване (интерферометърът отчита изместването на максимумите в интерференчната ивица при промяна в оптичния път – в случая б м, между два паралелни светлинни снопа) на звезда Сириус и установяват корелация между отделните фотони в двата снопа, независимо че те идват от различни точки на звездата. Това квантово свойство

Класическата оптика описва светлинните явления в рамките на теорията на Максвел и се използва успешно при изследване свойствата на интензивна светлина от топлинни източници. Топлинните източници, използвани преди откриването на лазера, излъчват произволно, хаотично движещи се фотони. Светлината на лампа с нагреваема жичка, например, се състои от вълнови пакети с различна честота, дължина на вълната и фаза, т.е. тя не е кохерентна

на светлината се проявява особено силно, когато за светлинен източник се използва лазер.

Ефектът на Хенбъри, Браун и Туис (НВТ) намери своето обяснение в рамките на квантовата теория на оптичната кохерентност, предложена от Рой Глаубър през 1963 г. В основата на тази сложна теория е залегнал постулатът, че при поглъщане на един фотон състоянието на квантуваното електромагнитно поле се променя така, че следващият фотон се поглъща при ново, различно състояние. Това важи с особена сила за малък брой фотони и малки ансамбли от абсорбиращи атоми, както, например, е случаят в базовите елементи на квантовите компютри. Глаубър използва кохерентни състояния, познати от физиката на хармоничния осцилатор, за описание на квантовите оптични полета. Подобно на класическите вълни, тези състояния имат амплитуда и фаза и могат да се прилагат до много малки интензивности, когато квантовата гранулираност на светлината започва да влияе на наблюдението, особено за индивидуални частици-вълни. Фотоните имат спин (1) и се подчиняват на статистиката на Бозе-Айнщайн, т.е. спадат към групата на бозоните, докато електроните със спин (1/2), се подчиняват на статистиката на Ферми и са от групата на фермионите. Ако сноп от частици-вълни се раздели на две, то тяхната квантова природа води до появата на корелации или антикорелации при детектирането им. При фотоните, като бозони, се проявява тенденция за едновременно регистриране в детектора (наличие на корелация или съвпадение), докато електроните се регистрират разделно, вследствие принципа на Паули (антикорелация или антисъвпадение). Споменатите квантови ефекти бяха експериментално доказани за фотони през 1986 г. и за електрони през 1999 г. Голямата значимост на теорията на Глаубър се състои в това, че тя дефинира поведението на оптически системи при много малки интензивности на фотонния поток, където квантовите ефекти поставят естествена граница на редуциране на шумовете – техническите шумове могат да бъдат изкуствено елиминирани, докато квантовите не. Теорията намира приложение за осигуряване на надеждна комуникация в квантовите компютри, за защита на данни в квантовата криптография, при детектиране и запис на много слаби сигнали в свръхпрецизни физични експерименти. Тя дава възможност да се проникне по-далеч в обяснението на ефекта на т.нар. “телепортация“ на свързани фотони на големи разстояния, наблюдаван в експериментите на Антон Цайлингер. В експериментален аспект, теорията на Глаубър създаде предпоставки за разработките на другите двама нобелисти Джон Хол и Теодор Хенш.

Лазерна спектроскопия с висока разделителна способност

С развитието на лазерите през 60-те години на миналия век, експерименталната физика получи високочестотен осцилатор с много малка ширина на

емисионната линия. Ширината и стабилността на линията зависят от механични вибрации, акустични шумове и други въздействия, които могат да бъдат редуцирани чрез управление на лазерната честота от интерферометри с електронна обратна връзка. С помощта на подобни устройства бе достигната стабилност под 1 Хц. Следващата стъпка беше привързването на честотата на лазера към атомни и молекулни квантови преходи с изключително тесни спектрални линии в нарочно избрани атоми и молекули.

Джон Хол и неговият колектив, съвместно с НИСТ на САЩ, успяха да разработят схеми за честотна стабилизация, използвани в експерименти по изследване на фундаментални атомни системи, като атома на водорода. Честотата на квантовия преход $1s - 2s$ бе определена на $2\,466\,061\,413\,187\,103 \pm 46$ Хц. Този преход е от особено значение, предвид дългото време на живот на началното състояние, на което се дължи изключително тясната спектрална линия. В апаратурата се използва теснолъчен лазер с дължина на вълната 486 нм, чиято честота се стабилизира с помощта на цезиевия фонтанен атомен часовник на НИСТ (ВНТ, 2004, кн.9, с.13). В експериментите бе измерена още Ридберговата константа $R = 109\,737,315685 \pm 25 \text{ cm}^{-1}$, фундаментална природна константа, която участва като множител във формулата за пресмятане на водородния спектър. Измерено бе също така изместването на спектралните линии на водорода вследствие въздействието на ядреното поле, т.нар. Лембово отместване. С апаратурата на Хол е получена най-точната стойност за скоростта на светлината $c = 299\,792\,458$ км/с, която е приета за международен стандарт.

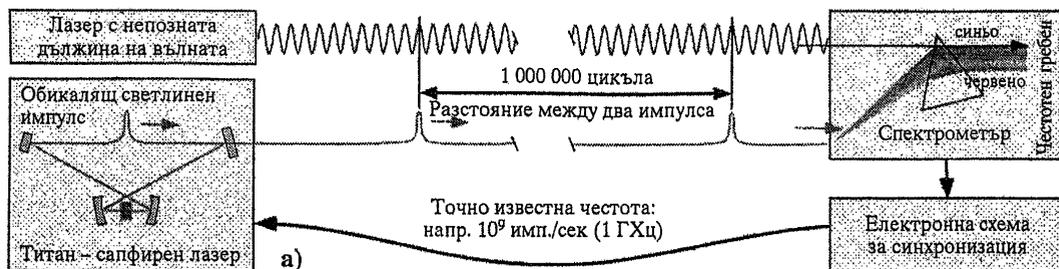
Оптически честотен синтезатор

Честотите, които се използват в съвременната електронна техника и телекомуникации, например в модерните персонални компютри и в сателитната телевизия са в обхват от 1 до около 10 ГХц ($1 \text{ ГХц} = 10^9 \text{ Хц}$). Зелената светлина с дължина на вълната 500 нм има честота 600 хиляди ГХц! Поради огромните стойности на честотите в оптическата област, досега в спектроскопията се измерваха единствено дължини на вълните на светлината, а не честоти.

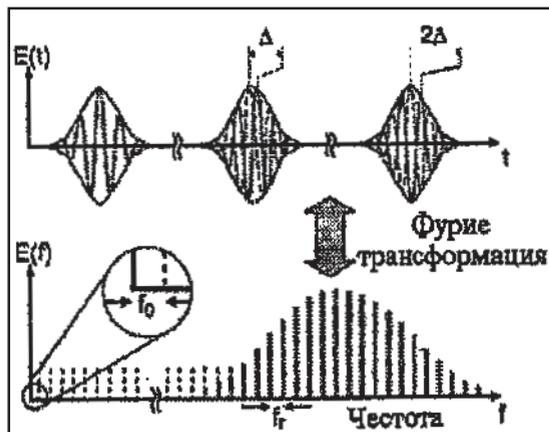
С помощта на оптическата спектроскопия, т.е. чрез измерване на дължини на вълните на светлината, излъчена от атомите, беше изследвана тяхната структура. С по-прецизни спектрометри бяха открити редица слаби ефекти, дължащи се на влиянието на външни електрически и магнитни полета (ефекти на Щарк и Зеeman) и на взаимодействието с вътрешното поле на атомното ядро. По отношение на инструментариума, старите призмични спектрографи бяха заместени от такива с дифракционна решетка и значително по-висока разделителна способност, но и те достигнаха своите граници. Развитието на лазерната техника и създаването на нови по-прецизни инструменти откри нови хоризонти в оптическата спектроскопия. През 1999 г. Теодор Хенш изоб-

рети честотомер за светлина, т.нар. оптически честотен синтезатор или още честотен гребен (frequency comb).

В устройството, показано схематично на Фиг. 2а, се генерират много къси, фемтосекундни ($1 \text{ fs} = 10^{-15} \text{ s}$) монохроматични импулси, които чрез сложна трансформация произвеждат спектър, покриващ целия светлинен диапазон от синята до инфрачервената светлина. Изходният референтен спектър, наподобяващ гребен (Фиг. 2б), се състои от стотици хиляди много тесни линии с фиксиран интервал.



Фиг. 2а



Фиг. 2б

Фиг. 2. а) Принципно схема на оптичския честотен генератор, б) формиране на честотния „гребен“; за измерване на неизвестна честота, както при нониуса, се използва съвпадението с някоя от равномерно разпределените зъби на гребена.

Активното вещество на лазера е сапфир, дотиран с титан $\text{Al}_2\text{O}_3(\text{Ti})$, като кристалът е поставен в меден блок за температурна стабилизация.

Лазерът произвежда импулси с дължина около 25 фс. Импулсите се разширяват чрез пропускане през оптични влакна, като се получава пълната оптическа октава от синя до инфрачервена светлина. Този спектър се разделя и преминава през един нелинеен интерферометър, като честотата на инфрачервената част се удвоява и се наслажда със синята. Снопът се филтрира с помощта на дифракционна решетка и попада върху фотодиод, който произвежда сигнал за стабилизиране на честотния гребен. Различните честоти в гребена са маркирани от тесни черни линии, разположени на еднакво разстояние една от друга. Честотата на непознатата светлина се определя, както при нониуса, чрез съвпадение с някоя от честотите в гребена. Точността на прибора е 10^{-14} .



Фиг. 3. Оптически честотен синтезатор модел F-1500, производство на фирмата „Менлосистемс“, която внедрява в практиката разработките на проф. Теодор Хени и неговия колектив.

За разлика от сложните и обемни еталони за честота, използвани досега, оптическият честотен синтезатор, произвеждан от фирмата „Менлосистемс“, има размерите на дипломатическо куфарче (Фиг. 3).

Нови еталони за време и дължина

Всеки часовник, независимо от неговия вид, съдържа два основни блока – осцилатор и преброител. Ежедневното видимо движение на Слънцето е достатъчно бавно, за да даде възможност на праисторическия човек да преброява изминалите

дни и години. Часовникът с осцилатор махало (честота от порядъка на секунда) е трябвало да бъде снабден с механичен брояч, който да сумира отчетените секунди, минути и часове. Съвременните електронни часовници, с пиезоелектрически кварцов осцилатор (честота от порядъка на 1 МХц) имат електронен преброител. В еталонните цезиеви атомни часовници (честота 9,192 ГХц) се използват много бързи честотни делители и преброители). Очевидно, при равномерен ход на осцилатора, точността на измерването нараства с увеличаване на честотата. Следователно, като се използва осцилатор, работещ в оптическия диапазон (зелената светлина има честота 600000 ГХц), може да се създаде много по-точен часовник. Тази принципна възможност беше ограничавана досега от липсата на достатъчно бърз преброител, какъвто се явява оптическият честотен синтезатор. Предполага се, че в недалечно бъдеще атомните оптически часовници ще достигнат точност 10^{-16} – 10^{-18} , но дори точността от 10^{-15} , достигната в момента (± 5 минути грешка от Големия взрив досега – за 10 милиарда години!), налага преразглеждане на международните стандарти за време и дължина.

Днес, еталонният платинен метър, узаконен през далечната 1793 г. и съхраняван в Парижкото предградие Севър, е историческа реликва. Следващият еталон за метъра, основан на дължината на светлинната вълна, е приет през 1889 г. В 1960 г. метърът се свързва с дължината на вълната на тясната и стабилна червена линия в спектъра на криптон-86. Кратко време след това, обаче лазерът детронира тази основна мярка. От първичен стандарт метърът се превърна в дериватна единица. Както бе споменато по-горе, с помощта на специализирана лазерна апаратура, скоростта на светлината беше измерена с рекордна точност. Така през 1983 г. 17-та Генерална конференция

за тежести и мерки прие нова дефиниция за метъра като разстояние, измина-
то от светлината за единица време. Точното определяне на оптически често-
ти от порядъка на 10^{15} Хц и привързването им към честотата на свръхфиния
преход в цезий-133 (около 10^{10} Хц), среща сериозни технически трудности.
Последните бяха отстранени чрез използване на оптическия синтезатор, при-
вързан към цезиев атомен часовник. Неотдавна в НИСТ беше демонстриран
оптически часовник, работещ с единичен живачен йон. Очертава се пътят
към оптически часовници с точност 10^{-18} , както и към нова, по-точна дефи-
ниция на секундата и метъра.

Перспективи

Развитието на квантовата оптика предлага много разнообразни методи
за решаване на фундаментални и приложни проблеми. Със значително по-
висока точност могат да бъдат проверени изводите на основни физични
теории, например релативистични ефекти, изотропия на пространството,
промяна на фундаменталните константи с времето, асиметрия между мате-
рия и антиматерия (чрез измерване спектрите на водород и антиводород),
наличие на гравитационни вълни и пр. Ще се повиши точността на систе-
мата за глобално позициониране (GPS) и на космическите навигационни
системи.

Съвременните компютри, интернет и телекомуникации са вече немис-
лими без приложението на квантовата оптика, която осигурява по-голяма
бързина, качество и надеждност. В тази връзка, възможността за точно оп-
ределяне на честоти в светлинния диапазон открива един нов пазар на оп-
тически честоти, много по-богат от използвания досега радиочестотен. Фан-
тастични переспективи за бизнеса, като се има предвид, че цената на ли-
цензите за радиочестотния диапазон с ширина 200 Мхц в ФРГ достигна 50
милиарда евро, докато оптичестият диапазон е над стохиляди пъти по-го-
лям.

Постиженията в областта на квантовата оптика, отбелязани с тазгодиш-
ната Нобелова награда по физика, разкриват нови хоризонти пред теоретич-
ната и експерименталната физика и несъмнено ще стимулират учените за
нови, изненадващи открития, които може да очакваме в недалечно бъдеще.

НОБЕЛОВАТА НАГРАДА ЗА МИР ЗА 2005 ГОДИНА

Р. Попиц



М. Ел-Барадеи

Във времето, когато потенциалната заплаха от ядрени оръжия и от разпространението на ядрени материали като че ли изникна отново и когато има държави, които не са склонни да спазват изискванията на договора за неразпространение на ядрените оръжия и на съответните гаранции за ненарушаване на този договор, на 7 октомври 2005 год. норвежкият Нобелов комитет, състоящ се от двете камари на норвежкия парламент, обяви носителите на наградата за мир за 2005 год. От твърде дългия списък с близо 200 предложения престижната награда беше присъдена на д-р Мохамед ЕлБарадеи и на оглавяваната от него Международна агенция за атомна енергия (съкратено МААЕ) за „...техните усилия да не се допуска използването на ядрената енергия за военни цели и да се осигури нейното прилагане за мирни цели по най-безопасен начин“. Очевидно Нобеловият комитет желае недвусмислено и съвсем ясно да подчертае, че потенциалната ядрена заплаха за мира трябва да бъде отстранена чрез възможно най-широко международно сътрудничество, което близо половин век е приоритет в дейността на МААЕ и на неговото ръководство.

МААЕ е водещата световна междуправителствена организация за научно-техническо сътрудничество в областта на използването на атомната енергия за мирни цели. Създадена е от Организацията на обединените нации (ООН) през 1957 г., когато международните усилия за реално осъществяване на предложението, което президентът на САЩ Дуайт Айзенхауер прави в историческата си реч „Атомите за мир“ пред Общото събрание на ООН на 8 декември 1953 г., се увенчават с определен успех. Понастоящем МААЕ със седалище във Виена обединява 138 страни-членки¹.

МААЕ реализира широк спектър от услуги, програми и дейности в по-

¹ С ратифицирането на Устава на МААЕ още през 1957 г. България става една от страните-учредителки на организацията. Впоследствие България е страна по всички основни конвенции и протоколи на МААЕ.

мощ на своите страни-членки. В приетия от ООН Устав на МААЕ още през 1957 г. твърдо се подчертава, че „Агенцията се стреми да се постигне по-бързо и широко използване на атомната енергия за поддържане на мира, здравето и благосъстоянието в целия свят“ По същото време се утвърждава основният принцип, че помощта, която МААЕ предоставя и която е под нейно наблюдение или контрол, не може да бъде използвана в никакъв случай по начин, който да способства за каквато и да е военна цел. До края на 60-те години на миналия век основните дейности на МААЕ могат да се резюмират, както следва:

– Оказване на помощ на страните-членки при планиране и използване на ядрени технологии за тяхното мирно приложение (напр. в областта на медицината, промишлеността, селското стопанство, управлението на водните ресурси и др.).

– Разработване на стандарти по ядрена безопасност и радиационна защита, които подпомагат и поощряват достигането и поддържането на достатъчно високо ниво на безопасност при използване на атомната енергия за защита здравето на човека и за опазване на околната среда от въздействието на йонизиращите лъчения.

Скоро след подписания на 5 август 1963 год. от САЩ, СССР и Великобритания договор за забрана на опитите с ядрени и термоядрени оръжия в атмосферата и извън нея (вкл. в космическото пространство, под водата, а също и във всяка друга среда), ако при такъв опит могат да бъдат предизвикани радиоактивни отлагания извън границите на държавата, под чиято юрисдикция и контрол се извършва опитният взрив, учени, военни експерти и политици изказват основателни опасения, че разпространението на новите разрушителни оръжия може да продължи и в недалечно бъдеще най-малко още една дузина държави биха могли евентуално да разработят и да се сдобият с такива оръжия. Така, по инициатива на трите държави, подписали споменатия договор за забрана на опитите, започват преговори и на 1 юли 1968 г. се стига до подписването на договор за неразпространение на ядрени оръжия. Скоро след това към договора се присъединяват 59 държави и на 5 март 1970 г. той влиза в сила. С този договор държавите, които притежават ядрени и термоядрени оръжия, се задължават да **не** предоставят такива оръжия и контрола върху тях на други държави, да **не** оказват помощ за разработването или производството на тези оръжия. Държавите, които не притежават ядрени оръжия, от своя страна се задължават да не приемат такива оръжия, да не ги произвеждат или изпитват, както и да не се домогват до помощта на която и да е държава за подобни цели. Контролът за изпълнението на задълженията по този договор се възлага на ООН и по-специално на МААЕ. Така

към първоначалните дейности на МААЕ за използване на атомната енергия за мирни цели в рамките на глобалните усилия за предотвратяване на разпространението на ядрени и термоядрени оръжия, се прибавят и осъществяването на контрола на ядрените материали, преди всичко на уран-235 и на плутоний, които да не бъдат пренасочвани от законните мирни цели към военни приложения.

След като една държава членка на МААЕ стане участник в договора за неразпространение на ядрено оръжие и приеме споразумението за гаранциите, Агенцията контролира всички заявени ядрени материали посредством инспекции на място, чрез дистанционни наблюдения и проверка на отчетните документи. Без системното и строго приложение на цялостната система за гаранциите, търговията с ядрени материали и предаването на свързани с тях технологии са незаконни и невъзможни. По този начин ролята на МААЕ за съблюдаване на гаранциите е много съществена и до голяма степен дава възможност да бъде разкрито всяко нерегламентирано разпространение на ядрен материал. Това е и причината нобеловият комитет да присъди награда за мир на генералния директор на МААЕ и на самата организация.

Преизбраният неотдавна за трети последователен мандат генерален директор на агенцията д-р Мохамед ЕлБарадей е роден в Египет през 1942 г. завършил е право в университета в Кайро, а впоследствие получава магистърска степен и защитава докторат по международно право в Ню Йоркския университет. Работи след това в постоянното представителство на Египет към ООН в Ню Йорк и в Женева, преподава известно време международно право в Ню Йорк, а от 1984 г. е на работа в централата на МААЕ във Виена. От 1 декември 1997 г. д-р ЕлБарадей е избран за генерален директор на МААЕ. През повече от тридесетгодишната си дейност като дипломат, служител в международни организации и преподавател той е детайлно запознат с развитието на правните процеси в международните организации в системата на ООН. Кариерата му в МААЕ му дава възможност да разработва експертизи в различни области от дейността на агенцията, вкл. по въпросите на неразпространението на ядреното оръжие и за мирното използване на ядрената енергия. От известно време д-р ЕлБарадей предупреждава за нуждата от спешни и строги мерки, тъй като потенциалната опасност ядрени материали да попаднат в ръцете на терористи не може да бъде пренебрегната. Той подкрепя идеята за нов план за контрол на въоръженията. През юни 2000 г. д-р ЕлБарадей посети България по покана на тогавашния Комитет за използване на атомната енергия за мирни цели (сега Агенция за ядрено регулиране) и беше гост на АЕЦ „Козлодуй“.

Нобеловата награда за мир беше връчена на тържествена церемония в Осло на 10 декември 2005 г., в деня на смъртта на основателя на носещите името му награди Алфред Нобел, от председателя на норвежкия Нобелов комитет в присъствието на краля на Норвегия Харалд V и членове на кралското семейство. Сумата, която съпътства златните медали и дипломите за наградата се разделя поравно между МААЕ и нейния генерален директор. Тя възлиза общо на 1,07 млн. Евро и ще бъде внесена в специален фонд на МААЕ за подпомагане на здравеопазването и на производството на храни за развиващи се страни. От името на МААЕ отличието беше прието от заместник генералния директор Юкия Аmano от Япония. Приемайки наградата, д-р Ел-Барадей отбелязва в словото си, че в момента в света има около 27000 ядрени бойни глави и това е твърде много! „Светът трябва да положи усилия за заклемяване на ядрените оръжия от цялата международна общност така, както са заклемени робството и геноцида. Трудна е задачата да се създаде такава нагласа, при която на ядрените оръжия да се гледа като на табу и историческа аномалия“, заяви на тържествената церемония в Осло д-р Ел-Барадей.

Абонирайте се за „Светът на физиката“ на адреса на редакцията – в канцеларията на СФБ или в тази на Софийския клон на СФБ и във всички пощенски станции – кат. № 1686.

Годишен абонамент – десет (10) лева.

За ученици, аспиранти и пенсионери – пет (5) лева.

МАТЕРИАЛИ С ОТРИЦАТЕЛЕН ПОКАЗАТЕЛ НА ПРЕЧУПВАНЕ

Динко Динев

1. Какво представляват материалите с отрицателен показател на пречупване

Електромагнитните свойства на една среда се определят от три параметъра: диелектричната проницаемост ϵ_a , магнитната проницаемост μ_a и относителната проводимост σ . Тук с индекс „а“ са означени абсолютните стойности на тези величини, докато относителните им стойности ще означаваме с ϵ и μ .

За линейните среди ϵ_a , μ_a и σ не зависят от големината на приложените електрично и магнитно полета. За изотропни среди ϵ_a , μ_a и σ са скалари, а в анизотропни среди поне една от тези величини е тензор.

При наличието на диелектрични загуби диелектричната проницаемост е комплексна величина, като $tg\delta = \epsilon''/\epsilon'$ е тангенсът на ъгъла на загубите. Във феромагнитни среди магнитната проницаемост също трябва да се счита за комплексна величина, за да се отчете явлението хистерезис.

В повечето известни изотропни среди и диелектричната и магнитната проницаемости са положителни величини, $\epsilon > 0$, $\mu > 0$. Но съществуват вещества, в които един от двата параметъра, ϵ или μ имат отрицателни стойности. Например в газообразна плазма при ниски честоти $\epsilon < 0$ и $\mu > 0$. В метали като сребро и злато плазмената честота на електронния газ лежи в оптичния диапазон. Това означава много силно взаимодействие между падащата светлина и метала и води до силна зависимост на $\tilde{\epsilon}$ от честотата при честоти от оптичния диапазон. За честоти по-големи от плазмената честота на електронния газ в метала $\epsilon' < 0$. В резонансни феромагнити пък $\mu < 0$.

Възниква логичният въпрос: съществуват ли среди, в които едновременно $\epsilon < 0$ и $\mu < 0$? Ако подобни среди съществуват, то дали те притежават някакви специфични, необичайни свойства, които да ги правят интересни както за физиката, така и за различни приложения?

Тези въпроси пръв си задава през 1945 г. големият руски физик Л. И. Манделщам [1].

В някои от изразите, характеризиращи взаимодействието на електромагнитни вълни с веществото, ϵ и μ участват като произведение. Едновременната смяна на знаците на ϵ и μ не променя тези съотношения.

За изясняването на електродинамичните свойства на среди с едновременно отрицателни диелектрична и магнитна проницаемости трябва да се

обърнем към онези съотношения, в които ϵ и μ участват отделно. Това са преди всичко уравненията на Максвел:

$$\begin{aligned} \text{rot } \vec{H} &= \epsilon \frac{\partial \vec{E}}{\partial t} \\ \text{rot } \vec{E} &= -\mu \frac{\partial \vec{H}}{\partial t} \end{aligned} \quad (1)$$

За плоска електромагнитна вълна:

$$\begin{aligned} \vec{E}(\vec{r}, t) &= \vec{E}_0 e^{i(\omega t - \vec{k} \cdot \vec{r})} \\ \vec{H}(\vec{r}, t) &= \vec{H}_0 e^{i(\omega t - \vec{k} \cdot \vec{r})} \end{aligned} \quad (2)$$

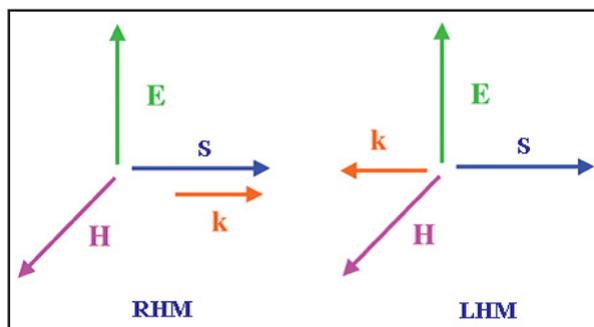
където \vec{k} е вълновият вектор; $k = \omega \sqrt{\epsilon_a \mu_a}$ е вълновото число, тези уравнения се свеждат до:

$$\begin{aligned} \vec{k} \times \vec{E} &= \omega \mu \vec{H} \\ \vec{k} \times \vec{H} &= -\omega \epsilon \vec{E} \end{aligned} \quad (3)$$

От (3) следва, че докато при $\epsilon > 0$ и $\mu > 0$ векторите $\vec{E}, \vec{H}, \vec{k}$ образуват дясно ориентирана тройка вектори, то при $\epsilon < 0$ и $\mu < 0$ $\vec{E}, \vec{H}, \vec{k}$ образуват ляво ориентирана тройка вектори. Това дава основание среди, в които едновременно $\epsilon < 0$ и $\mu < 0$, да се нарекат ляво ориентирани среди или среди-леващи. Английският термин е Left-Handed Materials (LHM), докато традиционните среди с $\epsilon > 0$ и $\mu > 0$ са наречени Right-Handed Materials (RHM).

От друга страна потокът на енергията, която се пренася от вълната, се определя от добре известния вектор на Пойнтинг:

$$\vec{S} = \vec{E} \times \vec{H} \quad (4)$$



Фиг. 1. Разпространение на плоска електромагнитна вълна в дясно ориентирани и в ляво ориентиран материали

Векторът на Пойнтинг \vec{S} образува с \vec{E} и \vec{H} винаги дясно ориентирана тройка вектори.

Следователно докато в традиционните (RHM) материали $\vec{S}, \vec{u}, \vec{k}$ са насочени в една посока, то в LHM материали $\vec{S}, \vec{u}, \vec{k}$ са противоположни вектори – Фиг. 1.

В LHM материали фазовата скорост на вълната е насочена противоположно на потока на

енергията. И тъй като скоростта, с която се разпространява енергията, е равна на груповата скорост, то се говори за отрицателна групова скорост в смисъл, че фазовата и груповата скорости са антипаралелни.

По тази причина средите с едновременно отрицателни диелектрична и магнитна проницаемости се наричат още среди с отрицателна групова скорост.

По-нататък можем да проведем стандартния анализ на пречупването и отражението на една плоска електромагнитна вълна от границата между една конвенционална, т.е. RHM среда и една LHM среда. Граничните условия, които трябва да се удовлетворяват, са:

$$\begin{aligned} E_{t1} &= E_{t2} \quad , \quad H_{t1} = H_{t2} \\ \varepsilon_1 E_{n1} &= \varepsilon_2 E_{n2} \quad , \quad \mu_1 H_{n1} = \mu_2 H_{n2} \end{aligned} \quad (5)$$

При $\varepsilon_1 > 0$, $\mu_1 > 0$ и $\varepsilon_2 < 0$, $\mu_2 < 0$ компонентите, успоредни на границата между двете среди се запазват, докато компонентите, перпендикулярни на тази граница, си променят както големината така и ориентацията. И тъй като във втората (LHM) среда $\vec{E}, \vec{H}, \vec{k}$ образуват ляво ориентирана тройка вектори, то пречупеният лъч е разположен симетрично спрямо нормалата към границата между средите – Фиг. 2.

При пречупването на електромагнитната вълна на границата на един RHM и един LHM материал енергията се разпространява от границата навътре в LHM средата, докато фазата на пречупената вълна се движи обратно към границата.

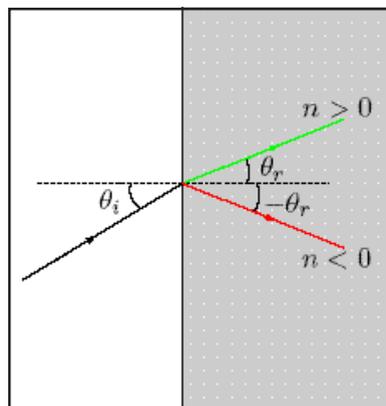
Законът на Снелиус продължава да е валиден, но показателят на пречупване трябва да се счита за отрицателен:

$$\frac{\sin \theta_i}{\sin \theta_r} = n_{1/2} = -\sqrt{\frac{\varepsilon_{a1}\mu_{a1}}{\varepsilon_{a2}\mu_{a2}}} \quad (6)$$

Това е забелязано за първи път от Л. И. Манделщам [1].

По тази причина средите с едновременно отрицателни диелектрична и магнитна проницаемости се наричат среди с отрицателен показател на пречупване.

Подробен анализ на електромагнитните свойства на LHM материалите е направен през 1967 г. от В. Г. Веселаго [2].



Фиг. 2. Пречупване на електромагнитна вълна от RHM и от LHM материали

2. Свойства на материалите с отрицателен показател на пречупване

Материалите с отрицателен показател на пречупване, т.е. LHM материали, притежават редица необичайни свойства, които ги правят интересни за приложенията.

- В LHM материалите се реализира обърнат ефект на Доплер – ако приемникът се движи към източника на вълните, то той ще регистрира по-малка честота от честотата на източника, а не по-голяма, както е в RHM материалите.
- В LHM материали се реализира обърнат ефект на Вавилов-Черенков. Ако заредена частица се движи в една LHM среда със скорост по-голяма от скоростта на разпространение на електромагнитните вълни в тази среда, то тази частица излъчва електромагнитно лъчение. Но в LHM материалите конусът на излъчването е насочен назад, спрямо посоката на движението на частицата.

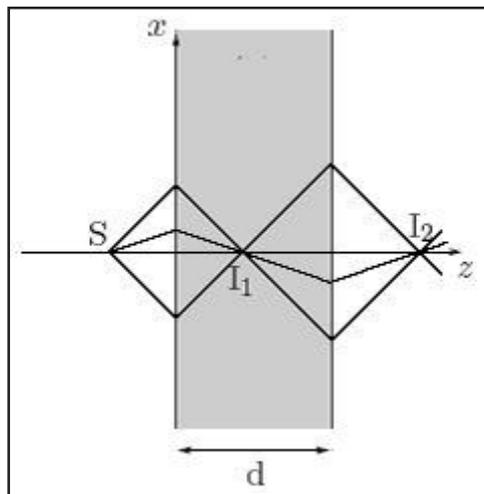
- При LHM материалите изпъкналата сферична леща става дефокусираща, а вдлъбнатата – фокусираща. Плоскопаралелна пластина от LHM материал създава действително, обемно изображение – Фиг. 3.

- Среда с $\epsilon = \mu = -1$ се нарича идеална LHM среда. Тя има нулев коефициент на отражение. Цялата енергия на падащата вълна преминава в пречупената вълна. Плоскопаралелна пластина от идеален LHM материал създава идеално изображение в смисъл, че изменението на фазата на вълната между обекта и изображението е равно на нула.

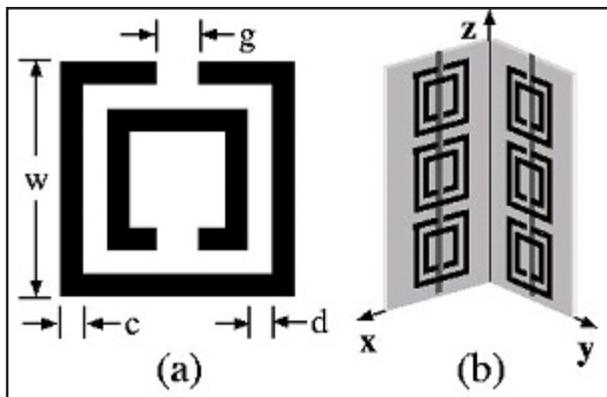
3. Изкуствени материали с отрицателен показател на пречупване, $n < 0$

Не са открити природни материали, в които ϵ и μ да са едновременно отрицателни. Честотните диапазони, в които $\epsilon < 0$ и $\mu < 0$ не се припокриват, а са много различни. За реализирането на среда с отрицателен показател на пречупване $n < 0$, са създадени някои изкуствени материали, наречени метаматериали.

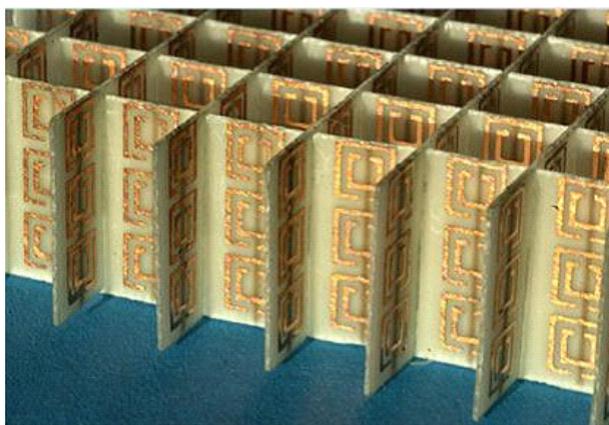
През 1996 г. Дж. Пендри показва, че периодична решетка от тънки ме-



Фиг. 3. Създаване на действително, обемно изображение от плоскопаралелна пластина от LHM материал



Фиг. 4. Разрязан пръстеновиден резонатор (split-ring resonator, SRR), за който $\mu < 0$ за електромагнитно лъчение с честота 1-10 GHz.



Фиг. 5. Метаматериал – двумерна периодична структура от SRR резонатори и метални проводници. Притежава отрицателен показател на пречупване за честоти между 10.4-11 GHz

GHz $\epsilon < 0$ и $\mu < 0$ едновременно. В този честотен диапазон метаматериалът има поведението на ляво ориентиран (LHM) материал.

През 2003 г. А. Хуск и сътрудници от Масачузетския технологичен институт (MIT) – [8] експериментално потвърдиха, че клинообразен образец от новия метаматериал действително притежава отрицателен показател на пречупване – Фиг. 7.

През 2000 г. М. Нотоми от NTT изследователски лаборатории, Япония показа – [9], че отрицателен показател на пречупване може да се реализира и в т.нар. фотонни кристали, при определени параметри на решетката. Фотон-

тални проводници има отрицателна ефективна диелектрична проницаемост, $\epsilon < 0$ и малко затихване за електромагнитни вълни от микровълновата област, с честоти 1-10 GHz [5].

Малко по-късно Дж. Пендри – [6] предлага периодична решетка от разрязани пръстеновидни медни резонатори (split-ring resonator, SRR), която в същия честотен диапазон притежава отрицателна магнитна проницаемост, $\mu < 0$ – Фиг. 4.

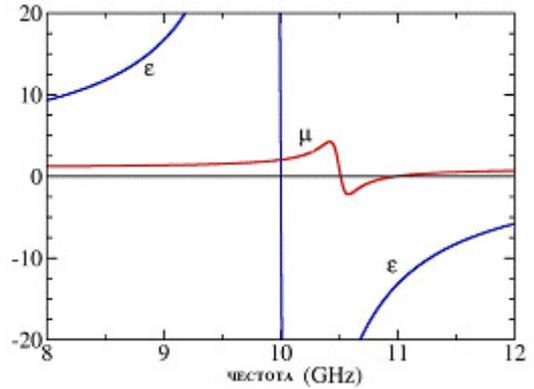
Д. Смит [7] обединява двете решетки в една двумерна периодична структура с параметър на решетката 5 mm, която притежава отрицателен показател на пречупване $n < 0$ за определен честотен диапазон – Фиг. 5. Решетките от SRR резонатори и от проводници са разположени от двете страни на печатни платки и са изработени чрез литографска техника.

На Фиг. 6 са показани диелектричната проницаемост ϵ и магнитната проницаемост μ на предложения метаматериал. За честоти между 10.4 GHz и 11

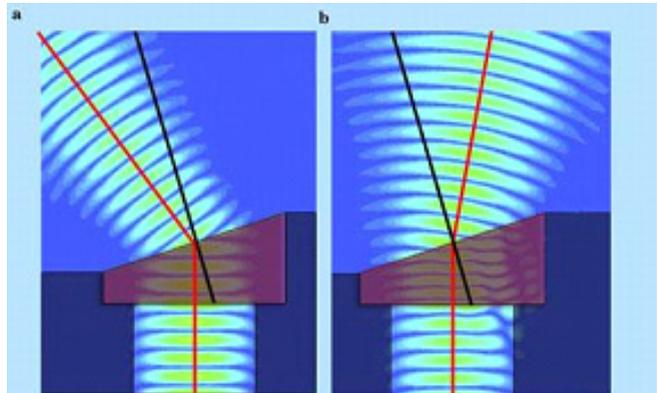
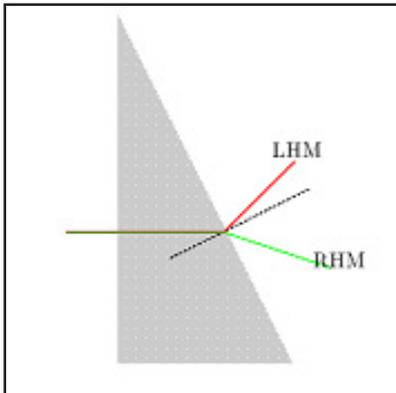
ните кристали – [10] представляват решетка от диелектрични пръчки или от дупки, ецвани в диелектричен материал, в който периодичността е от порядъка на дължината на вълната на използваната светлина – Фиг.8.

4. Съществува ли идеална леща?

Разделителната способност, която може да се постигне от една леща е ограничена от дифракцията и е равна на половината от дължината на вълната на използваната светлина.



