

НОБЕЛОВИ НАГРАДИ 2008 г.

Награда за физика. Нобелови лауреати за физика за 2008 г. станаха Йончиро Намбу (Yoichiro Nambu), Макото Кобаяши (Makoto Kobayashi) и Тошихиде Масакава (Toshihide Maskawa).



Йончиро Намбу



Макото Кобаяши



Тошихиде Масакава

Макото Кобаяши от Университета в Цукуба и Тошихиде Масакава от Университета в Киото получават наградата за откриването на „прчините за симетричното деление, според което в природата трябва да има най-малко три семейства кварки“. Йоичиро Намбу от Чикагския университет, който е роден в Япония и от 1971 г. живее в САЩ, е награден за откриването на механизма на спонтанно нарушената симетрия в субатомната физика. Той получава половината от 10-те млн. крони награда, а останалата част се поделя между Кобаяши и Масакава.

За химия. Японецът Осаму Шимомура и американците Мартин Чалфи и Роджър Циен са тазгодишните лауреати на Нобеловата награда за химия. Отличието им се присъждда за откриването и разработването на зеления флуоресциращ протеин, който за пръв път е бил наблюдаван при медузите.

За медицина и физиология. Германският учен Харалд цур Хаузен, както и французите Франсоаз Баре-Синуси и Люк Монтание са тазгодишните лауреати на Нобеловата награда за медицина или физиология. Харалд цур Хаузен получава наградата за откриването на човешките папилома вируси, които предизвикват рак на шийката на матката. Франсоаз Баре-Синуси и Люк Монтание са отличени с Нобелова награда за откриването на ХИВ вируса.

За литература. Лауреат на Нобеловата награда за литература за 2008 г. стана 68-годишният френски писател **Жан-Мари Гюстав Леклезио**, който според журито на Кралската академия на науките се отличава с „новаторство, дълбоки поетически търсения, чувственост и търсения на хуманността извън пределите на сегашната цивилизация“.

За мир. Бившият финландски президент Марти Ахтисаари спечели тазгодишната Нобелова награда за мир. Награда му се връчва, заради миротворческите му усилия в продължение на над 30 години за решаване на конфликти на няколко континента. Председателят на комисията оказва дипломата като виден посредник за мир в различни части на света, включително заради споразумението между Индонезия и бунтовниците в провинция Ачех. Ахтисаари се смята за един от архитектите на косовската независимост, негов бе и планът за решаване на косовския проблем.

За икономика. Нобеловата награда за икономика за 2008 г. бе присъдена на американския икономист от Университета „Принстън“ в Ню Джързи Пол Кругман, който е отличен за своя „анализ на търговските модели и местоположението на икономическата активност“.

УСКОРЯВАНЕ НА ЗАРЕДЕНИ ЧАСТИЦИ В КРИСТАЛИ

А. Х. Ангелов

Увод

Историята на развитието на ускорителите на заредени частици е резултат основно от стремежа на физиците да експериментират с частици с все по-висока енергия. Тази история се характеризира с пораждането на значителни по интелектуален заряд идеи, чиято реализация има цената на жизнено важни за физиката открития. Съдбата на идеите и в тази област на познанието е различна. Някои триумфират, други са мъртвородени, а трети чакат своето време.

Една от значимите идеи в областта на ускорителите, която е обект на много усилия на учени и инженери от около половин век е ускоряването на заредени частици в кристали. Изучаването на структурата и електромагнитните полета в кристалите е дало повод за възникването на това предложение още през 30-те години на миналия век. Очакваните резултати от реализацијата на такова ускорение са да се елиминира необходимостта от създаването на вакуум за препятственото движение на частиците, да се постигне миниатюризация на ускорителните устройства и по този начин също да бъде открит пътят към постигане на свръхвисоки енергии при разумни размери на ускорителя.

Първоначални идеи

Всички построени досега ускорители създават сноп от заредени частици с помощта на три необходими за целта системи, чито функции се постигат по различни начини в различните ускорители:

A. Ускоряваща система. Тя е необходима, за да предаде енергия на ускоряваната частица, като се увеличи скоростта ѝ.

B. Вакуумна система. Вакуумът е най-простата среда, в която заредените частици могат да се движат, без да губят енергията си при стълкновения с атомите на средата.

B. Фокусираща система. Заредените частици при движението си в сноп са подложени на Кулоново взаимодействие и без наличието на други въздействия снопът бързо увеличава напречния си размер и се стига до надвишаване размерите на устройството.

Тези три системи могат да бъдат обединени в едно от конструкторите на ускорителя. Досега съществуващите конструкции могат да обединят ускорението и фокусирането. С приложението на кристалите се постига присъединяване и на третата, „вакуумната“ функция, чрез използване на разпределението на материята в кристалната решетка.

Първоначалната идея за използване на кристалите като база за построяването на устройство, което съчетава възможностите за реализиране и на трите функции, е възникнала под влиянието на съществуващите конструкции. Почти видимо на този етап идеята е била под влиянието на прехода от вакуумна електроника към кристалните полупроводникови прибори. За ускоряване се е предлагало използването на постоянно напрежение, приложено към две противоположни стени на кристала. За осъществяване на фокусирането се е разчитало на някои видове кристални решетки, като се е търсила аналогия с използваниите фокусиращи елементи. Примерно, йонен кристал на KCl има видимо сходство с известните електрически и магнитни квадруполи, широко използвани в ускорителите за фокусиране на снопа. На рис. 1а е показана геометрията на електростатичен квадрупол, съставен от две двойки полюси, разположени симетрично относно оста му. Електрическото поле, създадено в напречната плоскост е аналогично на това от магнитния квадрупол, показан на рис. 1б. Два йона на K и два на Cl от кристалната решетка на KCl (рис. 1в) също създават поле с такава конфигурация.

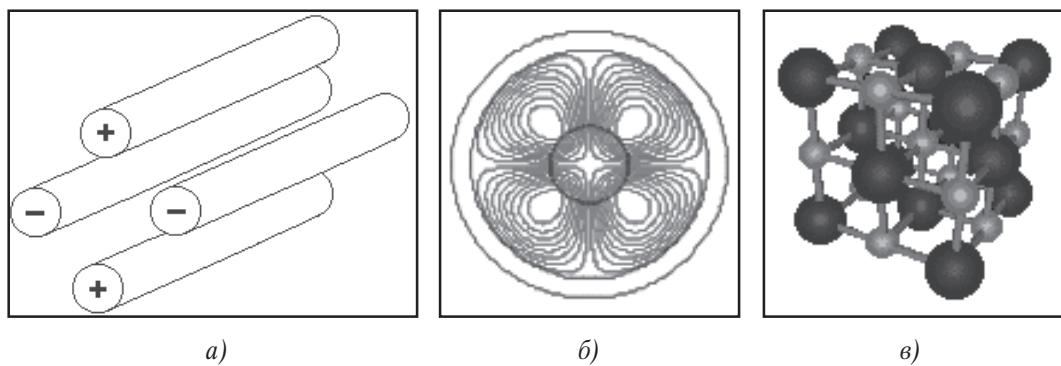


Рис. 1

Като се има предвид, че за фокусиране се използват няколко квадрупола с въртене на полюсите на 90 градуса, възможността за използване на някои видове кристали за фокусиране на пръв поглед изглежда примамлива. Смятало се е, че за получаването на симетрично поле е достатъчно използуването на кристал от близки по маса йони, със сходни електронни обвивки.

На основата на гореизложените положения се е утвърдило мнението, че построяването на подобно ускорително устройство е близко до реализация. През 50-те и 60-те години на XX век това е довело, съвместно с идеи от други дисциплини, до задълбочено изследване на движението на заредени частици в кристали. Получените резултати силно са повлияли развитието на идеите и са позволили извършването на съществени за доближаване към реализацията стъпки.

Развитие на идеите

Изучаването на явлението канализиране на заредени частици в кристали е дало добри представи за възможностите за транспортиране на ускорени снопове в кристалите. Формата на траекторията при движение в междуатомното пространство в първо приближение зависи от заряда на частицата, от нейната енергия и от вида на кристалната решетка. Особено важен параметър е ъгълът на влизане в кристала, т.е. ъгълът между посоката на движение на частицата и оста на канала. За положително заредени частици той определя до голяма степен дали канализирането ще е между атомните плоскости (плоскостно канализиране) или около оста на решетъчния канал осево канализиране) (рис. 2).

Стабилно канализиране на положително заредени частици е възможно, ако силата, отклоняваща частицата от движението по оста на канала е по-малка от силата между съседни атомни плоскости или редове. Когато сноп частици се движи през кристал, много фактори като дефекти на кристала, температурни колебания и др. могат да смуят канализирането и да доведат до напускане на канала, наречено деканализиране.

Движението на електрони в кристалите е от особен интерес и за това има много основания. Електронът е частицата, която е в основата на повечето от наблюдаваните електромагнитни явления, най-лесно се произвежда в свободно състояние и е стабилен в нормални условия. При енергии на електрона до около 10 MeV описание на поведението му в кристалната решетка става само с квантово – механически методи. Опростено казано, той прониква през кристали с различна дебелина, като най-вероятно се движи плътно до центровете на атомната решетка.

С развитието на представите за движението на заредените частици в кристали се създават и съответните методи за ускоряване по време на това движение. Постигането на високи енергии в ускорителите е възможно само чрез многократно предаване на порции от енергия на ускоряваните частици. Това става в устройства, създаващи електрически полета, синхронни с движението на частиците. Подходящи за целта са електромагнитните полета, създавани в резонатори. Те имат големи амплитуди при качествени резонатори и се захранват лесно от добре изучените радиочестотни генератори. Пример за напречно сечение на подобна ускоряваща структура с цилиндрична симетрия е показан на рис. 3.