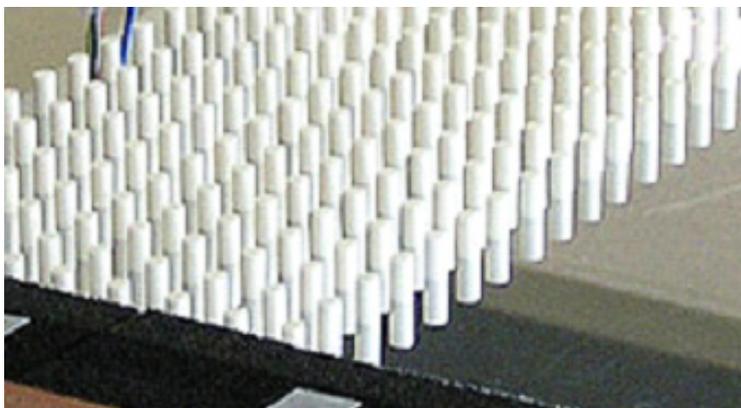
Фиг. 6. Диелектрическа проницаемост ϵ и магнитна проницаемост μ за предложени метаматериал



Фиг. 7. Експериментално потвърждение, че изкуствения метаматериал притежава отрицателен показател на пречупване в честотния диапазон 10.4 – 11 GHz; а.) ляво ориентиран метаматериал, б.) ляво ориентиран материал.

В електромагнитното поле на един източник на електромагнитни вълни има две принципно различни компоненти. Едната компонента се състои от неразпространяващи се вълни, които затихват експоненциално с отдалечаването от източника. Това е т.нар. близко поле (near-field). Другата компонента е съставена от разпространяващи се вълни. Това е т.нар. далечно поле (far-field). Поради затихването на близкото поле изображението съдържа винаги по-малко информация, отколкото излъчва източникът.

През 2000 г. Дж. Пендри излиза с теоретичен анализ, в който показва, че плоскопаралелна пластина от идеален ляво ориентиран (LHM) материал с $n = -1$ може да усилва близкото поле и по този начин да създава идеално изображение, в което да се съдържа цялата информация, излъчена от източника



Фиг. 8. Фотонен кристал

оретичен и приложен електромагнетизъм публикува статия – [12], в която твърди че експериментално са наблюдавали при фокусирането от плоскопаралелна пластина от идеален ЛНМ материал разделителна способност по-добра от 0.1λ .

[11]. Това твърдение на Дж. Пендри предизвика разгорещена дискусия, като гласовете се разделят на такива, които признават вярността на изводите на Пендри и на такива, които ги отричат.

Неотдавна Вл. Кисел от Московския Институт по те-

Литература

1. Л. И. Мандельщам. ЖЭТФ, т. 15, 1945, с. 475.
2. В. Г. Веселаго. УФН, т. 92, вып. 3, 1967, с. 517.
3. Р. А. Силин. Необычные законы преломления и отражения. Фазис, М., 1999.
4. К. Ю. Блюх, Ю. П. Блюх. УФН, т. 174, вып. 4, 2004, с. 439
5. J. B. Pendry et al. Phys. Rev. Lett., v. 76, p. 4773, 1996.
6. J. B. Pendry et al. IEEE Trans. Microwave Theory and Technics, v. 47, p. 2075, 1999.
7. D. R. Smith et al. Phys. Rev. Lett., v. 34, p. 4184, 2000.
8. A. Houck et al. Phys. Rev. Lett., v. 90, p. 137401, 2003.
9. M. Notomi. Phys. Rev. B, v. 62, p. 10696, 2000.
10. P. V. Parimi, W. T. Lu, P. Vodo, S. Sridhar. Nature, v. 426, p. 404, 2003.
11. J. B. Pendry. Phys. Rev. Lett., v. 85, p. 3966, 2000.
- A. N. Lagarkov, V. N. Kissel. Phys. Rev. Lett., v. 92, 2004.

ГОЛЕМИТЕ ОПТИЧНИ ТЕЛЕСКОПИ НА БЪДЕЩЕТО

Б. М. Шустов

Човечеството е добило основния обем от знания за Вселената с помощта на оптични инструменти – телескопи. Още първият телескоп, изобретен през 1610 г. от Г. Галилей е позволил да се направят велики астрономични открития. През следващите столетия астрономическата техника непрекъснато се усъвършенствала и съвременното ниво на оптичната астрономия се определя от данни, получени с помощта на инструменти, които са стотици пъти по-големи по размери от първите телескопи.

През последните години особено силно се откроява тенденцията за създаване на все по-големи инструменти. Телескопи с огледала с диаметър от 8-10 метра стават традиционни в наблюдателната практика. Проектите за създаването на 30-метрови и дори на 100-метрови телескопи днес се оценяват като напълно осъществими още след 10-20 години.

Защо се строят големи телескопи

Необходимостта да се строят подобни телескопи се определя от задачите, които изискват пределна чувствителност, за да може да се регистрира излъчването от най-слабите космични обекти.

Към тези задачи спадат:

- Произходът на Вселената
- Механизмите на образуване и еволюция на звездите, галактиките и планетните системи
- Физичните свойства на материята в екстремни астрофизични условия
- Астрофизичните аспекти на зараждането и на съществуването на живот във Вселената.

За да получи максимум информация за астрономичния обект, съвременния телескоп трябва да притежава голяма площ на събиращата светлина оптика и висока ефективност на приемниците на лъчението. Освен това шумовете при наблюденията трябва да са минимални.

Днес ефективността на приемниците в оптичния диапазон, разбира се, като процент на регистрираните кванти към общия брой достигнали до чувствителната повърхност кванти се доближава до своята теоретична граница от 100% и по-нататъшните усъвършенствания са свързани с ускоряването на обработката на сигнала и др.

Шумовете при наблюденията се явяват сериозен проблем. Освен шумовете от естествен характер (например, облачност, прахови образувания в атмосферата) опасност за съществуването на оптичната астрономия като наблю-

дателна наука представлява и нарастващото засветяване от населените пунктове, промишлените центрове и комуникациите и свързаното с развитието на технологиите замърсяване на атмосферата.

Естествено съвременните обсерватории се строят в места с благоприятен астроклимат. Върху земното кълбо подобни места са много малко, не повече от десетина. На цялата територия на Русия няма място с много добър астроклимат.

Единственото перспективно направление за развитие на високоефективна астрономична техника остава увеличаването на размерите на събиращата светлина площ на инструментите.

Опитът от създаването и експлоатацията на големи телескопи

През последното десетилетие в целия свят са построени или се намират в процес на създаване повече от десетина проекта на големи телескопи – виж таблицата.

В някои проекти се предвижда строителството едновременно на няколко телескопа с огледала с диаметър по-голям от 8 m.

Цената на инструментите се определя преди всичко от размерите на оптиката. Натрупаният за столетия опит в телескопостроенето е довел до един прост начин за сравнителна оценка на цената S на телескоп с огледало с диаметър D (да напомним, че всички телескопи с диаметър по-голям от 1 m са телескопи-рефлектори). За телескопи с непрекъснато огледало S е пропорционално на D^3 .

Анализирайки таблицата, виждаме, че това класическо съотношение се нарушава при най-големите телескопи. Тези телескопи са по-евтини и за тях S е пропорционално на D^a , където a е по-малко от 2. Именно относителното намаляване на цената при много големите телескопи ни дава възможност днес да разглеждаме проектите на свръхголеми телескопи с диаметър на огледалото от десетки и даже от сто метра не като фантазии, а като напълно реализуеми в недалечното бъдеще проекти.

Ние ще разкажем за няколко от най-икономичните проекти.

Един от тях, SALT, влиза в действие през 2005 г. Строителството на гигантските телескопи от 30-метровия клас ELT и на стометровия OWL още не е започнало, но е възможно те да се появят след 10-20 години.

Големият южноафрикански телескоп SALT

През 1970 г. основните обсерватории на ЮАР са обединени в южноафриканската астрономическа обсерватория. Главната квартира на обсерваторията се намира в Кейптаун. Основните инструменти – четири телескопа (1.9 m, 1.0 m, 0.75 m, 0.5 m) са разположени на разстояние 370 km от Кейптаун, на хълм, издигащ се на сухото плато Кару (Karoo).

През 1948 г. в ЮАР построиха 1.9 m телескоп, най-големият в южното полукълбо по онова време.

През деветдесетте години на миналия век научните кръгове и правителството на ЮАР решиха, че южно-африканската астрономия не може да бъде конкурентноспособна и през 21-ви век без съвременен голям телескоп.

Първоначално се обсъждал проект на 4 m телескоп, подобен на ESO NTT (New Technology Telescope) или на по-съвременния WIYN от обсерваторията Кит Пик. Обаче накрая е избрана концепцията за голям телескоп – аналог на инсталирания в обсерваторията Мак-Доналд, САЩ, телескоп Хоби-Ебърли (Hobby-Eberly Telescope, HET).

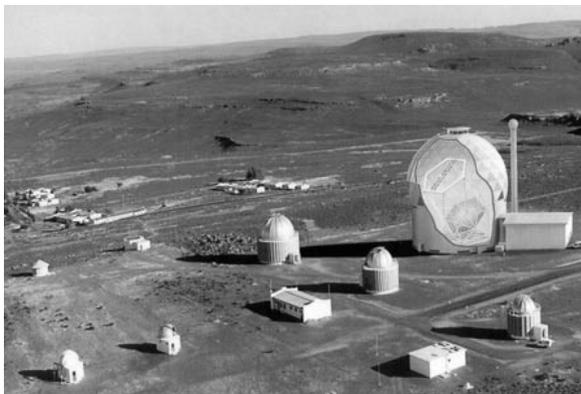
Проектът получава названието Голям южно-африкански телескоп (Southern African Large Telescope, SALT).

Проектът получава названието Голям южно-африкански телескоп (Southern African Large Telescope, SALT).

Цената за телескоп от подобен клас е твърде ниска, всичко 20 млн USD. При това цената на самия телескоп е само половината от тази сума, останалите пари ще се изразходват за строителството на кулата и за инфраструктура. Още 10 млн USD ще струва обслужването на инструмента в течение на 10 години. Подобна ниска цена се дължи на опростената конструкция и на това, че телескопът се създава като аналог на един вече работещ телескоп.

SALT и съответно HET се различават радикално от предходните големи оптични (или работещи в инфрачервената област) телескопи.

Оптичната ос на SALT е установена под фиксиран ъгъл 35° спрямо направлението към зенита, като телескопът може да се завърта по азимут на един пълен оборот. В течение на сеанса на работа инструментът остава непод-



Фиг. 1. Южно-африканската астрономическа обсерватория. Кулата на големия южноафрикански телескоп е показана в разрез. Пред нея се виждат трите основни, работещи в момента телескопи (1.9 m, 1.0 m, 0.75 m).

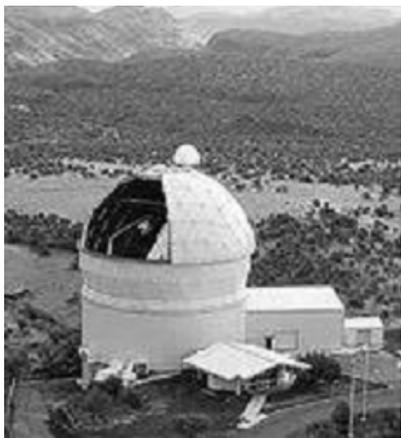


Фиг. 2. Големият южно-африкански телескоп (SALT). Виждат се сегментираното главно огледало, следящата система и инструменталният отсек.



Фиг. 3. Кулата на телескопа SALT. На преден план се вижда специалната юстировъчна кула за осигуряване на съгласуваната работа на сегментите на главното огледало.

тично стъкло в Русия, където е извършена и тяхната първоначална обработка. Окончателното полиране се извършва от Кодак.



Фиг. 4. Телескопът Хоби-Ебърли (HET) в обсерваторията Мак-Доналд в планината Фолкс, Тексас, САЩ. SALT се създава като него аналог.

вижен, а следящата система, разположена в горната му част, осигурява съпровождането на обекта на участък от 12° от височинния кръг. По този начин телескопът позволява да се наблюдават обекти в един пръстен с ширина 12° в областта на небето, отстояща от зенита на $29^\circ - 41^\circ$. Ъгълът между оста на телескопа и зенитното направление може да се променя, но не по често от един път на няколко години, и по този начин могат да се изучават различни области от небето.

Диаметърът на главното огледало е 11 m. Обаче максималната област, използвана за построяване на изображения и за спектроскопия, отговаря на 9.2-метрово огледало.

Главното огледало се състои от 91 шестоъгълни сегмента, всеки с диаметър от 1 m. Всички сегменти имат сферична повърхност, което рязко поевтинява тяхното производство.

Между другото, заготовките за сегментите са направени в Литкаринския завод за оптично стъкло в Русия, където е извършена и тяхната първоначална обработка. Окончателното полиране се извършва от Кодак.

Светлината може по оптични влакна да се предава към спектрографи, разположени в термостатирани помещения.

Възможно е също в действителния фокус да се разположи лек инструмент.

Телескопът Хоби-Ебърли, а следователно и телескопът SALT са разработени като спектроскопични инструменти за дължина на вълната в диапазона $0.35 - 2.0 \mu\text{m}$.

От научна гледна точка SALT е най-конкурентноспособен при наблюдения на астрономични обекти, които са равномерно разпределени по небето или се разполагат в групи с размер от няколко ъглови минути. Тъй като работата на телескопа ще се осъществява в пакетен режим (queue-scheduled), особено ефективни ще бъдат изследванията на изменчивостта в течение на денонощие и повече.

Спектърът от задачи за подобен телескоп е много широк: изследване на химичния състав и еволюцията на Млечния път и на близко разположени галактики; изучаването на обекти с голямо червено отместване; изучаване на еволюцията на газа в галактики; изучаване на кинематиката на газ, звезди и планетарни мъглявини в отдалечени галактики; търсенето и изучаването на оптични обекти, отъждествявани с рентгенови източници.

Телескопът SALT е разположен на височина 1758 m, приблизително на 18 km източно от селището Садърленд (Suthurland). На това място вече работят други телескопи на Южно-африканската обсерватория.

Неговите координати са $20^{\circ}49'$ източна дължина и $32^{\circ}23'$ южна ширина.

Строителството на кулата и на инфраструктурата е вече завършено. Пътят с автомобил от Кейптаун отнема приблизително 4 часа.

Садърленд е разположен далеч от основните градове и затова тук има ясно и тъмно небе. Статистическите изследвания за 10 години показват, че процента на фотометрични нощи е по-голям от 50%, а на спектрометричните достига 75%.

Тъй като този голям телескоп е оптимизиран преди всичко за спектроскопия, то 75% е един напълно приемлив показател.

Средното атмосферно качество на изображението, измерено с помоща на Диференциален монитор за движението на изображението (DIMM) съставлява 0.9 „Ще отбележим също, че оптичното качество на изображението на SALT е 0.6“. Това е достатъчно за извършването на работи по спектроскопия.

Проекти на изключително големи телескопи ELT и GSMT

В САЩ, Канада и Швеция се разработват едновременно няколко проекта на телескопи от 30-метровия клас – ELT, MAXAT, CELT. Има не по-малко от шест подобни проекта.

По мое мнение, най-напреднали са американските проекти ELT и GSMT.

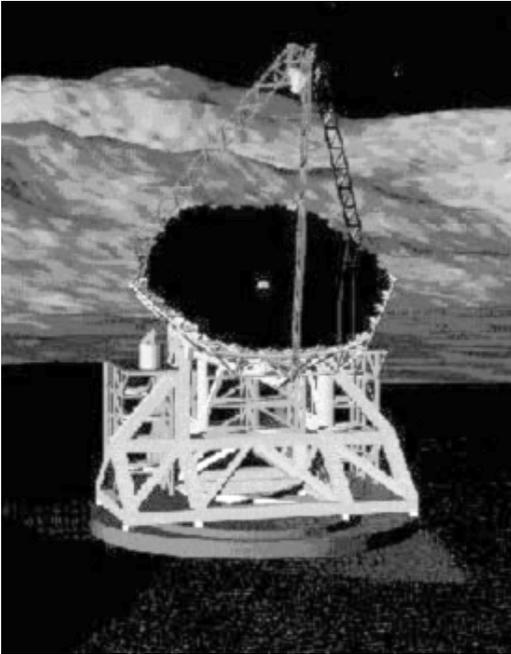
Проект ELT (Extremely Large Telescope)

Това е уголемено копие на телескопа HET (и на SALT). Телескопът има диаметър на входната диафрагма 28 m при диаметър на огледалото 35 m.

Той ще достигне проникваща сила на порядък по-голяма отколкото имат съвременните телескопи от 10-метровия клас.

Общата цена на проекта се оценява на 100 млн USD.

Той се разработва съвместно от Тексаският университет в Остин, където вече има натрупан опит по създаването на телескопа HET и от Пенсилванският университет и обсерваторията Мак Доналд. Това е най-реалистичния проект и той може да се реализира не по-късно от средата на следващото десетилетие.



Фиг. 5. Гигантският сегментиран огледален телескоп GSMT. Неговото главно огледало има диаметър 35 m (фокално отношение $f/1$) и няма ограничение в завъртането. То се състои от 618 сегмента, всеки с размер 120 m и дебелина 5 cm. Тяхната максимална асферичност е 110 μ m (както в телескопа Кек). Диаметърът на адаптивното вторично огледало е 2 m (фокално отношение $f/18.75$). Използва се схемата класически Касегрен. Конструкцията от типа на радиотелескопа осигурява запазването на формата на огледалото.

За корекция на сферичната аберация се използва 4-елементен коректор с диаметър от около 8 m.

При създаването на OWL се използват вече изпробвани в съвременните проекти технологии: активна оптика¹ (както в телескопите NTT, VLT, Subaru, Gemini), позволяваща да се получи изображение с оптимално качество; сегментация на главното огледало (както е в телескопите Keck, HET, GTC, SALT); конструкции с ниска цена (както в телескопите HET, SALT) и се разработва многостепенна адаптивна оптика².

Проект GSMT (Giant Segmented Mirror Telescope)

Този проект може да се счита в някаква степен обединяващ проектите MAXAT (Maximum Aperture Telescope) и CELT (California Extremely Large Telescope).

Конкурентният начин за разработване и проектиране на такива сложни инструменти е изключително полезен и се използва в световната практика.

Все още не е взето окончателно решение за строителството на телескопа GSMT.

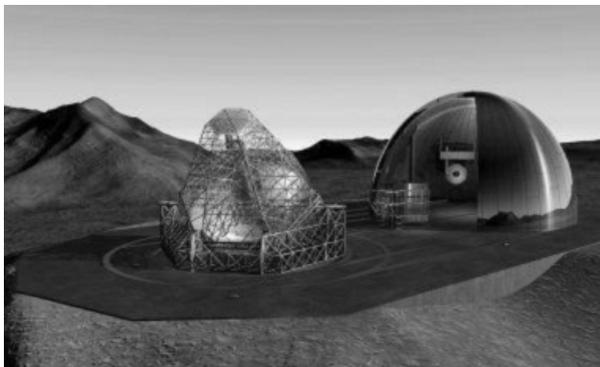
Телескопът GSMT е много по-съвършен от ELT. Цената му съставлява около 700 млн USD. Това е много повече отколкото при ELT и се дължи на използването на асферично главно огледало и на липсата на ограничение в завъртането.

Поразително големият телескоп OWL

Най-амбициозният проект от началото на 21-ви век несъмнено е OWL (Overwhelmingly Large telescope).

OWL се проектира от Европейската южна обсерватория като алтазимутален телескоп със сегментирано сферично главно огледало и плоско вторично.

Фиг. 6. Поразително големият телескоп OWL се проектира от Европейската южна обсерватория. Неговите основни характеристики са: диаметър на входната диафрагма – 100 т, площ на събиращата светлина повърхност по-голяма от 6000 т²; многостепенна адаптивна оптика; дифракционно качество на изображението за видимата част на спектъра – в поле 30“, за близката инфрачервена област – в поле 2’; поле, ограничено от качество то на изображението, допустимо от атмосферата (*seeing*) – 10”; относително отворстие $f/8$; работен спектрален диапазон – 0.32 – 2 μm . Телескопът ще тежи 125 хил. тона.



Трябва да се отбележи, че този телескоп ще има огромно работно поле (стотици милиарди обикновени пиксели). Колко мощни приемници могат да се разположат в този телескоп!

Възприета е концепцията за постепенно въвеждане на OWL в експлоатация. Предлага се да се започне използването на телескопа 3 г. преди запълването на главното огледало. Планира се да се запълни 60 метровата апертура към 2012 г. при условие, че финансирането започне през 2006 г.

Цената на проекта се оценява на не повече от 1 млрд евро.

Земля и Вселенная, № 2, 2004.
Превод от руски: Динко Динев

Бележки на преводача

¹ Активна оптика

Активната оптика е електронно-механична система, която автоматично поддържа идеалната форма на главното огледало на един телескоп. Чрез система за обратна връзка се контролира качеството на изображението получавано от телескопа и при необходимост това изображение се подобрява чрез управлявана деформация на главното огледало на телескопа и чрез изместване на вторичното огледало.

За целта се използва изображението на някоя много ярка звезда, разположена близо до изучавания обект. Светлината от тази звезда се пропуска през една матрица от малки лещи и се фокусира върху една CCD матрица. Анализира се кривината на вълновия фронт на лъчението, който за космични обекти трябва да бъде плосък. Управляващите сигнали се изпращат към голям брой механични системи, от типа на криковете, които променят деформацията на главното огледало.

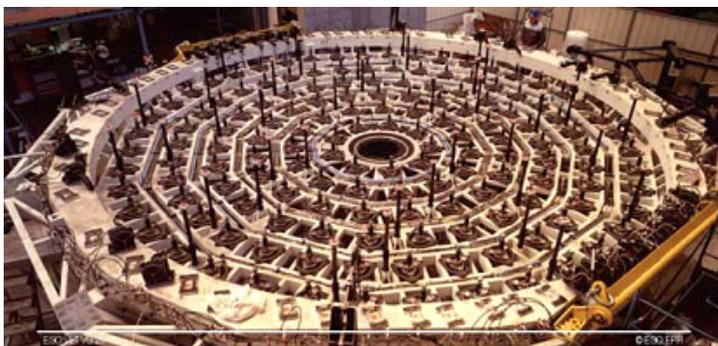
Самото главно огледало е достатъчно меко, за да се поддава на управление. За

ТЕЛЕСКОП	Диаметър на огледалото, m	Параметри на главното огледало	Място на разполагане	Участници в проекта	Цена, млн. USD	Начало
КЕСК I КЕСК II	10 10	параболично многосегментно активно	Мауна Кеа, Хаваите, САЩ	САЩ	94 78	1994 1996
VLT четири телескопа	4x8.2	тънко активно	Paranal, Чили	ESO, обединение на девет европейски страни	200	1998
GEMINI North GEMINI South	8 8	тънко активно	Мауна Кеа, Хаваите, САЩ Cerro Pachon, Чили	САЩ (25%), Англия (25%), Канада (15%), Чили (5%), Аржентина (2,5%), Бразилия (2,5%)	176	1998 2000
SUBARU	8.2	тънко активно	Мауна Кеа, Хаваите, САЩ	Япония	100	1998
LBT бинокуларен	2x8.4	клетъчно дебело	Mt. Graham, Аризона, САЩ	САЩ, Италия	75	2001
НЕТ(Hobby&Eberly)	11 (реално 9.5)	сферично многосегментно	Mt. Fowlkes, Техас, САЩ	САЩ, Германия	13.5	1998
MMT	6.5	клетъчно дебело	Mt. Hopkins, Аризона, САЩ	САЩ		1998
MAGELLAN два телескопа	2x6.5	клетъчно дебело	Las Campanas, Чили	САЩ		1999
БТА САО РАН	6	дебело	Гора Пастухова, Карачаево- Черкезия	Русия		1976
GTC	10	аналог КЕСК II	La Palma, Канарските острови, Испания	Испания 51%	112	2002
SALT	11	аналог НЕТ	Sutherland, Южна Африка	Южно- Африканската Република	10	2005?
ELT	35 (реално 28)	аналог НЕТ		САЩ	150-200 проект	2012?
OWL	100	сферично многосегментно		Германия, Швеция, Дания и др.	около 1000 проект	2020?

тази цел то е или много тънко, 20 cm при $D = 8$ m, или пък се състои от няколко независими елемента – Фиг. 1.

За първи път система за активна оптика е реализирана при 3.5 m телескоп NTT в Европейската южна обсерватория в Чили през 1989 г.

Когато в зрителното поле отсъства достатъчно ярка опорна звезда, се създава т.нар. „изкуствена звезда“. За целта се използва лазер, работещ в непрекъснат режим и с мощност от няколко W. Този лазер е настроен на честотата на резонансната линия D_2 на Na. Лазерният лъч се фокусира в горните слоеве на атмосферата, на височина 30 km, където има достатъчно Na. Създава се изкуствено ярко светещо петно с диаметър около 1m.



Фиг. 7. Системата от 150 управлявани механични системи (крикове) на телескопа VLT в Европейската южна обсерватория в Чили, които по сигнали от управляващия компютър променят деформацията на главното огледало на телескопа, така че във всеки един момент да се поддържа неговата идеална форма.

2 Адаптивна оптика

ределната разделителна способност на един телескоп се определя от явлението дифракция и се дава с добре известната в оптиката формула:

$$\Delta\phi_{min} = \frac{1.22 \lambda}{D},$$

където λ е дължината на вълната на използваната светлина и D е диаметърът на главното огледало.

Ако обаче телескопът е разположен не в космоса, както е 2.4-метровият „Хабъл“, а на земната повърхност, получаваното от него изображение се деформира допълнително от различни процеси, протичащи в атмосферата. Тъй като разполагането на големи телескопи в космоса е сложна и много скъпа задача, то усилено се разработват бързодействащи оптични системи, позволяващи да се компенсират вредните деформации на получаваните изображения. Тези оптични системи трябва да работят много бързо, с честота от 10 до 1000 Hz. Очевидно е, че това не може да се постигне чрез промяна на формата на масивното главно огледало на телескопа. Разработват се специални оптични системи, които позволяват чрез промяна на формата на едно допълнително леко огледало да се коригира и стабилизира вълновият фронт на лъчението, идващо от космичния обект към телескопа и деформирано от земната атмосфера. Тези системи са обединени под общото название – адаптивна оптика.

Адаптивната оптика позволява да се получи ясно и свободно от деформации изображение и достигане до теоретичната разделителна способност на телескопа.

Най-общо казано, системата за адаптивна оптика включва три компонента:

1. анализатор на изображението
2. бързодействащ компютър със съответен софтуер, който изработва управляващи сигнали към системата за корекция
3. система за корекция, която изменя оптичната система по такъв начин, че да се коригира качеството на изображението.

Идеята да се използва едно деформируемо огледало за корекция на атмосферните смущения е изказана за първи път от Х. Бабкок (H. W. Babcock) през 1953 г.

В съвременните системи за адаптивна оптика за корекция на атмосферните деформации се използват пиезоелементи с огледална повърхност.

Плоският вълнов фронт, идващ от един космичен обект, при преминаването си през атмосферата се деформира по един сложен начин.

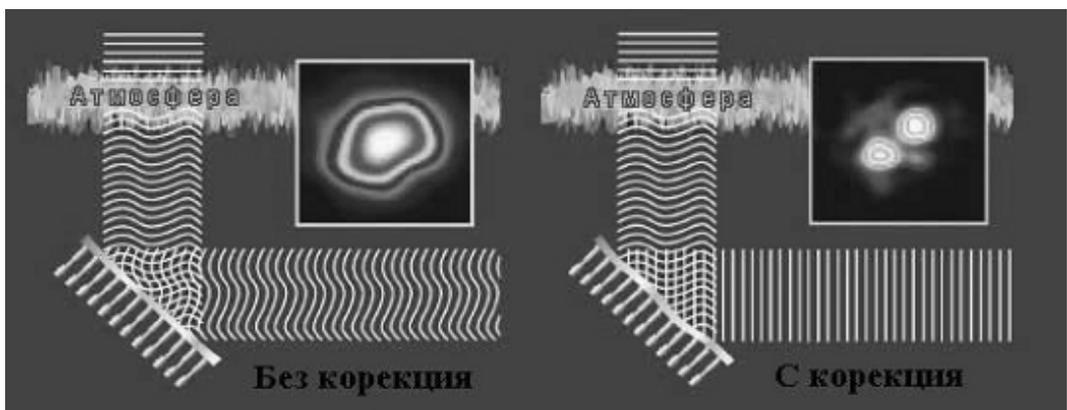
Радиусът на кохерентност r_0 , т.е. разстоянието на което разликата във фазите достига до 0.4λ за видимата област е от порядъка на $r_0 \approx 10$ cm. Освен това r_0 е пропорционално на дължината на вълната, $r_0 \sim \lambda^{6/5}$.

Доказва се, че ъгловата разделителна способност на един наземен телескоп, работещ при турбулентна атмосфера и при дълга експозиция, е равна на ъгловата разделителна способност на един изнесен в космоса телескоп с диаметър на огледалото r_0 .

Тъй като $r_0 \sim \lambda^{6/5}$, то атмосферните деформации в инфрачервената област са значително по-малки, отколкото във видимата област.

За един малък наземен телескоп с диаметър на главното огледало равен на r_0 в границите на огледалото вълновия фронт на пристигащата от космичния обект светлина може да се приеме за плосък. Но поради атмосферните въздействия този плосък фронт във всеки един момент е наклонен под един случаен ъгъл. Това води до случайни измествания на изображението, т.нар. трептене на изображението.

За компенсиране на този ефект е достатъчно в оптичната система на малкия наземен телескоп да се въведе едно управляемо плоско огледало, чийто наклон да се изменя във всеки един момент по подходящ начин – Фиг. 2.



Фиг. 8. Принцип на работа на адаптивната оптика. С помощта на едно гъвкаво управляемо огледало се коригира деформираният от атмосферата вълнов фронт. Показано е изображението на двойна звезда без и с корекция.

За големи наземни телескопи обаче върху площта на главното огледало с диаметър D могат да се разграничат $(D/r_0)^2$ участъка, в рамките на които вълновият фронт на падащата светлина може да се счита за плосък. Следователно компенсиращото деформациите във вълновия фронт огледало трябва да има голям брой пиезоелементи, които да се разтягат и свиват под действието на подходящи управляващи сигнали. Това компенсиращо огледало се нарича „меко“ огледало. За компенсиране на атмосферните деформации на изображението, формата на това меко огледало трябва да се променя по подходящ начин и с висока честота (~ 100 Hz).

Нека разгледаме наземен телескоп с диаметър на главното огледало $D = 10\text{m}$. За пълното коригиране на формата на вълновия фронт в оптичния диапазон ($r_0 \approx 10$ cm) са необходими 10,000 управлявани пиезоелемента. При сегашното състояние на техниката създаването на подобни системи е невъзможно. В близката инфрачервена област обаче, където $r_0 \approx 1\text{m}$, ще са необходими само около 100 управлявани пиезоелемента. Създаването на система за адаптивна оптика с 100 управлявани елемента е напълно възможно.

Подобна система за адаптивна оптика, включваща 60 управлявани пиезоелемента, работи в телескопа VLT в Европейската южна обсерватория в Чили.

**Посетете българската web-страница за
Световната година на физиката – 2005
на адрес:
<http://www.phys.uni-sofia.bg/upb>**

ДЖОРДЖ ГАМОВ – DOCTUS LUDENS: ЕДНА НЕОБИКНОВЕНА ЖИЗНЕНА ТРАЕКТОРИЯ

Н. Ахабабян

„За него физиката беше удоволствие. Той обожаваше физиката до такава степен, каквато беше възможно само за малко хора. И умееше да предава това чувство на наслаждение и въодушевление в своите лекции и книги, адресирани както за учени, така и за цялата интересуваща се от наука публика.“

Едуард Телер



Теория на α -разпада, космогония на горещата Вселена, обяснение на ядрения източник на енергия на Слънцето, разшифровка на генетичния код – постижения на ниво за нобелова премия, за някои от които наистина тя е дадена – на други. Да не говорим, че немалко учени, удостоени с нобеловата премия, имат приноси, трудно съизмерими и с един от споменатите... Необикновена е съдбата на различните учени, техният жизнен път и следсмъртна участ, мотивацията на тяхната дейност и на плодовете на тяхното творчество. Съдбата, жизнения път и творческа дейност на Джордж Гамов представлява ярък пример за такава необикновена и сложна жизнена траектория.

Георги Антонович Гамов е роден на 20 февруари 1904 г. в Одеса. Баща му е учител по руски език и литература, а майка му преподава история и география в местната гимназия. И двата рода водят корените си далеч назад в руската история, дали на страната си военни, свещеници, учени и... революционери (екзекутирани). Бащата, строг и педантичен, предизвиква повече антипатии сред учениците си и даже един от тях – Лев Давидович Бронщайн (бъдещия Троцки) организира петиция за уволняването му. Все пак той е награден с ордена „Св.Станислав“ II ст. и удостоен със званието „статски съветник“, дворянска титла... която ще преследва характеристиката на сина му през целия живот [1]. Майката почива, когато Юра, както наричат единственото дете в семейството, е на девет години, и той расте сам в добре обзаведен дом в центъра на града, а през летата – на „дача“ в околностите на града или Кримските курорти. Богатата библиотека на баща му е на разположение, романите на Жюл Верн – любимо четиво, подарения му микроскоп – първият му експериментален прибор. Постъпва (1913 г.) и за-

вършва (1920 г.) Одеското реално училище. Той е слабават, висок юноша с голяма глава, боязлив, проявява чудатости, но не влиза в пререкания и не участва в момчешки игри. Съучениците му го имат за разглезен и егоистичен и често го наричат „госпожица“ заради тънкото му „детско“ гласче. Вървят му всички предмети, но преди всичко – естествените науки, математика и физика, езици (френски, немски). Има необикновено силна памет, обича поезията и рецитира дълги поеми, обича да ходи на опера (с баща си) и е вещ по „закон божи“.

След завършване на гимназията той постъпва във физико-математическия факултет на Новоросийския (Одески) университет, но още след първата година (през 1921 г.) решава да напусне родния си град и се отправя за Петроград и постъпва в реномирания тамошен университет. Като начало за издръжката му служи сумата, получена от продажбата на „семеиното сребро“, но скоро е принуден да търси препитание с допълнителна работа – като метеоролог-наблюдател, първоначално в местната метеорологична станция, а през 1924 г. – в метеорологичната станция на Артилерийското училище [2]. Курса по обща физика се води от О.Д.Хволсон, по математика – В.И.Смирнов, по оптика – В.К.Фредерикс, по електричество – М.М.Глаголев, по механика – Ю.А.Крутков. На семинари Гамов слуша лекции на А.А.Фридман по проблеми на космофизиката (Разширяващата се Вселена) и на В.А.Фок по теория на относителността.

„Гамка“, както го наричат състудентките му, си го спомнят „да живее сам, беден, скромен, неустроен и нелеп, неопитен в отношенията си с нежния пол, но на глава – физически (204 см на ръст) и умствено – над другите – в преносен и пряк смисъл на думите“, по думите на неговата състудентка Анна Василиевна Иоффе, бъдещата съпруга на акад. А.Ф.Йоффе. Негови състуденти са Д.Д.Иваненко („Димус“) и Л.Д.Ландау („Дау“), пристигнал през 1924 г. от Баку и приет направо в 3-ти курс. Заедно с „Джони“ (Гамов) те стават известни като „тримата мускетари“. Скоро към тях се присъединява и – М.П.Бронщейн („Абат“). „Дау и Димус, си спомня по-късно Гамов, бяха пълна противоположност един на друг. Дау беше много висок, слаб и с непокорни черни къдрици, напомнящи износена метла. Обратно, Димус можеше да се сравни с френска козуначена кифличка. Както обикновено се случва, тази група беше заобиколена от ореол на студентки...“. Всред тях нека споменем сестрите Нина и Евгения Канегисер (впоследствие – леди Пайерлс, като съпруга на сър Рудолф Пайерлс), Ирина Соколская и др. По същото време в университета се подвизават В.А.Амбарцумян, А.И.Анселъм, В.А.Кравцов, Ф.Ф.Волкенщейн – все бъдещи знаменитости... Нека веднага отбележим и различните съдби на това поколение, така ярко характеризиращо своето време: Бройнщейн е арестуван през август 1937 г. и разстрелян през февруари 1938 г.; Ландау е арестуван през 1938 г. и след година търкане на нарочете,



Лейден, Холандия, пролетта на 1930 г. –
Г. Гамов, П. Еренфест, Г. Дикке

благодарение на изключително смелата намеса на П.Л.Капица, той е освободен; колегите му Бурсиан и Фредерикс са разстреляни, а Крутков, Шубников и Лукирски са пратени по лагери. Иваненко, арестуван през март 1935 г., изкарал година лагер в Томск, впоследствие се присъединява към болшевишката сталинска

коHORTа и взема активно участие в идеологическите репресии – специално в областта на физиката, след края на Втората световна война. Други – Амбарцумян, Кравцов, Волкенщейн заемат конформистки позиции, използвайки в една или друга степен облагите, които властта може да им предостави за успешна научна работа и административна кариера...

След три години следване, в началото на 1924 г. Гамов получава диплома от физико-математичния факултет на Ленинградския институт с най-високите оценки „напълно удовлетворително“ по всички предмети, (освен оценката „удовлетворително“ по Конституция на СССР). Това му дава право да постъпи като аспирант, ако си намери научен ръководител... За такъв се наема да бъде професор Д.С.Рождественски, при условие, че Гамов поработи една година в Държавния Оптичен Институт. Задачата, която му е поставена, формулирана научнообразно, звучи: „Изследване на възможността за бракуване на оптично стъкло в немолирован вид в течност с избран показател на пречупване“, практически се свежда да големите блокове изпечено стъкло (с обем 1 м^3) и да подбере късове, годни за изследване. Това, старите майстори го правят с чук в ръка, но този прибор в ръката на непохватния експериментатор води до големи поразии... И второто му участие в експериментално изследване „Изучаване на аномалните изменения в пречупването на светлината в съседство на линиите на поглъщане в газове“ е с подобен принос – фотографите на спектрите в по-голямата си част са дефокусирани...