Тя наподобява част от атомен ред в структура на кристал. Електрическото поле E във всеки от четирите резонатора се възбужда така, че при преми-

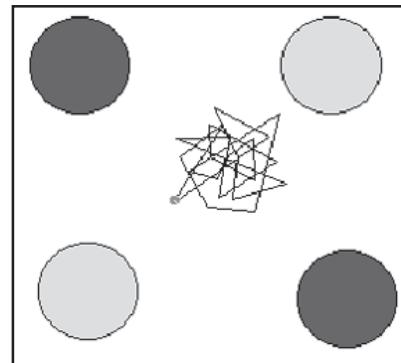


Рис. 2

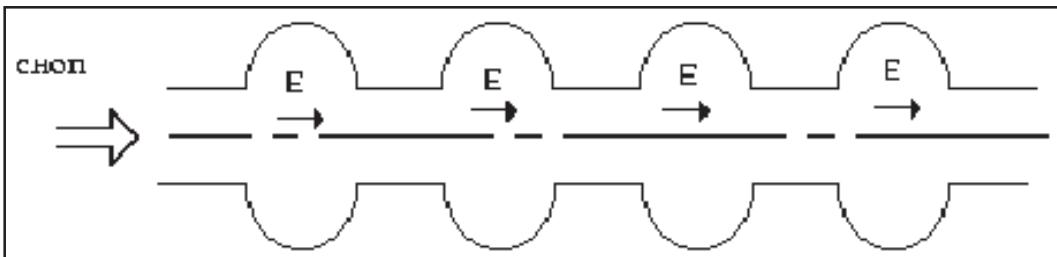


Рис. 3

наването на частиците то да има близка до максималната си стойност по оста на структурата и да е по посока на движението на частиците. Електромагнитните полета в свободно пространство не могат да служат за ускоряване, тъй като тяхното електрическо поле е перпендикулярен на посоката на разпространение на вълната. Ако резонаторите са свързани, тогава описаните на колебанията на полетата се характеризира с различни дисперсионни характеристики. При линейните ускорители такива резонатори има по цялата дължина на ускорителя и те са обикновено свързани енергетически, а при пръстеновидните снопът се превежда многократно през една и съща слабосвързана ускорителна част чрез 360-градусово отклонение с магнити.

Кристалите са силносвързани колебателни структури, в които могат да се разпространяват електромагнитни вълни с честоти, ограничени от разстоянието между атомните плоскости или редове. Така например в кристал на NaCl може да се провежда електромагнитна енергия като във вълновод с дължина на вълната около 10 ангстрема (над ултравиолетова, към рентгенова област на спектъра). Този факт подсказва какви са възможните методи за предаване на електромагнитна енергия на частици, преминаващи през кристални структури. Съществуват и други, освен електромагнитните, способи за възбуждане на кристала, чито колебания могат след това електромагнитно да взаимодействуват с каналиращи частици и да ги ускорят, но засега преките електромагнитни способи са най-разглежданите за тези цели.

Възбуждането на плазмени вълни в обема на кристала чрез внасяне на енергия от външен източник е един от възможните механизми за ускоряване. Когато внасяната енергия не води до ионизиране на атомите в решетката, а само предава енергия на електроните на кристала, темпът на ускорението може да бъде определен като функция от броя свободни токоносители в кристала. Различни методики, отчитайки плътност 10^{23} см^{-3} на свободните токоносители в метали, допускат постигането на градиенти на електрическите полета, подходящи за ускоряване от порядъка на 1 TV/cm . Като се въведат типичните за описание на ускорителите термини еmitанс и аксептанс, които са мерки съответно за разходимостта на снопа и за способността на кристалния канал да приема и превежда разходящ сноп, темпът на ускоряване може

да бъде коригиран в зависимост от параметрите на реалните кристали. Ако внасяната електромагнитна енергия надвиши определена граница, започва йонизацияционен процес, който повишава броя на свободните токоносители и гарантира по-високи темпове на ускоряване, но това води до деструктивни за кристала процеси. Тъй като подвижността на йонната компонента е пониска, за кратко време канализиращата способност все още е запазена и по този начин могат да бъдат получени еднократно условия за интензивно ускоряване.

Друг подход за реализиране на ускорение в кристал се основава на механизъм, обратен на механизма на лазера със свободни електрони. Кристалната решетка, в която се извършва ускорението е пространствено модулирана, както е показано на рис. 4. Тази суперрешетка действува като оптически резонатор и позволява силно свързване между падащата външна електромагнитна вълна и канализиращите частици в кристала по показаните с пунктир оси. Непрекъснатите криви са траекториите на тези частици.

По-нагледно картина на подобно ускоряване е илюстрирана на рис.5. Външните обвиващи пунктири са атомните редове, а кривата с най-високо-частотна пространствена модулация е траекторията на осево канализираща положително заредена частица. Тя се ускорява в периодично деформираната кристална решетка под въздействието на електромагнитна вълна, чиято дължина на вълната може да бъде в оптическия диапазон, тъй като технологията на подобни суперрешетки е вече реализуема. Има съобщения, например, че подобни структури могат да бъдат конструирани с помощта на апаратури, намиращи се в експлоатация в Университета в Аархус.

Подробното изучаване на естествени кристали е показвало, че е трудно да се намери структура, изцяло подходяща и съответствуваща на изискванията на ускорителните процеси. С развитието на нанотехнологиите е постигнато създаването на метаматериали с качества, точно съответстващи на зададени изис-

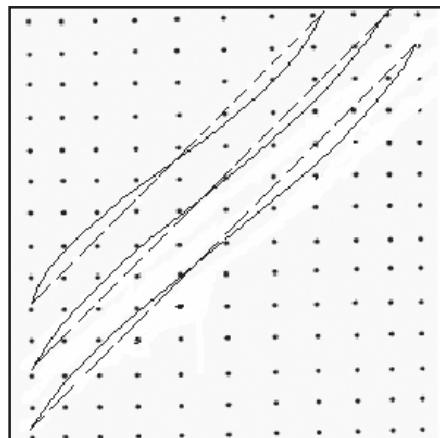


Рис. 4

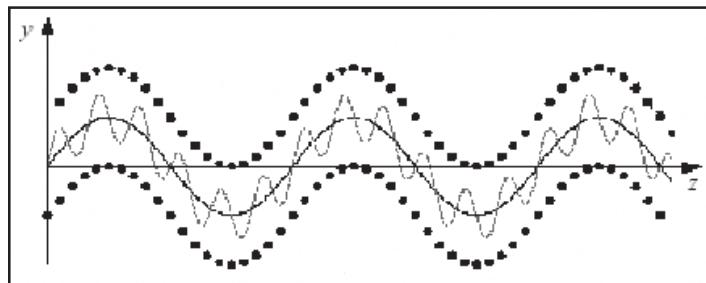


Рис. 5

квания. Такива са например т. нар. фотонни кристали. Учени от Станфордския ускорителен център са показали, че в този тип изкуствени кристали могат да бъдат възбудени подходящи за целите на ускорението електромагнитни колебания както за 2D така и за 3D структури.

Очаквания и постижения

Има няколко реализирани приложения на кристалите в ускорителната техника. Те вече са използвани като отклоняващи магнити. Многотонните магнити, с които се отклоняват високоенергетичните частици, за да бъдат, например, изведени от ускорителя и насочени към експеримента, могат да бъдат успешно заместени с механически огънат кристал. При канализирането в такъв кристал със сантиметрови размери е постигнато почти 70 % извеждане на високоенергетичен сноп.

Друго предложение, което е във фаза на реализация е използването на кристал за извеждане на халото на основния сноп. В това хало се намират частиците, които са излезли от синхрон с основния сноп и предизвикват сериозни проблеми на оборудването в ускорителя и на близките експериментални устройства. Това досега се е правило с помошта на колиматори. При много високи енергии към тези колиматори се предявяват много сериозни изисквания, тъй като отделяната в тях енергия е с голяма плътност. Кристалът отвежда тези частици извън ускорителя и там те могат да бъдат използвани за други цели.

Още по впечатляващо приложение е подготвяното по един от Европейските проекти устройство, което трябва да произвежда кохерентен сноп гама радиация (неточно наричано гама лазер). Това устройство е от типа устройства, поставяни на снопа („insertion device“). То създава пространствено модулирано периодично магнитно поле. През това поле се пропуска сноп високоенергетични частици. В резултат от взаимодействието им се произвежда силно насочена електромагнитна радиация с честотен спектър, определян главно от размерите на устройството, (двете разновидности на което се наричат виглер („wigler“) или ондулатор („undulator“)) и от енергията на частиците. За достъпните сега енергии, постигани от ускорителите, размерите на кристалния виглер позволяват да се произведе високоенергетична електромагнитна радиация.

Стремежът на учените в тази област е насочен, както бе посочено в началото на разказа, към две цели. Първата е постигане на малки размери на ускорителя. Бъдещото устройство ще се нарича „ускорител в чип“ (accelerator in chip – AOC). Очаква се създаването на конструкция, в която енергията от мощн лазер ще се предава през оптическа нишка към кристал с милиметрови размери. Там фотокатод ще произвежда в единия край на кристала електрони, които ще се ускоряват при канализирането им през

криスタла под въздействието на електромагнитна вълна, генерирана от същия лазерен сноп. Това ще е инструмент, особено подходящ за медицински манипулации като прецизно облъчване на вътрешни органи, точково рентгеново проектиране и др.

Втората, по-далечна цел е постигане на екстремни енергии на ускорение. Тя едва ли ще бъде постигната само с помощта на метаматериалите и мощните лазери.

Вероятната ниша, която може да бъде запълнена с помощта на кристалите е постигането на оптимално взаимодействие при използването на насрещни спнопове ускорени частици. Каналирането дава възможност този метод за постигане на свръхвисоки енергии на взаимодействие на елементарни частици да бъде много по-продуктивен чрез постигането на голяма точност на позициониране на сблъсъка дори на две отделни ускорени частици.

Както често се случва, трудните за постигане изследователски и научни цели при реализация предлагат много допълнителни за създателя им възможности за приложение. В това отношение очакванията към реализацията на ускоряване на заредени частици в кристали са повече от многобройни.

КОЛАЙДЕРЪТ HERA ИЗПЪЛНИ СВОЯТА РОЛЯ

Ваньо Чолаков

През лятото на 2007 г. бе изведен от експлоатация колайдерът **HERA**, на който бе разгледана широка програма от физически изследвания, свързани с прецизни измервания структурата на протона и фотона, изучаване физиката на фундаменталните взаимодействия между частиците и осъществяване проверка на предсказанията на Квантовата хромодинамика (КХД). Резултатите от научните изследвания проведени на колайдера са важен принос в разширяване знанията ни за Вселената и в развитието на експериментална физика на частиците и високите енергии.

Преди 15 години в научния център DESY, Хамбург влезе в експлоатация най-големият изследователски инструмент в Германия – ускорителят на заредени частици – **HERA**. Това съоръжение бе сцена на стълкновения между електрони и протони под земята на гр. Хамбург. За тези години хиляди учени от цял свят пристигаха в Хамбург, за да се възползват от уникалната възможност да се занимават с научно – изследователска дейност на ускорителя.