Затова насочването му към теоретична тема е съвсем оправдано. Още повече, по това време той слуша и е увлечен от курса „математични основи на теорията на относителността“, която чете А.А.Фридман. „Предметът, който най-силно ме привличаше още от ранни студенски години беше специалната, и особено общата теория на относителността на Айнщайн, и в

главата ми се въртяха куп несвързани знания в тази област. Това от което се нуждаех по това време беше строгото математично обосноваване на тази наука...“. Обаче ранната смърт на Фридман (16 септември 1925 г.) осуетява намеренията му да се посвети на тази област на науката. Все пак Гамов сменя научния си ръководител (Рождественски) с ръководителя на катедрата по теоретична механика проф. Ю.А.Крутков (ученик на Еренфест), предложил му чисто теоретична тема „Адиабатична инвариантност на квантово махало с ограничена амплитуда“. След вземане на станалите по това време задължителни аспирантски изпити по „История на световната революция“ и „Диалектически материализъм“, той е зачислен (октомври 1925 г.) за аспирант „по приложение на теорията на пертурбациите от небесната механика към атомни процеси“ и едновременно назначен на щатна длъжност асистент в отдела за пресмятания във физико-техническата лаборатория на ЛФТИ, под ръководството на В.А.Фок.

Средата на 20-те години на ХХ век е период на мощен пробив и бурна активност за изграждане на квантовата физика. След впечатляващите успехи на вълновата механика на Шрьодингер и матричната механика на Хайзенберг при обяснение на различни явления от областта на атомната физика, младото европейско поколение физици се втурва в тази насока. Руската физика, която все още не е откъсната от нея, е в курса на научните събития и „мускетарите“ публикуват първите си теоретични работи, свързани с разработки на основните идеи в тази област. Едната от тях, с автори Гамов, Иваненко, Ландау „Световните константи и граничния преход“ (ЖРФХО, т.60, 1926) разглежда проблема с избора на световни константи за обосноваване на „зърнестата структура на материята“; за такива са избрани h , c и G и въз основа на тях (и комбинации между тях) е изградена своеобразна йерархия на фундаменталните физически теории. В друга, самостоятелна на Гамов „Начало на принципната наблюдаемост в съвременната физика“ е публикувана в УФН (т.7,1927) и е свързана с обосноваване на съображенията на Хайзенберг за необходимостта от принципно наблюдаеми величини и метод за тяхното определяне при изграждане на квантовата механика. Тези му увлечения, обаче са в ущърб на подготовката на аспирантската му тема. И въпреки заключението на комисията по подготовка на аспиранти към ЛГУ (февруари 1928 г.) „Аспиранта Гамов е талантлив човек, но подготовката му се води крайно едностранчиво и работата му през изтеклата година в научно отношение не е довела до нищо завършено“, след препоръка на проф. О.Д.Хволсон и др., му е издействана 4 месечна степендия от 500 рубли (докато месечната степендия в Русия по това време е 80 рубли) за Гьотинген.

И на 11 юни 1928 г. Гамов пристига в Гьотинген – „царството на Макс Борн“ и неговите ученици В.Хайзенберг, П.Йордан, Ф.Хунд. По това време

тук са Е.Вигнер, Ф.Хаустерманс, М.Делбрюк, Л.Розенфелд, В.Паули; от ленинградските му познати тук са Ю.Крутков, В.Фок, Н.Кочин. Физиците са обхванати от „водородната треска“ – всички решават (с успех!) квантовите проблеми на водородния атом, а проблемите с по-сложни системи – молекулите обрасват със сложна математична структура. Затова Гамов, който предпочита по необитаемите области и неотгъпкани пътища, се насочва към атомното ядро... за което той не е слушал курс в университета и затова се захваща с ровене в литературата. Той попада на Phil.Mag. със статията Е.Ръдърфорд (от 1927 г.), в която се описва необяснимото явление на излъчване на β -частици от ядро с енергия два пъти по-малка, отколкото те трябва в действителност да притежават – според изискванията на класическата механика, за да могат да го напуснат. Разбира се, обяснението трябва да бъде квантово-механично – на основата на вероятностната интерпретация на вълновите функции: подбарьерно прескачане на β -частица от ядрото (терминът „тунелен ефект“ се появява по-късно) – решение на уравнението на Шрьодингер за специална форма на потенциалната бариера показва, че съществува вероятност β -частица с енергия по-малка от кулоновския барьер да проникне през нея. Обяснението на парадоксалното наблюдавано от Ръдърфорд явление е пълно и изчерпателно; то обяснява и известното от 1911 г. съотношение между пробег (на β -частиците) и периода на полуразпад на β -активните ядра (съотношение на Хайтлер-Негол). По разказа на самия автор, статията е написана за един ден, докладвана „със сензационен успех“ на семинара на Борн и статията се появява в Zeitschr.f.Physik на 2 август 1928 г. След няколко месеца в Zs.Phys. (v.52, 1929) се появява подробно и коректно изложение на проблема, написано в съавторство с Хоутермас. И Гамка Гамов – на 24-годишна възраст, се появява като метеор на небосклона на европейското физическо пространство – за да остане там в постоянна планетарна орбита... [3].

Но междуременно е изтекъл както срокът за командировка, така и срокът за аспирантура. На път за родината си Гамов се отбива в Копенхаген при Бор, който щедро кани талантиливи млади физици при себе си и им предлага възможности за работа. На Гамов му е предложена годишната Карлсбергска степендия и той се обръща с писмена молба до Наркомпроса на РСФР за едногодишно продължение на командировката му. След дълги перипетии и ходатайство на Йоффе, командировката му е продължена за половин година без право на стипендия и отчисляване от редовна аспирантура. По време на пребиваването си в Копенхаген той публикува 7 научни работи, а през февруари 1929 г. е поканен да докладва в Кралското Общество в Лондон.

Завръщането му през май 1929 г. в родината е триумфално: официозът „Правда“ публикува статия за него, а поетът Д.Бедний му посвещава стихове. Сам той прекарва лятото в Ялта и не губи време на гребена на вълната

да издейства следващото си пребиваване в чужбина. Получил едногодишната Рокфелеровска стипендия в Англия (по предложение на Ръдърфорд) и още през септември с.г. (с препоръката на проф. А.Крилов и проф. Крутков) той е вече в Кавендишката лаборатория в Лондон. Обезпечен финансово, той се опитва да води типичен за тамошното научно общество живот: удобна квартира, сметка в банката, няколко костюма и... екип за голф! Купува си даже мотоциклет, с който обикаля Англия, Шотландия (с Ландау) и северна Европа (в компанията с Н.Бор). Много бързо Джони, както го наричат приятелите му – а това са Невил Мотт, Карл фон Вайцекер, Ото Фриш и др. от този калибър, става забележима фигура в Кавендиш. Научната му работа „върви по мед и масло“ – публикува 8 научни статии, свързани с радиоактивния разпад и с „капковидния модел на ядрото“, и една монография – „Строеж на атомното ядро и радиоактивност“, излязла на английски (в престижното издателство Oxford Clarendon Press) и немски език. Участва като консултант в различни комисии и в различни международни конференции в Европа – „навсякъде желан, навсякъде приет“. Човек с безгранична енергия и хумор, украсявящ всяка компания с веселия си и ведър характер, с неизчерпаем запас от анекдоти. Приятелят му К.Мелер пише: *“Възникваше впечатление, че в действителност той използваше цялото си време и енергия, за да измисля шеги и закачки (често грубовати), а важните статии за β -разпада и свойствата на атомните ядра бяха само страничен продукт на неговата дейност“*. Друг негов приятел, Невил Мотт го описва: *“...Никой не може да помисли, че е руснак. Почти никога не млъква, кисне по кафенетата, четне Конан Дойл и кара мотоциклет, което не му пречи да бъде блестящ физик. Резултатите получава, без да злоупотребява с математиката.“* А Рихард фон Вайцекер си спомня: *„Гамов принадлежеше към онзи тип хора, с които можеш да обсъдиш всичко, което си поискаш. Той се интересуваше от всичко и винаги намираще нови и интересни съображения по обсъжданите въпроси. Всичките си идеи споделяше с другите, предлагайки им да ги решават заедно“*.

...Междувременно срокът на едногодишното му пребиваване в чужбина изтича. Осигурил стипендии за по нататъшно пребиваване в Европа (в Норвегия и Италия), той моли съветското правителство за продължение на срока на паспорта му с още половин година, и независимо от ходатайството на Бор, среща твърд отказ и нареждане за връщане в Ленинградския Университет, където е назначен за старши асистент, за да поеме от началото на есенния семестър занятията със студенти от III курс.

И през септември 1931 г. той е вече в Ленинград. Посрещнат хладно, приятелите го питат „Ти пък защо се завръщаш?“. По време на пребиваването му в чужбина обстановката в родината му се е изменила (закономерно) коренно. „Установих, че по време на моето отсъствие са станали големи изме-

нения на отношението на Съветското правителство към науката и ученията. Ако по-рано, в периода на следреволюционната реконструкция, правителството се стремеше силно да възстанови контактите с науката „в чужбина“ и се гордеше с учените си, които биваха канени на работа или на научни форуми в Западна Европа и Америка, то сега руската наука бе станала едно от оръжията за борба с капиталистическия свят. Подобно на Хитлер, който разделяше науката и изкуството на еврейска и арийска, Сталин създаваше представата за капиталистическа и пролетарска наука. За руските учени стана предствление да „другаруват“ с учени от капиталистическите страни, а на онези от тях, които излизаха „зад граница“ им се предлагаше да изясняват „секретите“ на капиталистическата наука, скривайки „секретите“ на пролетарската наука. Много грижи се отделяха за поддържането на правилната марксистическа идеология на руските учени, както на руските писатели, поети, композитори и художници. Науката беше подчинена на официалната държавна философия на диалектичския материализъм... Всяко отклонение от правилната (по определение) диалектико-материалистична идеология се считаше за заплаха на работническата класа и се преследваше сурово“ [4]. Когато през 1931 г. Гамов е поканен да изнесе научно-популярна лекция за квантовата механика и той започва да обяснява съотношението за неопределеност на Хайзенберг, присъстващият на лекцията официален представител на университета прекъсва лекцията и разпуска аудиторията. Всъщност, още през 1925 г. той попада в критична ситуация, когато заедно с Ландау, Бронщейн и още няколко студенти рисуват (и разпространяват) карикатура на член кор. на АН на СССР Б.Гесен, който в „Большая Советская Энциклопедия“ критикува Айнщайн за отказа му от концепцията на световния етер, и му телеграфират: „Прочитайки Вашето изложение в 65-том на БСЭ, с ентузиазъм пристъпваме към изучаване на етера. С нетърпение очакваме статиите ви за топлорода, флогистена и електричната субстанция. Бройнщейн, Гамов, Иваненко, Измайлов, Ландау, Чумбадзе“. Тази (доста остра) студенска шега е осъдена строго на студентски събрания, участниците – признати за виновни, Ландау и Бронщейн отстранени от преподавателска дейност, Чумбадзе и няколко от студентите, изключени от университета. На Гамов му се разминава без видими последствия...

На върха на славата си и утвърждаването в кариерата – от 1 септември 1931 г. Гамов е избран за доцент в „Сектора физика“ на ЛГУ и едновременно „научен сътрудник I ст. във Радиевия институт на ЛФТИ, и ангажиран в борба за получаване на паспорт за участие в Римския конгрес, той предприема и друга решаваща крачка в личния си живот: на 1 ноември 1931 г. той регистрира брака си с Любов Вохминцева (род. 1909 г.). Удивително красива жена, със самочувствие и амбиции, тя е завършила „теоретична физика“ в физико-математичния факултет на МГУ, и работи като инженер-оптик в

един от московските заводи. За нея, споменатата вече Анна Йоффе разказва: „Тя правеше впечатление на жена, която си търси годеник. Отначало беше М.Бронщейн, но нещо не се получи, след това няколко други, и накрая успеха с Гамов. Бях с впечатление, че Гамов зависеше от нея: дали любов, или неловкостта му при взаимоотношенията с жените, или страхът му тя да не го напусне, ако той не успее да ѝ устрои ярък живот. Тя беше авантюристка...“, [5].

По същото време Гамов е активен участник в „пуча“ на младите физици срещу по-възрастното поколение и опита им да организират Институт по теоретична физика на АН на СССР в Ленинград. Вече официално е обявено преместването на АН в Москва. В Ленинград функционира единственият в страната Физико-математически институт при АН, наистина с малък брой сътрудници (по подобие на немските в Гьотинген и Хайделберг, на института на Бор в Копенхаген и др.), с два отдела – математически (В.Стеклов, А.Н.Крилов и др.) и физически (Ландау, Бронщейн, Иваненко, Гамов, Амбарцумян и др.). И момчетата от „джаз-бандата“ решават да се отделят в самостоятелен институт с теоретични занимания по строеж на атомното ядро и ядрената енергия, теория на атомните и молекулярни реакции, теория на твърдото тяло (електропроводимост, магнетизъм, фотоэффект), теоретична астрофизика и космогония. Особено безпардонно се проявява Ландау, който остро критикува Йоффе за неуспехите му в проблемите на тънкослойната изолация, с които се е ангажирал маститият физик. Проекта среща твърдата съпротива на Йоффе, Семьонов, Френкел и др. отговорни фактори, в резултат на което Ландау е принуден да се премести в Харков, където слага основата на знаменитата школа по физика.

Гамов претърпява още едно фиаско – въпреки енергичните си действия и ходатайството на Бор, Еренфест и др. той не получава паспорт за участие на конгреса през октомври 1931 г. в Рим, където се събира елита на европейската физика. Доклада му е прочетен от неговия приятел М.Делбрюк, а той получава пощенска картичка, подписана от почти всички участници на конгреса – измежду тях могат да се изброят 14 Нобелови лауреати.

Успоредно с това, обаче тече и поредната сесия за избори на нови членове – академици и член кореспонденти на АН.



Цюрих, 1931 г. – В. Паули и Г. Гамов

Нека за сравнение и оценяване на нивото споменем, че на изборите през 1929 г. за чл.кор. са избрани П.Капица, Н.Семъонов, Я.Френкел, а през 1931 г. – С.Вавилов и Н.Папалекси. На тези избори – 1932 г., от името на Радиевия институт, директора му акад. Вернадски, проф. В.Хлопин и проф. Л.Мысовски издигат кандидатурата на Г.А.Гамов. Предложението е подкрепено с отзиви на чуждестранни членове на АН на СССР Ръдърфорд, Чадвик, Елис. За характеристика на градуса на страстите, нека отбележим, че по това време Ландау и компания организират движението „Джони-академик!“ предлагайки, съвсем сериозно, Гамов да бъде избран направо за академик, но срещат решителен отказ на „старите влъхви“ да подкрепят това начинание. И въпреки, че в секретното му досие е написано „...Страни от политиката и обществената дейност. По поведение е лошо дисциплиниран и е типичен представител на литературно-художествената бохема“, на 6 февруари 1932 г. Гамов е избран за член кореспондент на АН на СССР с 42 гласа „за“ и 1 „против“. Впрочем, той е най-младият – на 28 години!, от плеядата избрани през тези години в АН. Едновременно с него тази титла получават В.Игнатовски, Г.Ландсберг, А.Теренин и В.Фок. Едва през следващата – 1933 г. с това звание са удостоен И.Тамм, Н.Андреев, А.Валтер, Ю.Крутков, П.Лукирски, И.Обреимов, Д.Рожански, А.Шубников...

1932 г. е известна като „*annus mirabilis*“ на ядрената физика – откриването на неутрона и позитрона, ядрените реакции, предизвиквани от протони, ускорени на линейни ускорители, откриването на дейтрона и пр. По това време и един от „тримата мускетари“ предлага протон-неутронния модел на ядрото. Йоффе организира Първата Всесъюзна конференция по ядрена физика, проведена в Ленинград през септември 1933 г., на която присъстват Дирак, Вайскопф, Пиер и Ирен Жолио-Кюри, Перен, Разети и др. Гамов докладва на тема „Квантовите нива на атомното ядро“.

По това време обаче, на Гамов му е напълно ясно, че „нещата“ в Съветския Съюз вървят на зло и неговото (тяхното) оставане ги обрича, в най-добрия случай, на бавно загиване. За пусков мотив служи „римското фиаско“, както и отказа на държавните органи да му дадат виза за посещение за няколко седмици в Копенхаген по покана на Бор за обсъждане на проблеми от ядрената физика. Гамов и съпругата му започват да чертаят систематични планове за нелегално напускане на страната. И даже предприемат такъв опит: през лятото на 1932 г. с „байдарка“ те се опитват през Крим да достигнат бреговете на Турция (около 320 км.) но бурята ги застига още през първата нощ и ги изхвърля обратно на брега. През зимата те се опитват да преминат от Биостанцията на АН на брега на Северно море в Норвегия – един път на ски, след това на шейна, теглена от елени, завършили пак без успех, но слава Богу, без да загинат...

И точно по това време му е съобщено, че е включен в съветската делега-

ция на участниците в Международния Солвейевски конгрес, който трябва да се състои в Брюксел. Какъв по удобен случай за реализиране на плановете им за емиграция? Но сега въпросът опира до издействане на паспорт за жена му – съвсем нетривиално в онези времена. След дълги и настойчиви усилия, намеса на Н.Бухарин и В.Молотов, гаранция на Йоффе и Френкел, и жена му – като физичка и негов секретар, получава задграничен паспорт...

И от Брюксел те се озовават в Париж и отказват да се върнат в родината си. След кратковременно пребиваване в Париж, Кембридж и Копенхаген, установявайки хладното отношение и на Ланжвен и на Ръдърфорд и на Бор към тяхното решение и към тях, те тръгват за САЩ. Гамов си е осигурил тила – има покана за участие в лятната школа в Ан-Арбър, САЩ, организиран от Мичиганския университет. Наистина те правят няколкократно опити да получат паспорт с удължен срок за пребиваване в чужбина, което винаги им е отказвано. Още през ноември 1933 г. Гамов е уволнен от ЛФТИ и обявен за „невъзвращенец“. От АН на СССР ще бъде изключен няколко години по-късно – през 1938 г.

Започва втората – нова половина – американската, от живота на Гамов. Той не е първият (година преди него такъв ход е предприел Айнщайн), но е от първите в потока Европейски физици, които ще поставят – т.е. издигнат американската физика на световно ниво. По това време столичният университет Джордж Вашингтон е в процес на утвърждаване и разширяване. Но ректорът няма намерение да харчи големи пари за обзавеждане на експериментална лаборатория и търси теоретик. Доверени хора му препоръчват Гамов, физик с безспорен авторитет, който по това време се е появил в САЩ и прави опити да се устрои. Поканата Гамов приема, поставяйки обаче две условия: да има възможността да провежда ежегодни конференции по теоретична физика с участие на световноизвестни физици (по подобие на Копенхагенските конференции на Бор!) и правото сам той да покани във Вашингтонския университет друг физик-теоретик, „за да има с кого да поговори за физика“. Условието му са удовлетворени и още през есента на 1934 г. той е назначен за завеждащ катедрата по теоретична физика във Вашингтонския университет (с 6 хиляди долара годишна заплата). И наистина, до началото на Втората световна война той провежда пет международни конференции, на които участват Бор, Ферми, Бете, Чандрасекар, Делбрюк и др. (По-голямата част от тях скоро сами ще емигрират в САЩ). А за свой колега – на професорска длъжност в неговата катедра и със същата заплата, поканва 26 годишния Едуард Телер, по това време лектор по химия в университета в Лондон. Те се познават от Кембридж, Телер не рядко се вози на задната седалка на мотоциклета на Гамов, и безкрайните дискусии по най-разнообразни въпроси на физиката, и особено на квантовата теория, са ги сблизили. Гамов е който „прекръства“ Телер от заниманията

му в областта на молекулярната химия и привлича вниманието му към проблемите на ядрената енергетика, за да се превърне, след време, в „бащата на американска водородна бомба“. Плод на тяхното сътрудничество са значими научни постижения като „Резонанса на Гамов-Телер“ (1936), закономерности в еволюционни следи на звезди в диаграмата на спектър. светимост (1938), „URCA-процеса“ (1941), с всеки един от които би се гордял всеки първокласен физик. В интервю към края на жизнения си път, наравно с постиженията си той поставя и онези, които той е „прозяпал“, измежду които е и идеята за зарядовата независимост на ядрените сили, която следва от експериментите, провеждани на ускорителя Карнеги, където той е консултант.

Проблема за ядрения произход на звездната енергетика пръв поставя и разгадава Едингтън. Още през 1926 г. той посочва и изчислява дефекта на масата при процеса на превръщане на водорода в хелий – около 1% от сумарната маса на четирите адрона, която се превръща в енергия и която може да обясни енергоотделянето на звездите. Обаче кулоновското отблъскване между водородните ядра (протоните) прави този процес практически невъзможен при известните тогава вътрешнозвездни температури от 10-20 милиона градуса. Едингтън отминава тази трудност с бележката „Тогава да потърсим погорещи места...“ (По-късно, Зелдович ще репликира: „...По-горещо е само в ада...“). Но се оказва, че не трябва да се стига до там – тунелния ефект на Гамов позволява преодоляването на трудността, възникнала при Едингтон. През 1929 г. Хоутермас (съавтор на Гамов във втората, разширена публикация за α -разпада), заедно с Аткинсон, извършват напълно коректните пресмятания за вероятността за тунелиране при протон-протонни взаимодействия, които могат да обяснят процеса на превръщане на водорода в хелий. И вече през 1938 г. Гамов и Телер, на основата на новите събития в ядрената физика – откритието на позитрона, неутрона и дейтрона, новите данни за сечения на ядрени реакции и др. построяват завършена теория на протон-протонния цикъл в звездите. След още една година, Бете и ученика на Гамов Кричфилд [6], включвайки и теорията на β -разпада, развит от Ферми, ще изградят теорията на 5-цикълната протон-протонна верига за ядрен синтез на хелия в звездите. А през 1951 г. Ханс Бете ще постави окончателната точка на проблема за ядрения източник на звездната енергия включвайки сложните цикли на синтезиране на въглерод (и нейната роля на катализатор), на азот, белирий и литий. За тези си приноси, през 1967 г., след близо три десетилетия, на Бете е присъдена Нобеловата премия по физика. На Карл фон Вайцекер, който пръв предлага въглерод-азотния цикъл, тази награда му е спестена – заради участието му по време на Втората световна война в немските разработки на атомна бомба. А Гамов играе ролята на въглерода в

тези процеси – като катализатор: какъвто влиза, такъв и излиза, както сам се шегува...

Запланувано е поредната „Гамовска“ Конференция през януари 1939 г. във Вашингтон да бъде посветена на проблемите на физиката на ниските температури. Обаче, когато там се събират Бор, Телер и Ферми – току що измъкнал се от фашистка Италия с нобеловата премия по физика за 1938 г., на дневен ред са изплували и наложили проблемите на „ядреното деление“: разпад на урановото ядро (под действие на неутрони) на две по-леки ядра с отделяне на няколко свободни неутрона (Хан и Шрасман; Фриш и Майтнер); Гамов, Вайцекер, Пайерлс, Бор и Уилер изчисляват (независимо един от друг и по различно време) дефекта на масата при този процес, а Сцилард (в САЩ) и Харитон и Зелдович (в СССР) достигат до идеята за възможна „верижна ядрена реакция“ и.... Близката и реалистична възможност за построяване на атомна бомба!

По нататък историята е известна – още в началото на 1940 г. проблемът е засекретен и всички усилия – и от двете страни на океана, с

невидим научен и технологичен размах, с участието на целия научен потенциал, са хвърлени към създаването на атомното оръжие. Във връзка с нашия разказ, тук нека само споменем, че всред участниците в Манхатънския проект липсва името на Гамов – ядрен специалист със световна известност. Но „от съображения за безопасност“: руснак, неконтролируем чудак, с военен чин „полковник“ от червената армия... (Впрочем, по „аналогични“ съображения от американския проект са елеминирани и Айнщайн и Сцилард). Чак през 1948 г. Едуард Телер, вече лидер при изграждането на американската водородна бомба, успява да преодолее „службите“ и привлече Гамов като консултант в изследванията на Лос-Аламоската лаборатория. Ето как описва неговата работа стария му приятел и сега негов началник Едуард Телер: „Гамов притежаваше плодотворно въображение. Той беше изключително мило момче, освен това, че той единствен от моите приятели сериозно ме смяташе за математик... Но, колкото и до е жалко, трябва да признаем, че 90 % от неговите идеи бяха грешни и не бяха необходими големи усилия за да се убедим в това. А пък и той не беше от онези, които настояват на своето. Ако идеята му се оказеше неподходяща, той го обръщаше на шега. Беше много приятно да се работи с него“. Телер нарича теоретичните изследвания по термоядрения синтез „гамовски игри“, а за шампион в тях провъзгласява... Ханс Бете. А сам Гамов оценява като най-голяма своя заслуга при създа-



Georgiy Antonovich Gamov



ването на американската водородна бомба „...привличането на Телер в САЩ“.

Впрочем, за да не бъдат „обидени“ и Айнщайн и Гамов са включени от Комитет към Военно-Морските сили за обсъждане на ядрени проблеми, несвързани с военните разработки. Те се събират два пъти месечно в Принстън, до обед обсъждат и дават експертни оценки на (дребни) проекти, а след обед Гамов и Айнщайн се разхождат и обсъждат интересувачи ги въпроси от науката. Тогава Гамов разказва на Айнщайн идеята на Йордан за възможността за раждане на звезди от вакуума, при условие, че в „началното състояние“ тези звезди са много плътни. След това, теоретиците, на основата на общата теория на относителността, раждат не само звезди, но и цели Вселени от нищото... Обсъждат и общи космологични проблеми, Айнщайн се интересува от Фридман като учен и човек, чийто студент се гордее да е бил Гамов, който опровергава неговата идея за статичния свят и предлага концепцията за разширяващата се Вселена. При една от тези разходки Айнщайн нарича изкуствено въведения от него „космологичен член“ (в решението на уравненията на общата теория на относителността) „досадна грешка“. Гамов коментира: „...грешките на гения са грешки на гения. Космологичният член, веднъж изобретен, не може да бъде зачеркнат от науката...“

И още по това време у Гамов възниква идеята за пренасяне на научните постижения на ядрената физика в областта на космогонията. И в тази област е пръв – съединяване на геометрията и динамиката на модела на Фридман с ядрената физика и термодинамика, от която възниква грациозната и грандиозна теория на горещата Вселена – Големия взрив – съвременната космология. Стремешът на Гамов е да обясни произхода на химичните елементи и тяхното разпространение във Вселената – удивителната универсалност на състава на веществото в звездите и галактиките, практически съвпадащо с това на нашето Слънце: почти три четвърти водород, около 23% хелий и до 2% от всички останали елементи. Явно е, че трябва да се търси общ произход. И Гамов се обръща към теорията на Фридман за разширяващата се Вселена, водеща началото си от „сингулярно състояние“, при което плътността и температурата са практически безкрайно големи. Избухва Големият взрив, едновременно и навсякъде във Вселената, запълвайки пространството с горящо вещество, от което след милиарди години се образуват наблюдаваните днес небесни тела – Слънцето, звездите, галактиките, планетите... Гамов работи с учениците си Ралф Алфер (Илферович) и Роберт Херман – и двамата с руски корени. Първата публикация по темата, разработена от Алфер и Гамов се появява под авторството на Алфер, Бете и Гамов през 1948 г. И сега, в характерния си маниер, Гамов е вписал името на Бете без неговото знание и съгласие (с забележката „in absentia“) за да се появи абривиатурата „ $\alpha\beta\gamma$ “ за да остане в историята на науката като знаменитата „ $\alpha\beta\gamma$ -теория“. Впрочем, Гамов кандардисва и другия си сътрудник

Р.Херман да се прекръсти на Делтер („ δ “) за да го пише и него за съвтор, но той не се съгласява...

С тази проблематика Гамов и сътрудници се занимават в продължение на десетина години. Става ясно, че наистина, космическата разпространеност на двата основни елемента – водорода и хелия може да се обясни с процеси на ядрени реакции в горещата ранна Вселена, обаче по-тежките елементи явно са синтезирани по други пътища (например при избухване на свръхнови звезди). И най-важното: след „първите три минути“ (епохата на синтеза на нуклони) остатъчното излъчване продължава да съществува и, заедно с разширяването на Вселената – да изстива, съгласно законите на термодинамиката – за да образува фоновото електромагнитно лъчение, което в нашата епоха трябва да има температура, близка до абсолютната нула, някъде между 1 и 10 градуса по Келвин. И точно него, при температура 3 К, съвсем случайно, без да познават работите на Гамов и да са чували за това предсказание, през 1965 г. откриват американските радиоастрономи А.Пензиас и Р.Уилсън (Нобелова награда по физика за 1978 г.). Към тази проблематика се насочва каймакът на теоретичната физика и скоро „космологията става респектабелна наука“. „Никой не можеше и да допусне, че от такава абстрактна теория могат да произтекат такива важни, и главното, проверяеми и наблюдаеми астрономични следствия. Гамов, Алфер и Херман заслужават колосално уважение освен за всичко друго и за това, че възприеха сериозно картината на ранната Вселена и изследваха последствията от физическите закони през първите три минути в нея“ ще отбележи друг нобелов лауреат по физика Стивън Уайнбърг.

Фундаменталните проблеми на живота – произход и същност, разглеждан като сложен физичен феномен, се поставят – с необикновена сила и яснота, от един от основоположниците на квантовата механика – Ервин Шрьодингер, в неговата станала епохална книга „Що е живот от гледна точка на физиката?“, излязла от печат през 1947 г. В нея се засяга и проблемът за молекулярната природа на генетичния код, носеща наследствената информация на живото органично вещество. Проблемът става актуален, когато през 1953 г. Франсис Крик и Дж.Уотсън експериментално разшифроват структурата на дезоксирибонуклеиновата киселина (ДНК) и установяват, че тя, във вид на система от две взаимодопълващи си спирали, е носителят на генетичната информация, записана от линейно построени думи и изречения, съставени от четирибуквена азбука (четири нуклеотида). От проблема се заинтересуват и предлагат свои решения и Файнман и Телер. И не е чудно, че Гамов се включва бързо към тази проблематика. Въпроса, който си поставя е: „Ако азбуката на живота е съставена от четири букви, как с тях са построени думите?“ И той, на основата на факта, че в основата на живота лежат белтъците – над милион различни, но всички съставени само от 20 различни

аминокиселини, решава че думите трябва да са комбинации от 3 различни букви: 2 букви са малко – $4^2 = 16$ са по-малко от 20-те известни аминокиселини, но $4^3 = 64$, макар и да са значително повече, явно някои думи са синоними. Първоначално американските биолози се отнасят с недоверие към тази идея и той е принуден да публикува работата си в „Известия на Датската АН“, на която той е член. Скоро обаче, нови експерименти на Крик, Ниренберг, Очоа, Корана и др. потвърждават истинността на идеята на Гамов – универсалния човешки код е записан с трибуквени думи. Триумфа му – научен и личен е огромен. А той сам поставя тази си работа на най-високото стъпало на своите постижения...

Когато разказваме за Джордж Гамов, не можем да отминем неговите заслуги в научно-популяризаторската дейност. Както сам казва, за финансовата обезпеченост на един учен (на запад) има „три източника и три съставни части“ [8]: преподаване, научни консултации и научно-популярни статии. И наистина, по време на цялата си творческа дейност той пише множество научно-популярни статии, основно в „Scientific American“ и няколко научно-популярни книги, най-известната измежду които – „Приключенията на мистер Томпкинс“ (преведена и на български език). Тук трябва да споменем и автобиографичната му книга „My World Life. An informal autobiography“, N.Y., 1970), в която разказа му стига до емиграцията му от родината. Тази му дейност е заслужено оценена с присъждането през 1956 г. на почетната (и щедра) награда на ЮНЕСКО за приноси в популяризирането на науката.

През 1953 г. той е избран за член на Националната Академия на САЩ. От 1956 г. е назначен за професор в Колорадския университет. В началото на 50-те години, след развод с Л.Вохминцева, той се оженва за Барбара Перкинс и се премества да живее в Боулдер, щат Колорадо, където си построява „дача“ по руски образец. През целия си „американски период“ избягва срещи със съветски учени, не се доближава до тях по време на конференции – знае какво може да ги очаква, като сам се въздържа от всякакви политически изказвания. Бурният му живот си казва думата, и вече в средата на 60-те години здравето му е силно разклатено, претърпява няколко операции, докато смъртта го настига на 20 август 1968 г. – на 64-годишна възраст.

Въпреки че тайнствата на творческия процес си остават не докрай изяснени и до днес, съществуват различни разбираня и подходи към творческата дейност на човека и неговото място в историческото развитие на световните цивилизации. Преди два века Ницше различаваше Дионисиевото творчество – дареното от Бога, вдъхновено и непринудено, и Аполоновото – постигнатото с неимоверни усилия и танталови мъки. Преди Втората световна война (1937) холандския културолог Йохан Хойзенха разви хипотезата за ро-

лята на играещия човек в западноевропейската цивилизация – Homo Ludens. „Играта е действие, което протича в определено ограничено място, време и настроение. То се извършва в определен ред, спазвайки дадени и доброволно приети правила, извън сферата на материалната ползност или необходимост. Игровото настроение е настроение на възторг и изолираност, независимо дали играта е свещена или за забава. Действието се съпровожда с чувство за възвишеност и напрежение и предизвиква радост и отмора“ [9]. Наистина това определение за игра може да се приеме повече като метафора за съвременната научна дейност. Защото съвременната наука се отличава със строгите си изисквания за точност и стремежа към истина и тя остава относително по-малко засегната от игровото отношение и със сигурност съдържа по-малко игрови черти, отколкото през епохата на нейното зараждане или през епохата на нейното възраждане. Но така или инак, едва ли може да се отрече, че и днес „в своята дейност учения се увлича в играта и от стремежа към състезание“.



Сложна житейска траектория, безспорни творчески постижения в ядрената физика, астрофизика и биологията, много оригинални идеи и не по-малко на брой безсмислени „изхвърляния“... Джордж Гамов е ярък пример на учен по призвание, учен-универсал, с конструктивна постановка и ефикасно решение на конкретни ключови проблеми. Заедно с това – непредсказуемо и трудно за възприемане поведение и необясними постъпки, възпяван и заклеймяван, обичан и отричан... Около личността му се създават легенди – тъмно минало и авантюристично настояще, забъркал се и попадал в сложни ситуации, животът му съвсем не е безметежен и не се ползва със всеобщо обожание... Мненията за него варират от: „Избяга на Запад, напълно изчерпан, без да може да създаде нищо съществено“; „Той не беше добър човек. Избяга, изоставайки слепия си баща. Подведе Абрам Йоффе, който му беше поръчител за излизането му зад граница. След неговото бягство престанаха да пускат физиците на Запад“. „Нешастен алкохолик, умря самотен, далеч от родина, приятели и ученици“; „Помогна на съветското разузнаване за получаване на най-важните тайни за американската атомна бомба“, през: „Екстравагантен руски екстраверт“; „Не толкова дълбок, колкото блестящ“; „Любител на жизнените удоволствия и на теоретичния хазарт“; „Любител на приятелските гуляи и бутилка уиски соло...“, до: „Пат-

риарх на съвременната астрофизика“; „Умът му се простираше над обширни области на науката“; „Добрите теоретици виждат аналогии между идеите; Гамов виждаше аналозиите между аналогии“; „Не от този свят...“

Ако като принос в науката остава достигнатият краен резултат, то за живота на учения – обикновено труден и противоречив, макар и това да е целта, едва ли може да се оцени само по обрания плод. Различни са мотивацията на индивида, посветил живота си на творческа дейност – от генетична предопределеност, детска любознателност, младежка среда, влияние на значими личности – до истинското *призвание*.... Обаче ежедневиият човешки живот налага, и то решително, своите изисквания и слага своя тежък отпечатък върху съдбата на всеки. Сложната жизнена траектория, криволичеца между калейдоскопичен низ от тривиални битовизми и необикновени жизнени състояния, изтъкан на основата на човешки страсти и неукротими амбиции, вложена енергия и в края на краищата – осмисляне на живота, довежда до деня на равносметката. И ако *по пътя* не си получавал удовлетворение, достигнатата цел и получените *признания* едва ли могат да компенсират крайното огорчение от *пътуването*...

Облагородящото се човешко битие осъществява себе си едновременно в игра и тържество и само там, където човекът е не само *homo faber*, работник, но заедно с това и *homo ludens*, играещ човек. И човешкото битие може да се нарече пълноценно, едва когато той съумее, преодолявайки непосредствените потребности на живота, заедно и едновременно с това, успее да бъде и, творещия човек, играещия човек, човекът отдаден и на духовите ценности. Защото, все пак, удоволствието е най-пълно там, където човекът който го изпитва, е с най-възвишени цели и неговите стремежи са най-благородни. Защото стойността на жизнената траектория се оценява не само по изкачените върхове, а и по удовлетворението, което творецът получава по този път. *Doctus Ludens*, както са наричали учените по време на Ренесанса са били олицетворение на такъв вид учен. Джордж Гамов беше тяхната съвременна реализация.

Бележки

[1] – „Принадлежи към дореволюционното съсловие на дворянството“, записано (и подчертано) в досието му в университета през 1922 г. ще го преследва неотклонно през всичкото време на пребиваване в Съветския Съюз. Това е известно и на студентите му и неслучайно му е лепнато и прозвището „кающият се дворянин“.

А връзките между баща и син остават хладни през целият им живот. След като през 1922 г. Гамов напуска Одеса, той рядко се върща в родния си град и навещава баща си, а след емигрирането през 1933 г. той макар и да поддържа баща си материално, това причинява повече притеснения (страх от арест) за самотния и болнав старец. Той завършва живота си като се обесва на рамката на прозореца в квартирата

си, което след това съветските органи приписват като обвинение срещу сина му „изоставил слепия си баща“.

[2] – Длъжността му като метеоролог-наблюдател и „лектор по физика“ му определя заплата, приравнена на военен чин полковник и право да носи военна униформа и която той носи по необходимост и се снима няколко пъти. Този му „чин“ в Червената Армия става причина, по-късно, през 1949 г., макар и признат като един от водещите ядрени физици в света, той да не бъде допуснат да участва в проекта Манхатън по създаване на американската атомна бомба.

[3] – Нека, в интерес на истината, а и като илюстрация на нещо нередко в историята на науката – едновременното „откритие“ на нещо което витае в атмосферата, отбележим, че статия с подобно качествено обяснение, се появява едновременно (и независимо) с първоначалната статия на Гамов в Nature (v.122, 1928) от английските физици (ученици на Ръдърфорд) Р.Гърни и Е.Кондън. Да отбележим още, че проблема за проникване през потенциален бариер – за електронна емисия, се разглежда по това време (1927 – 1928 гг.) и от теоретици като Ф.Хунд, Нордхайм, Р.Фаулер.

[4] – Този пасаж е от автобиографичната му книга G.Gamow, My world line: An informal autobiography, The Viking Press, 1970, излязла от печат 2 години след смъртта му. Може би за онези които са преживели този период и го помнят и за онези които знаят повече за него, днес той изглежда малко тромав и тривиален, но нека не забравяме, че книгата е писана за западните читатели, които тогава са знаели за него... колкото младите хора сега у нас.

[5] – Все пак нека отбележим, че тази характеристика за Гамов и жена му е дадена от съпругата на акад. Йоффе, доста след тяхната нелегална емиграция на Запад, когато сам Йоффе, като гарант на Гамов е засегнат от неговата постъпка.

[6] – С този проблем Кричфилд се заема още под ръководството на Гамов, но те не могат да преодолеят математичните трудности, които при Бете са разрешени леко. Както по друг повод ще заяви Вера Рубин, днес световно известна американска астрономка, навремето аспирантка на Гамов „Той не умееше да смята, не можеше веднага да ви каже колко прави 7 x 8. Но неговия ум разбираше Вселената“.

[7] – Синът им Игор-Рустем Гамов е роден през 1935 г. във Вашингтон, САЩ и по-късно става известен биофизик и... алпинист: професор е в университета в Колорадо, и е изобретател (патентован) на „спалния чувал Гамов“, предназначен за ледници.

[8] – Перифразирайки известната (навремето) статия на Сталин „Три източника и три съставни части на марксизма“.

[9] – Разбира се, Хойзенгха, анализирайки по-задълбочено спецификата на научното творчество, особено вече през XX век, когато науката става двигателна сила за техническия прогрес, той отбелязва и проявяващите се вече съществени различия: отмората едва ли е основна характеристика на научната дейност; тя не се върши в изолация, а търси контакт с действителността и поддръжка на обществото; науката е полемична; правилата не са определени веднъж за винаги, а се коригират от практиката; макар и непряка, науката има връзка с икономическата основа.

Предлагаме ви един текст на известния руски математик С.П.Новиков[1], написан остро, с пристрастие и дълбоко познаване на ситуацията „отвътре“. Въпреки неизбежната субективност на такива становища и независимо, че в случая се описва ситуацията в Русия и на Запад, посочените и анализирани проблеми засягат по принцип и положението у нас.

И ако много неща са дискуссионни, те поне навеждат на размисъл.

КРИЗАТА НА ФИЗИКО-МАТЕМАТИЧЕСКАТА ОБЩНОСТ В РУСИЯ И НА ЗАПАД ПРЕЗ ВТОРАТА ПОЛОВИНА НА ХХ ВЕК

(част I)

С. П. Новиков



За мен физико-математическата общност е математиката и теоретичната физика. В нея израснах и работя. Тъкмо за тая общност се отнасят голяма част от тревожните мисли, които ще се постарая да споделя тук. Немалка част от тях се зародиха у мен още преди две, три десетилетия и съзряваха с годините. Обаче тогава аз свързвах всички тези процеси само с общото гниене и разпад на комунизма, с неговата несъвместимост с интелектуално високо развитото общество, със задълбочаването на некомпетентността на съветската върхушка, особено през брежневския период. Мислех, че тези процеси са характерни само за научната общност на Съветския Съюз, чийто разпад беше исторически неизбежен, макар никой от нас да не очакваше той да настъпи тъй скоро. Сега, работил вече доста години на Запад и познавайки ситуацията в най-развитите страни, мога да кажа: тревогата ми по повод еволюцията и съдбата на физико-математическата общност расте непрестанно. Имам предвид съдбата на нашата общност в целия съвременен цивилизован свят, а не само за Русия, преживяваща вече десетилетие труден преходен период, който едва ли ще завърши и през следващите десет години.

Еволюция на математиката през XVI–XIX векове. Моето поколение от математици и физици-теоретици не очакваше такава криза. През 50-те

години на XX век, когато учехме в университетите, тази общност се беше издигнала много високо. Зад нея бяха вече четири, пет века безспирно развитие на тези науки. Мислехме, че така ще продължава и за винаги. Представата ни за математиката и математизирането на природните закони бе следната:

XVI век: развива се алгебрата на полиномите; решени са алгебричните уравнения от трета и четвърта степен; кардинално е усъвършенствано учението за числата, въведени са и се използват отрицателните и комплексни числа, и докато отрицателните числа се приемат веднага, комплексните числа дълго време будят подозрение.

XVII век: появяват се координатите, позволяващи да се приведе геометрията на езика на алгебричните формули и да се разшири нейният предмет; започва да се развива анализът; формулирани са математичните закони, лежащи в основата на много природни явления – вариационният принцип на Ферма за светлинните лъчи, принципът на Галилей, законът на Хук, универсалният закон за гравитацията, общите закони на Нютон. Възникват първите значителни математически изводи на природни закони, като се изхожда от фундаментални принципи. Това са например: не достатъчно оцененият от съвременниците извод на закона за пречупване на светлината с помощта на вариационния принцип на Ферма и Нютоновият извод на Кеплеровите закони, положил основите на съвременния научен метод. Появяват се идеите на теорията на вероятностите.

XVIII век: развитието на анализа се превръща в мощен поток, включващ линейните диференциални уравнения и метода на собствените трептения, вариационното изчисление и много други неща. Възникват диференциалната геометрия и теорията на числата, развива се теорията на вероятностите. Механиката, включително и небесната, става зряла, високо развита наука. Възниква хидродинамиката.

XIX век: математичният поток, включително и теорията на вероятностите, продължава да набира сила. Възниква комплексният анализ; проблемът за разрешимостта на алгебричните уравнения поражда теорията на римановите повърхности и теорията на групите; възниква линейната алгебра; задълбочава се изучаването на симетриите, появява се алгебрата на Ли. Геометрията, теорията на числата, теорията на римановите повърхности, теорията на диференциалните уравнения, теорията на редовете на Фурие и др. се превръщат в мощни развити дисциплини. Появяват се нови раздели на физиката със своите математични закони: електричество и магнетизъм, родената от техниката термодинамика, а след това и статистическата физика и кинетика. В края на XIX век възникват първите клонки на абстрактните раздели на математиката, като теорията на множествата и функциите с реални променливи. Възникват качествено-топологичните раздели на математиката –

качествената теория на динамичните системи и топологията. Появяват се първите идеи на математичната логика.

Общността на физиците започва да осъзнава недостатъците и дори противоречията на класическата физика, построена на основите на механиката на Нютон и класическата електродинамика. Трябва да се има предвид, че през този период има грандиозен напредък на технологиите. Безусловно, развитието на физиката е в значителна степен неин продукт. Математическото разбиране на законите на природата се потвърждава от експерименталните открития.

Така нашата наука достигна началото на ХХ век. Лидерите на математиката през този период – Поанкаре, Хилберт, Херман Вайл олицетворяват границата между ХІХ и ХХ век, между миналото и „нашето“ време, времето на моето поколение математици, в което мнозина от математиците, израстнали през 20-30-те години, бяха още съвременници, с които ние общувахме. Говорейки за теоретичната физика, за мене, предисторията, завършваше с Айнщайн и Бор, т.е. с появата на релативистката и квантовата физика. Техните научни приемници вече бяха учените, от които се учеха хората от моето поколение.

Нямам претенции тук да излагам историята. Нека читателите ми простят, ако съм пропуснал важни неща. Моята цел е свършено друга: да покажа, че това развитие беше мощен подем на нивото на знания; миналите постижения се усвояваха от следващото поколение, унифицираха се и се опростяха. Новото органически се съединяваше със старото.

Образованието до средата на ХХ век. Постоянният мощен поток от знания в точните, теоретични математизирани науки изискваше непрекъснато преразглеждане и модернизация на образованието. В края на краищата, в началото на ХХ век се достигна до устойчива система, при която първият важен етап стана общообразователното училище – гимназия – от 6-7 до 17-18 годишна възраст (10-11 години обучение), а след това специализирано висше образование – университет. През ХХ век стана необходимо да се добави и аспирантурата, по-специализирано обучение, насочено към усвояване на тясна математическа специалност и разкриване на творческите способности и даващо начало на научните изследвания. В различните страни тази система варираше, но пълния курс от 8-9 години (висше образование и аспирантура) навсякъде беше един и същ. Въпреки че гимназиалното образование не беше задължително през първата половина на ХХ век, в напредналите страни изискванията постепенно се повишаваха. През втората половина на ХХ век последният етап на гимназиалното образование започна да става все повече специализиран, с увеличен обема по математиката, физиката и др.

Основна черта на тази система беше твърдата система на изпити; например по математика, те бяха ежегодни, започвайки от 10-годишна възраст.

Началните етапи – аритметика, геометрия, алгебра – се изучаваха особено твърдо. Всеки важен предмет завършваше с изпит, но математиката се изучаваше особено настойчиво, както впрочем, и умението да се пише грамотно. Създаваше се твърд фундамент, на който можеше да се гради бъдещото. Нещо което е много важно – този фундамент се създаваше достатъчно рано, така че след това да може да се усвои и висшата математика, пък и науките, построени на нея, като теоретичната физика, например. Да отложиш обучението, да пропуснеш време бе голяма загуба. С възрастта по-трудно се усвояват нови знания, а пък и животът започва да предявява своите претенции и пречи на безкрайно дългото обучение. И не на последно място по-важност е и необходимостта рано да бъдат създадени устойчиви навици за напрегната работа, логическа точност, упоритост и способност за концентрация. Тези способности природата дава не на всички хора, а без тренировки още от ранна възраст те се губят. Затова започнаха да действат и доброволни математически кръжоци и олимпиади и те заработиха много ефективно. Това е цял образователен комплекс, от чиито постижения не можем да се откажем без риска да загубим цялото научно математично образование.

Математиката през XX век. Първата половина на XX век е период на безгранично господство на теорията на множествата в идеологията на математиката. Развитието на самата теория на множествата доведе до толкова общи и абстрактни понятия и мисловни построения, че поради въпроса за тяхното осмисляне и непротиворечивост. Това доведе до интензивно развитие на математичната логика и обсъждане на непротиворечивостта и аксиоматичната пълнота на самата теория на множествата и самата математика. На пръв план излезоха основите на математиката. През 20-те години съобществото на математиците окончателно се откъсна от това на физиците-теоретици. Математиката се ориентира само към единното и строго изложение, нещо което силно съкрати съдържателното изучаване на използваните в естествознанието дялове на математиката.

Това е вярно особено за съвременната теоретична физика, която математиците не усвоиха. В СССР възникна парадосална ситуация, при която механиците-класици останаха с математиците, а съвременната теоретична физика се отдели в отделни факултети. Нещо подобно се случи и на Запад, но там приложните механици, освен ония, които поне отчасти „доказваха строги теореми“, се бяха развели с математиците.

Системата, по която се обучаваше моето поколение математици в СССР, бе създадена в периода между 1930 и 1950. Общата физика все още се преподаваше, но не и съвременна теоретична физика. Само основните елементи на специалната теория на относителността влязоха в последните години на обучение по физика, а в Московския университет напредничавите механици я вкараха чак в 70-те години. Общата теория на относителността и квантовата

теория останала непозната за математическото образование. Първите опити те да бъдат внедрени започнаха примерно в 1970, макар да не можем да ги наречем успешни. В цялата тая история има не малко субективни моменти. Още в 20-те години консервативните механици като Чаплигин [2] пренебрегвали новите науки, считайки ги за „западни измишльотни“. П.С.Александров [3] ми е разказвал, че Чаплигин забранил на Урисон [4] да включи, новата тогава, обща теория на относителността в аспирантския изпит. Това е една специфична руска черта – склоност към откъсване от световната наука. Дори Чебишов [5] е бил патологичен ретроград. А.Ф.Каган ми е разказвал, че като млад частен доцент при среща с Чебишов се опитал да му каже нещо за съвременната геометрия, но старият само изразил дълбокото си презрение спрямо новомодните дисциплини като риманова геометрия и комплексен анализ. Чебишов наистина е оставил силна школа в Санкт-Петербург, но и със силна склонност към провинциализъм.

След Поанкаре, с Лебег и Борел, френската школа тръгнала по ултраабстрактен път и изкопала в Париж и после в цял свят дълбока пропаст между математиката и естествознанието. За отделни звезди като Ели Картан и Жан Лере, тази пропаст е била неприятна, но въпреки големия си авторитет, те са останали изолирани. Блестящите групи парижки математици, появили се през ХХ век, култивираха и задълбочиха тая пропаст. Те станаха идеолози на една пълна и единна формализация на математическото образование, включително и на училищното. Тази програма наричаме „бурбакизъм“ [6]. За щастие, макар в началото на ХХ век основателите на московската математическа школа – Егоров [7] и Лузин [8] – да внесоха теориите на множествата и на функциите от Париж, мнозина техни ученици от 20-те години, когато контактите с чужбина още не са били прекъснати, са попаднали под влиянието на по-мощната и идейно богата школа на Хилберт [9]. Така московско-ленинградската школа е тръгнала по по-разумен път от парижката, като не е изключвала а дори поощрявала взаимодействието с останалия научен свят. Наистина Хилберт е провъзгласил програма за една единна, но нетривиална аксиоматизация на математиката и теоретичната физика. Например, още в зората на общата теория на относителността той е доказал забележително дълбоката и нетривиална теорема за лагранжевостта на Айнщайновите уравнения на релятивистката гравитация, теорема останала дълго неоценена, а после оказала голямо влияние. Така Хилберт потвърди всесилието на аксиомата, че всяка фундаментална физическа теория трябва да бъде лагранжева, нещо което е било съвсем неясно в случая на Айнщайновата теория. Всеки физик би оценил такава аксиоматизация и формализация, защото тя би била не само дейност по доказване на теореми за съществуване и единственост или строго доказателство на резултати, вече получени от физици и инженери. Херман Вайл [10], като ученик на Хилберт, е странял от теорията на мно-

жествата и формализацията, тясно взаимодействайки с физици и внасяйки фундаментални идеи. Дж. фон Нойман [11] е бил един от идеолозите на формализацията и аксиоматизацията, но също като Еми Ньотер [12] я е разбрал нетривиално, по хилбертовски. Техният принос към програмата е голям и полезен и днес ние всички работим с въведените и подредени от тях понятия. Школата на Хилберт провеждаше идеология на единство на самата математика и на единство и с теоретичната физика, идеология на формализация, но полезна докато поддържа единството. Не бива изкуствено, без нужда, да правим простото сложно. Например, общата теорема на Фон Нойман в спектралната теория на самоспрегнатите оператори е дълбока и сложна теоретико-множествена теорема, но в процеса на създаване на теорията на най-важните класове диференциални оператори може и без нея. Рядко се случва да не може без обща теорема, особено ако коефициентите са сингулярни. А да създадеш тежка теоретико-множествена аксиоматизация на анализа, започвайки с елементи, като Бурбаки, това е глупост, която може да убие целия реален анализ. Но това бе вече идеология на един по-късен период.

Математиката и физиката през периода 1930–1960. За съжаление немската физико-математическа школа (включително и австро-унгарската) беше разпръсната от нацизма. Останалата жива част от звездите се пресели в САЩ и възпита следвоенното поколение блестящи американски учени. А както са ми разказвали френски физици, развитието на квантовата физика във Франция е спъвал Луи де Бройл, изигравайки ролята на френски Лисенко, въпреки собственения си принос в началото на развитието ѝ.

До началото на Първата световна война в стара Русия не е имало сериозна школа по теоретична физика. Първите руски звезди в световната теоретична физика (Гамов [13], Ландау [14], Фок [15]) се появяват в 20-30-те години пряко от контакта с ултрасъвременната европейска школа по квантова теория на Н.Бор. Гамов остава на Запад, а Ландау и Фок създават в Москва и Ленинград силни школи. Мисля, че Ландау е възприел своя подход за създаване на школа и стил на провеждане на семинарите от общуването си с кръга около Хилберт. В периода 30–50 години Ландау разработва и реализира фундаментална идеология – как и на какво трябва да се учи физика-теоретик. В СССР новите школи на Ландау и Фок се допълват от автохтони, обществено, израснала от силната школа на класическата физика, създадена от Л.И.Манделщам [16], особено силна в приложните направления. По-късно някои от тях внесоха важен принос в съвременната квантова теория.



Н. Н. Лузин

Любопитна е историята за това как кръгът от чисти математици от 30-те години е отблъснал такава ярка личност и талант като Н.Н. Боголюбов [17]. Разбира се, дефектите в неговите, съвместни с Н.М.Крилов [18], работи са били реални, но разгромът от страна на А.А.Марков [19] през 1930 година е пресилен. След това на Боголюбов не му вярват. Той решава проблема на Лузин за почти периодичните функции – помолват Меншов [20] да провери резултатите, а той заменя сериозната проверка с чисто формално установяване на множество дребни грешчици и поставя работата под съмнение. Като студент през 50-те години чух за това от баща си, че през 30-те години е имало такава работа на Боголюбов, но съмненията така и си бяха останали. По късно научих, че в световната литература по теория на функциите тази работа се счита за отдавна проверена и минава за класическа, и казах това на баща си. Той се изказа презрително за стила на Меншов да подменя проверката с дребнави забележки. Така или иначе, Боголюбов със своя интуитивен и неточен стил на доказване, е отхвърлен. Но това се оказва полезно за него и той години наред изучава квантовата физика и по-късно, през 40-те години когато прави блестящи работи по теорията на свръхпроводимостта, трябва да преодолее сериозни трудности, за да навлезе в кръга на физиците. Необичайният и характерен стил на реална и остра критика, отправена му от Ландау, отравят първите му изяви. С тази критика той по-късно се справя (макар и не веднага) и убеждава Ландау, но отношенията им остават завинаги напрегнато ревниви. Тук играе роля и това, че личности от типа на Виноградов [21] и Лаврентиев [22] не без успех използват слабостите на Боголюбов и неговата склонност да поддържат съмнителни хора в тяхната борба против „еврейската физика“. По-късно, през 70-те години, след скандал с Виноградов, Боголюбов изхвърли от главата си целия този баласт от противни кавги. През всичките тези години Боголюбов много внимателно е криел от приятелите си от типа на Лаврентиев какво мисли той за техните претенции да се смятат за физици, без да знае изобщо какво представлява съвременната теоретична физика (въпреки, че Лаврентиев бе много талантлив). В началото на 70-те години той ми е казал, че мнозина математици не могат и да си представят, колко още трябва да научат, за да разберат, за какво говорят съвременните квантови физици, обличайки своите мисли в образни изрази, които сега не искам да повтарям.

Към края на 30-те години, както ми разказваше баща ми, те са поканили Ландау в Стекловката да им прочете курс лекции – какво представлява квантовата механика и статистическата физика. Излушвайки го, те са силно раздражени, никак не им се нрави логическата каша, както казваше баща ми. По-късно, след появяването на книгата на фон Нойман, двама от тях – Колмогоров [23] и сам той, с удоволствие прочитат книгата. Аксиоматично точният стил – ето какво им е било необходимо. Те са искали да разберат

логиката, а не квантовата механика. Третия – Гелфанд [24], решава да изучи този къс от физиката така, както си я представят самите физици. Той се включва към семинара на Ландау и провежда там десетина (и повече) години. Гелфанд беше единственият от приложните математици, който можеше да говори с реални физици, а не само с механици-класици, по време на изпълнението на важни секретни задачи през 40-50-те години. Той получи от физиците много и за своята математика – например теорията на безкрайномерните представяния, и прехващайки я от света на физиците, реши поставената от тях обратна задача в теорията на разсейването (в тези изследвания участват Наймарк, Левитан, Марченко). А неговият ученик Березен откъсна от семинара на Ландау задачата за построяване на фермионен аналог на интеграла.

Освен назованите математици, останалите не изучаваха нищо повече от физиката. Контактите им с квантовата физика пресъхнаха. Единствено безкористният любител на науките Меншов продължава, без да разбира нещо, да посещава семинара още много години. Мисля, че съм изброил всички представители от по-старото поколение знаменити московски математици от 30-40-те години, знаещи нещо за квантовата физика на ХХ век. Впрочем, още и Хинчин [25] се бе опитвал да обоснове статистическата физика, но неговите усилия бяха посрещнати с дълбоко презрение от физиците. Леонтович [26] е казвал на баща ми, че Хинчин не разбира абсолютно нищо. От известните ленинградски математици А.А.Марков има още като млад една смислена работа по основите на теорията на идеалната еластичност, но след това никога не се обръща към естествените науки. Такъв блестящ геометър като А.Д.Александров извежда от преобразуванията на Лоренц някакви глупости, за които е неудобно даже са си спомняме. Макар той да е физик по образование, неговата склонност към аксиоматизация го доведе до абсурдни изводи. Квантовата физика проникна при ленинградските математици по-късно, през 60-те години, с Л.Фадеев [27], който в началото е бил ученик на Фок, преди да стане аспирант на Ладиженска [28] и да започне да доказва строги теореми. Впрочем, ушите му на физик стърчаха от всички негови доказателства. Най-добрите си работи той направи, когато се върна в квантовата математична физика, близко до физиците.

Особена роля сред московските математици продължително време игра Колмогоров. Бидейки идеолог на теорията на множествата, аксиоматизацията на науката и основите на математиката, по онова време той притежаваше завидната способност да решава трудни и важни математични проблеми, както и да бъде разумен и деен в приложната област и в естествените и хуманитарни науки. От аксиоматизацията на теорията на вероятностите той можеше да премине към закона за изотропната турбулентност, от математич-

ната логика и тънки контрапримери в теорията на редовете на Фурие – към ергодичната теория, към аналитичната теория на хамилтонови системи, решавайки абсолютно по новому стари проблеми. Той има важни приноси дори в алгебричната топология.

Но по същото време той имаше и странни, бих казал психологични, отклонения: в образованието, училищно и университетско, той се бореше с геометрията, изгонваше комплексните числа, стараяше се навсякъде да въведе теорията на множествата, което е нелепо. Казано накратко, той проповядваше нелепите идеи на бурбакизма. Съвременната теоретична физика той не познаваше и като естествоизпитател се основаваше само на класическата механика.

Колмогоров притежаваше обаче забележителна способност – да намира възловите точки, да открива нещата, които после ще бъдат необходими на всички. Много силно се вкорениха в съвременната наука неговите, и на учениците му, открития от 50-те години за динамичните системи. За щастие, свръхпрестижния Московски университет Сталин бе дал да ръководи голям учен, и което беше извънредно рядко за онова поколение на водещи математици-администратори, на порядъчен човек: И.Г.Петровски [29]. А идейното ръководство на математическото образование беше отдадено на Колмогоров. Особено важно беше и това, че на семинарите на Механо-математическия факултет и на вечерните заседания на математическата общност през втората половина на 50-те години се събираха всички московски математици, които имаха някакви творчески постижения и амбиции. Никъде по-късно по света не срещнах такава мощна, събрана на едно място общност, покриваща всички дялове на математиката. Такъв беше Мехмата, когато аз учех там. В тази общност блестяха младите ученици на Колмогоров, като Арнолд [30], а след това Синай, израснали от теорията на множествата, теорията на реалните функции и теорията на динамичните системи. Областите, в които те се занимаваха при Колмогоров, бяха за мене последният взрив на идеите на теорията на множествата, лебедовата песен на Колмогоров. Това беше много модерно, но на мен лично теорията на множествата не ми импонираше. Смятах, че това е само наследство от 30-те години и едва ли могат да се очакват много нови идеи.

(продължение в следващата книжка)

Бележки

[1] – Сергей Петрович Новиков, роден през 1938 г. в г.Горки, (преди и сега – Нижни Новгород), син на още по-известния руски математик-логик академик Петър Новикав (1901-1975); майка му Людмила Всеволодовна Келдиш, професор по математика, е сестра на акад. Мстислав Келдиш, председател на АН на СССР през

периода 1961–1975 г. С.Новиков завършва Механо-Математическия факултет на МГУ през 1960 г., през 1964 защитава дисертация за кандидат на физико-математичните науки, а през следващата 1965 – за доктор на физико-математичните науки. До 1975 г. работи в Математическия институт Стеклов на АН на СССР, като от 1967 г. е професор в катедрата по диференциална геометрия на МГУ. От 1975 до 1993 е завеждащ математическия отдел на Института по теоретична физика „Ландау“ на АН. Чл.кор на АН на СССР (1966) и академик (1981), почетен член на множество други чуждестранни академии. От 1996 г. С.П.Новиков е професор в университета в Мериленд, САЩ. Основните му научни резултати са в областта на геометрията и топологията, теорията на солитоните и общата теория на относителността: доказателство на топологичната инвариантност на характеристичните класове на Понтрягин, построяване на качествена теория на разслоенията и многозначните функции, качествена теория на космологичните модели, теория на крайнозонните решения на нелинейни системи от частни диференциални уравнения. Лауреат на Ленинска награда (1967), международната награда „Н.И.Лобачевски“ на АН СССР (1981). Носител на медала „Фийлдс“ (1970).

[2] – Чаплигин Сергей Александрович (1869–1942) – академик, известен руски математик, с големи приноси в областта на теоретичната механика, един от основателите на съвременната хидроаеродинамика.

[3] – Александров Павел Сергеевич (1896–1972) – академик, основател на руската топологична школа.

[4] – Урисон Павел Самуилович (1898–1924) – професор в МГУ, със значителни приноси в областта на топологията.

[5] – Чебишев Пафнутий Львович (1821–1894) – академик, основател на Санкт-Петербургската математична школа; със значими приноси в широк кръг от математиката – анализа, теорията на числата, теорията на вероятностите, вариационното изчисление, теорията на машините и механизмите и др.

[6] – „бурбакизъм“ – от Бурбаки Н. – колективен псевдоним на група изтъкнати френски математици, които се опитват да наложат абстрактния, аксиоматичен подход за обосноваване и излагане на математиката.

[7] – Егоров Дмитрий Федорович (1869–1931) – професор в МГУ, член кор. на АН, с приноси в областта на диференциалната геометрия, теорията на интегралните уравнения, вариационното изчисление и др.

[8] – Лузин Николай Николаевич (1883–1950) – академик, професор в МГУ; с приноси в областта на теорията на аналитичните функции и уравненията с частни производни.

[9] – Хилберт Давид (1862–1943) – велик немски математик, член на Берлинската АН, професор в Гьотингенския у-тет. Със значими приноси в много области на абстрактната математика, най-вече в областта на аксиоматизацията на математиката.

[10] – Вайл Херман (1885–1955) – американски математик, ученик на Хилберт, с приноси към теорията на диференциалните уравнения, теорията на групите, основите на математиката, квантовата механика и теорията на относителността.

[11] – фон Нойман Джон (1903–1957) – американски физик и математик от унгарски произход. Със значими приноси в областта на математичната логика,

теорията на групите, теорията на игрите, алгебрата на операторите и квантовата физика.

[12] – Ньотер Еми (1882–1935) – германска математичка, професор в Гьотингенския у-тет. С приноси в областта на абстрактната алгебра; формулира и доказва фундаменталната теорема на теоретичната физика, свързваща законите за запазване със симетриите на системата.

[13] – Гамов Георгий Антонович (Джон) (1904–1968) – руски физик, емигрирал през 1934 г. в САЩ. Със значими приноси в областта на ядрената физика, квантовата механика, астрофизика и биология.

[14] – Ландау Лев Давидович (1908–1968) – знаменит руски физик, лауреат на Нобеловата награда (1962). С основополагащи приноси в различни области на теоретичната физика – квантова механика, теория на физиката на твърдото тяло, теорията на фазовите преходи и свръхфлуидната течност, квантовата теория на полето и физиката на елементарните частици и високите енергии.

[15] – Фок Владимир Александрович (1898–1974) – известен руски физик-теоретик, академик (1939), професор в Ленинградския университет. С приноси в областта на квантовата механика, квантова теория на полето, теорията на относителността и математичната физика.

[16] – Манделщам Леонид Исакович (1879–1944) – руски физик, основател на московската школа по теоретична физика, академик (1929). С приноси в областта на радиофизиката, теорията на нелинейните трептения, квантовата механика.

[17] – Боголюбов Николай Николаевич (1909–1992) – математик и физик-теоретик, академик (1953). Дългогодишен директор на ОИЯИ (Дубна). Със значими приноси в областта на математичната и статистическата физика, квантовата теория на полето, теорията на елементарните частици.

[18] – Крилов Алексей Николаевич (1863–1945) – руски математик и механик, академик на РАН (1914), професор в Санкт-Петербургския у-тет. Основни приноси в теорията на кораба, диференциалните уравнения, теория на жирокопа и строителната механика.

[19] – Марков Андрей Андреевич (1903–1979), чл.кор на АН (1953) професор в Ленинградския у-тет, с приноси в областта на топологията, теорията на динамичните системи, теорията на алгоритмите.

[20] – Меншов Димитрий Евгениевич (1892–1977), чл.кор. на АН, професор в МГУ, с приноси в областта на тригонометричните и ортогонални редове, теорията на функциите с реални променливи.

[21] – Виноградов Иван Матвеевич (1891–1979) – академик (1929), професор в Ленинградския у-тет, директор на Математическия институт „Стеклов“ (от 1932); с приноси в аналитичната теория на числата.

[22] – Лаврентиев Михаил Алексеевич (1900–1980) – математик и механик, академик (1939), с приноси в различни области като теорията на функциите на комплексни променливи, теорията на множествата, теория на диференциалните уравнения, вариационни изчисления и приближени методи.

[23] – Колмогоров Андрей Николаевич (1903 – 1990) – академик (1939), професор в МГУ, с приноси в областта на теорията на вероятностите и нейната аксиома-

тика, теорията на функциите на реални променливи, теорията на стационарните процеси, ергодични марковски процеси и др.

[24] – Гелфанд Израил Мойсеевич (р. 1913) – чл.кор. (1953), професор в МГУ; с приноси в теорията на банаховите пространства, функционалния анализ, теория на вероятностите, теория на групите

[25] – Хинчин Александър Яковлевич (1894–1959) – чл.кор. на АН, професор в МГУ, с приноси в теорията на вероятностите, математичната логика, теория на функциите, теория на информацията и теория на масовото обслужване

[26] – Леонтович Михаил Александрович (1903–1988) – академик, професор в МГУ; със значими приноси в областта на електродинамиката, статистическата физика, квантова механика, теория на плазмата и проблемите на управляемия термоядрен синтез.

[27] – Фадеев Людвиг Димитриевич (р. 1934) – известен руски математик, академик (1976), професор в Ленинградския у-тет; със значими приноси в областта на функционалния анализ и математичната физика.

[28] – Ладиженская Олга Александровна (1922–1989) – чл.кор. на АН, професор в Ленинградския у-тет; основни направления на изследванията – диференциални уравнения с частни производни, функционален анализ, приближени и числени методи на изчисление.

[29] – Петровски Иван Георгиевич (1901–1973) – руски математик, академик (1943), ректор на МГУ (1951–1970); с приноси в областта на качествената теория на диференциалните уравнения, математичната физика, алгебричната геометрия, теория на вероятностите.

[30] – Арнолд Владимир Игоревич (р. 1937) – руски математик, професор в МГУ, със значими приноси в областта на функционалния анализ, аналитичната механика, теорията на диференциалните уравнения.

*„Вторая половина XX века и ее итог:
кризис физико-математического сообщества
в России и на Западе“* – сказка, изнесена през 2002 г.
Превод (със значителни съкращения и бележки): **Н. Ахабабян**

100 ГОДИНИ ЕЛЕКТРОНИКА ПО СВЕТА И У НАС

Николай Велчев

1. Уводни бележки

Съвременната електроника представлява значителен по обем и фундаментален по значение отрасъл от световната икономика – не само защото сферата на нейното приложение обхваща цялата човешка дейност (битова, трудова, образователна, лечебна, транспортна, съобщителна, административно-управленческа, финансово-икономическа, спортна и развлекателна), но и защото засяга *отговорностите по функционирането* на едва ли не на всички използвани от хората уреди, съоръжения и апаратури, включително и тези от неелектрическо естество, като например в микромеханиката,

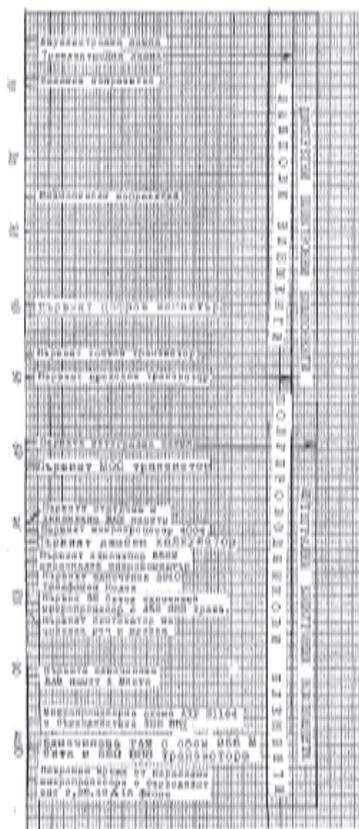
селското стопанство, при добива и преработката на суровини, при моделирането на различни процеси и т.н.

Степента на достъп на населението до електронни средства може да се илюстрира от следните примери. Няма човек, който да не е виждал радио и телевизор, а вече над 1,5 милиарда жители на планетата Земя ползват мобилни телефони. От същия порядък и броят на хората, работили с електронен калкулатор, малко по-малък – тези с персонален компютър, а техният най-популярен вариант – лаптопите, в перспектива се очаква да следва разпространението на телефоните.

Някои съществени фрагменти от развитието на електрониката в исторически и в йерархичен план:

(1) ЕЛЕМЕНТ-СХЕМА-УСТРОЙСТВО-СИСТЕМА,

са представени в табулограмата на фиг. 1. Тъй като тя ще бъде обсъждана многократно по-нататък, налага се да бъдат дадени следните **пояснения**. В понятието „дискретни“ се влага смисъла на „единични“, пояснени чрез връзката между „елемент“ и „компонент“ в следното съотношение:



Фиг. 1. Табулограма на развитието на електрониката

- | | | | |
|-----|--|-------------|---------------------------------|
| | <i>Един</i> | <i>Един</i> | <i>Един дискретен</i> |
| (2) | <i>електронен + корпус
елемент</i> | = | <i>електронен
компонент</i> |

Алтернативното понятие на „дискретен“ е „интегрален“, пояснено от съотношението:

- | | | | |
|-----|---|-------------|---------------------------------|
| | <i>Много</i> | <i>Един</i> | <i>Един интегрален</i> |
| (3) | <i>електронни + корпус
елементи</i> | = | <i>електронен
компонент</i> |

Сравнението на (2) и (3) показва, че интегрирането на електронни елементи върху общ техен носител повишава ефективността на използването им от икономична гледна точка.

Друга особеност на табулограмата от фиг. 1 е, че годината на една обявена новост в областта на електрониката не означава, че тя започва да се прилага още през следващите няколко месеца, нито пък, че предишната новост – вече в качеството ѝ на „старост“, незабавно престава да се ползува от потребителите.

Накрая от началото, на въпроса „*Как се доказва, че един нов електронен продукт придобива революционен ефект за електрониката?*“, отговорът е двупосочен: *първо*, ако неговата поява на пазара подменя изцяло елементната база, съществуваща дотогава, и *второ*, ако е удостоен с Нобелова или някоя друга извънредно висока награда – подобна например на тази „*За най-високи постижения*“ (първ неин получател от Президента на САЩ е станал Джон Атанасов за изобретяването на компютъра).

2. Ламповите компоненти

За начало на електрониката се счита изобретяването на

ЕЛЕКТРОННАТА ЛАМПА:

двуелектродната – през 1904 г. от английския физик Джон Флеминг и триелектродната – през 1906 от американския физик Ли де Форест. Тя основава действието си на управляем поток от електрони във вакуумна среда: по външен вид и по начин на производство наподобява електрическа крушка с нагриваща се жичка. Прибавянето на допълнителни електроди към първоначалните два (катод и анод) позволява електронната лампа под различни наименования (триод, тетрод, пентод, хексод, хептод, октод) да увеличи и разшири възможностите си за *усилване, генериране и преобразуване* на електронни сигнали. В резултат, на потребителите се предложиха различни модели на електронни усилватели, изправители, смесители, генератори, ключове, индикатори, осцилоскопи, осцилографи, кинескопи, логически и запомнящи схеми и др. Така през 20-те години на 20 век се осъществи радиовръзка и звуково разпръскване в широки мащаби. В началото на 30-те години се появиха първите телевизори, а в техния край – първият цифров компютър (на Джон Атанасов).

Годините и десетилетията след изобретяването на електронната лампа разкриха обаче и **основните** недостатъци на цялото първо поколение от електронни схеми, устройства и системи:

- значителна консумация на електроенергия;
- непродължителен срок на безотказна употреба;
- ненужно големи габаритни размери и маса;
- висока цена на изходните материали за производството;
- сложна и скъпа технология.

Втора група недостатъци е *неефективното* използване на работното пространство на активните и пасивните електронни компоненти. Например, конструктивният детайл на всеки компонент, предназначен да изпълнява определен полезен ефект, по правило представлява само малка част от общата му маса и обем т.е. по-голямата част от конструктивните части на първото поколение електронни компоненти изпълнява спомагателни функции – за механично укрепване или уплътняване, защита от външни въздействия, връзки с други електронни елементи, охлаждане и др. Така че, електронните лампи, резисторите, кондензаторите, бобините и металните жични връзки допускаха ненужно голяма „тара“.

Трета група недостатъци на дискретните електронни елементи се дължи на *противоречието* между общото им използване в електронни схеми, устройства и системи и монтажа в отделен корпус на всеки един от тях. Подобен факт не само че възпрепятства тяхното ефективно използване (2), но и затруднява ремонта на общата схема, устройство или система.

Ето два примера, илюстриращи изброените по-горе недостатъци. По-възрастните българи сигурно си спомнят нашите първи лампови радиоприемници „Христо Ботев“, произвеждани в края на 40-те години на миналия век: в дървена кутия между няколко електронни лампи се виждаше едно голямо и много объркано кълбо от жици и ако се налагаше да се отстранява някаква повреда, беше необходима многочасова работа с помощта на поялник и цял шкаф измерителни уреди. Другият пример се отнася до първия в света работещ компютър ЕНИАК: неговите 18 000 на брой електронни лампи са се повреждали толкова често, че специално назначен техник трябвало да подменя по една от тях на около всеки половин час.

Тези и други подобни основания предизвикаха търсенето на нови възможности за отстраняване на изброените недостатъци. Една от тях се състоеше в прилагането на специални методи на уплътнен монтаж на електронни компоненти в т. нар.

МИКРОМОДУЛНИ КОНСТРУКЦИИ.

Електронните компоненти на *колонния тип* микромодули „Кордууд“ са били монтирани паралелно един на друг между две печатни платки, свързани помежду си чрез техниката на печатния монтаж.

Етажеръчният тип микромодули „Тинкертой“ са представлявали вертикална конструкция от стандартни изолационни плочки с монтирани върху тях дискретни електронни компоненти. Върху най-горната плочка е разположена миниатюрна електронна лампа, а проводниците, съединяващи етажеръчните платки, са запоени за три метализирани жлеба към всяка плочка.

Подобен на описания микромодул е *пръстеновидният* тип микромодули ТЕММ, носител на тригерни електронни схеми. В този случай всички електронни елементи, включително и специални миниатюрни електронни лампи без отопление на катода (използват работната температура на околната среда), се изготвят във вид на дискове и пръстени, чрез които се формират лампови диоди, двойни диоди или пентоди.