Сн. 1. Трасето на HERA под Хамбург

риител, в който двата вида „строителни“ елементи на водородния атом – електроните и протоните, се сблъскват със скорост близка до скоростта на светлината. При тези взаимодействия електроните проникват в протона и сканират „интериора“ му. Затова колайдерът HERA често е наричан „Суперелектронен микроскоп“, който дешифрира вътрешната структура на протона. Благодарение на него ние сега знаем как е конструиран протонът и каква е материята му, т.е. от какво са изградени нашите собствени тела и цялата Вселена. Строителните „блокчета“ на материята са свързани по-

HERA е единственият в света уско-

между си от взаимодействия, които са достъпни за изследване с помощта на HERA.

Независимо, че ускорителят е спрян от експлоатация през лятото на 2007 г. обработката на натрупаните експериментални данни ще продължи през следващите години и ще ни даде пълна картина на структурата на протона и взаимодействията в него.

HERA е реализиран от международна колаборация, като страните участващи в нея (без Германия) финансират 1/4 от стойността на проекта. Изграждането на основните системи на колайдера не би могло да се реализира без това сътрудничество. След пускането в действие на HERA той става база, на която могат да се провеждат експерименти на много високо научно – методично и технологично ниво. Приблизително 1000 учени от почти целия свят се включват в проектирането, конструирането и изграждането на детекторите на четири основни експеримента на HERA, на които те сега черпят нови знания от анализа на натрупания богат експериментален материал. Благатството от идеи и строгата персонална отговорност на тези учени изиграха огромна роля за успеха на HERA.

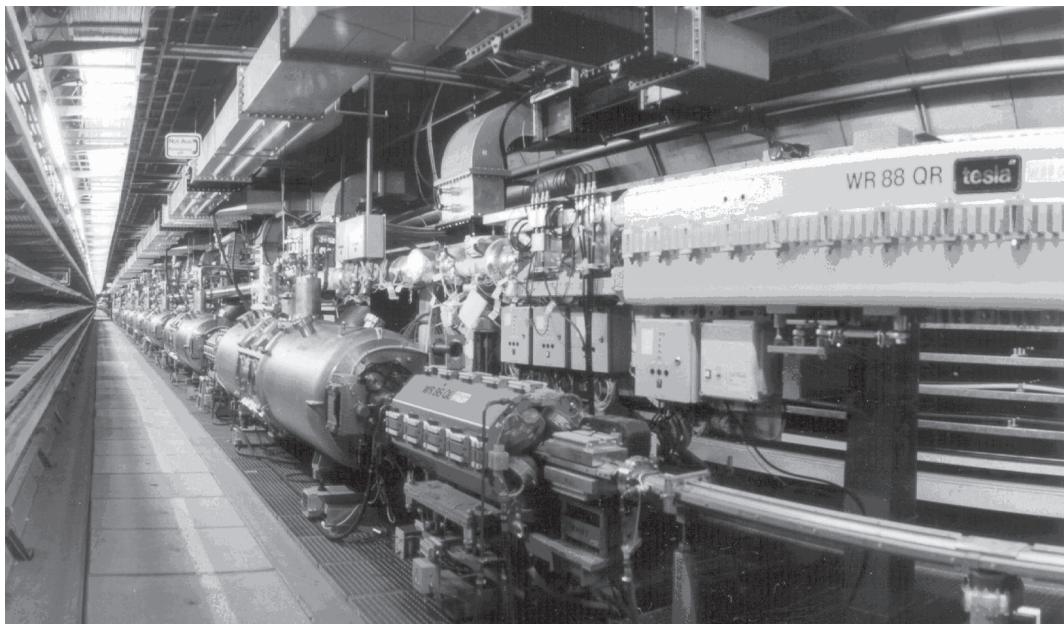
Когато ускорените в HERA електрони и протони се сблъскват (взаимодействат) при високи енергии, електронът играе ролята на миниатюрна сonda, която сканира вътрешността на протона и позволява на физиците да изследват неговата структура. За достигането на тези огромни енергии на взаимодействие, двата вида частици трябва да се ускорят поотделно и след това да се сблъскат челно (това е принципът на работа на колайдерите – ускорители с насрещни снопове). Това изисква изграждането на два отделни ускорители с енергии, недостигнати преди това.

Инженерно-строителната работа на HERA е достатъчно сложна сама по себе си задача. Необходимо е било изграждането на четири подземни зали, разположени в четирите точки на компаса на седем етажна дълбочина и след това прокопаване на свързващите ги тунели. Тунелите са прокопани с машини, използвани в строителството на железопътни и метро тунели, които представляват огромни стоманени бормашини с диаметър 6 метра и приблизително с такава дължина. Трасето на тунела минава под терена на гр. Хамбург на дълбочина от 10 до 25 м и е с дължина 6,3 км. (вж. снимка 1). Прокопаването започва на 19.08.1987 г. и завършва след 28 месеца, като е изхвърлена общо 180 000 m³ земна маса. В тунела са монтирани и двата ускорителя. За електронния ускорител са използвани обикновени „топли“ магнити, а за протонния – 650 бр. свръхпроводящи, произведени в Германия и Италия. Работната температура на тези магнити е – 269 °C, което изисква построяването на най-големия криогенен завод в Европа по онова време. В неговото 2500 m² хале хелият се охлажда и втечнява и след това се транспортира до ускорителния пръстен, където се включва към охлаждащите системи на свръхпроводящите магнити.