В края на 40-те и началото на 50-те години руски специалисти разработиха т.нар. *таблетъчен* тип микромодули. В тях електронни елементи, изготвени във вид на таблетки със стандартни форми, се закрепват в отворите на печатни платки.

Може да се обобщи, че на принципа на стандартизирани и унифицирани модулни конструкции и чрез специални методи и техники (печатни проводници, печатни платки и печатан монтаж), микромодулите успешно осъществяват *уплътняване* и *интегриране* на електронни компоненти в общ корпус и с общ източник на захранващо напрежение. За съжаление, интеграцията на електронни компоненти чрез микромодули не е пълна, защото всеки електронен компонент от конструкцията му си остава монтиран в отделен корпус, т.е. ненужната тара се запазва.

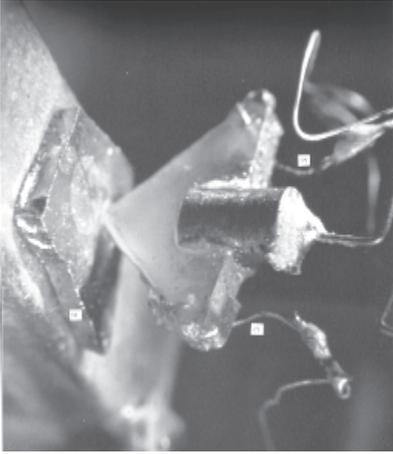
3. Полупроводникови компоненти

Търсенето на възможности за по-нататъшно подобряване на електронните елементи беше насочено и към избора на нови материали за направа на електронни компоненти. Надеждите оправдаха полупроводниците, от които най-напред бяха изготвени т. нар.

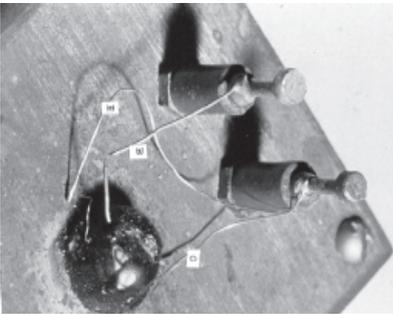
СУХИ ПОЛУПРОВОДНИКОВИ ИЗПРАВИТЕЛИ.

Това са електронни компоненти с различно съпротивление в права и обратна посока на електрическия ток, обявявани в продажба в последователността: сулфидни, селенови и медноокисни изправители (вж.фиг.1), включително като високоволтови или силнотоккови.

Друго направление в изследванията на полупроводникови материали имаше за цел да установи електрическите свойства на пределно чисти и съвършени германиеви кристали. Подобни изследвания се провеждаха в лабораториите на Bell Telephone още от края на Втората световна война. В резултат, през м. декември 1947 г. беше открит полупроводников аналог на триелектродната лампа с качества да *усилва*, *генерира* и *преобразува* електронни сигнали, наречен



Фиг. 2. Първият точков транзистор



Фиг. 3. Първият преходен (биполярен) транзистор

ТРАНЗИСТОР.

Как е изглеждал този първи в историята на електрониката *точков* транзистор се вижда от фиг. 2. На следващата фиг. 3 пък е показана наложилата се впоследствие в практиката друга структура на *преходен (биполярен)* транзистор.

В сравнение с електронните лампи транзисторите имат стотици пъти намалени размери и маса, консумират значително по-малка енергия и гарантират между 10^7 и 10^8 часа безотказна работа. На тези основания тримата изобретатели на транзистора У. Братейн, Дж. Бардийн и У. Шокли бяха удостоени с Нобелова награда по физика. В допълнение на приноса си като изобретател, У.Шокли публикува фундаменталния труд „Електрони и дупки в полупроводниците“, в който представя теория на транзисторите и всички други дотогава известни полупроводникови компоненти – истинска „библия“ на полупроводниковата техника!

В бившия СССР известност получи академик А. Йофе като ръководител на работите по изучаване и приложение на цяло множество от полупроводникови материали.

През следващите 50 години в практиката навлязоха няколко десетки на брой различни

видове транзистори. Това обстоятелство имаше революционен ефект за електрониката, защото тя се преобразува от „лампова“ в „транзисторна“, т.е. появи се ново, второ поколение от полупроводникови компоненти, което подмени дотогавашната база от лампови електронни компоненти. Като последица, възникнаха съвсем нови производствени предприятия – едни за получаване и пречистване на полупроводникови кристали и други – за обработката на получените кристали в специален технологичен цикъл до формиране на полупроводникови чипове с дискретни електронни елементи и последващо корпусиране.

Дейността по разработката, производството и приложението на полупроводникови компоненти беше организирана в много новосъздадени фирми, компании и корпорации, които внесоха в борсовите бюлетени наименования като „Електронен отрасъл“, „Електронен подотрасъл“, „Инвестиции в полупроводникови суровини и материали“ и т.н.

4. Интегрални схеми

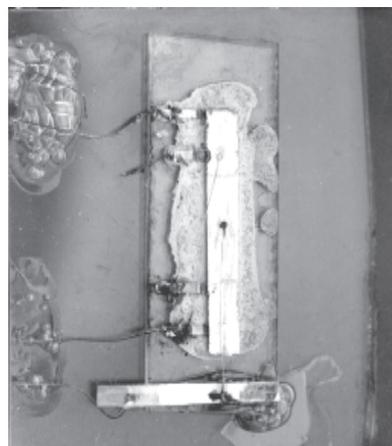
Транзисторите и полупроводниковите диоди навлязоха и в конструкцията на микромодулите, подобрявайки по-нататък още повече качествата на електронните схеми. Когато обаче в няколко световни научно-изследователски центрове в края на 50-те години бяха реализирани *полупроводникови* резистори, кондензатори и съединителни връзки, до следващата крачка – изготвяне на цял полупроводников микромодул, в който всички активни и пасивни електронни елементи са интегрирани в една обща полупроводникова подложка, остана много малко време! Тази крачка беше направена от двама американски инженери независимо един от друг, работещи в различни лаборатории и с различен полупроводников материал.

Джак Килби постъпил в Texas Instruments като млад, току що дипломирал се специалист, през пролетта на 1958 г. По това време фирмата изпълнявала голяма поръчка от страна на военните за направа на германиеви микромодули с логически схеми. На Килби хрумнала идеята да се опита да осъществи интеграция на всички активни и пасивни електронни елементи върху обща германиева подложка, без да използва отделни корпуси за тях. Тъй като нямал право да ползва отпуск, през цялото лято той имал възможност да изчислява и експериментира сам – необезпокояван от никого, за да установи доколко е реалистична идеята му. Така чрез един предварителен технологичен проект била реализирана първата в света електронна схема, съдържаща един транзистор и няколко резистора, формирани върху общ германиев чип: неговата основа била укрепена върху корпус, който можел да бъде присъединен към общ източник на захранващо напрежение. Фотоснимка на тази най-проста

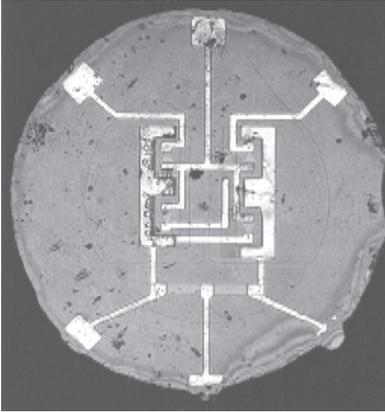
ИНТЕГРАЛНА СХЕМА

(ИС) е показана на фиг. 4. На основа на своите предварителни резултати Джак Килби получил разрешение да изготви тригерна логическа ИС, която била осъществена и патентована в началото на следващата 1959 г. Разработката на ИС била оценена от специалистите като *най-значителното постижение* в света след изобретяването на електронната лампа и транзистора. За личния си принос при изготвянето на първата ИС, Джак Килби беше удостоен с Нобелова награда по физика – макар и няколко десетки години по-късно.

Като по-съвършен полупроводников материал силицият предлага по-големи възможнос-



Фиг. 4. Първата ИС от германий



Фиг. 5. Първата ИС от силиций

ти за изготвяне на ИС. На фиг. 5 е показана първата силициева ИС на токов усилвател, разработен и патентован през 1960 г. от Робърт Нойс – ръководител на изследователския сектор на фирмата Fairchild.

Първите ИС не бяха лишени от някои технически недостатъци, които обаче впоследствие бяха успешно отстранени. Това позволи степента на интеграция да започне бързо да се увеличава (съгласно „Закона на Мур“ *интегралните елементи се удвояват на всеки 18 месеца*) и това доведе до подмяна на естеството на електрониката – от транзисторна в **интегрално-транзисторна** или накратко **интегрална електроника**.

Постиженията през този период на развитие на електрониката са отразени в табулограмата на фиг. 1, между които най-впечатляващи са следните:

- вече близо половин век в света се произвеждат т.нар. *стандартни ИС*
- (логически, запомнящи и микропроцесорни схеми), които имат по правило най-ниски цени;
- едночипови *персонални микрокомпютри*;
- електронни *анализатори* и *синтезатори* – на човешка реч, на музика и на образи, включително електронни преводачи със синтезиран мъжки, женски или детски глас по избор;
- микропроцесорни схеми с паралелно действие, позволяващи производителността на *суперкомпютрите* да бъде повишавана последователно от сегашния терафлопов обхват – до очаквания петафлопов обхват (10^{16}) при модела „изкуствен мозък“, който в момента се разработва в международно сътрудничество с американската компания ИВМ;
- предстоящо е създаването на „*персонален суперкомпютър*“ т.е. суперкомпютър с настолни размери и достатъчно ниска цена, за да получи най-широко разпространение.

Табулограмата от фиг. 1 показва още, че честотата на появата на нови електронни изделия се увеличава чувствително през последните 35 години, което съвпада с началото на широката употреба на ИС и то не какви да е, а МОС ИС.

В ретроспекция, появата на ИС като монолитни полупроводникови модули доразвива идеята за микромодулния монтаж в нейния най-чист вид – не само отстранявайки недостатъците на дискретните лампови и транзисторни компоненти и свеждайки тяхната тара до една единствена – корпуса на ИС, но и защото електрическите връзки между интегралните елементи са доведени

до минимална дебелина и площ (гарантирайки така и минимални стойности на паразитните капацитети), тъй като се получават по специални технологични методи на микроелектронно производство. По този начин прогресът в областта на електрониката след 1959 г., свързан непосредствено с възможността за усложняване на ИС, започва да се определя единствено от това: *колко много на брой интегрални елементи могат да се формират в една ИС*. От началото на 21 век се изготвят например едночипови динамични RAM памети, в които броят на техните интегрални елементи е около **един милиард**.

Стогодишната история на електрониката изявява и един смущаващ факт: по правило, всеки новопоявил се електронен продукт най-напред се прилага за военни цели и едва по-късно – за граждански. Примери за това са микро-модулите, ламповият компютър ЕНИАК (предназначен за управление на зенитния огън на артилерията), първата ИС и др.

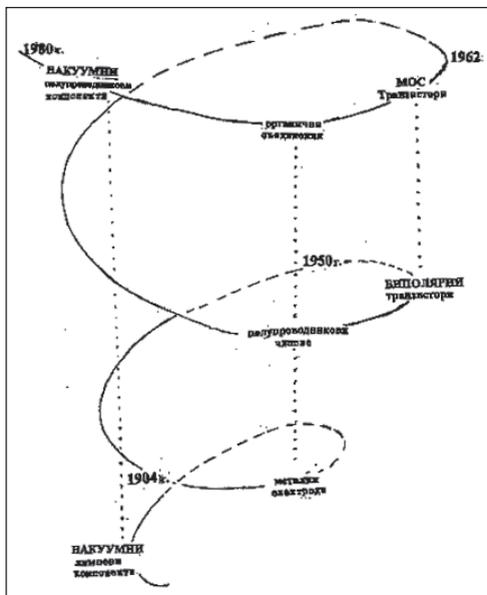
Последователната поява на електронната *лампа*, *транзистора* и *ИС* в продължение на един век, двукратно промени начина на ползване на електронните **к о м п о н е н т и** – като *дискретни* и като *интегрални* и трикратно – съдържанието на самото понятие **е л е к т р о н и к а** – *лампова*, *транзисторна* и *интегрална*, но в последния случай – вече и със **специализирана** към хората насоченост: домакинска, автомобилна, банкова, TV камери и фотоапарати, телевизионни приемници, детски играчки, музикални инструменти, космическа, военна и др.

5. Еволюции и революции в електрониката

Техническите подобрения на качествата на електронните компоненти през изминалите години, демонстрирани на табулограмата от Фиг. 1, могат да бъдат определени като *техническа еволюция* и то – от *класически тип*, защото наподобяват обичайното подобрение на фармацевтични, промишлени и други продукти. Специално обаче при електрониката се наблюдава още един тип технически еволюции, наподобяващи ефекта на известната спирала на общественото развитие, наричана понякога на името на Хегел: през определен период от време някой тип електронен компонент подобрява *забележимо* параметрите си (например като повишава чувствително максимално допустимите стойности на параметрите си или пък чувствително понижава минимално допустимите си стойности), макар по други качества същият тип компоненти да *наподобяват* някои известни компоненти от миналото. Три примера на подобно спираловидно повторение на качества в течение на времето (когато аналогични резултати се оказват вертикално от една и съща страна на спиралата на развитието), са демонстрирани на фиг. 6 в случаите на:

(4) *Материали – Компоненти – Транзистори*.

Например, *вакуумните транзистори*, появили се през 80-те години в електрониката, напомнят електронните лампи по признака „вакуумна среда за



Фиг. 6. Спираля на прогреса в областта на електронните компоненти

разпространение на електроните при емисията им“, но по друг признак – „габарити и маса“, те многократно превъзхождат *електронните лампи*. Казаното дава основание подобен тип техническа еволюция в областта на електрониката да бъде оценена като **спираловидна**.

6. Микроелектрониката

Съгласно Българския държавен стандарт *интегрална схема* (ИС) е микроелектронно изделие, което изпълнява определени функции за преобразуване, обработка на сигнали и/или/ натрупване на информация и което от гледна точка на изпитването, доставката и експлоатацията представлява едно единно цяло. Най-голямо значение за практиката са придобили монолитните ИС.

Те представляват чипове от цели полупроводникови пластини (най-често силициеви), на които всички детайли се обработват в единен технологичен цикъл (при стерилни условия и чистота, превишаваща тази на медицинските операционни зали), така че постепенно им се придават качества на електронни елементи (диоди, транзистори, резистори, кондензатори и съединителни връзки), обединени в схеми, устройства и системи. В края на технологичния цикъл отделните чипове се отделят от общата им основа – полупроводниковата пластина – и се монтират в подходящи корпуси за удобно използване от потребителите. Естеството на ИС налага, те да бъдат отнесени към **продуктите на върховите технологии (хай-тек)**.

По различни признаци ИС могат да бъдат *класифицирани* в цяло множество от групи и класове, но най-голямо значение за практиката са придобили: *цифровите ИС – логически и запомнящи; стандартните и специализираните ИС; всички видове МОС ИС*.

Обхватът на използване на ИС е извънредно широк – от сензори, мобилни телефони, домакински уреди, дебитни и кредитни карти, до персонални компютри, анализатори и синтезатори на човешка реч и образи, автомобили, роботи и изкуствени космически обекти. ИС отдавна позволяват да се прилагат многобройни *вероятностни модели* на процеси, които са от голямо значение за хората като например за: метеорологични явления (включително зараждането, развитието и затихването на природни урагани, наводне-

ния, океански вълни (Цунами), горски пожари, поведението на глетчери, динамиката на световните борси и т.н.

ИС са продукти на **интегралната микроелектроника** – най-съвременно научно, техническо и технологично направление, намиращо се на предния фронт на развитие на науката и техниката, за което в зависимост от гледната точка могат да бъдат дадени няколко различни о п р е д е л е н и я, обсъдени по-долу.

От

МЕТОДИЧЕСКА

гледна точка *микроелектрониката има за обект проектирането, експерименталната разработка, технологията на производство, изпитанията за надеждност и приложението на електронни схеми, устройства и системи във вид на ИС, при най-ефективно използване на градивните материали, работното пространство и консумираната енергия*. Измениха се из основи и изискванията пред специалистите по ИС от времето на употребата на ламповите и дискретните електронни компоненти. Сега например един *инженер-електроник* прекарва работното си време пред монитора на професионален компютър за проектиране на различните слоеве на всяка нова ИС, а към *технолога-електроник* се предявяват задължителни изисквания за притежание на научна степен и научно звание, защото всяко технологично устройство, с което те работят, струва милиони и дори повече долари.

От

ТЕХНИЧЕСКА

гледна точка *микроелектрониката използва най-съвременни средства от физично, технологично, схемно и друго естество за реализация и експлоатация на най-сложни(1), най-бързи(2), най-надеждни(3) и най-евтини(4) електронни компоненти от потребителите*.

Нека анализираме накратко изброените 4 признака.

1.1. Възможността една ИС да изпълнява повече на брой функции или повече на брой различни функции, се определя от нейната **сложност**. Например, сложността на ИС за телефони трябва да се увеличава непрекъснато по следните причини: нараства броят на цифрите в телефонните номера на абонатите, както и броят на запамятаваните номера. Самите телефони вече осигуряват многофункционално използване (включително като мултимедия, в реално време и в глобални мащаби на връзките) и то на цени, позволяващи достъп на всички слоеве от населението до телекомуникации.

На свой ред сложността на ИС зависи от броя на интегралните елементи в нея, който вече достига около 1 милиард (при запомнящи МОС ИС от динамичен тип). *Броят на интегралните елементи* в една ИС е възможно да нараства:

– като се увеличава площта на чиповете – чрез *хоризонтална интеграция*

(използвайки полупроводникови пластини с възможно по-голям диаметър, който при силиций вече надвишава 320 мм) или чрез *вертикална интеграция* (употребявайки „многоетажни“ конструкции в последователността „полупроводников слой“ – „изолаторен слой“ – „полупроводников слой“ и т.н., достигайки засега до 7 на брой слоя);

– като се намаляват размерите на интегралните елементи до един *минимален технологичен размер* с помощта на електронни, рентгенови или йонни методи за гравирание на интегралните елементи; по този начин при интегрални МОС транзистори например е достигната рекордно малката стойност в производствени условия от 20 нанометра.

2. **Бързодействието** на ИС е възможно да се повишава или като се намалява времето за изпълнение на една нейна функция, или като се увеличи броят на изпълняваните от нея функции за единица време. Бързодействието на различните видове *интегрални* елементи се оценява в наносекундния обхват на времето. Най-бързият *дискретен* транзистор от сложното полупроводниково съединение Индиев Фосфид и Индиево-Галиев арсенид е създаден от американски физици от щата Илинойс и има гранична честота 600 гигагерца.

Напоследък суперкомпютърни системи с най-високо бързодействие се прилагат във *филмопроизводството*, за да се намалят (многократно), както разходите за направата на филми, така и сроковете за тяхното завършване – особено като се има предвид, че само годишният бюджет на Холивуд е милиарди долари. В основата на някои особено бързи компютърни системи лежат силициевите запомнящи ИС с информационен обем от порядъка на гигабитове както и паралелно работещи микропроцесори с подходящ софтуер за обработка на изображения – всички използвани в студията на Джордж Лукас и Стивън Спилбърг.

3. Макар **надеждността** на една електронна система да се намалява при увеличаване на броя на нейните съставни елементи, надеждността на ИС е висока поради качествата на микроелектронните технологии. Например, надеждността на силициевите ИС е от порядъка на десетки и повече милиона часа безотказна работа. Самите ИС са от типа „неремонтируеми“ изделия, тъй като ако настъпи някаква повреда в тях, подменя се цялата ИС, а не отделни нейни елементи.

4. **Цената** на ИС като микроелектронни изделия поради естеството на тяхната технология е по-ниска от всички останали електронни компоненти. Към това твърдение обаче трябва да се направят две допълнения. *Първо*, по правило цената на специализираните ИС е по-висока от тази на стандартните, на аналоговите – от цифровите ИС, на запомнящите – от логическите и т.н. *Второ*, макар всяка новопоявила се на пазара стандартна ИС първоначално да е скъпа – струваща например от порядъка на десетки долари, тя бързо поевтинява с течение на времето и е възможно цената ѝ да спадне до

„центове“. Съвсем друго е положението с някои ИС като гигабитови оперативни памети, 64-битови микропроцесори, суперкомпютърни системи с паралелно свързани микропроцесори и др. – тяхната разработка е толкова скъпа (от порядъка на милиарди долари), че може да стане реалност едва при обединяването на компании от различни страни като Германия-Япония, Англия-Холандия, Франция-Китай и др. Най-мощната засега суперкомпютърната система „Изкуствен мозък“ от типа на невронните мрежи с бързодействие от порядъка на 10^{16} операции с плаваща запетая в секунда, се разработва от американския компютърен гигант IBM и EPFEL от Швейцария. Най-големите компютърни фирми в областта на персоналните компютри, ползващи ИС са: Apple, Motorola, Microsoft и Borland.

От

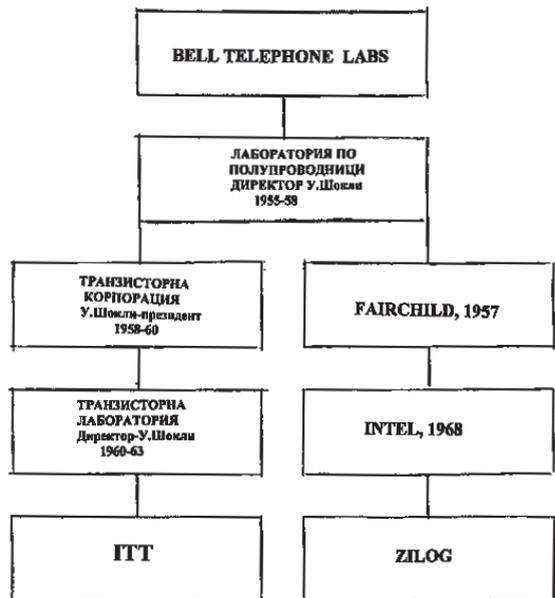
ИНТЕРДИСЦИПЛИНАРНА

гледна точка микроелектрониката се намира на *границата* между физиката и технологията на полупроводникови и диелектрични материали, физиката и химията на свръхчистите вещества, електронно-лъчевите, йонно-лъчевите, рентгеновите и плазмените технологии, електронната оптика, автоматизацията, роботиката, компютърните науки и др. Забележително е обстоятелството, че в обратна връзка самата микроелектроника изгражда елементната база на част от изброените по-горе научни области и направления. Напоследък *информационни технологии* и *електронни медии* се сливат чрез *обща телекомуникационна система* в едни и същи крайни устройства при потребителите, позволяващи свободен достъп и пренос на *текстова, зрителна и гласова информация*.

От

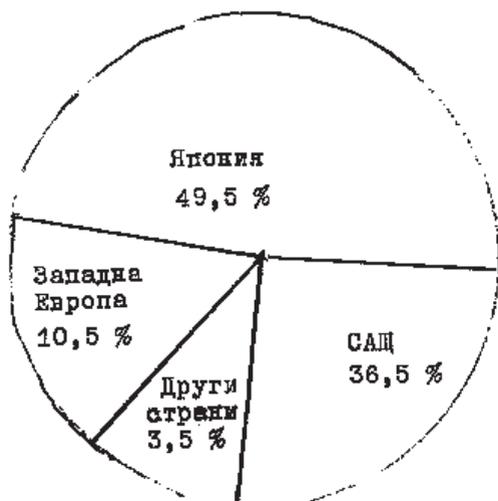
МЕНИДЖЪРСКА

гледна точка *микроелектрониката е конкурентен бизнес, изискващ или да си голям организатор, или да имаш много пари, или да си добър учен – ти и всички твои сътрудници*. Тази констатация се потвърждава от диаграмата на фиг. 7 показваща, как най-известни учени и откриватели от зората на транзисторната електроника, стават впослед-



Фиг. 7. Диаграма на приемствеността между лаборатории, предприятия и личности в областта на дискретната и интегрална електроника

ствие **водеци личности** в лаборатории и производствени фирми от областта на интегралната микроелектроника. Най-напред да обърнем внимание, че на върха на тази диаграма са американските лаборатории Bell Telephone. Защото там са работили откриватели и учени със световна известност като Александър Бел – открил телефона и оптичните съобщителни връзки (под наименованието „фотофон“); Клод Шенън – създател на теорията на информацията; Уйлям Шокли – един от откривателите на транзистора, Алън Хуанг – създал първия фотонен компютър. В същите лаборатории са открити: тунелните транзистори, сензорните компоненти за образи от типа CCD за електронни фотоапарати и TV камери и още много други новости. Диаграмата от фиг. 1 демонстрира създаването на няколко *дъщерни лаборатории* (в левия клон) и *дъщерни фирми* (в десния клон, между които е и знаменитата Intel, където е произведен първият микропроцесорен чип) – всички ръководени от Уйлям Шокли (един от изобретателите на транзистора), Роберт Нойс (изобретател на първата силициева ИС), Гордън Мур (автор на закона за нарастване на броя на интегралните елементи в течение на годините), Андрю Гроув (автор на една от първите книги по технология на микроелектронното производство) и др.



Фиг. 8. Процентно съотношение в глобалното разпределение на световните производители на ИС

От

ПРИКЛЮЧЕНСКА или АВАНТЮРИСТИЧНА

гледна точка микроелектрониката е начин за *оцеляване в съвременния бизнес-свят на микроелектрониката, където ако не си много бърз – например, за да регистрираш нова фирма или ако закъснееш да обновиш продукцията си, си разорен и следователно – мъртъв!* Ето още някои препоръки за оцеляване. На пазара на стандартни ИС (споменати вече с цената им от няколко цента) един нов производител е невъзможно да се задържи и затова е много рисковано там да търси първа изява. Има обаче области от микроелектрониката, където човек може да разчита на успех като производител или търговец на ИС, това са *специализираните ИС* и особено: за телекому-

ника

В днешно време 10-те най-големи световни производители на конкурентното поле на интегралната микроелектроника са изброени в Табл. 1, а географското им разпределение по обем на продукцията е показано на фиг. 8.

никации, за сензори, за автомобили, за разпознаване на образи и глас, за суперкомпютри и др.

В известна степен микроелектрониката е и

ИДЕОЛОГИЯ,

доколкото тя е *нова система от възгледи, представи, понятия и идеи на значителни човешки групи в обществото – инженерно-технически специалисти, икономисти, учени и дори – политици, включително и на високи административни и обществени длъжности, а доколкото те осигуряват специфични форми на власт, влияние и въздействие – и на държавно ниво*. Като илюстрация на казаното могат да бъдат дадени следните примери. *Първият* от тях се отнася до държави като Ирландия и Германия, в които американското правителство разреши изнасянето на микроелектронни производства по супервърхови технологии (което е прецедент) *Вторият* пример се отнася до натиска на корпорациите Intel и HP в началото на новия век, когато Сенатът на САЩ разреши издаването на т.нар. визи H-1B, узаконяващи притока на чуждестранен интелект за работа в САЩ по фундаментални проблеми на микроелектрониката. *Третият* пример е драматичен и ще бъде представен по-нататък.

Макар науката и техниката да представляват обществени категории, които принадлежат на човечеството като цяло, а не на отделни държави, в условен смисъл и не без известна гордост, може да се говори за

българска микроелектроника.

Научноизследователската и проектоконструкторската дейност в областта на микроелектрониката у нас започва през 1964 г. След Базата за техническо развитие и Завода за германиеви полупроводникови прибори в Ботевград, през 1968 г. бяха създадени два научни института – по Микроелектроника, в София и по Полупроводникова техника в Ботевград. През периода 1987-88 г. научноизследователската, проектоконструкторската, производствената и приложната дейност беше организирана в Научно-производствения комбинат „Микроелектроника“, където на нивото на световните фирмени производители се разработваха и произвеждаха: МОС транзистори и МОС ИС, постоянни и оперативни МОС памети, микропроцесорната фамилия 600, аналого-цифрови и цифро-аналогови преобразуватели до 12 бита, операционни усилватели, оптрони и др. На фиг. 5 е показан български силициев чип на МОС оперативна памет 8002 с висока степен на интеграция. Други български предприятия по микроелектронна техника бяха създадени: в Пловдив (Завод са сензори и сензорни устройства, Предприятие за автомобилна електроника, Институт по приложна физика и др.), в София – Завод за електронни преобразуватели, в Гоце Делчев – завод за пасивни елементи и т.н.

Талантливи и способни се оказаха много от ръководителите, организаторите и производителите в областта на българската микроелектроника, но

над всички се наложи името на Член-кореспондент професор дфн Йордан Касабов* – първи тогавашен Директор на Института по микроелектроника в София.

Не могат да се отминат без внимание

ДВАТА ГОЛЕМИ УДАРА

върху българската микроелектроника. Първият от тях се оказа скоропостижната смърт на професор Йордан Касабов през 1992 г.*. По същото време настъпи и **колапсът** в българската електроника, в резултат на който в продължение на няколко години се затвориха едва ли не всички научни институти и заводи в областта на микроелектрониката и хиляди специалисти по електроника бяха лишени (и до ден днешен) от препитание. Частичната държавна протекция – силно намалена след установяването на демокрацията у нас през 90-те години и последвалата приватизация, плюс нулевата финансова подкрепа от чужбина, се оказаха фатални за нашата микроелектроника.

7. Заключение

В стогодишната история на електрониката нейните градивни компоненти са се изменяли от *лампови* към *полупроводникови* и от *дискретни* към *интегрални*, като самото понятие „електронен компонент“ променя трикратно съдържанието си във възходящата последователност:

СИСТЕМА	От няколко на брой	Един
УСТРОЙСТВО =	до милиони	+ корпус
СХЕМА	електронни елементи	

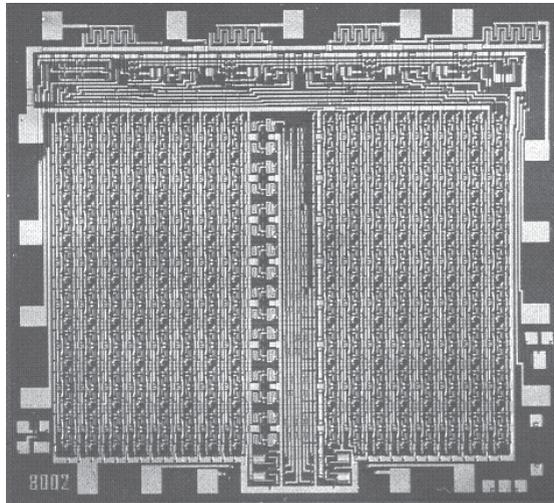
Промяната на естеството на компонентите се дължи на редица революционни и еволюционни открития, довели до подобрене на качествата на досегашните градивни компоненти и свежда тяхното по-нататъшно подобрене да зависи единствено от увеличаване на броя на електронните елементи в една ИС.

Научно-техническите и технологичните постижения в областта на интегралната полупроводникова микроелектроника улесняват живота на хората в техния бит, работа и свободно време – 24 часа в денонощието, седем дни в седмицата. Връхна точка на обединените усилия на международна основа в

* Като бивш първи докторант на професор Касабов авторът си позволява да сподели следното лично впечатление от него. Това беше личност с природен интелект, познания и практически опит много високо над средното ниво, в потвърждение на което давам следния пример. Когато ми се е налагало да отивам на консултация при него по някакъв проблем, за решението на който предварително съм се готвил да предложа, примерно казано, четири възможни решения, професор Касабов е предлагал пети вариант, който се оказваше най-удачен.

областта на микроелектрониката (IBM, Cray, Sun Microsystems, Pentagon Department и др. от САЩ, Boul от Франция и Fujitsu от Япония) представлява научно-техническият проект от 2005г. за изработване на няколко броя суперкомпютри с производителност милиарди милиарди операции с плаваща запетая.

През следващите години са очаква да се реализират следните нови изделия на интегралната микроелектроника: *персонален суперкомпютър* – в настолен и дори по-малък формат; персонални компютри с възможности за въвеждане на информацията в нейната *естествена форма* (с помощта на сензори за всякакъв вид естествени или изкуствени входни сигнали); работи с *изкуствен интелект*; *суперкомпютърни* системи с качества, доближаващи ги до човешкия мозък, а възможно и някои други, все още неизвестни *наноелектронни* и дори *пикоелектронни* продукти, включително и от органично естество – предназначени за използване на интерфейса Нежива/Жива материя!



Фиг. 9. Микрофотография на български чип с динамична RAM памет 8002

всеприемчивостта на информацията в нейната *естествена форма* (с помощта на сензори за всякакъв вид естествени или изкуствени входни сигнали); работи с *изкуствен интелект*; *суперкомпютърни* системи с качества, доближаващи ги до човешкия мозък, а възможно и някои други, все още неизвестни *наноелектронни* и дори *пикоелектронни* продукти, включително и от органично естество – предназначени за използване на интерфейса Нежива/Жива материя!

Абонирайте се за „Светът на физиката“ на адреса на редакцията – в канцеларията на СФБ или в тази на Софийския клон на СФБ и във всички пощенски станции – кат. № 1686.

Годишен абонамент – десет (10) лева.

За ученици, аспиранти и пенсионери – пет (5) лева.

СВЯТ ВЪРХУ СТРУНА

Фриймън Дж. Дайсън

За „Тъканта на Космоса: Пространството, времето и структурата на реалността“, от Брайън Грийн.



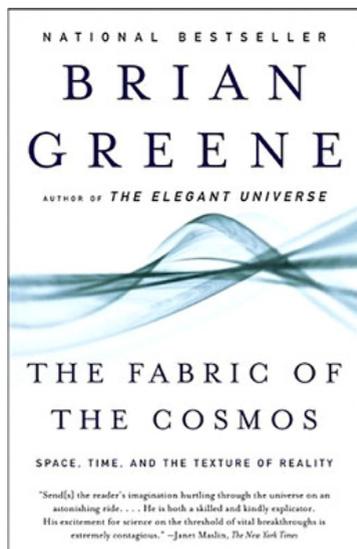
Б. Грийн

1.

През златните години на Либералната партия в Англия преди Първата световна война, Хърбърт Аскуит беше заслужил министър-председател, а Уинстън Чърчил – буен млад политик. По време на питанията в Камарата на общините Чърчил често нападал Аскуит с провокативни изявления и неудобни въпроси. След една от тези Чърчилови атаки Аскуит се оплакал: „Бих желал поне по един въпрос да зная толкова, колкото този младеж знае по всички въпроси.“ Като чета тази красноречива книга, в която Брайън Грийн излага пред нас своите възгледи за космоса, аз изпитвам известно съчувствие към Аскуит. Аскуит много точно е изразил моето отношение към тази книга.

Препоръчвам книгата на Грийн на всеки читател неспециалист, който търси един съвременен разказ за теоретичната физика, написан на разбираем език, достъпен за всекиго. За читателя неспециалист, моите съмнения и колебания не са съществени. Не е от значение дали картината на Грийн за вселената ще се окаже технически точна. Важното е, че неговата картина е само-съгласувана и разбираема и съответстваща на най-новите наблюдения. Даже ако немалко от детайлите по-късно се окажат погрешни, самата картина все пак представлява една голяма крачка към разбирането. Напредъкът в науката често се основава на погрешни теории, които впоследствие биват коригирани.

По-добре е да сгресиш, отколкото да бъдеш неясен. Книгата на Грийн обяснява на читателя неспециалист две основни тенденции в съвременната наука. Преди всичко тя описва историческото развитие, което доведе от Нютън и Галилей през седемнайсетото столетие, до Айнщайн и Стивън Хокинг през дваестото. Освен това тя ни показва начина на мислене, който ни водеше отвъд Айнщайн и Хокинг, към модерните теории



на днешния ден. Историческото развитие и начинът на мислене са автентични независимо от това, дали модерните теории ще се окажат дълготрайни или не.

В книгата си „Еlegantната вселена“, публикувана през 1999, Грийн направи едно по-подробно и технически обосновано описание на струнната теория – теорията, на която е посветен неговият професионален живот като физик. Тази по-ранна книга изключително успешно съумяваше да преведе непонятните и абстрактни идеи на струнната теория на разбираем език. В началото на своята нова книга той дава едно кратко описание на струнната теория в съответствие с идеите, развити в „Еlegantната вселена“:

...Преди всичко, суперструнната теория предлага нов отговор на един стар въпрос: кои са най-малките и неделими частици, изграждащи материята? В продължение на много десетилетия, общоприетият отговор на този въпрос е бил, че материята е съставена от частици – електрони и кварки – които могат да бъдат разглеждани като точки и които са неделими, нямат големина и вътрешна структура. Конвенционалната теория твърди а експериментите потвърждават, че тези частици влизат в разнообразни комбинации за да образуват протони, неутрони и цялото многообразие от атоми и молекули, и така възниква всичко онова, което ни заобикаля.

Суперструнната теория ни разказва друга приказка. Тя не отрича ключовата роля, която имат електроните, кварките и другите видове частици наблюдавани експериментално, но твърди, че те не са точки. Напротив, според суперструнната теория, всяка частица съдържа тънка жичка енергия, около сто билиона билиона пъти по-малка от атомното ядро (далеч по-малка в сравнение с нашите съвременни експериментални възможности), която има формата на малка струна. И точно както една струна на цигулка може да трепти по различни начини, всеки от които издава различен музикален тон, така и жичката на суперструнната теория също може да трепти по различни начини. Но тези трептения не издават различни музикални тонове; забележителното според теорията е, че те генерират различни свойства на частицата. Една миниатюрна струна, трептяща по определен начин, би генерирала масата и електричния заряд на електрона; според теорията, такава трептяща струна би представлявала това, което ние наричаме електрон. Докато друга малка струна, трептяща по различен начин, ще генерира свойства, позволяващи да бъде идентифицирана като кварк, като неутрино или пък някакъв друг вид частица. Всички видове частици са обединени в суперструнната теория, понеже всяка от тях възниква от различен тип трептене на едно и също тяло.

Това е добра отправна точка за една теория на вселената и може би тя даже е вярна. Но за да е полезна, научната теория не е нужно да е вярна, а е необходимо да бъде проверима. Моите съмнения във връзка със струнната

теория произтичат от факта, че засега тя не е проверима. В глави 13 и 14 Грийн дискутира перспективите за експериментална проверка на теорията. Експериментите, които той описва, сигурно ще открият нови възможности за разбиране на природата, дори и ако не отговорят на въпроса дали струнна-та теория е вярна.

„Тъканта на Космоса“ покрива по-широка област от „Еlegantната вселена“ и я обрисова с по-едър шрих. Между двете книги няма голямо припокриване. Само в глава 12 на новата книга, която резюмира предишната книга и ни предава само същността на струнната теория без подробностите, има силно припокриване. Самият Грийн предлага на читателите, които са чели „Еlegantната вселена“, да прегледат бегло глава 12. С изключение на тази глава, двете книги разглеждат различни въпроси и могат да се четат независимо. Никоя от тях не е необходима предпоставка за четене на другата. Новата книга е по-лесна и би трябвало да се чете първа. Читателите, които са затънали по средата на пътя си през „Еlegantната вселена“, може би ще намерят новата книга по-лесно смилаема.

В историята на науката винаги е съществувало напрежение между революционерите и консерваторите, между тези, които градят грандиозни замъци във въздуха и тези, които предпочитат да полагат тухла след тухла върху здрава основа. Нормалното състояние е това напрежение да съществува между млади революционери и възрастни консерватори. Такова е положението днес, такова е било то и преди 80 години, когато се извърши квантовата революция. Аз съм един типичен стар консерватор, прекъснал връзка с новите идеи и заобиколен от млади струнни теоретици, чиито разговори дори не се правя, че разбирам. През 20те години на двасти век, златната ера на квантовата теория, младите революционери са били Вернер Хайзенберг и Пол Дирак, направили своите велики открития на 25 годишна възраст, а старият консерватор бил Ернест Ръдърфорд, който ги квалифицирал с прочутата фраза: „Те си играят със своите символи, а ние разкриваме реалните факти на природата.“ Ръдърфорд беше велик учен, изпреварен от революцията, която сам беше помогнал да настъпи. Такова е нормалното състояние на нещата.

Преди петдесет години, когато аз бях значително по-млад отколкото Грийн е сега, нещата бяха по-различни. Нормалното състояние на нещата беше обърнато. По това време, в края на 1940те и началото на 1950те години, революционерите бяха възрастни, а консерваторите – млади. Възрастните революционери бяха Албърт Айнщайн, Дирак, Хайзенберг и Ервин Шрьодингер. Всеки един от тях разполагаше с по една налудничава теория, която според него щеше да послужи като ключ към пълното разбиране на физичния свят. Айнщайн имаше своята обединена теория на полето, Хайзенберг беше създал теорията на фундаменталната дължина, Борн разполагаше с нова версия на квантовата теория, която той наричаше реципрочност, Шрьо-

дингер имаше една нова версия на Айнщайновата обединена теория на полето, която той наричаше Окончателни афинни полеви закони, а Дирак имаше една причудлива версия на квантовата теория, в която всяко състояние имаше вероятност или плюс две, или минус две. Според общоприетата дефиниция, вероятността е число между нула и единица, което изразява степента на нашата увереност за осъществяване на някакво събитие. Вероятност единица означава, че дадено събитие непременно се случва; вероятност нула означава, че то никога не се случва. В Дираковия свят от типа Алиса в страната на чудесата, всяко състояние се осъществява или по-често от винаги или по-рядко от никога. Всеки от петимата възрастни мъже вярваше, че физиката се нуждае от нова революция, толкова радикална колкото и квантовата революция, осъществена двайсет и пет години по-рано. Всеки от тях вярваше, че именно неговата идея съставлява онази първа важна крачка по пътя, водещ към предстоящия голям пробив.

Младите хора като мен, гледаха как тези възрастни мъже сами се правят за смях и така ние станахме консерватори. Основните млади фигури по това време бяха Джулиън Швингер и Ричард Файнман в Америка и Син-Итиро Томонага в Япония. Всеки, който познаваше Файнман, може би ще се учуди, че го наричам консерватор, но определението е вярно. Стилът на Файнман беше оригинален и зрелищен, но същността на неговото научно творчество беше консервативна. Той, Швингер и Томонага разбираха, че физиката, която бяха наследили от квантовата революция беше твърде добра. Физичните идеи в основата си бяха верни. Не беше необходимо да се започва нова революция. Те просто трябваше да се заемат със съществуващите физични теории и да изчистят детайлите. Аз също им помогнах в по-късната фаза на това почистване. В резултат на нашите усилия се появи модерната теория на квантовата електродинамика, която описва правилно поведението на атомите и на лъчението.

Тази теория беше триумф на консерватизма. Ние взехме теориите, които Дирак и Хайзенберг бяха изобретили през 1920те години и ги променихме колкото е възможно по-малко, с цел да ги направим самосъгласувани и удобни за използване. Природата беше благосклонна към нашите усилия. Когато бяха направени нови експерименти за проверка на теорията, резултатите съвпаднаха с теоретичните с точност до единайстия десетичен знак. Но възрастните революционери все още не бяха убедени. След обявяването на резултатите от първите експерименти аз се обърнах към Дирак и го попитах дали е щастлив поради големия успех на теорията, създадена от него преди двайсет и пет години.

Дирак както обикновено помълча малко, преди да отговори. „Може би сякаш да повярвам, че новите резултати са верни,“ каза той, „ако те не бяха толкова грозни.“ Това беше краят на разговора. Айнщайн също не беше впе-

чатлен от нашия успех. По времето, когато младите физици от Института за съвременни изследвания в Принстън бяха дълбоко увлечени в развиването на новата електродинамика, Айнщайн работеше в същото здание и минаваше всеки ден покрай нашите прозорци, идвайки и отивайки си от института. Но той нито веднъж не дойде на нашите семинари и не ни попита как върви работата. До края на живота си той остана верен на своята единна теория на полето.

Имайки предвид тази история, аз не се срамувам да се нарека консерватор и днес. Аз принадлежа към едно поколение, което преживя триумфа на консерватизма и ще остана верен на нашите идеали, точно както Айнщайн остана верен на своите. Но сега вече моето поколение слиза от сцената и аз се чудя какво ще донесе следващият обрат на историята. Когато революционерите от струнната теория остарееят, какво ще си мисли за тях следващото поколение? Ще се появи ли ново поколение от млади революционери? Или пак ще се наблюдава ненормалната ситуация с ново поколение от млади консерватори, борещи се срещу застарелите пионери на струнната теория? Мое то поколение няма да го има, за да научи отговорите на тези въпроси.

2.

Една от главните теми в книгата на Грийн е разрывът между Айнщайновата обща теория на относителността и квантовата механика – двете открития, които революционизираха физиката от началото на двайсти век. Айнщайновата теория е преди всичко теория на гравитацията, описваща гравитационното поле като закривяване на пространство-времето и описваща падането на една ябълка като отклик от страна на ябълката на пространствено-времето закривяване, предизвикано от масата на земята. Айнщайновата теория разглежда ябълката и земята като класически обекти с точно дефинирани положения и скорости, като не обръща внимание на неопределеностите, присъщи на квантовата механика. Ябълката и земята са достатъчно големи, така че квантовите неопределености са пренебрежими.

От друга страна, квантовата механика описва поведението на атомите и елементарните частици, за които квантовите неопределености имат преобладаващо влияние и не обръща внимание на гравитацията. Атомите и частиците са достатъчно малки, така че техните гравитационни полета са незначителни. Двете теории разделят вселената на физиката помежду си, без да се припокриват, като общата теория на относителността се занимава с големите обекти от ябълките до галактиките, а квантовата механика се грижи за малките обекти от молекули до светлинни кванти. Общата относителност е важна за астрономията и космологията, докато квантовата механика е важна за атомната физика и химията. Това разделение на вселената е удовлетворително за всякакви практически цели. То е напълно използваемо, защото

гравитационните ефекти на отделните атоми или частици са незабележимо малки.

Грийн приема, и с това са съгласни огромното болшинство от физиците, че разделянето на физиката на две отделни теории за големите и малките обекти е неприемливо. Общата относителност се базира на идеята, че пространство-времето е гъвкава структура, която се деформира от материалните обекти. Квантовата механика е базирана на идеята, че пространство-времето е твърда система, в чиито рамки се правят наблюденията. Двете теории са математически несъвместими. Грийн е убеден, че съществува спешна необходимост от създаване на теория на квантовата гравитация, която да е еднакво приложима както към малки, така и към големи обекти. Въпреки героичните усилия на много хора, не беше открита самосъгласувана теория на квантовата гравитация, до появяването на струнната теория. Първият и най-голям триумф на струнната теория беше успешното обединяване на общата относителност и на квантовата механика. Този успех даде известно основание на нейните откриватели да твърдят, че тя би могла да бъде „теория на всичко“. Струнната теория е все още непълна и далеч от готовност за практическо приложение, но тя по принцип представлява една теория на квантовата гравитация.

Като консерватор аз не мога да се съглася, че разделянето на физиката на две отделни теории за големи и малки обекти е неприемливо. Аз съм напълно удовлетворен от ситуацията, в която живяхме през последните осемдесет години, с отделни теории за класическия свят на звездите и планетите и квантовия свят на атомите и електроните. Вместо догматично да настоявам за обединение, аз предпочитам да задам въпроса, дали една обединена теория ще има някакъв реален физичен смисъл. Същината на всяка теория на квантовата гравитация е, че съществува частица наречена гравитон, която е квантът на гравитацията, точно както фотонът е квантът на светлината. Такава частица е необходима в квантовата гравитация, защото енергията се пренася в малки дискретни пакети, наречени кванти, а един квант на гравитационната енергия би се държал като частица.

Моят въпрос е дали съществува някакъв начин, по който бихме могли да установим съществуването на отделни гравитони. Не е трудно да се детектират отделни фотони, както беше показано още от Айнщайн, при наблюдаване поведението на електроните, избити от метални повърхности от падащата върху метала светлина. Разликата между фотоните и гравитоните е, че гравитационните взаимодействия са несравнимо по-слаби от електромагнитните взаимодействия. Ако се опитате да детектирате отделни гравитони наблюдавайки електроните, избити от металната повърхност от падащите върху нея гравитационни вълни се оказва, че за да видите гравитон, ще ви се наложи да чакате по-дълго, отколкото е възрастта на вселената. Поради изклю-

чителната слабост на гравитационните взаимодействия, предполагаемият детектор на гравитони би трябвало да бъде невероятно масивен. Ако детекторът има нормална плътност, основната му част ще бъде прекалено отдалечена от източника на гравитони, за да очакваме някакъв реален ефект, а ако бъде компресиран до висока плътност около източника, тогава той ще колабира в черна дупка. Като че ли съществува заговор на природата за да не позволи на детектора да работи.

Аз предлагам да се направи проверка на хипотезата, че по принцип е невъзможно да бъдат наблюдавани отделни гравитони. Не претендирам, че тази хипотеза е вярна, а само, че не намирам никакви факти, които да ѝ противоречат. Ако обаче е вярна, тогава квантовата гравитация е физически безсмислена. Ако отделни гравитони не могат да бъдат наблюдавани при никакъв мислим експеримент, тогава те не притежават физична реалност и значи ние бихме могли да приемем, че не съществуват. Те са като етера – еластичната и твърда среда, за която физиците от деветнайсто столетие са смятали, че изпълва пространството. Електричните и магнитни полета бяха смятани за напрежения на етера, а светлината се приемаше за трептене на етера. Айнщайн построи своята теория на относителността, без да използва етера и показа, че етерът би бил ненаблюдаем, ако изобщо съществува. Той с облекчение изоставил етера, а аз изпитвам същите чувства към гравитоните.

Според моята хипотеза гравитационното поле, описвано от Айнщайновата обща теория на относителността, е чисто класическо поле без никакво квантово поведение. Гравитационните вълни съществуват и могат да бъдат детектирани, но това са класически вълни, а не съвкупност от гравитони. Ако тази хипотеза е вярна, ние имаме два различни свята – класическият свят на гравитацията и квантовият свят на атомите, описвани от две отделни теории. Двете теории са математически различни и не могат да бъдат прилагани едновременно. Но от прилагането на двете теории не биха могли да произлязат никакви несъответствия, защото всякакви различия в техните предсказания са физически неоткриваеми.

Друга важна тема в книгата на Грийн е интерпретацията на квантовата механика и необикновените явления на квантовото преплитане (entanglement). Той посвещава две дълги глави, „Преплитане на пространството“ и „Времето и квантът“, на тази тема. Той прави дързък опит да осветли един безспорно неясен въпрос. Но той прави своята задача още по-трудна, като твърди, че квантовата механика трябвало да включва всичко. Той отхвърля без всякаква сериозна дискусия двойствената интерпретация на квантовата механика, идеята че има два отделни свята – класически свят и квантов свят, всеки от които се подчинява на своите собствени правила. Двойственият възглед, ограничаващ обсега на квантовата механика до определени добре дефинирани експериментални ситуации, прави проблемите по интерпретацията много по-прости.

Според двойствената интерпретация на квантовата механика, класическият свят е светът на фактите, докато квантовият свят е свят на вероятностите. Квантовата механика предсказва какво е вероятно да се случи, докато класическата механика констатира какво наистина се е случило. Това разделение на света беше измислено от Нилс Бор, великият съвременник на Айнщайн, който ръководеше раждането на квантовата механика. Лорънс Браг, друг велик съвременник, изрази идеята на Бор по-просто: „Всичко от бъдещето е вълна, всичко от миналото е частица.“ Тъй като по-голямата част от нашето познание е познание за миналото, разделението на Бор ограничава обхвата на квантовата механика до една малка част от науката. Аз харесвам разделението на Бор, защото то приема възможността гравитоните да не съществуват. Ако обхватът на квантовата теория е ограничен, гравитацията може спокойно да бъде изключена от нея. Но Грийн не би приел подобно ограничение. След кратко описание на възгледите на Бор той пише:

Тази идея господстваше в продължение на няколко десетилетия. Обаче, въпреки нейното успокоително въздействие върху борещия се с квантовата теория разум, човек не може да се освободи от усещането, че фантастичната предсказвателна мощ на квантовата механика означава, че тя остава затворена в преддверието на онази скрита реалност, където се раждат законите на вселената.

Аз лично предпочитам успокоителното въздействие на идеите на Бор върху разума, докато Грийн предпочита скритата реалност. В своята първа глава Грийн ни показва какво разбира под скрита реалност:

Суперструнната теория обединява общата относителност и квантовата механика в една единствена самосъгласувана теория... И като че ли това не е достатъчно, суперструнната теория разкрива широтата, необходима за обединяване на всички природни сили и на цялата материя в една и съща теоретична тъкан. Накратко, суперструнната теория е най-добрият кандидат за Айнщайновата единна теория.

Това са големи претенции и ако са верни, те биха представлявали една грандиозна крачка напред. Но една смайваща черта на суперструнната теория, която без съмнение би причинила сърцебиене у Айнщайн, е нейното огромно влияние върху нашето разбиране за тъканта на космоса... Вместо трите пространствени размерности и едното времево измерение, съответстващи на всекидневния ни опит, суперструнната теория изисква девет пространствени измерения и едно времево измерение... Понеже ние не виждаме тези допълнителни измерения, суперструнната теория ни казва, че засега ние сме проникнали само в една незначителна област от реалността.

Предпоследната глава, „Телепортери и машини на времето“, е една приятна интерлюдия, описваща някои възможни инженерни приложения на квантовото преплитане и общата относителност. Телепортерът е приспособле-

ние, което може да сканира един обект на определено място и после да възпроизведе негово точно копие на друго отдалечено място, използвайки квантово преплитане, за да гарантира точността на възпроизвеждането. Добрата новина е, че такова приспособление по принцип е възможно. А лошата новина е, че то непременно разрушава обекта, който копира. Машината на времето е тунел през хиперпространството, който свързва два портала, съществуващи на различни места и в различни времена в нашата вселена. Ако можете да намерите портала, който отговаря на по-късно време, ще можете да преминете през тунела и да се върнете във вашето собствено минало. Добрата новина е, че такъв тунел е едно възможно решение на уравненията на общата относителност. А лошата новина е, че един достатъчно широк тунел, за да може да се преминава през него, би изисквал по-голяма енергия от всичката енергия на слънцето, за да го поддържа отворен. Нито телепортера, нито машината на времето може да се очаква да допринесат с нещо за благоденствието на нашите наследници. Грийн описва тези фантазии с подходяща смес от научна прецизност и ирония.

2. Преди три години, през януари 2001, бях поканен на Световния икономически форум в Давос, Швейцария. Брайън Грийн беше също поканен и ние бяхме помолени да проведем публичен дебат на тема „Кога ще знаем всичко?“ С други думи, кога ще бъдат разрешени и последните големи научни въпроси? Публиката се състоеше главно от индустриални и политически магнати. Нашият дебат беше предназначен да забавлява магнатите а не да допринесе за сериозното им научно образование. За да стане още по-забавно, Грийн беше помолен да заеме крайната позиция „Скоро“, а аз – противоположната позиция „Никога“.

Ето моята версия за уводното изявление на Грийн, както бе възпроизведено от ненадеждната ми памет след завръщането ми от Швейцария. Той каза, че това поколение учени е невероятно щастливо. В близките няколко години или десетилетия, ще бъдат открити фундаменталните природни закони. Фундаменталните закони ще представляват една крайна система уравнения, като Максвеловите уравнения на електродинамиката или Айнщайновите уравнения на гравитацията. Всичко друго ще следва от тези уравнения. Щом вече имаме фундаменталните закони, ние сме приключили. Няма да са останали никакви фундаментални проблеми. Когато знаем фундаменталните уравнения на физиката, всичко друго – химия, биология, неврология, психология и т. н. могат да бъдат сведени до физиката и обяснени с помощта на уравненията. Всичко, което ще остане на учените да правят, ще бъде приложна наука – да подреждат подробностите и да използват уравненията за решаване на практическите проблеми. А ако не се окажем достатъчно умни, за да открием уравненията, тогава ще се наложи нашите внуци да довършат работата. Във всеки случай, краят на фундаменталната наука е близък.

Грийн каза, че неговата увереност в способността ни да открием фундаменталните закони се гради на чудесния факт, че природните закони са прости и прекрасни. Историята на физиката ни показва, че това е вярно за всички закони, които са били открити в миналото. Не е било необходимо да провеждаме безкрайни експерименти, за да открием законите. Ние отгатвахме вида на законите, като търсехме уравнения, притежаващи максимална математическа простота и красота. След това бяха необходими само отделни експерименти, за да проверим уравненията и да установим дали сме отгатнали правилно. Това се е случвало отново и отново, първо с Нютоновите закони на движението и на гравитацията, след това с Максвеловите уравнения на електромагнетизма, после с Айнщайновите уравнения на специалната и обща теория на относителността, след това с Шрьодингеровите и Дираковите уравнения на квантовата механика. А сега със струнната теория играта почти е приключила. Математическата красота на тази теория е толкова завладяваща, че тя трябва да е вярна и ако е вярна, тя обяснява всичко от физиката на частиците до космологията.

Тъй като възпроизвеждам аргументацията на Грийн по памет, възможно е да преувеличавам претенциите, изказани от него за теоретичната физика. Нещо, което ясно си спомням, е фразата „Ние сме приключили“, означаваща, че щом веднъж физиците са открили основните уравнения, ерата на фундаменталните физични изследвания ще е приключила. И досега го чувам да казва „Ние сме приключили“ с тон на триумфираща окончателност.

Аз започнах своя отговор казвайки, че никой не отрича смайващите успехи на теоретичната физика през последните четиристотин години. Никой не отрича истината, скрита в триумфалните думи на Айнщайн: „Съзидателният принцип се крие в математиката. Поради това в известен смисъл аз приемам, че чистата мисъл може да обхване реалността, както мечтаеха древните“. Вярно е, че фундаменталните уравнения на физиката са прости и прекрасни и че ние имаме всички основания да вярваме, че уравненията, които тепърва ще бъдат открити, ще се окажат още по-прости и прекрасни. Но свеждането на другите науки към физиката не е възможно. Химията има своите собствени понятия, които не могат да се сведат до физика. Биологията и неврологията също имат своите собствени понятия, неприводими към физика или химия. Невъзможно е да разберем една жива клетка или жив мозък, разглеждайки ги като съвкупност от атоми. Химията и биологията и неврологията ще продължат да напредват и да правят нови фундаментални открития, независимо от това, какво се случва с физиката. Територията на новите науки, извън тясната област на теоретичната физика, ще продължи да се разширява.

Теоретичната наука може грубо да бъде разделена на две части, аналитична и синтетична. Аналитичната наука свежда сложните явления до тех-

ните по-прости съставки. Синтетичната наука изгражда сложни структури от техните по-прости компоненти. Аналитичната наука работи в низходящо направление, за да открие фундаменталните уравнения. Синтетичната наука работи във възходяща посока, за да намери нови и неочаквани решения. За да разберете спектъра на един атом, вие се нуждаете от аналитична наука, която да ви даде Шрьодингеровото уравнение. За да разберете една протеинова молекула или един мозък, вие се нуждаете от синтетична наука, която да изгради съответната структура от атоми или неврони. Според Грийн само аналитичната наука е достойна да се нарича наука. За него синтетичната наука не е нищо повече от решаване на някои практически проблеми. Напротив аз твърдя, че добрата наука изисква равновесие между аналитичните и синтетичните средства и синтетичната наука става все по-съзидателна с разширяването на нашите познания.



Ф. Дайсън

Друга причина, поради която смятам, че науката е неизчерпаема, е теоремата на Гьодел. Математикът Курт Гьодел откри и доказа тази теорема през 1931 г. Теоремата твърди, че при зададени краен брой правила за съставяне на математика, непременно съществуват неразрешими твърдения, т.е. математически твърдения, за които е невъзможно да бъдат доказани или опровергани, използвайки тези правила. Гьодел дава примери за неразрешими твърдения, за които не може да се докаже дали са верни или погрешни, използвайки нормалните правила на логиката и аритметиката. Неговата теорема показва, че чистата математика е неизчерпаема. Независимо от това, колко много проблеми сме решили, винаги ще има други проблеми, които не могат да бъдат разрешени в рамките на съществуващите правила.

Сега аз заявявам, че благодарение на Гьоделовата теорема физиката също е неизчерпаема. Законите на физиката представляват крайна система от правила и включват правилата на математиката, така че Гьоделовата теорема е валидна за тях. Според тази теорема, дори в областта на основните уравнения на физиката, нашето знание винаги ще бъде непълно.

Аз завърших, казвайки, че съм щастлив от факта, че науката е неизчерпаема и се надявам всички неучени от публиката също да бъдат щастливи. Науката има три напредващи фронта, които винаги ще останат открити. Единият е математическият фронт, който винаги ще остане открит благодарение на Гьодел. Вторият е фронтът на сложността, който винаги ще остане открит, защото ние изследваме обекти с все по-нарастваща сложност – молекули, клетки, животни, мозъци, човешки същества, общества. И накрая геог-

рафският фронт, който винаги ще остане открит, защото неизследваната част на нашата вселена се разширява в пространството и времето. Аз се надявам и вярвам, че никога няма да дойде време да кажем, „Ние сме приключили“.

След Грийновото встъпително изявление и моя отговор, дебатът в Давос продължи с допълнителни забележки от нас двамата и въпроси от публиката. Неговата нова книга и моят преглед са продължение на същия дебат. В прегледа както и в дебата аз съм подчертал онези пунктове, в които има несъгласие между мен и Грийн. Тук нямам възможност да изброявам много пунктове, по които имаме съгласие. И за двамата най-важният и вълнуващ факт е, че през последните двацет години космологията се превърна в експериментално наблюдаема наука. През последните пет години Уилкинсъновият Микровълнов Анизотропно Пробен (WMAP) сателит, един движещ се по орбита телескоп, конструиран от моя приятел Дейвид Уилкинсън в Принстън, ни е дал повече подробна и точна информация за историята и структурата на космоса, отколкото всички предишни телескопи взети заедно.

Наблюдателната космология сега навлезе в своята златна ера, със сателита WMAP който продължава да сканира небето и с поредица от още почувствителни телескопи, които в момента се конструират. През следващото десетилетие ние ще научим много повече за космоса, отколкото знаем сега, и вероятно ще намерим нови тайни, за да заместят тези, които вече ще сме разгадали. Грийн и аз сме съгласни, че докато наблюдателите продължават да изследват, космологията ще продължи да задълбочава нашето разбиране за това къде се намираме и как сме се появили.

F.J. Dyson, „The World on a String“, за книгата „The Fabric of the Cosmos: Space, Time and the Texture of Reality“ на Brian Greene
Превод: С. Рашев

ТЪЖНО НАЧАЛО

За книгата на Николина СРЕТЕНОВА, *УНИВЕРСИТЕТЪТ И ФИЗИЦИТЕ, НАЧАЛО, Университетската криза... П.И. Бахметиев...*, Изд. Херон Прес, София 2000, 269 с.



1. България около 1907

Гледано от днес, началото на 20-и век, времето, което предхожда кризата на Софийския университет от 1907, е един от най-светлите периоди в новата българска история. Четвърт век след Освобождението, България се е превърнала в сериозна икономическа и военна сила на Балканите; голяма част от сегашната ни железопътна мрежа¹, пристанищата, оцелялата по-хубава част от центъра на София, са построени тогава. Предстои, на 6 октомври (22 септември) 1908, България да се обяви за царство, скъсвайки васалните връзки със султана, и да бъде призната от Великите сили като независима държава². Висшето училище в София, основано през 1889, получава административна автономия със „закона на Иван Шишиманов“ за Университета от 1904. Към 1907, пише авторката, „обществено-политическият живот в България се отличава с ... изобилие от политически партии и неограничена свобода на словото и печата.“³ (с.13). Както във всяка свободна страна, в България има стачки – нормална обратна връзка между управляващи и управляеми; малко преди Коледните празници, в края на 1906, започва стачката на железничари, подстрекавана и политизирана от намиращата се в опозиция – и в подем – социал-демократическа партия. На власт е вторият кабинет (1903-1908) на Народно-либералната партия на Стефан Стамболов (1853-1895); от 22 октомври 1906 министър-председател е Димитър Петков. Срещу него и други държавни дейци опозицията води остра полемика, изпълнена с епитети като „невменяем, мракобес, реакционер, лакей, мошеник“ (с. 13).

Историческа справка. Димитър Николов Петков (1858-1907) се сражава по време на Освободителната война като опълченец и загубва ръката си при боевете на Шипка. Съратник на Стамболов в Народно-либералната партия, той е кмет на София по време на управлението на Стамболов (1887-1893). „Нашата столица му дължи много от своето благоустройство... Убит на 26.II.1907 на бул. Цар Освободител, дето един скромен паметник сочи мястото на убийството.“ (Българска Енциклопедия на братя Данчови, София, 1936). Баща на земеделските дейци Петко Д. Петков (1891-1924), застрелян от нас-

мен убиец на улицата в София, и Никола Петков (1893-1947), осъден на смърт и обесен от „народната“ власт.

2. Студентска провокация и закриване на Университета

На 3 януари 1907 в столицата се провежда крупно културно събитие – тържествено откритие на Народния театър. Поканени са видни граждани, професори, студенти – толкова, колкото са местата в новопостроения театър. В подобни случаи няма как да няма някой обиден. Реакцията, предизвикана от политизирани студенти (възможно окуражена от някои от остатаналите без покана професори), обаче, надхвърля всяка граница. „Студентите от Физико-математическия факултет връщат изпратените им билети, защото отварянето на един народен театър, строен с народна пот, не трябва да е монополно зрелище за царедворци ...“⁴ Вечерта на 3 януари, в градинката пред театъра се е събрала няколкохилядна пъстра тълпа: работници, стачкуващи железничари, граждани и около 700 студенти, въоръжени с полицейски свирки. Пристигането на княжеската каляска е посрещнато с пищене на стотици свирки, съпроводено с викове „Долу царедворството“, и със замеряне на каляската и ескорта с буци сняг. За това как се развиват събитията по-нататък можем да съдим (с обичайната резерва) по заглавията на опозиционния вестник „Ден“: „Освиркване на княза. Бой между гвардейци и студенти. ... Изчистване на площадите и блокиране на всички улици.“ (с. 15). Арестувани са около 400 студенти. Уви, правителството отговаря на лекомислието на политизираните студенти (и сърдити професори) с не по-малка глупост. Старият опълченец Д. Петков чувства, че в Университета има нещо гнило, но не си дава сметка, че опълченските методи на действие в случая не са подходящи. Същата вечер се събират на спешно заседание шестима министри, начело с министър-председателя, и взимат противозаконното и излагащо властта и страната решение да затворят Университета за шест месеца и да уволнят целия му преподавателски състав. За негова чест, министърът на просветата Шишманов отказва да подпише решението; когато, на 5.І., указът излиза в Държавен вестник, той подава оставка. Страстите са се разгорели и никой не иска да чуе малкото разумни гласове от двете страни. Професорската колегия на Университета отказва да се подчини на незаконния указ и отправя манифести към обществото. Тя търси причината за поведението на студентите само „в разюздаността на пресата, която манипулира безогледно общественото мнение“.

След убийството на Д. Петков, министърът на просветата Н. Апостолов в новия кабинет на д-р П. Гудев (1863-1932) се опитва да постигне компромисно споразумение с професорите и да привлече нови преподаватели, но старата колегия заема твърда позиция и преговорите се провалят. Българското Книжовно дружество (бъдещата Академия на науките) и чуждата преса взимат страната на уволнените професори. „Патриотичният блок“ (от пет партии) събира през октомври 1907 голям митинг срещу университетската

политика на правителството. Народнякът Иван Пеев, секретар на Книжовното дружество, произнася особено ярка реч:

...ние сме се събрали тук да протестираме, не защото са увредени частните интереси на едного или другико, а защото администрацията узурпира властта на съдилищата, ... защото съзнателно се наложи наказание на множество невинни граждани, за да може правителството да си отмъсти на двама-трима нему неприятни професори...

Кризата завършва с падането на второто стамболовистко правителство и идването на власт, през януари 1908, на Демократическата партия, начело с Ал. Малинов (1867-1938); новият министър на просветата Н. Мушанов удовлетворява всички искания на старата колегия: уволнява новоназначените професори и възстановява старите.

3. Порфирий Иванович Бахметиев (1860-1913)

На пръв поглед, старите професори се държат честно и мъжествено по време на университетската криза: те не се поддават на правителствения натиск и заплахи и отстояват докрай каузата на академичната автономия. Случаят с П. Бахметиев, основоположник на опитната физика в Софийския университет, ни помага да видим друга, далеч не тъй привлекателна черта на тази колегия.

Роден в Русия (Саратовска губерния), завършил физика и химия в Цюрихския университет през 1884, Бахметиев е поканен у нас през 1890 от Георги Живков, министър на просветата в стамболовия кабинет. Той приема България за своя втора родина, става български поданик, основава (още в годината на пристигането си) катедрата по експериментална физика към Висшето училище, става действителен член на Българското книжовно дружество от 1900, публикува над 220 статии по физика на магнетизма, термоелектричество, геофизика, биофизика⁵ (с. 141). Още от началото той е обект на клеветнически доноси на колега-химик, Д. Гериловски.

Затварянето на Университета през 1907 не е първото. През март 1905, студентите, недоволни от приетия правилник, според който те могат да образуват сдружения в *Университета* само на академична, но не и на политическа основа, решават да провеждат обструкции: да пречат с тропане, викане, блъскане... на изнасянето на лекции. Тогава, по решение на Академичния съвет, Университетът е затворен до октомври. За разлика от своите колеги, П. Бахметиев гледа снизходително по бащински на лудориите на младите „борци за демокрация“ и намира общ език с тях. Това се зловиди на колегите му, които „формират две анкетни комисии ... да проверяват различните слухове, свързани с неговото име“ (с. 153). Въпреки убедителните опровержения на учения (неговите остроумни отговори, приведени на с. 157-160, не оставят камък върху камък от обвинението) и първоначално благоприятното отношение на Академичния съвет, недоброжелателите от Физико-математическия факултет про-

дължават тормоза цели две години – до началото на университетската криза. Трябва ли да се учудваме при това положение, че Бахметиев не бойкотира опитите на министър Апостолов да обнови състава на Университета? В светлината на последвалите събития думите на проф. Бахметиев в проправителствения вестник „Вечерна поща“ звучат повече от убедително (с. 65):

1. Много от сегашните професори са назначени за преподаватели преди 15-18 години, когато не е имало по-достойни лица.

2. Някои от тях четат лекции по пожълтели листа.

3. Някои не само не обогатяват науката с изследванията си, но пречат в това отношение на другите.

4. Някои от професорите имат помежду си широки роднински връзки, а именно: двама братя, четирима баджанаци, дядо и зет и ред кумци; това обстоятелство може да влияе както при избора на даден кандидат, така и при уволняването на друг. Така подбраният не съвсем удачен по обективни и субективни причини състав има решаваща дума относно цялостното бъдещо движение на кадровия състав на Университета.

Печалното е, че тези справедливи обвинения не са били (и не са могли да бъдат⁶) чути, защото в този момент те звучат като подкрепа на нелепото затваряне на Университета. Нищо чудно, след всичко казано, че най-големият български физик през първия половин век от съществуването на Софийския университет е бил уволнен дисциплинарно през 1907, и че срещу него е заведено углавно дело не от някое лице, а от Академичния съвет на Университета! (с.143). Бахметиев, принуден на края на живота си да напусне страната, на която се е посветил, и да бъде погребан в Русия, е най-голямата, но далеч не единствената жертва на „победилата автономия“. В течение на много години взаимно поддържащата се посредственост не допуска нито един от приелите назначения на Апостолов да влезе в Университета. Когато няма-ло друг кандидат, не избирали никого...

4. За книгата на Н. Сретенова

Когато пише за университетската криза, Сретенова симпатизира, както почти всички автори, на „борците за университетска автономия“. Нашето по-нюансирано разбиране на станалото отново се основава на събрания от нея фактически материал. Аутопсията на събитията, направена професионално и добросъвестно от автора, позволява по-лесно да се постави – със задна дата – диагнозата. Само със силата на инерцията може да си обясним, че историци и коментатори хвърлят цялата вина за университетската криза върху княз Фердинанд и неговото правителство. За нас тази история показва преди всичко незрялостта на българската интелигенция от това време: вместо да оцени постигнатото – да забележи това, което даже слепият дядо Йоцо е видял -и да се заеме (подобно на гръцките и сръбски интелектуалци) с разработването на национална стратегия, която да ни подготви за приближава-

щите се бурни години, тя се вълнува единствено от разпределението на местата при откриването на Народния театър... Един от малкото положителни герои в книгата, учен, който милее за българската наука, е руснакът Порфирий Бахметиев. Главата за него е истинско постижение на автора. Въз основа на събрания и анализиран от нея огромен материал, Сретенова убедително критикува писаното за изгонения физик в ползващата се с авторитет История на Университета на акад. Михаил Арнаудов. Нашият бегъл преразказ не отдава дължимото на многостранната картина на тяжбата срещу Бахметиев, живо предадена от автора.

Наред с материалите по двете централни теми, читателят ще намери сведения за завещанието на Евлоги Георгиев, за легализиране на висшето образование на жените, за метеоролога Спас Вацов, за професорите Кирил Попов и Георги Манев. Единствена забележка: книгата би спечелила от един индекс на имената.

За да имаме бъдеще, трябва да познаваме миналото си. Горещо препоръчваме тази съдържателна книга на всеки интересуващ се читател.

Петко Николов, Иван Тодоров

Бележки

¹ При заварени 309 км. Ж.П. линии, за периода 1887–1907 в Княжество България са построени 1282 км. нови Ж.П. линии (виж „Доклад до Негово Царско Височество Българският Княз Фердинанд I. от Министерския съвет“, София, Държавна печатница, 1907 г., издаден по случай 20 години управление на Фердинанд). Само през 1907, годината на университетската криза, в строеж са 335 км., а правителството проектира строежа на още 992 км. Ж.П. линии (стр. 609 от доклада). Това строителство е “очевидно“ и за слепия герой от Вазовия разказ. Прокарването на Ж.П. линия през Искърското дефиле е главното събитие което говори за промените след Освобождението: „Железният път се свързваше в мислите му с понятието за свободна България. Той му говореше с гърмежа си ясно за новото българско време“. (Иван Вазов, *Дядо Йоцо гледа*).

² Събитие, неотстъпващо по значение на предстоящото, век по-късно, влизане на страната ни в Европейския съюз.

³ Цитати (със страници) без указание на източника са от книгата на Н. Сретенова.

⁴ Отворено писмо до председателя на разпоредителната комисия, публикувано на 5.І. в „Ден“ (с. 15).

⁵ Особено ценни – и получили световно признание – са работите му по анабиоза.

⁶ Ситуацията напомня възмущението на американската научна общност срещу Е.Телер, заради неговата *справедлива* критика по адрес на Р. Опенхаймер, който точно тогава е подложен на разследване от комисията по антиамериканска дейност.

ЗА КНИГАТА „АТОМНИЯ КОШМАР“ И НЕЙНИЯ АВТОР – РОБЕРТ ПОПИЦ

Подарената ми преди няколко дена книга „Атомният кошмар“ от автора й Роберт Попиц има за мене юбилеен характер. Точно преди 50 години, през септември 1955 г. с Роберт започнахме заедно студентството. Още тогава той имаше преднина – и с възрастта си и със житейския си опит (събран, както научихме покъсно, в лагерите след 9.IX.44 г.). Превъзхождаше ни също и със своите знания и информираност, които споделяше с нас в издаваното табло за новости във физиката. Добре си спомням, например, че от него научих за откриването на антипротона (1955 г.).

От тогава всеки от нас измина различен път, като този на Роберт беше много по-неравен и труден. Лишен от възможността да прави научна кариера (която сигурно щеше да бъде много успешна), той все пак израсна и се утвърди в системата на здравеопазването като първокласен специалист в областта на радиологията. Радвам се, че през последните 15-ина години пътищата ни отново се срещнаха, което се дължи най-вече на Съюза на физиците и особено много – на съвместната ни работа по издаването на списание „Светът на физиката“.

Своя професионализъм Р.Попиц прояви и в изследователската си дейност, и като преподавател (в т.ч. и в Пловдивския университет), и в разработването на нормативната база за безопасно използване на атомната енергия. Той е автор и съавтор на десетки публикации, на няколко книги и ръководства. И ето, сега предложи на общественото мнение част от „вълнуващата история на първите атомни и водородни бомби през втората половина на миналия твърде бурен век“ (цитат от предговора на книгата).

След Втората световна война излязоха доста книги, посветени на създаването на атомното оръжие. Тези интересни книги, обаче, не са познати на днешното младо поколение. От друга страна, доскоро се знаеше малко за съветската атомна програма. Р.Попиц запълва тази празнина с новата си книга, като дава свежа, сгъстена и актуална информация за осъществяването на атомните проекти в САЩ., Англия, Германия, Япония и в Съветския съюз.



Друго достойнство на книгата е, че авторът запознава читателите с една „история, в която се преплитат физика и политика, физика и разузнаване, физика и военно дело, чувства за нравствен и патриотичен дълг и амбиции на държавници и политици за власт и господство“. Много интересни в това отношение са някои места в книгата, като: обясненията на Телер, защо е работил над водородната бомба; организаторските качества на Берия и ролята му в създаването на съветските бомби; оттеглянето на Капица от атомния проект и др.