за поддържане на работната им температура. За първи път европейските компании решават толкова сложна задача – производство на свръхпроводящи магнити и разработването на съответна криогенна технология.

В изграждането на HERA за първи път в историята на физиката на частните участват общо 11 страни (не по-малко от 45 института и 320 компании) като повече от 20% от финансирането на ускорителите и 60% на четирите експеримента са постъпили от чужбина. До това време международни колаборации се формират само за създаването на крупни детектори и измерителни установки, а ускорителите към съответните институти играят ролята на домакини. Този „HERA модел“ на международно коопериране така добре работи, че той сега е пример за подражание при организиране и реализиране на съвременните мултинационални изследователски проекти.

В огромните подземни зали са монтирани детекторите на четирите основни експеримента – H1, ZEUS, HERA-B и HERMES. (В експеримента C1 участват учени и специалисти от Физическия факултет на ПУ „П. Хилендарски“: с ръководител доц. д-р В. Чолаков и ИЯИЯЕ при БАН с ръководител ст.н.с. д-р Ив. Цаков.

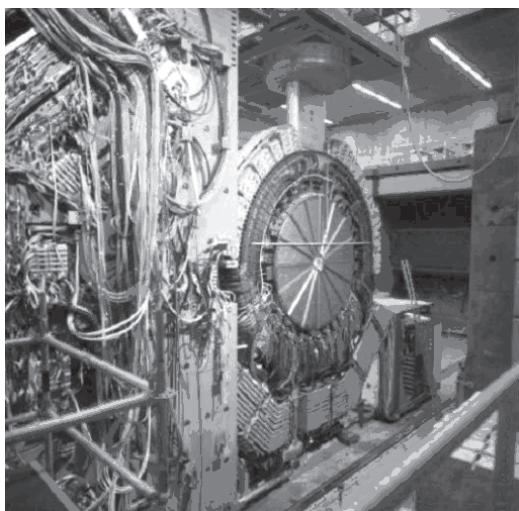


Сн. 2. Изглед от HERA в тунела

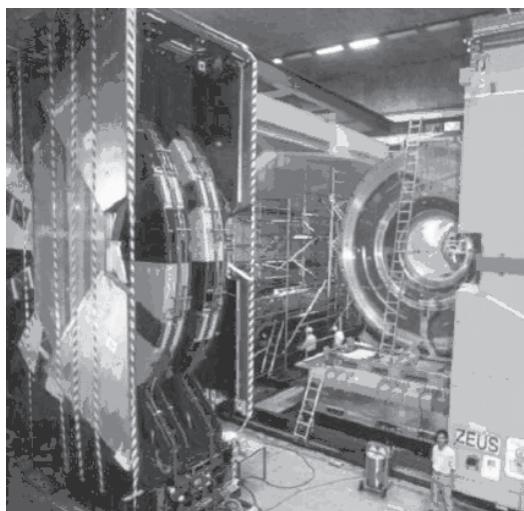
ЕКСПЕРИМЕНТИТЕ H1 И ZEUS

През 1992 г. са въведени в експлоатация двата експеримента на HERA: H1 в северната зала и ZEUS – в южната. Двата експеримента независимо от

един от друг регистрират взаимодействията между електроните и протоните при високи енергии с цел изучаване вътрешната структура на протона и фундаменталните взаимодействия между градивните му елементи. Детекторите им приличат на гигантски камери с височина на триетажна сграда и по-тежки от половината Айфелова кула. В съставите им са включени основно спектрометрични електромагнити, пропорционални и дрейфови камери, адронни и електромагнитни калориметри и стотици хиляди електронни компоненти. Електронните и компютърни системи могат да регистрират 1.10^7 събития/сек., които веднага се записват и предварително се обработват и подбират най-добрите 50 събития/сек. По този начин за една година нормална работа на HERA експериментите H1 и ZEUS могат да натрупат данни за 1.10^8 полезни събития, които могат да се анализират прецизно на по-късен етап с помощта на мощни компютърни системи от учените от съответните колаборации.



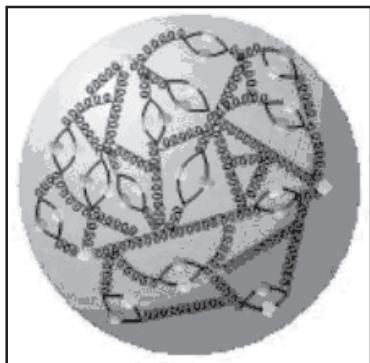
Сн. 3. Изглед от Детектора H1



Сн.4. Изглед от Детектора ZEUS

Експериментите H1 и ZEUS регистрират и натрупват експериментални данни в 4π – геометрия като съблъскването на ускорените електрони и протони се осъществява в централната част на детектора. По този начин всички продукти от тези взаимодействия попадат в апертурите на съответните детектори. Енергиите, при които се провеждат тези експерименти, са около 10 пъти по-високи от тези на досегашните ускорители. По този начин колайдерът HERA дава възможност на физиците да изследват много подробно структурата на протона. Преди повече от 30 години учените откриха, че протонът се състои от 3 кварка. Те са в свързано състояние благодарение на силното взаимодействие. Силата, която ги свързва, се дължи на обмена на глюони,