Въпреки че разполагам с много книги, посветени на създаването на атомната бомба, книгата на Р.Попиц е интересна и за мене, защото историята на ядрената физика, в това число и военното ѝ приложение, е вплетена в моята преподавателска и изследователска дейност. Освен това тази книга е повод да си спомня за някои учени от Обединения институт за ядрени изследвания, които са участвали в съветския атомен проект и с които имах възможността да общувам по време на многогодишното ни сътрудничество – акад. Г.Н.Фльоров, проф. Ю.С.Замятнин, проф. М.Г.Мещеряков и др.

Искам да споделя още нещо за автора. Петдесетте години, изминали от нашето първо запознанство, като че ли не са го променили. Той е запазил някои от момчешките си черти: весел и емоционален, остроумен и закачлив. Сега, разбира се е, натрупал още повече житейски опит и всичко това го прави много приятен събеседник. Още повече, че аристократичния град Русе е вложил в него значителна доза светски маниери и способност за общуване. Тези качества са високо оценени от физическата общност, особено от софийския клон, на чиито ежегодни балове Попиц печели призовете. Бих си позволил да характеризирам Роберт като „*bonvivant*“, в най-хубавия смисъл на тази дума.

Най-силните качества, които Роберт Попиц прояви през последните години, са отговорност и последователност. Той ги показа по време на заеманите от него високи длъжности – заместник-председател, а след това и Председател на Комитета за използване на атомната енергия за мирни цели, с които успешно се справи. Получил назначението от правителството на Костов, веднага след неговата смяна Р.Попиц подаде оставката си на новия премиер. През последните години се нагледахме на политически хамелеони и постъпката на Роберт е едно от малкото изключения.

В заключение, още веднъж искам да подчертая, че Роберт Попиц е написал една интересна книга, от която българският читател наистина „ще научи нещо полезно и поучително за тази необичайна „симбиоза“ между физика и политика“.

Н. Балабанов

По темата за *Атомния кошмар* можете да прочетете още в **Светът на физиката**:

- А.Сахаров – *Аспирантура във ФИАН*, т.14, кн.2, с.95-107; кн.3, с.172-176, 1991;
- Н.Ахабабян – *Ученият и властта: щастливият неуспех на немските учени*, т.16, кн.1, 1993, с. 31-39;
- А.Сахаров – *Научна работа през 60-те години*, т.19, кн.2, с.87-97, 1996;
- Н.Ахабабян – *Мит и реалност около създаването на съветската атомна бомба*, т.21, кн.2, с.107-124; кн.3, с. 188-202, 1998;
- Ст.Груев – *Как написах „Проекта Манхатън“* – т.21, кн.3, с.221-226; кн.4, с.289-298, 1998;
- Б.Алтшулер – *Научните трудове на А.Д.Сахаров* – т.22, кн.4, с.291-308.
- Н.Ахабабян – *Скорпионите в бутилката: паралелна история на създаването на водородните бомби в САЩ и СССР* – т.25, кн.1, с.21-37, 2002;
- И.Тодоров – *Вернер Хайзенберг* – т.25, кн.1, с.38-44; кн.4, с.319-328, 2002;
- Н.Бор – *Неизпратено писмо до В.Хайзенберг* – т.25, кн.3, с.250, 2002;
- Х.Рехенберг – *Документи и спомени за срещата на Бор и Хайзенберг през 1941 г.* – т.26, кн.1, с.38-43, 2003;
- В.Хайзенберг – *Лекция във „Фарм Хол“, 14 август 1945 г.* – т.26, кн.2, с. 128-146, 2003;
- Е.Телер – *Интервю...*, – т.27, кн.2, с.131-143, 2004;
- А.Горелик – *Паралели между перпендикуляри: Сахаров, Телер, Опенхаймер* – т.27, кн.3, с.254-265, 2004;
- Р.Файнман – *Познатият и непознатият* – т.23, кн.1-4, 2000;
- М.Фрай – *Копенхаген* – т.25, кн.1-4, 2002.

Ст.н.с.Ист. д-р АЛЕКСАНДЪР ХРИСТОВ МАНОВ
(29.04.1947 – 08.10.2005)

С внезапната кончина на Александър Манов българската физическа колегия загуби изтъкнат специалист по физика на твърдото състояние, ентузиазизиран популяризатор на науката, всеотдаен приятел с разностранни интереси в разнообразни сфери на културата и общественения живот, една ярка, взыскателна и самокритична личност с несъмнено обаяние.

Средното си образование получава в Софийския техникум по електротехника, а висше завършва през 1976 г. във Физическия факултет на СУ „Св. Кл. Охридски“, където работи до 1981 г. Същата година постъпва на работа в Института по физика на твърдото тяло, лаборатория „Акустоелектроника и акустоптика“. Ал. Манов не прекъсва връзките си с факултета – консултира и ръководи дипломанти, работи като хоноруван асистент в катедрите „Физика на кондензираната материя“ и „Обща физика“.

Научните му постижения са отразени в повече от 50 публикации в специализирани списания и биха могли да се групират най-общо в следните области.

В началния си творчески период Ал. Манов се съсредоточава върху теоретико-приложни разработки на пиезоелектрични модулатори и генератори в кварц и цинков оксид. Комбинирането им с подходящи повърхнинни акустични вълни съществено подобрява характеристиките им, в частност като разнообразни датчици.

Впоследствие Ал. Манов в значителен период от време теоретично разработва свойствата на точкови дефекти, свързани с кислородни ваканции, като показва влиянието им върху макроскопични характеристики на веществото (кварц, високотемпературни свръхпроводници). Успява много плодотворно да приложи формализма на псевдо-Ян-Телеровия ефект, за да опише двойки свързани дефектни центрове, в обобщен смисъл – двойни потенциални ями. Така обяснява силно изразеното им релаксационно поведение, което се отразява върху акустичните и диелектрични загуби на материалите.

Опирайки се върху опита си в областта на електрон-фононните взаимодействия, Ал. Манов изследва явления в система слой-подложка и свързаните с тях структурни елементи и дефекти в слоя, както и механичните напрежения.

Ал. Манов неуморно популяризираше постиженията на физиката – чрез лекции по националното радио, чрез статии в Българска енциклопедия (Изд. БАН и Изд. Труд). Имаше огромното желание да подкрепя млади дарования във всичките сфери на културата – именно с такава цел бе регистрирана фондация на негово име. Членуваше в Съюза на физиците. Участваше в редколегиите на Сборници с материали от международните конференции по Акустоелектроника, провеждани у нас от лабораторията „Акустоелектроника и акустоптика“ при ИФТГ.

Нека е светла паметта му!

Проф. дфн МАРИН ПЕТРОВ КАЛИНКОВ (1935-2005)

На 02.11.2005 г., след продължително и мъчително боледуване ни напусна нашият колега, известния български астрофизик проф. Марин Калинков.

Той е роден на 07. юни 1935 г. в гр. Сливен, където завършва гимназия с пълно отличие. През 1958 г. завършва специалността „физика“ във СУ „Кл. Охридски“ и постъпва на работа във Физическия институт на БАН – Секция по астрономия. През 1963 г. е избран за научен сътрудник, а през 1966 г. – за доцент в ФФ на Пловдивския университет, където е чел лекции близо две десетилетия, както и редица специализирани курсове по астрономия в Софийския университет. Заедно с проф. Н. Николов е съавтор на учебник по най-пълния курс по астрономия, издаван досега у нас. През 1974 г. е избран за ст.н.с. II ст., а през 1998 г. за професор в Институт по астрономия на БАН; през 1995 г. защитава дисертация за научната степен „дфн“. Калинков работи успешно в редица области на астрофизиката: Слънчева физика, Метеорна астрономия, Звездна астрономия, Извънгалактична астрономия. Световна извесност му донесоха неговите изследвания в областта на извънгалактичната астрономия и космология: откривател е на „сврѣх – куповете“ от галактики и съавтор на голям каталог на сврѣх – купове – повече от 900 обекта. Тези обекти сега се означават като „КК“ и са цитирани стотици пъти. Бил е ръководител на десетки научни проекти, ръководил е докторанти и дипломанти. През последните 15 години той работеше по създаване на огромен каталог от данни за групи и купове от галактики, който беше прекъснат от преждевременната му смърт.

Проф. М. Калинков бе член на МАС от 1961 г. Той е бил дългогодишен председател на Научния съвет на ИА, член на СНС по „Физика и Астрономия“ и председател на Комисията „Физика“ при ВАК (1999-2003).

Той има и значим принос и за популяризацията на науката и любимата му област – астрономията. Сам голям библиофил, автор на книги и много научно-популярни статии по астрономия и преводач на стойностни автори, проф. М. Калинков се грижеше с особено внимание за библиотеката на Института по астрономия и нейното снабдяване с литература. Отзивчив и конструктивен, проф. М. Калинков беше човек със силна воля, невероятна работоспособност и високи етични принципи. За него науката беше смисълът на живота му и той ѝ остана верен до края на живота си.

ПОКЛОН ПРЕД ПАМЕТТА МУ!

И ТОЗИ ПЪТ В НАВЕЧЕРИЕТО НА КОЛЕДА...

Вчера бяхме в Роман. Всеки път като се върна от Роман, следващите няколко дена съм много развълнувана. И този път е така. Навечерието на Коледа е, в късната, тъмна и студена вечер стоя съвсем сама в Института, но мислите за нашите малки приятели от Роман сякаш вливат топлина и успокоение в сърцето ми.

Нашето приятелство с децата от училище „Райна княгиня“ в гр. Роман започна преди 25 години, когато колегите ни проф. Л. Заркова и проф. В. Стефанов разбрали, че там неправилно е изпратено едно момче (за което и до сега се грижат), посетиха училището и така в действителност започна всичко. Там живеят и учат около 120 деца, изоставени за отглеждане на държавата още след раждане, или по-късно. Някои от тях имат изоставане или слаби физически дефекти, но по-голямата част са здрави и умни, много симпатични деца. Всред тях има и много талантиливи деца. Когато отидох за първи път в дома – беше точно преди Коледа преди 25 години, останах поразена от гледката: бледи, мръсни, окъсани и болни деца сновяха в един кален и мръсен двор, пръстите на краката им се виждаха от скъсаните гуменки, а от ангузите им висяха дрипи. Училището беше грозно и мръсно. Нямаха вода, нямаха баня, нямаха медицински грижи. Те бяха ужасно гладни и се нахвърлиха веднага върху храната. Тази гледка не мога да забравя и до сега. Още повече, че тя контрастира със сегашната картина...Тогаване всички – колегите от физическите институти на БАН на територията на 8-ми км (известен като Атомния център), а по-късно в тази работа се включи и Софийският клон на Съюза на физиците в България, спонтанно решихме да започнем да се грижим за тях. Ще ми трябва много време да разкажа за най-разностранныте дейности, които сме свършили през тези години за тези деца (и както казва моят съпруг – също така искрено съпричастен към това приятелство – един ден като се пенсионирам, няма да скучая, защото ще трябва да напиша спомените си, свързани с децата от Роман). Започнахме с носене на храни, дрехи и обувки – цели камиони. Всички от сърце помагаха. Освен това водехме деца в София на прегледи, на операции, грижехме се за тях в болницата. Пишихме писма до кметства, министерства, инстанции за различни нередности и помощ, подарихме им кола, купихме им детски лагер, закупувахме им различно оборудване за кухнята, пералнята, за заниманията на децата....Издирвахме родителите на децата, които жадуваха да си ги намерят (тук ме заливат толкова силни чувства – положителни и отрицателни..., някой друг път ще ги разказвам). Посещавахме ги на техните тържества и ги радвахме с подаръци... Случваха ни се приключения и вълшебства. Виждахме, че има резултати от нашите грижи. Децата ни заобичаха много и бяха щастливи, когато отивахме на гости при тях. В тези първи години от нашето приятелство никой друг не ходеше при тях, не им носеше подаръци, не им пишеше писма, те нямаха приятели. Беше очевидно, че ръководството на града не само че не полага необходимите грижи за тези деца, но даже хората в Роман се срамуваха от това училище. Бих искала да добавя, не

знам дали ще повярвате, че по това време се намериха хора, които ни порицаваха за тази дейност, като ни казваха, че благотворителността е буржоазен предразсъдък, капиталистическа характеристика и затова не трябва да се занимаваме с това...Ох, тук ще спра за миналото и ще се върна бързо-бързо в настоящето, защото то е по-ведро и радостно. Но някой път бих могла да разкажа много интересни и поучителни житейски истории, свързани с „децата от Роман“.

През всичките тези 25 години, по различно време различни хора се включваха по-активно в тази работа. Ето защо не бих искала да споменавам имена, за да не засегна някой колеги. Аз съм много постоянна във всичко, което считам че е стойностно и си струва да си хаби човек времето и силите и затова съм „вътре“ вече 25 години. Като член на ръководството на Софийския клон на СФБ, още първите години пренесох тази дейност и там и тя беше подета много присърце от доц. А. Пеева, която обединяваше грижите на колегите – физици от Физическия факултет и училищата. Съвместните ни усилия се увенчаваха с отлични резултати. За съжаление, любимата на децата „леля Нина“ е вече доста възрастна и не живее в София, но ръководството на Софийския клон на СФБ продължава започнатото. Всички колеги, с които сме работили за нашите малки приятели от Роман знаят, че ги обичам и уважавам и няма да се разсърдят, че не мога да спомена името на всеки от тях – ние изобщо не го правим за да бъдем похвалени или да имаме някаква полза, това е ясно. През последните години ние даже не напомняме на колегите, че непрекъснато събираме книжки, играчки и пари за тези деца, защото който чувства необходимост да зарадва сърцето си с нещо добро, сам идва и подарява каквото може. Но, все пак, нека да спомена хората, с които бяхме заедно при вчерашното посещение на училището.

По традиция посещаваме децата преди Коледа. Така беше и вчера. Те ни очакваха, бяха приготвили много вълнуващо тържество, със сценки, песни и стихове, с дядо Коледа, джуджета и подаръци. Беше чудесно. Видът на децата през последните години се промени. Те изглеждат по-спретнати и чисти, по-весели, по-спокойни. Раздадохме и нашите подаръци. Трябва да спомена, че през последните петнадесетина години особено ангажирани в нашата работа за децата от Роман са моите колежки – физички и близначки Елена и Калина Гайдаржиеви, които, заедно с техните приятели г-н К. Грозданов от „Грозданов-Кар“ ЕООД и Светла – собственичката на магазин и ЕТ „Мартина“ в ж.к. „Младост“, по всевъзможни начини помагат (но и за това специално би трябвало да стане дума някой друг път). Особено полезна работа извърши нашият колега Милен Йовчев от ИЯИЯЕ, който положи много усилия за включване на училището в Европейски проект. Това даде възможност да се открият две паралелки 9-ти и 10-ти клас със специалности готварство и цветарство, да се разработи оранжерия и опитно поле, децата да посетят Германия и заедно с немски деца да пътуват и почиват из страната, да получат компютри и като цяло да се издигне нивото на тяхното обучение и възпитание. Тези постижения бяха много високо оценени и не случайно, г-н Джефри ван Орден посети единствено това училище, написа в доклада си за България пред Европейския парламент добри думи за грижите за

децата без родители, изпраща им писма и подаръци. Усилията на колегата М. Йовчев, свързани с участие на училището в следващи Европейски проекти, продължават. Има още много хора, които дълги години, систематично са помагали, но нека да ми простят, че не съм в състояние в момента да спомена имената им.

Този път се случи нещо наистина мистериозно, сякаш беше се намесила добрата ръка на дядо Коледа. Ние бяхме известени, че училището се нуждае от една перална машина. За щастие, синът на нашата колежка – учителка по физика Светла Павлова – Иво Петров, който работи в Швейцария, беше решил да направи и този път подарък и изпрати 250 лв. Решихме те да бъдат за купуване на пералнята. По време на тържеството ние казахме пред всички, че сме поръчали на дядо Коледа да им донесе пералня и това беше посрещнато с радост. Тържеството мина, излязохме на двора и.....какво да видим! Няколко хубави, силни млади мъже разтоварват една пералня и я вкарват в училището. Голяма изненада за всички! Ние самите се чудим какво става! Оказа се, че директорката споделила тази необходимост с приятели на училището от Група БГ „Ауто“, които много пъти са им помагали, и те решили да ги изненадат с новата пералня. Радостта ни беше много голяма, че нашите деца са обичани и от други хора и ние също искрено им благодарихме за голямата помощ.

На тържеството се срещнахме и с две учителки – едната по физика – г-жа Цветелина Николова от Търговската гимназия в Червен бряг, които бяха дошли заедно с няколко техни ученички – сладки мили момичета, да донесат подаръци на децата. Разбрахме, че те са идвали и много пъти преди това. Много, много се зарадвахме, защото по този начин те възпитават учениците си на грижи към малките и нуждаещите се.

Толкова ги обичам тези деца, толкова се радвам като ги видя щастливи, и затова съм много трогната, че вече има и други хора – със свой бизнес, с много по-големи финансови възможности от нас, но за щастие, с подобни на нашите сърца – съпричастни към страданието на децата и готови да помагат. Те, от своя страна, бяха изненадани от това колко дълги години се грижим за това училище и колко много ни обичат децата.

Накрая, нека да кажа нещо и за директорката – Венета Петрова. Тя е млада жена, музикалната учителка, изпълнена с много енергия, всеотдайна към децата и училището, намираща начин да обедини учителския колектив така, че всички да са въввлечени в общата цел на тяхната много трудна работа – децата да бъдат по-добре обучавани, възпитавани и отглеждани. Не жали сили да пише, моли, уговаря, да пътува. Изглежда ми така, сякаш всички тези деца и учители са нейното семейство. За щастие, усилията ѝ донесоха успехи.

Навечерието на Коледа е. Стоя съвсем сама в късната, студена, тъмна, зимна вечер. Но не ми е студено и ми се струва, че навън е по-светло като си мисля за нашите малки приятели от Роман, които и този път, в навечерието на Коледа, отново зарадвахме.

Ренна Дюлгерова

СМЪРТ В МАТЕМАТИКАТА

...Голям и тих парк на около седемдесет километра от Париж. Разсеяни и видимо безобидни учени, дошли от четирите краища на света, за да се отдадат на общата си страст – изследванията по чиста математика. Високо горе на хълма кулата като че ли бди над своите владения. После, в една прекрасна утрин, в нейното подножие е намерен проснатият под акацията труп на един математик.

Нещастен случай? Убийство? Комисарят Малген, опитен следовател, интервюира с тънък усет Президента на института, обърканите учени и няколко красиви жени. В романа читателят намира анализ на психологията на учените изследователи, множество любопитни истории и картината на една обстановка, малко позната на широката публика.

След миналогодишното Четиво с продължение, в което се разказваше за световно известни учени, работили в Принстънския институт за авангардни изследвания, редколегията на „Светът на физиката“ си позволява да представи един друг разказ за атмосфера и живот в друг известен научно-изследователски институт, пак за известни наши съвременници, но сега поднесени с измислени имена. Но пък българският читател на края на IV-тата част ще разбере, по разказа на акад. И.Тодоров, как се е стигнало до написването на тази книга, кой кой е в тази заплетена научно криминална история.

Част I

КАЖИ МИ КОГО ОБИЧАШ

(и аз ще ти кажа кого мразиш)

Марго Брюйер

Глава 1

Вторник, 23 май 1989

Президентът основател пристигна по обяд. Искаше да разговаря с директора преди предвидения за 13 ч. обяд и заседанието на Административния съвет след него.

Слаб човек и със студен характер Президентът Грюзен беше със сухо, надменно и аристократично лице, над което се белееше косата, срасана идеално гладко. Както винаги носеше стар бежов шлифер; никоой не беше го виждал с друга връхна дреха. Тъкмо така облечен той беше обиколил всички министерски кабинети, беше изпросвал помощ от всички едри парижки ин-

дустриалци. Този толкова презрителен човек не беше си спестил нито едно действие, нито една просба, когато трябваше да се осигурят финансови средства за творението на неговия живот – този великолепен институт, този рай на чистите изследвания, създаден от него не само със силата на натиска, но и със силата на словото.

За да настани института си, Грюзен беше купил парцел от дузина хектара на границата между Ил-дьо-Франс и Бос, в който имаше три основни корпуса. Жилищният корпус, в който се помещаваха и административните служби, гледаше на север към оградения двор с кафенето, а на юг към покрита с плочи тераса, преминаваща в голяма морава, в дъното на която, на стотина метра разстояние, вдясно се виждаше библиотеката, а вляво беше научният корпус с кабинетите на гостуващите професори. Паркът заобикаляше корпусите и на запад преминаваше в горичка във формата на сърп, която се катереше до върха на хълма и се губеше в гората.

В тази идеална обстановка работеха на щатна длъжност шест математика от много висока класа, които всяка година приемаха стотина щателно подобрени гостуващи изследователи.

Андре Грюзен беше роден преди 75 години в Санкт Петербург в заможна еврейско семейство от руската буржоазия. Баща му бил директор на железопътна компания, докато един императорски указ не забранил на руските евреи да заемат такава длъжност. Грюзен баща преодолява тази трудност, като става белгийски гражданин – пак еврейн, но не руски. Поне така разказваше Фьодор, шофьорът, самият той руснак.

По време на революцията Андре Грюзен напуска Русия и се преселва при семейството си в Белгия. За да помага на родителите си, работи като дърводелец. Паралелно следва физика, получава диплом и става асистент в Брюкселския университет. На 21 години заминава в Лондон и се занимава с най-различни неща, между които работи и като импресарио. После, 30-годишен, отива в Париж, занимава се с бизнес, става директор на застрахователна компания... Късно се връща към науката и 45-годишен става доктор на математическите науки в Парижкия университет. У него вече зрее идеята да създаде международен институт за фундаментални изследвания. 50-годишен той основава Института за чиста математика, чийто Президент е сега.

За тази цел трябваше да пробива през министерски врати и да води люти битки с улегналите научни институции. Излиза победител и увлича на своя страна трима от най-добрите съвременни математици, които стават щатни професори в ИЧМ.

Андре Грюзен беше мечтател и първооткривател с остър усет за реалностите. Той вложи цялата си огромна мощ в създаването на този храм на чистата математика, който беше станал един от най-добрите в света и за девиз на който биха могли да послужат думите на един от американските

гостуващи професори: „None but the best“. Можеше да бъде доволен от творението си. Стана още по-високомерен.

През едночасовото пътуване от дома си до Института, застинал на задната седалка на тъмносиния Ситроен, Президентът не промълви нито една дума. Шофьорът му го познаваше добре и усещаше, че по някаква загадъчна причина шефът му е бесен. Сдържаната му ярост проличаваше само по острия поглед зад тесните стъкла на очилата.

Разумът на Президента и инстинктът, който никога не беше му изневерявал, му подсказваха, че неговото дело е в опасност. Човекът, който понастоящем оглавяваше Института, не притежаваше нужния размах, за да го ръководи.

Моя е грешката, разсъждаваше Андре Грюзен, нужен е необикновен човек, който да ръководи този необикновен институт, трябваше да предвидя сегашния случай, защото аз съставих правилата, които дават всички пълномощия на директора и ограничават ролята на Президента и на Административния съвет.

За двадесети път си повтори текста, който знаеше наизуст и в който от много дни насам се опитваше да открие грешката: „Директорът ръководи научната и административна дейност на института в рамките на бюджета“.

Което значи, че след като веднъж бюджетът е гласуван, директорът действа, както сметне за добре.

Ахилесовата пета, размишляваше той, е в това, че директорът се предлага единствено от Научния съвет. Докато заемах поста, аз можех като член на съвета да влияя върху избора и да издигна кандидатурата на Хенрик Декер (когото също не обичам, но все пак трябва да призная, че добре маневрираше). Сега съм Президент и по правилника нямам право на глас. Научният съвет е съставен от учени, които наистина са от много висока класа, но нямам никаква идея как се ръководи един такъв институт; не е достатъчно само да си добър математик – какъвто несъмнено е Шарл Було, – но трябва също да си истински шеф на предприятие, освен това да си добър администратор и отгоре на всичко да си способен да вземаш бързи решения в непредвидени ситуации. Ние сме едно частно учреждение, а те ми избират университетски преподавател с чиновнически нрав, човек без никакъв вкус към риска. Все пак добре е, че не е склонен към рискове, защото не притежава никакъв размах. Но пък ако имаше, навярно скоро щеше да си счупи главата и ние поне бихме могли да го уволним за допуснатата голяма грешка. Но той няма да допусне голяма грешка, той просто не е способен на това – просто ще се остави на течението и ще повлече Института до пълен провал. Нужен е локомотив, а Шарл Було е само един вагон!

Президентът бързо изкачи стълбата към приемната и, без да почука, отвори вратата на директорския кабинет. Хвърли старата си кожена чанта върху

бюрото, шлифера и ръкавиците – на един стол, след това седна с лице към директора и надменно каза:

– Е, господине, научавам, че сте на път да загубите британското финансиране.

– Но, г-н Президент, не аз го губя; оказва се, че англичаните са решили да създадат институт, подобен на нашия, и затова спират своите субсидии.

Отговорът прозвуча като плесница:

– Господине, няма подобен на нашия институт. Или поне не е имало и не би трябвало да има. Ние сме задължени да поддържаме такова равнище, че да нямаме равни на себе си. Научният съвет гарантира за научното ниво. Но Вие, господине, изглежда не разбирате, че качеството на живота в института е Ваше задължение.

Голямото бледо лице на директора прежълтя.

– Правя, господине, каквото мога, за да поддържам това качество на живота.

– Каквото можете – да, но Вие можете малко. Президентът продължи: – Вече загубихме субсидиите от две други страни и във финансовия отчет забелязвам спад на приходите от наеми; а заедно с това забелязах, че квартирите често са празни. Все по-често учените предпочитат да живеят в Париж и напускат нашето селище. Това потвърждава думите ми отпреди малко: ние не им предлагаме такъв прием, какъвто те очакват.

– Какъв е процентът на заеманите квартири за изтеклата година?

– Ще трябва да взема статистическите данни от г-жа Дю Боа, отвърна Шарл Було, посягайки към вътрешния телефон.

Това би трябвало да се знае, помисли Президентът, но премълча.

Мариан дю Боа влезе, носейки статистическите данни.

– Какъв е процентът на квартирна заетост през тази година? – запита Президентът.

– 60%, господине.

– А в предходните години?

– 70% миналата година и 80% през трите по-предни години.

Президентът мълчаливо измери с укорителен поглед директора и се обърна към Мариан. Очите им се срещнаха, а заедно с тях и мислите, както често става при онези, които отдавна работят заедно.

– Благодаря Ви, мадам.

Мариан се върна в кабинета си и седна върху ниския радиатор под прозореца с изглед към парка. Това беше любимото ѝ място за размисъл. Така мисълта ѝ беше най-интензивна и тя понякога успяваше да намери решение на неразрешими от пръв поглед административни проблеми! Но какво да направи в този случай? Ясно беше, че снижаването на квартирната заетост беше започнало с идването на Шарл Було и оттогава положението само се

беше влошило. Той не беше забелязал това, а и да го виждаше, не би открил начин да поправи положението.

Мариан констатира, за пореден път, своето собствено безсилие и въздъхна. Обичаше Института и обичаше да работи в него. Спомняше си как постъпи в него преди петнайсет години, когато Андре Грюзен още беше директор. Веднага беше разбрала, че той е изключителна личност и това първо впечатление никога не я подведе.

Потъгна в спомени... Беше се озовала там, смазана от един мъчителен развод и търсеща работа. Беше приела да стане секретарка на директора не толкова заради заплащането, а защото я съблазни обстановката: големият тих парк ѝ беше заприличал на рай след всичко онова, което беше преживяла. И все още си оставаше рай за нея.

По онова време целият административен персонал трепереше пред г-н Грюзен с изключение, може би, само на главната секретарка Мари Берте, която по-късно стана третата г-жа Грюзен. Когато г-н Грюзен даваше заповед, тя трябваше да бъде изпълнена на часа. Веднъж поискал ксерокопие от икономката и тя веднага тръгнала към стълбата, по която се стигало до копирната машина; стълбата била стръмна, а жената възрастна, в бързането тя се спънала и изтърколила надолу. Жената се върнала цялата в синини, но стискала в ръка ценния документ и само повтаряла: „Документът на г-н Грюзен... документът на г-н Грюзен...“

Беше едновременно изнервящо и увлекателно. За една година работа при него Мариан беше научила повече отколкото за всички предишни години от кариерата си. Преди нея той беше имал пет секретарки за четири години и всичките бяха отчаяни от деспотичния му характер. Тя си спомняше как веднъж печаташе подготвено от него изложение за Министерството на образованието: беше печатала единадесет пъти един след друг на машината (тогава още нямаше компютри). Директорът, отново облечен в неизменния си бежов шлифер, беше отишъл при министъра с дванадесетия вариант. Когато се върна, извика Мариан:

- Допуснали сте грешка в текста, каза той с раздражение.
- Не смятам, че има грешка, отвърна Мариан.
- Донесете предния вариант.

Наистина не беше допуснала грешка. Десет пъти той я накара да донесе предния вариант, без да си дава сметка, че за осем години работа като секретарка тя се беше научила да не изхвърля никаква хартия. Той трябваше да признае, че грешката иде от него. В този ден не направи никакъв коментар, не изрече и дума за извинение, но на следващия ден каза между другото: „Вчера ви обвиних, впрочем несправедливо...“ Мариан не отвърна нищо, но той повече никога не поставяше думите ѝ под съмнение.

Президентът Грюзен ѝ имаше пълно доверие, а също и неговият прием-

ник Хенрик Декер. Що се отнася до Шарл Було... Мариан не беше наясно. Той беше едновременно наивен и лукав. Правеше й много комплименти, разчиташе на нея и заедно с това като че ли хранеше подозрения към нея и понякога едва сдържаше раздражението си. Отначало тя го сметна за по-симпатичен с неговия вид на притиснат до стената, с неговите комплекси за малоценност, с детинското му доверие в нея и в доброто й желание да изпълнява ролята, която той самият не можеше да поеме:

– Аз съм добра втора цигулка, беше казал веднъж наивно той, но не съм способен да свиря първа цигулка.

На Мариан това прозвуча неуместно. Защо трябва да приема една длъжност, след като не смята, че е на нужната висота? Тя отвърна твърде сухо:

– Аз също съм добра втора цигулка.

Той беше войнстващ католик. Един ден Мариан подхвърли, че не може да разбере поведението на един от постоянно назначените професори, който се проявява като завистлив и раздражителен, а претендира да е добър християнин.

– Той вероятно щеше да е още по-лош, ако не намираше опора в религията, беше неговият отговор.

По-късно тя щеше да си спомни това.

Шарл Було говореше много за семейството си, за което харчеше много, без да държи сметка; той сигурно беше прекрасен баща на семейството, защото малките му деца го обожаваха. Това беше една от положителните страни на неговата личност. Но той избягваше административните отговорности, защото университетската му дейност не беше го подготвила за това. Малко по малко тя започна да го презира; той сигурно беше почувствал това, защото стана все по-затворен, докато след няколко седмици единствените му думи към нея бяха свързани само със служебни въпроси.

Мариан отново въздъхна и се откъсна от спомените. Стана от радиатора.

– Може би, каза си тя с надежда, може би г-н Грюзен ще намери начин да спаси Института?

Телефонът иззвъня. Беше готвачката, която я викаше да провери куверта, приготвен за обед на членовете на Съвета. Мариан се откъсна от спомените си, упреквайки се: намерила съм време за мечтаене! Слезе в кухнята. Кувертът беше идеален както винаги; за готвачката беше въпрос на чест два пъти в годината да приготви меню, достойно за най-люксов ресторант. Местата на масата бяха грижливо разпределени: в Съвета участваха учени и администратори и трябваше да се вземат под внимание положенията на хората по старшинство, за да няма обидени. Погрижи се да настани учените между стената и масата, така че те да останат на местата си; иначе неминуемо щяха да се преместят на съседната маса с надпис „професори“, за да побъбрят с

колегите си. Колко пъти е ставало преди: увлечени в разговори с други математици, съвсем да забравят за своите сътрапезници!

Заседанието на Съвета протече бурно. Представителят на Европейската фондация за наука повдигна въпроси, които Президентът предпочиташе да останат в сянка. Директорът говореше, опитваше се да обяснява, заплиташе се. Доколкото можеше, Президентът изглаждаше нещата. Трябваше на всяка цена да подкрепя директора, защото имаше опасност недоволството на спонсорите да ги накара да последват примера на Великобритания!

Седнала на другия край на масата, Мариан водеше бележки и наблюдаваше съседите си. Забавно ѝ беше да гледа как Ален Байер, швейцарският представител, с нетърпение очакваше заседанието да завърши, за да обсъди някои неща от топологията със свои приятели пред черната дъска: за него беше от значение, че научната работа в Института вървеше чудесно; за останалото той както винаги се доверяваше на директора. Германският представител Ернст Кауфман беше редовен участник в официалните заседания; с напрежение следеше водената на френски език дискусия за бюджета, рядко, но винаги уместно, се изказваше на бавен и накъсан английски. От време на време подаваше на Мариан, с която беше в дружески отношения, късче хартия, на което имаше надраскана бележка или смешна рисунка: и двамата ги напушваше смях като някакви студенти. Ернст можеше да се смее с едното око, а с другото да гледа сериозно!

Заседанието завърши в 16:30 и Съветът премина в залата за чай, където учените се събираха всеки ден и разгорещено обсъждаха последните си работи. Г-жа Грюзен чакаше мъжа си; те побъбриха няколко минути с тоя-оня и се оттеглиха: Президентът неотдавна беше имал сърдечна криза и Мари Грюзен с любов следеше той да не се преуморява.

Мариан се отпусна върху кафявите велурени възглавнички на канапето. Беше изтощена от нервното напрежение на деня, от грижата всеки да остане доволен и от притеснението да не би секретариатът да допусне грешка, за която все едно би обвинила себе си. Затвори очи, чуваше около себе си тракането на чаши, бръмченето на гласове, прекъсвани от весел смях; разпознаваше всеки глас: тръбенето на Джо Бюб, когото тя нарече „най-сериозният мъж в света“ заради постоянното му шегаджийство, веселия тънък смях на Пол Дъглас, добродушния смях на Антоан Флоре, професорския тон, с който Франсоа Ламот излагаше своите толкова грандиозни идеи, че свят ѝ се завиваше.

– Когато мозъчната кора е прекалено възбудена, обясняваше той в този момент, понятията почват да правят салтоморталета и това може да създаде щастлива комбинация.

Франсоа Ламот я забелязва и тръгва към нея с ужасния си панталон от протрит велур.

– Мариан, пита я той, моят панталон бронзов ли е?

Тя го гледа, изумена. – Жена ми, обяснява той, е в провинцията и по телефона ми каза да взема в Китай бронзовия си комплект. Питам се дали този тук е добър.

– Нямате ли друг комплект в бронзов цвят?

– Не, не мисля.

– Добре, тогава носете този, но ще трябва да го занесете на гладене, за да мине.

– Наистина ли?

– Определено.

Мариан внимателно го оглежда от главата до петите

– От всяко положение, заявява той, досадно ми е да ходя в Китай.

От по-нататъшния разговор тя се докопава до истината: Франсоа облякъл панталона си за работа в градината, а в гардероба си имал прекрасен чисто нов костюм в бронзов цвят, за чието съществуване изобщо не беше помислял.

Мариан се усмихна, гледайки го как се отдалечава, и се отпусна на канапето. Обичаше ги и се радваше на привилегията да им помага в тяхната работа.

Сряда, 24 май 1989

След вчерашното заседание на Съвета тази сутрин чистачката Жанет имаше много работа. Умори се и реши да си почине. Часът беше 8:45. Можеше да си позволи за десетина минути да прелисти списанията, пръснати върху масата. Секретарките никога не идваха преди 9 часа, а шефът на персонала Люк Лемоан отиваше направо в бюрото си, без да хвърли поглед към залата, където Жанет чистеше и подреждаше всяка сутрин.

Директорът вече беше там; той беше ранобуден и идваше преди всички. Но даже и да излезеше от кабинета си, което беше малко вероятно, Жанет беше сигурна, че не би отпразил към нея никаква забележка, докато минава през залата. Очите му гледаха някъде далеч и сякаш не виждаха през тесните очила за късогледство. Не обичаше да контактува с персонала и предпочиташе да оставя това на помощниците си; „в края на краищата той може би има право“ помисли си Жанет, но отново не се въздържа да го сравни с предишния директор; ако трябваше да й направи забележка, той само хвърляше към нея стъклен син поглед, но най-често бодро я поздравяваше с „Добър ден, мадам“. При всяко положение тя предпочиташе твърдия поглед на г-н Декер пред невиджашия поглед на г-н Було.

Тя отново взе ведрото и четката с парцала, хвърляйки машинален поглед към таблото, закачено над радиатора, където бяха показани снимките на щатните професори и на поканените. Мариан поддържаше в ред този „справочник“, сваляше снимките на заминаващите изследователи и окачваше те-

зи на новопристигналите. За снимане тя използваше прост полароид – ставаше бързо и ефикасно, макар да не беше съвсем художествено. В центъра на първия ред Жанет забеляза празнина. Кой можеше да е това? Забеляза на плочките под радиатора къс хартия и го вдигна. Оказа се, че е снимката на директора.

„Странно как е можала да падне“ – помисли си Жанет. Взе едно габърче от малката кръгла пластмасова кутийка и закачи снимката на мястото ѝ.

Глава 2

Петък, 26 май 1989

Антоан Фльоре паркира стария си бял Опел под буковото дърво, което хвърляше сянка върху паркинга, и внимателно се заизмъква: първо дългите си крака, после ъгловатото си тяло и накрая се показва приветливото му лице с рошава кестенява брада. Като повечето интелектуалци той страдаше от сколиоза и гръбнакът му беше дотолкова крехък, че някое злополучно движение можеше да го схване и той понякога с дни да остане болезнено и комично изкривен.

Издърпа износената си кожена чанта, с която не се разделяше от годините, когато учеше в Екол Нормал Сьюпериор, и тръгна със забавно поклащане към кабинета си, който беше избрал съвсем в дъното на един коридор, така че най-малко да го тревожат; беше сърдечен човек, който не би могъл да изгони неканените посетители, и затова беше решил да намали този риск с относителната географска отдалеченост. В най-отчайващите случаи той смело побягваше към тоалетните и оставаше там, докато противникът не се откаже да го чака!