които бяха открити в DESY през 1979 г. За безкрайно кратко време глуонът може да се превърне в двойка кварк – антикварк, които могат да се свържат и да изльчат глуон и т.н., т.е. протонът се състои от врящо „море“ от кварки, антикварки и глуони, които спонтанно възникват и изчезват. В резултат на задълбочени изследвания физиците от H1 и ZEUS показаха, че във вътрешността на протона съществува по-голяма турбулентност, отколкото се предполагаше по-рано. Теоретици и експериментатори сега работят интензивно заедно за намирането на „рецепта“ за оформяне образа на протона.



Фиг. 1. Структура на протона

ЕКСПЕРИМЕНТЪТ HERMES

Експериментът HERMES е създаден с цел изследването на кварковата структура на материята – основно спиновата структура на нуклеона (общо название на протона и неutrona). Спинът е собственият ъглов момент на частиците и е едно от основните им свойства. Кварките притежават спин $1/2$, глуоните спин 1 , а нуклонът – $1/2$. Въпростът, чийто отговор се търси, е – защо нуклонът, съставен от кварки и глуони, притежава спин $1/2$.

Експериментът HERMES използва електронния и позитронния сноп на HERA с енергия $27,5 \text{ GeV}$ и газова поляризирана мишена (чист водород или чист хелий).



Сн. 5. Изглед от Детектора HERMES

ЕКСПЕРИМЕНТЪТ HERA-B

Експериментът HERAkB се експонира на протонния сноп на HERA и натрупва данни от 1999 до 2003 г. Протоните взаимодействат с фиксирана управляема мишена, състояща се от тънки проводникови нишки, което дава възможност за възникване на каскади от частици в това число и В-мезони, съдържащи тежки кварки, чийто разпад се регистрират от установката. По този начин ускорителят HERA може да се разглежда като фабрика за В-мезони, което обезпечава широка физическа програма за изследване. Главната цел на този експеримент е откриване и изследване на нарушаването на CP – инвариантността в разпадите на В-мезоните.



Сн. 6. Изглед от Детектора HERA-B

Детекторът HERA-B, в който са включени VDS върхов детектор, черенковски пръстенов детектор RICH, детектор на преходното излъчване TRD, електромагнитен калориметър и мюонен детектор, осъществява магнитна спектрометрия и идентификация на заредените частици – продукти на разпада на В-мезоните.

ОСНОВНИ ПАРАМЕТРИ НА HERA И ЕКСПЕРИМЕНТИТЕ МУ

HERA: Hadron-Electron Ring Accelerator

- *Период на строителство: 6.5 години – май 1984 – ноември 1990*
- *Обща стойност – 700 милиона евро;*
- *Международно участие – 11 държави*

- Дължина на тунела по окръжността – 6336 m;
- Вътрешен диаметър на тунела – 5.2 m;
- Дълбочина под земята – 10 – 25 m;
- Дебелина на стените на тунела – 30 см;
- Период на научни изследвания – 1992 – 2007;
- Енергия на електроните – 27.5 GeV;
- Енергия на протоните – 920 GeV;
- Енергия на сътъкновение – 320 GeV;
- Светимост – $7.5 \cdot 10^{31} \text{ cm}^{-2}\text{s}^{-1}$;
- Надлъжно поляризиран електронни и позитронни снопове;

Експеримент H1

- Период на научни изследвания – 1992-2007 г;
- Разположение – северната зала (HERA North Hall);
- Универсален 4π детектор – 12 m X 10 m X 15 m; тегло – 2800 тона;

Експеримент ZEUS

- Период на научни изследвания – 1992-2007 г;
- Разположение – южната зала (HERA South Hall);
- Универсален 4π детектор – 12 m X 11 m X 20 m; тегло – 3600 тона;

Експеримент HERMES

- Период на научни изследвания – 1995-2007 г;
- Разположение – източната зала (HERA East Hall);
- Фиксирана газова поляризирана мишена;
- Използва надлъжно поляризиран електронен и позитронен сноп
- Детектор – 3.5 m X 8 m X 5 m; тегло – 400 тона;

Експеримент HERA-B

- Период на научни изследвания – 1999-2003 г;
- Разположение – западната зала (HERA West Hall);
- Фиксирана управляема мишена състояща се от тънки проводникови ниихи;
- Използва протонен сноп;
- Детектор – 8 m X 20 m X 9 m; тегло – 1000 тона;

През лятото на 2000 г. ускорителят е модернизиран и модифициран, следствие на което четирикратно са подобрени физическите му характеристики и повищени изследователските му възможности.