Вървеше с нос, насочен към вятъра, вдишвайки мириса на пролетта, с радостно предусещане за работата, която го очакваше. Колко различен беше спрямо стеснителния млад човек, който беше пристигнал тук преди десет години, поразен от факта, че е поканен да пребивава в този храм на науката! Тогавата той не знаеше собствената си стойност и, както по-късно писа: „Това означаваше още: да се храня с кърпа на врата и да се изчервявам, когато тя отлита при споменаването на някакво непознато понятие...или да прекосявам парка, внимавайки да вървя направо, надявайки се, че погледът на някой от великите хора няма да падне върху мен“

Оттогава той се беше променил много! Вече можеше да води дискусии с най-великите, които бяха го разпознали като един от тях. Но му беше нужно много време: в продължение на цели шест години математиците на ИЧМ упорито му прикачваха етикета физик теоретик. Може би, защото беше препоръчан на Института от физик и защото математиците отказваха да приемат, че той беше също и преди всичко математик? А може би защото някои

от тях, вече на възраст, се боеха от тази млада и оригинална сила? В продължение на няколко години отличията, наградите и медалите се сипеха върху него като благодатен дъжд! Отначало той беше удивен, после се успокои, а накрая това започна да го забавлява. Не беше нарцистичен и снобизмът му беше по-скоро в обратната посока, а ако грешеше, то беше поради прекомерната му простота!

Беше убеден, че еднакво важно е както да вижда как идеите заживяват, да ги вижда как съществуват независимо от него, така и да бъде постигнато тяхното формално обяснение. Именно затова ценеше толкова много задушавната атмосфера, характерна за Института. Спомняйки си своите първи стъпки, той използваше теснотията в кафенето, за да помогне новодошлите да се включат в разговорите, не пренебрегваше никого, като особено се стараше да облекчи общуването на младите изследователи, чиято стеснителност бързо се стапяше пред неговата простота и доброжелателност. Неговите ученици го обожаваха.

Антоан разглеждаше своя мозък, който някои наричаха гениален, като добър инструмент, също както дългите си крака, които му позволяваха да крачи по-бързо от другите.

– Геният, обясняваше той веднъж на един от своите ученици, какво представлява по своята същност? Това е искра, която някой притежава по волята на случая и която кара човека да съзира пространства, възможности, които дотогава са били непознати. Впрочем хората, които смятат себе си за гениални, обикновено са суетни посредствености.

– Често ли Ви се е случвало да Ви спхожда такъв вид искра? – запита ученикът.

– Не, само един път, когато бях на 22 или 23 години. Това би могло да се нарече гениалност, но в действителност то е само „моментна гениалност“, която ме е спходила. Истинският гений ми е непознат и аз не знам какво значи това. Мисля, че в математиката, както и във всички други науки, по-скоро трябва да се говори за откритие. Не казваме, че Христофор Колумб е бил гений, защото е открил Америка, нали така? Ние, това е очевидно, ние откриваме по пътя на размишленията неща, които вече съществуват, ние не създаваме. Всичко вече е създадено.

Така ученикът разбра защо Антоан винаги изглеждаше неудовлетворен: винаги имаше още нещо за откриване пред този търсач на приключения в науката.

Във всяко нещо той вървеше бързо, много бързо, а понякога прекалено бързо и това му доставяше известни разочарования. По време на едно от велосипедните състезания, организирани всяка година от Института, той пръв се беше втурнал да атакува един безкраен баир, десет километра след старта, когато още не беше достатъчно загрял..., а той въртеше и въртеше педалите.

Резултатът беше катастрофален: на върха се почувства зле; спря да изпие едно кафе и пресече шосето, клатушкайки се, погледът му беше замъглен, краката му омекнаха...и после се намери проснат на една маса, а бюфетчията уплашено се беше навел над него – беше загубил съзнание! Този ден той почувства истински страх и накрая осъзна, че голямото му тяло се нуждае от известни грижи.

Кабинетът на Антоан беше истинска бъркотия: огромни зеещи картонени кутии, пълни с препринти, купчини кореспонденция, на която той никога не отговаряше (беше си изработил методика: никога не четеше първата по-кана, като отбелязваше с червено кръстче коя по ред е, и отваряше пликите само при трето кръстче); чифт стари пантофи и прахосмукачка, за която никой не знаеше откъде беше дошла и какво правеше там.

Върху работната му маса господстваше великолепна съвременна лампа; предишната му лампа беше стара, в стил 1900 г. с черно-златиста поставка.

– Я гледай, беше казала един ден Мариан, старата лампа стил рококо била при теб. Как ли се е озовала тук?

– Не знам, дошла е сама, но ми се иска нещо по-модерно; тази е ужасна.

– Нищо подобно, много е шик. Ще я взема за моето бюро, ще сменя само абажура ѝ.

– Смени заедно с това и поставката ѝ!

Засмяха се и двамата. Смехът на Антоан беше общителен и понякога му помагаше да повдигне настроението на околните: негодите, казваше той, са лютите чушки на живота. Ако всичко върви добре, ще ти доскучее до смърт. Мариана казваше, че той има душата на санбернарско куче и не може да гледа нещастен човек, без да му помогне. Парадоксално, но наред с това притежаваше язвително остроумие, което насочваше срещу онези, които нараняваха чувствата му. Беше ужасно злопамятен и използваше хумора с от-тенък на цинизъм, който шокираше някои хора.

Антоан проникна в леговището си, седна и, събувайки обувките си, блажено си нахлузи чехлите. Задаваше се хубав ден на работа заедно с Моримото, известен японски алгебрист, и Антоан предвкушаше удоволствието.

Моримото пристигна. Беше с гигантски ръст, нещо рядко за японец. На възраст около шейсет години и с красива външност той се харесваше на жените: всички секретарки бяха влюбени в него. Страдаше от глухота и носеше слухов апарат; но по странен начин последният подсилваше чара му.

– Мъъм...избуботи Моримото, застанал по средата на стаята, а главата му едва не стигаше до тавана.

– Сядай, каза Антоан, който знаеше, че този звук е знак за концентрация при колегата му. Но Моримото оставаше изправен, а погледът му, насочен към небето, беше отчаян.

– Мъъм... пробуботи той отново.

– Какво има? – попита Антоан, който разбра, че Моримото не беше концентриран, а разтревожен.

Моримото обясни, прекъсвайки думите си с трагичното „Мъмм...“, че е трябвало да говори пред някаква конференция, но е забравил къде и за какво трябва да говори. Попитал една от секретарките, но тя не можала да му помогне и го насочила за съвет към Антоан.

– Ти трябва да говориш в Дижон, каза Антоан, за пространства с индефинитна метрика. Ще ти кажа как да вземеш метрото, за да стигнеш до гарата за Лион. Не е никак трудно.

(Не беше никак трудно, но Моримото намери начин да се загуби и спокойно се върна у дома си същата вечер, без да му хрумне, че ще бъде уместно да телефонира на организаторите! На другия ден Антоан отиде с него и го настани във влака, така че лекцията беше изнесена 24 часа по-късно.)

След като веднъж проблемът беше решен, двамата мъже започнаха работа. Моримото се настани в едно кресло, а Антоан взе парче тебешир и разви новите си идеи върху голямата черна дъска, покриваща цяла една стена. Говореше възбудено, подкрепяйки обясненията си с отривисто и триумфално писане върху дъската, като от време на време възкличаваше „нали така?“, без даже да очаква отговор: той винаги вървеше отпред, не се съмняваше в своите разсъждения и само искаше да се увери, че Моримото следи мисълта му. Говореше пред един слушател така, както би говорил и пред аудитория от 300 души.

Телефонът иззвъня. Беше Шарл Було, който викаше Антоан да слезе при него в кабинета му: беше получил писмо, което се отнасяше до Антоан.

– Не може ли това да почака? – попита Антоан, при мен е Моримото.

Ужасяваше го всяко прекъсване на работата му по математика, не ценеше високо нито личността на директора, нито неговата политика, но оставаше учтив.

Да, това можеше да почака. Договориха се да се срещнат преди обяд. Антоан с облекчение постави телефонната слушалка и продължи изложението си.

Телефонът отново иззвъня.

– Ало? – отговори Антоан, без да крие раздражението си.

Беше жена му.

– Антоан, каза тя, току що приех цял куп поздравления по телефона за Почетния легион. Нали знаеш, че беше номиниран?

– Ни най-малко, отвърна вбесен Антоан; вече четири години отказвам да го приема! И през цялото това време те настояват на своето. Това е пълен идиотизъм!

Вроденото му чувство за почитеност се бунтуваше: нека да присъждат Почетния легион на онези, които го заслужават, а не на него! Беше много горд,

когато носител на ордена стана неговият собствен баща – за заслугите му през дългата и опасна кариера, но в неговия, на Антоан Фльоре, случай изборът на професия беше резултат на почти егоистичната страст към изследването: занимаваше се с математика, защото тя го привличаше и дори ако това не се харесваше на господата от правителството, той пак щеше да се занимава с математика! Така че няма никакъв смисъл да го награждават. Имаше медала Фийлдс, имаше длъжност в Колеж дьо Франс и беше член на Академията на науките. Преценяваше, че е получил достатъчно много отличия за научните си постижения. Реши да напише писмо до министъра на образованието и да му обясни позицията си и причината за отказа си.

Невъзможно беше след това двойно прекъсване да продължат да работят! Извини се на Моримото и, за да поуспокои нервите си, се спусна тичешком към Шарл Було, без дори да преобува чехлите.

Кабинетът на директора беше обял в слънчева светлина. Лъчите играеха по махагоновата облицовка на стените и чудесно осветяваха окачената на стената картина, която с прелестен наивитет изобразяваше главните забележителности на областта. Простотата и ведрината на картината като че ли донякъде омекотяваха суровия израз на човека зад бюрото.

Антоан почука дискретно на вратата и влезе с обезоръжаващата си усмивка на колежанин. Стиснаха си ръцете и Шарл Було покани посетителя си да седне. Антоан приседна на края на едно кресло: не се чувстваше комфортно с Шарл Було и затова с носталгия си спомняше дългите и конструктивни беседи, които беше имал с Хенрик Декер в същия този кабинет на чашка кафе. Съмняваше се дали новият директор ще съумее да запази в Института спокойната и ведра атмосфера, която позволяваше на изследователите изцяло да се посветят на своята работа.

– Получих писмо от някой си Кристенсен, каза Шарл Було. Познаваш ли го?

– А, този ли досадник! Възкликна Антоан без задръжка, да, познавам го.

– Този господин ми е написал дълго писмо във връзка с теб.

– С мен?

– Да, отговори колебливо Шарл Було, той твърди...той твърди, че си задигнал жена му.

– Не съм задигал жена му! Жена му не се нуждае от никакво задигане: тя може сама да си се издига и като математик се е издигнала много по-високо от своя съпруг!

Антоан обожаваше каламбурите, които му идваха по естествен начин и бяха толкова по-сполучливи, колкото по-ядосан беше.

– Този тип започва да ми играе по нервите. Аурелия е много добра математичка и аз бях щастлив тя да ми бъде ученичка.

Ученичките на Антоан обикновено бяха твърде красиви момичета; това може би беше случайност, но беше факт, а светът на учените, даже на много високо ниво, не е лишен от завист и дребнавост. Повечето френски учени, формирани и често пъти деформирани от водещите училища, развиват прекомерен дух на съперничество: Антоан, този „любимец на боговете“, възбуждаше силна завист у колегите си; като правило той гордо пренебрегваше това. Но точно в този случай изпитваше силна досада: не познаваше достатъчно добре директора, за да предвиди неговата реакция. Дали щеше да спре ключката още в зародиш, преценявайки я като несъществена, или обратно, щеше да я раздуха?

Директорът като че ли размишляваше; той старателно рисуваше геометрични фигури върху листове хартия. После извади от джоба си шишенце с хапове, които от няколко месеца носеше винаги със себе си, и го повъртя в ръцете си.

Антоан изчакваше мълчаливо и смутено. Накрая Шарл Було стана, запали клечка кибрит, поднесе огънчето до писмото, а после го хвърли в камината. Погледа как то гори.

– Това е, каза той, въпросът е приключен.

Антоан почувства облекчение от тактичността на директора, който не беше му задал никакъв въпрос от лично естество.

Можеше спокойно да продължи работата си с Моримото.

* * *

Жанет, която миеше теракотата в залата, видя как Антоан Фльоре тиешком се спусна по моравата и с озадачен израз на лицето влезе при директора.

– Какво ли има да му каже? – помисли си тя.

Постави кофата и четката с дръжка, след което избра един ключ от връзката с ключове и влезе в кабинета на Мариан, който беше съседен на директорския кабинет. Жанет доволно въздъхна: скоро ще има да разказва новини в кухнята. Прилекна пред един малък стенен шкаф и тихо плъзна вратата му. Извади от там картон и го нави във формата на стетоскоп; после този новоизпечен Лаенек* постави слушалката си до тънката стена зад стенния шкаф, която делеше двата кабинета. Благодарение на тази остроумна процедура Жанет пренасяше в Института тайни, за които хората винаги се питаха как са могли да излязат от директорския кабинет!

* Рене Лаенек (1781-1826) – френски лекар, открил и приложил в медицината метода на аускултацията. – *Бел. прев.*

Глава 3

Вторник, 30 май 1989

Професор Шен Жинг Рън пристъпва с малки стегнати крачки по пътека-та, водеща през гората. Той е потънал в дълбок размисъл, както подхожда на един член на Китайската академия на науките. На три крачки зад него, носейки почтително термоса с чай, вървеше асистентът му Тинг Пинг. Тъй като Тинг Пинг не носи на раменете си цялото достойнство на Китай, той оглежда около себе си пролетта в Ил-дьо-Франс, толкова различна от тази в Пекин. Тинг Пинг има бърз поглед, той забелязва всичко, всичките му пет сетива са будни и са заети с гледката на полето: той е син на селянин, а живее в Пекин от толкова дълго време, без някога да се е връщал на село! Тинг Пинг е щастлив – щастлив е, че следва своя учител, когото дълбоко почита, щастлив е заради ароматите, които се носят наоколо, щастлив е, защото скоро ще имат чудесна закуска в кафенето... Колко жалко, че професор Шен Жинг Рън е така погълнат в мислите си, че не вижда нищо наоколо! Но Тинг Пинг знае, че професорът се готви да докаже една нова теорема, вчера му разказа за нея и Тинг Пинг е изпълнен с уважение пред дълбочината на изследванията на своя учител.

Ето че пресичат голямата морава, която бавно се спуска от библиотеката към долината. Изтегнал се върху тревата, със стръкче сламка между зъбите, професор Пол Дъглас непрестанно се намества, за да облекчи болката в гърба си; напрегнато обмисля проблем, който от десетина дена не му дава мира. Тинг Пинг се пита как един толкова голям учен като г-н Дъглас може да се държи така нехайно. Но тези европейски и американски учени са много любопитни: те нямат вид на учени, носят джинси и никога не слагат вратовръзка! При все това отличителният знак на класата на мислителите е, и всеки в Пекин знае това, носенето на вратовръзка. За щастие директорът носи такава и това гарантира, че изследванията в ИЧМ са сериозни. Г-н Декер също носи вратовръзка, може би, защото е бил директор. Г-н Декер има също така една червена лента върху бутониерката на сакото си. Тинг Пинг се осмели да попита директора – по време на годишния прием, където се събират най-големите учени, – какво означава това. Г-н Було му обясни, че това е най-важното френско отличие – Почетният легион. Г-н Було няма червена лента; Тинг Пинг не разбира защо, но забелязва, че г-н Було хвърля завистлив поглед към лентата на г-н Декер.

Сега професор Шен Жинг Рън влиза в корпуса на учените и се насочва към своя кабинет. Тинг Пинг го следва, но хвърля дискретен поглед, който обаче му се струва почти безсрамен, към секретарката, която е заета с посрещането на гостите. Много е хубава тази млада жена. Мъжете във Франция имат късмет, че могат да живеят и спят всяка нощ със своите жени; те като че ли смятат това за нормално. Тинг Пинг въздъхва: той не е виждал съпругата си от шест месеца и много е възможно да не я види още шест месеца; но

все пак те донякъде са привилегирани, защото живеят само на деветстотин километра един от друг и той би могъл два пъти в годината да се качи на кораба, който е много бърз начин за пътуване, за да отиде при нея в селото, където тя работи. Освен това те си имат момиченце, което живее заедно с него и родителите на жена му, и имат късмет, че разполагат с двустаен апартамент. Не, той не трябва да се оплаква.

Тинг Пинг въздъхва отново и сяда на работната си маса до професор Шен Жинг Рън. Неговото пролетно настроение отлита като лястовица. Гмурва се в морето на своите математически формули и забравя всичко друго. Иска се сила да забравиш другото.

В часа за чай Тинг Пинг е възвърнал своята жизнерадостност. Той присъства на една ослепителна лекция на г-н Декер. Професорът вече не е млад и мнозина се удивляват на научната му жизненост. Тинг Пинг не се удивлява; той се опитва да осмисли всички интересни неща, казани от г-н Декер. В залата за чай цари атмосфера на възбуда; разговорите не престават, всички са под впечатлението от чутата лекция. Тинг Пинг чува как професор Дъглас казва със звучен глас на г-н Було:

– Жалко е, че не дойде да чуеш Хенрик; беше сензационно.

С широка усмивка Тинг Пинг охотно се съгласява: наистина беше сензационно!

Но отговорът на г-н Було прозвучава кисело:

– Искаш да кажеш, че моят предшественик е по-добър математик от мен, така ли?

Очите на Тинг Пинг се разширяват и той хвърля поглед към професор Шен Жинг Рън, за да разбере какво е неговото отношение. Професорът дискретно се обръща и потърсва бисквита; тогава и Тинг Пинг се обръща, изпива глътка чай и се заема да оглежда снимките на гостуващите учени. За двайсети път той се възхищава на хубавата снимка, на която той стои до професор Шен Жинг Рън. Спомня си деня, в който г-жа Дю Боа им предложи да ги снима. Професорът помоли г-жа Дю Боа да изчака няколко минути – за това време Тинг Пинг трябваше да отскочи до техния апартамент и да потърси чиста бяла риза за професора, който в момента носеше старата си карирана риза с поизносена яка. Г-жа Дю Боа обясни, че това няма смисъл, но професорът настояваше непреклонно и Тинг Пинг беше напълно съгласен с него. Той изтича до апартамента и се върна, носейки хубавата риза разгъната, за да не се намачка. Професорът се преоблече и те отидоха в парка, за да се снимат. Г-жа Дю Боа предложи на Тинг Пинг също да го снима; Тинг Пинг се усмихна при спомена за това: за щастие той беше предвидял тази възможност и беше сложил в джоба си една вратовръзка!

Тинг Пинг поглежда отново със задоволство хубавата си снимка с вратовръзка. Точно до неговата снимка е тази на директора. Тинг Пинг я поглежда и очите му се разширяват: защо габърче с червена главичка е забоден

но като капка кръв точно между очите на г-н Було? Това е непристойно. Ужасен, Тинг Пинг поглъща чая си наведнъж. Йошихиро Сайто е съвсем объркан. Тинг Пинг току що е седнал до него на дивана и му е разказал историята за габърчето, забодено точно между очите на г-н Було. Какво трябва да се направи? Не може все пак ей така да станеш и да смениш мястото на габърчето. Трябва отново да чуе историята: Тинг Пинг говори много бързо на китайски и Сайто предполага, че не го е разбрал правилно; той говори и разбира китайски, нещо рядко за един японец, и затова се е сближил с Тинг Пинг и Шен Жинг Рън. След като е бил много пъти в Европа, Сайто се учудва по-малко от своите приятели на европейските нрави, но всичко си има граници! На дивана до Сайто е поставен малък пакет, грижливо увит в красива опаковка в червено и златисто. Погледът на Сайто пада върху пакета и лицето му просветлява: след чая той ще отиде при Мариан дю Боа, за да й занесе този подарък и, когато излиза от кабинета й, салонът ще е празен, защото учените ще са отишли на втората за деня лекция; тогава той ще може да премести габърчето. Споделя идеята си с Тинг Пинг, който я одобрява.

Сайто наблюдава Шарл Було: това е мъж с посредствен ръст (Мариан, която тактично го въвежда в тънкостите на френския език, му е обяснила разликата между среден и посредствен, но Сайто винаги ги бърка). Над подутия му врат има глава на кукумявка. Сайто никога не е виждал човек толкова да прилича на бухал: крайниците му са къси, а очите кръгли. Не, Сайто не храни никаква симпатия към новия директор! Не беше ли той, който оня ден дойде в салона за чай и попита на английски: „Who is new? Who is new?“, за да узнае кои са новодошлите. Странен начин да ги приветства! Сайто, който вече няколко пъти е бил в Института, си спомня колко топло посрещаше новодошлите г-н Декер; например при неговото първо идване Сайто и жена му се чувстваха малко самотни в чуждата страна. Г-н и г-жа Декер бяха дошли да ги посетят в тяхната беседка, поднесоха им букет съвсем свежи анемони и ги представиха на техните съседни.

Размислите на Сайто грубо са прекъснати от гласа на г-н Було; сега се е заловил с Мариан:

– Не, не съм казвал, че утре ще ходя на колоквиума в Политехниката, а и нямаше защо да Ви казвам“.

Мариан го гледа удивено. Тя премълчава, видимо притеснена от реакцията на директора, след което се връща в своя кабинет. Сайто не разбира как г-н Було може да говори с такъв тон. Това е една очарователна жена, винаги готова на всеки да помогне; например тя толкова мило му помогна неотдавна да подготви лекцията си, която той изнесе на френски език пред студенти от Париж! Сайто е доволен, че й е донесъл този малък подарък – това ще я утеши от понесената грубост; той става, за да отиде до кабинета на Мариан, който е срещу салона, и в този момент забелязва погледа на г-н Декер, насочен към Шарл Було: твърд поглед, студен и метален, какъвто той преди не е

забелязвал. Сайто го побиват тръпки; прекалено много емоции му се събират за един и същи ден.

Той чука на вратата и влиза. Мариан е седнала върху радиатора, в кафявите ѝ очи се чете печал. Сайто протяга към нея пакетчето. Мариан го гледа с изненада и възмущение; тя внимателно разгръща хубавата златиста опаковка и открива кутия шоколадови бонбони „Любимият човек“.

– Това е за моя любим учител, заеквайки казва той. Тя става и развълнувано го целува по двете бузи. Ах, как би му се искало да се осмели да ѝ ги върне!

Когато Сайто се връща в салона, там вече няма никой; като вижда как и последните посетители бързо се качват по алеята, водеща към амфитеатъра, той внимателно се приближава до таблото, изважда червеното габърче, забодено между очите на директора, и го връща там, където би трябвало да бъде – по-високо и в средата на снимката. Доволен от свършеното, той се затичва да настигне останалите.

Глава 4

Четвъртък, 1 юни 1989

Много красива е библиотекарката Аманда – с дългата пола, под която се очертават закръглените колене, цялата огряна в слънчевата светлина, седнала на върха на стълбата от бял камък, водеща към нейното царство. Това е любимото ѝ място, то ѝ позволява да наблюдава кой идва и кой си отива, без да се помръдва от него, като някой гушер. Тя е деликатна креолка, женствена до връхчетата на дългите си коси, които обрамчват миловидното ѝ лице на котка.

Библиотеката е била навремето си музикална зала с наклонен покрив, чиито големи витражни прозорци гледат към голямата централна морава. Кабинетът на Аманда е разположен на север и към гората гледа само един тесен прозорец. Аманда, дете на слънцето, страда от липсата на светлина и прекарва повечето време на сладки приказки в други кабинети, вместо да класифицира книгите си. Тя знае всичко, познава всичко и всички; а повечето учени като пеперуди, заслепени от тази мургаво-розова лампа, отиват да се блъснат в стъклата на библиотеката, а понякога и да се обгорят.

Това е часът на закуската и минувачите са чести. Аманда е като на театър!

Ето го Мишел Пион, с военна стъпка, при всяка крачка маншетът на панталона му се издига на десет сантиметра над земята, главата е приведена, лицето е намръщено, върви към кабинета си.

– Винаги изглежда намръщен, мисли си лениво Аманда. Защо ли?

Ето го и Давид Амир, погледът е насочен право напред, печално влачи краката си, обути в прекалено големи мокасини. Давид е алгебрист, прочут е със скоростта на разсъжденията си и невероятната си памет, както и с пъл-

ната липса на практичен усет: всяка сутрин ходи да пие чая си в близкото кафене, защото не се осмелява да запали с клечка кибрит газовия си котлон!

А ето го и Ерик Мюлер, който е намерил очилата си, загубени преди два дена. Търси ги навсякъде, включително и в библиотеката. Не знае нито как ги е загубил, нито как ги е намерил: просто изведнъж са се оказали на носа му! Весело маха ръка на Аманда и извиква:

– Намерих си очилата!

Ето го накрая и Стефан Яковски, който се е запътил към нея; изкачва стълбата и с галантността на старата полска аристокрация целува малката загоряла от слънцето ръка, която тя небрежно му подава.

Аманда е очарована от това посещение. Стефан е блестящ събеседник, нещо извънредно рядко сред математиците; но той в действителност не е и математик: изкарва прехраната си с информатика, а повече се интересува от философия на математиката отколкото от чистата математика. Пристигна от Полша преди няколко месеца и беше приет от Института, подобно на повечето учени от страните на Източна Европа, в очакване нещата да се регулират. Аманда го намира за симпатичен и забавен; тя харесва размяната на искрящи реплики, когато фразата е хвърлена като топка в полето на противника, връща се заредена с нова дума, нова идея, за да излети още по-красива.

Тези словесни двубои със Стефан развличат и двамата.

– Това стъпало не е така удобно като трон с меки възглавнички от червен велур, казва Аманда, като кани Стефан да седне, но ще цитирам Монтен*: „и на най-високия трон в света ние сядаме върху собствения си задник“. Аманда притежава духовитост, култура и се прицелва с определено намерение.

– Би трябвало, отвръща Стефан, да се прочете цял курс лекции относно употребата на тази анатомична част от учените.

– Какво искате да кажете? пита Аманда с невинно лукавство.

– Искам да кажа, че може много да се говори за сексуалността на математиците и за начина, по който те я практикуват.

– Уточнете мисълта си, подканва го Аманда. Тя с удоволствие предвкушава изложението, което ще последва.

– Повечето учени, започва педантично Стефан, изпитват страх от жените, но едновременно с това изпитват влечение към тях; те никога не биха се осмелили да ухажват някоя блестяща и чувствена красавица и, поради своята стеснителност, избират едно лесно решение: оженват се за някое полуцветно създание, което уважава техния ум и ги оставя на свобода да търсят своя Граал. В действителност те се опасяват, че една твърде силна любов ще ги

* Мишел дьо Монтен (1533-1592) – френски философ хуманист, скептик и епикуреец. Прочут със своите „Есета“ (вж. руския превод: Мишель Монтень, „Опыты“, кн. 1-3, 1958-1960). – Бел. прев.

отклони от научните им изследвания и с безпогрешен инстинкт за самосъхранение отначало избират такъв тип жена. По такъв начин те се чувстват егоистично освободени от неблагоприятните проблеми на ежедневието и могат с напълно чиста съвест да се отдадат на своите научни страсти.

– Вие преувеличавате, казва Аманда, която царски се забавлява, това може да е било вярно някога, но в днешно време...

– Ни най-малко! Един от моите приятели, очарователен адвокат, неотдавна ми каза: „любопитно е до каква степен жените на математиците като правило губят от своята жизненост.“ Жените на учените, продължи той, не обичат, не по-малко от другите жени, техният мъж да ги мами с някоя съперница; но те се примиряват с това техният съпруг да бъде разкъсан – физически и душевно, нощем и денем – от една многократно по-взискателна любовница – науката! Ако трябва да разкажа...

– Но разказвайте, какво чакате.

Стефан с усмивка се нагърбва с тежката задача:

– Един американски учен даде следната дефиниция: „Mathematics is masturbation, physics is real sex“. Така например един голям учен, който обаче се е женил двукратно, в края на живота си признава, че доста често се е освобождавал по начина на Онан от тежестта на нервното напрежение, което буквално го е смазвало, когато се е намирал в период на решаващо изследване.

– Казват, че и Емил Зола е постъпвал по същия начин.

– Наистина ли? – каза Стефан с интерес, също и литераторите?

– Както изглежда. Но продължавайте, ако обичате!

– Друг един получавал вдъхновение – като Лютер, когато му се явява откровението на божията воля, – едва след като се разполагал удобно в тоалетната, където жена му трябвало да му носи закуски през периодите на неговата концентрация.

– Разбирам, че някои съпруги са се бунтували и са отивали другаде да търсят партньори, които може бе са по-малко гениални, но подходат повече на техните собствени стремежи. Но в края на краищата кой би се осмелил да упреква Моцарт за неговия пакостен и волнодумен нрав? Това му е позволявало да люшне махалото, което го е довеждало до върховете на божествената музика. Вероятно същото става, когато трябва да се изкачат високите върхове на науката.

– Познавам жената на един много голям учен, казва Стефан, пристъпвайки към заключителната си реч, която имаше мъдростта да го кара да си намира метреси, докато тя се занимава с любовници. По този начин тя искаше да избегне най-лошото: един съпруг, който се е потопил в своя математически свят и пренебрегва жените изобщо и своята в частност. Това равновесие е неустойчиво, но резултатът по-скоро е положителен: той остана стъпил здраво върху земята и обожаваша жена си...и това не му пречи да прави математика – точно обратното!

– Това е много интересно, казва меланхолично Аманда, чийто семеен живот силно куца. И за да промени темата, добавя:

– Я виж, Ева Йегер, точно е за името си. Има всичко, което е нужно, за да вкара дявола в изкушение. А ето и Мариан дю Боа, ето там, изглежда като да върви в облаците.

Ева Йегер възплащава точно обратното на безлична съпруга на учен. Тя би трябвало да е Кармен с буйната си кафява грива и пищни бедра, но ясният ѝ поглед иде от унгарските степи.

Със затъкнат в косите голям цвят от рододендрон тя лениво прекосява парка на Института. Тя е с широка циганска пола и с черно, широко деколтирано жерсе, което плътно очертава великолепните ѝ гърди. Мъжете неизбежно се заглеждат в прелестите на Ева, която с престорена наивност гледа как при нейното минаване в зениците на мъжете загоряват палави пламъчета. Томас, мъжът ѝ, също се забавлява с кроткото добродушие на швейцарски селянин и сегиз-тогиз в неговия обикновено меланхоличен поглед също заиграват пламъчета.

Ева влиза в корпуса на учените, дълга Т-образна сграда, където се намират кабинетите на изследователите. За повечето от тях единствените инструменти на труда са черната дъска и тебеширът, но някои работят на компютрите, разположени в обща зала.

– Адът за математика, каза веднъж един от инженерите, е място, където няма хартия и молив. Тук на земята предимството е, че те никога не скучаят. Веднъж видях един на плажа: върху пясъка пишеше с пръст уравнения и рисуваше криви, докато приятелката му спеше на слънце.

– На пътеката Ева поздравява архитекта Дени Хюбер, на когото неотдавна бяха възложени предприетите работи по асенизацията. Тя го познава добре, защото той ходи редовно в Пампър – резиденция, състояща се от малки отделни къщи, където живеят гостуващите учени. Застанала върху прага на кабинета на мъжа си, тя си бърбори с него няколко минути, а после непрудуено отваря вратата, без да си дава труд да я затвори. Томас гледа жена си, без да я вижда, и продължава оживения си разговор, който вече от час води с Робърт Форланд.

Двамата мъже са красиви, със сурова красота. Лицата им имат сериозния израз на апостоли – такива, каквито виждаме като каменни скулптури в катедралите и които при всеки от тях отразяват рядко срещана дълбочина на мисълта и огромна мощ на концентрацията.

Томас е женен за Ева – чувствена и плътска жена, която не може да бъде забравена. Жената на Робърт е хубава американка, която учи в Съединените щати, поради което те се шегуват, че са теле-женени. В действителност Робърт има втори брак с един огромен компютър, пред който той прекарва най-светлите и най-мрачните мигове в живота си.

Компютрите са дяволско изобретение, мисли си Ева, щастлива съм, че Томас не е хипнотизиран от някоя такава машина като жаба от змия!

Робърт обяснява на колегата си една важна работа, която той току що е завършил.

– За съжаление, казва той в момента, когато Ева влиза, на новия компютър няма да мога да използвам всички изчислителни резултати, които получих на стария модел.

И той показва купчината листове, поставени на масата.

Томас гледа внимателно изчисленията.

– Със сигурност има хора в CERN, които ще се радват да узнаят тези резултати, казва той. Физиките биха могли...

– Те няма да ги имат, прекъсва го твърдо Робърт, тази работа е моя и аз ще трябва да я завърша, преди да я разпространя.

– Това ще бъде много добра хартия за рисуване на децата, казва Ева.

Тя има две очарователни момиченца и нейният дом винаги е пълен приятелчета на нейните деца, с приятелчета на техните приятелчета, така че при влизане в къщата ѝ човек обикновено се натъква на купчини детски неособено чисти обувки. Ева обаче не е маниачка на реда и чистотата:

– Когато къщата се замърси, казва тя, ние се преместваме в друга къща.

Тя е душата на живота в Пампър, обожавана е от едни и е охулвана от други, а особено от интенданта, според когото тя пъха носа си навсякъде, където не ѝ е работа. Тя постоянно има спречквания с Люк Лемоан, административния управител, който един ден каза огорчено на мъжа ѝ:

– Съжалявам, че г-жа Йегер невинаги оценява моите усилия.

– О! Тя много често не оценява и моите, беше отговорил Томас на своя бавен френски с мелодията на швейцарския немски.

Робърт подава дебелия пакет листове на Ева:

– Поне няма риск твоите момичета да откраднат идеите ми, казва той, смейки се.

Ева си тръгва очарована, с богатството си под мишница, без да подозира, че отнася бомба със закъснител.

* * *

Аманда правилно е забелязала: Мариан стъпва в облак на щастие.

– Пристигам, беше казал Тонио с плътния си топъл глас, усилен от телефона, ще бъдеш ли свободна през следващите празнични дни?

Преди няколко години Тонио Петерсен беше поканен в Института за тримесечен престой. Те веднага се бяха харесали, бяха забелязали, че между тях има много здрава връзка: и двамата обичаха да се смеят и се смееха за едни и същи неща. В този студен мъж, дошъл от севера, тя беше намерила предразполагащо спокойствие, което уравновесяваше нейната пламенност. Той харесваше нейната жизненост, борбената ѝ сила и се беше възпламенил не ка-

то краткотраен латински огън, а като жаравата в онези високи фаянсови печки на севера, която поддържа топлината много дълго време.

В продължение на пет години те спрягаха глагола обичам във всичките му форми и по всяко време, възхитени от дара на тази чудотворна любов, която непрестанно се възраждаше и обновяваше.

– Ако престанеш да ме обичаш, няма да можеш повече да правиш математика, беше му казала веднъж тя, полусериозно и полусшеговито.

Той беше отговорил в онзи шеговит тон, който използваше, когато казва сериозни неща:

– Това би било най-ужасното нещо, което може да ми се случи!

И я беше прегърнал.

Малкият затворен свят на Института постоянно се питаше защо Мариан не се омъжва повторно. Тя никога не беше давала обяснение – както поради дискретност, така и заради личното си душевно равновесие, – частният ѝ живот засягаше единствено нея. Дългите периоди на раздяла тя запълваше с излизания с многобройни приятели от професионалната среда, тъй като много от пребиваващите ценяха нейната жизненост и чувството ѝ за хумор. Тя умее както никой друг да оживи пред тях историята на стария Париж, където ги води на разходка, преди да са се отбили да вечерят в някой уютен малък ресторант в Лил-Сен-Люи.

Директорът я ревнува. Не защото е влюбен в своята сътрудничка, в неговия живот има само една жена – неговата, която гледа на него като на своя велик мъж и към която той се отнася насаме и пред хората с пълна липса на учтивост. Не, той просто завижда за приятелските отношения на Мариан с големите имена на науката, докато той самотникът никога не е имал приятели.

В началото на мандата му Мариан между другото му беше казала, че е ходила да вечеря с един от своите стари приятели, едно научно светило.

– Не разбирам, беше отвърнал Шарл Було с начумерен вид, как така учените излизат с Вас. Никога не би ми хрумнало да отида на вечеря с една секретарка. Знам, че Вашето обществено положение е високо, но все пак...

Мариан го беше изгледала, смутена от проявата на таково кастово отношение.

– Това не е въпрос на обществено положение, беше отвърнала тя, а на личност.

Но в този момент Мариан изобщо не помисля за споровете си с директора.

– Тонио пристига, повтаря си тя, за да осъзнае по-добре прекрасната новина; той пристига и ние ще прекараме заедно три чудесни дни!

Това телефонно позвъняване беше така неочаквано, че тя трябваше да прави нещо, да се движи, за да не избухне щастието ѝ в някакъв фойерверк. Тогава тя решава да отиде до научния корпус и да разпита за адреса на един

нов съветски математически институт постоянно назначения професор Борис Греков, който е напуснал СССР преди пет години, но е запазил многобройни връзки там.

Тя все още плува върху своя облак на щастието и стъпва на земята едва когато вече е на прага на кабинета на Борис Греков.

– Борис, пита го тя при влизането, имате ли адреса на новия московски институт?

– Да, да, отговаря той, откъсвайки се от мислите си, трябва да съм закачил картичка с адреса върху таблото си.

Бюрото на Борис е отрупано с купища книги, заплашващи всеки момент да се сринат, с папки, съдържащи научни статии, с разпръснати ръкописи и с писма, изчакващи своя твърде хипотетичен отговор. Мариан търси заедно с него знаменитата картичка, която естествено не е закачена върху корковото табло, което той си беше издействал да бъде на стената, та „да мога да излагам на показ своите важни статии“.

Тогава Борис започва изнервено да отваря чекмеджетата, да размества безбройните непотребни книжа, пръснати върху бюрото. Нищо! Поглежда към Мариан с опечален вид:

– Виждах я преди малко, казва той.

– Не е толкова важно, успокоява го тя, ако го намерите, позвънете ми.

Тръгва си и решава, времето е толкова хубаво, да отиде да набере малко цветя и да украси залата. Прави букет от гергини и хризантеми.

Борис препуска по алеята насреща ѝ.

– Намерих картичката, съобщава той триумфиращо.

– И къде беше? – пита тя.

Борис се колебае, преди да отговори. Чувства се много глупаво.

– Как да кажа, беше в ръката ми.

И той показва свития си юмрук.

– Това очевидно е място, където човек не би се сетил да търси, казва Мариан.

Тя се смее. Това е благословен ден – ден, който ѝ напомня за доброто старо време преди царуването на Шарл Було. Има чувството, че крилете ѝ на пеперуда се разтварят, тези криле, които директорът подрязва със злоба и упоритост през последните години, пречейки ѝ да върши работата си така, както тя обича, премахвайки малко по малко всички човешки отношения с учените, ограничавайки я само в рамките на административната работа, която той ѝ възлага и която става все по-тежка и неприятна.

(Margot Bruyère, *DIS-MOI QUI TU AIMES (je te dirai qui tu hais...)*. Aléas, Lyon, 1990).

Превод от френски (с малки съкращения): Михаил Бушев