В резултат на тази модернизация петкратно е увеличена интегралната светимост за експериментите, което позволи регистрацията на експериментални данни по дълбоко нееластично разсейване на надлъжно поляризиран електрон и позитрон от протони. Получени са уникални данни при различни енергии на протоните, необходими за директното измерване на приноса

на процесите с наддължно поляризирани виртуални фотони. Анализът на тези данни е експериментална проверка на съставните части на Стандартния модел – теорията на силните взаимодействия (квантовата хромодинамика) и теорията на електрослабите взаимодействия в процесите на лептон – протонното разсейване при високи енергии, достъпни засега само на колайдера HERA. Получените резултати, станали класически ще играят ролята на базови параметри за бъдещите физически изследвания на Големия Адронен Колайдер в ЦЕРН (LHC, CERN). С тези резултати физиците от експериментите на HERA предават щафетата на теоретиците, които трябва да усъвършенстват или променят моделите си, като ги съгласуват с резултатите, получени от експериментаторите, и след това включват в теорията на частиците. Няма съмнение, че окончателните резултати от анализа на натрупаните до лятото на 2007 г. на колайдера HERA експериментални данни ще бъдат уникални и в следващото десетилетие и ще намерят място в учебниците по физика на частиците и високите енергии.

АБОНАМЕНТ За сп. „Светът на физиката“

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

Годишен абонамент – десет (10) лева

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

ИЗВЪНСЛЪНЧЕВИ ПЛАНЕТИ

Димитър Съселов



Познати са стотици планети, обикалящи не около Слънцето, а около други звезди, и са направени невероятни наблюдения върху атмосферите и структурите им. Това е безценен шанс за разкриване на естеството на планетите, формирането на нашата Слънчева система, както и на възможността за съществуването на други обитаеми планети освен нашата Земя.

Колко планети сме открили извън нашата Слънчева система досега?

Броят им расте всяка седмица, а в момента има около 270 потвърдени извънслънчеви планети – екзопланети, както са познати на жаргон. Това е не лош резултат, като се има предвид, че първата беше открита едва преди 13 години, а такива планети не се откриват лесно.

Кое прави екзопланетите толкова трудни за откриване?

По дефиниция те са далече и обикалят около звезди, които са много по-големи и ярки от тях. Отношения на светлинния контраст в диапазона от 10^{10} (във видимата област) до 10^7 (в инфрачервената) между звездата и планетата силно затрудняват откриването им чрез директно наблюдение. Използването на отношението в масите, което обикновено варира между 10^3 - 10^5 , е малко по-удобно. Наистина, най-популярният начин за откриване на екзопланета е чрез „потрепването“ на звездата, причинено от гравитационното привличане на планетата. То се измерва чрез ефекта на Доплер – промяна в честотата в спектъра на видимата светлина от звездата. Ефектът е миниатюрен, пропорционален на отношението на масата. Измерването му изисква търпение, защото потрепването трябва да бъде проследено при поне една пълна обиколка на планетата по орбитата ѝ. Потрепването може да бъде отбелязано пряко чрез внимателно наблюдение на местоположението на звездата спрямо други звезди (тази техника е известна като астрометрия), но това технически е още по-трудно.

Какви други начини, освен ефекта на Доплер, съществуват за откриване на екзопланети?

Гравитационна леща. Това е друг обичаен метод, който използва отношението на масите на планетата и звездата. За него е нужен източник на светлина, обикновено от друга звезда, разположена зад звездата, която изследваме. Когато я разглеждаме, светлината от задната звезда е пречупена от гравитацията на пресичащата звезда. Ако пресичащата звезда си има планета, то ефектът на лещата ще се промени забележимо.

Транзитен (пасажен) метод.

Този метод е може би най-плодоносен заради информацията, която можем да съберем за планетата. Той използва най-малкото неравенство между планетата и звездата – факторът 1 към 100 разлика в големините им. Докато преминава през диска на звездата си, планетата затъмнява светлината на звездата в отношение $(Rp/Rs)^2$, където Rp и Rs са респективно радиусите на планетата и на звездата. За една планета с размера на Юпитер и звезда с размера на Слънцето, този ефект на затъмняването е около 1% и се наблюдава лесно, дори и с аматърски приспособления.

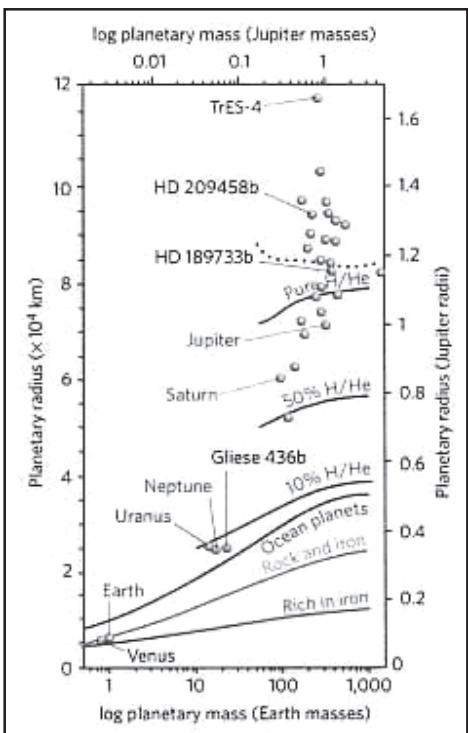
Трудната част е, че методът на преминаването изисква равнината на орбитата на планетата да лежи в лъча на зрение, което е малко вероятно. Десетки хиляди звезди трябва да бъдат наблюдавани търпеливо, за да се открие периодичното затъмняване на едва няколко от тях.

Какво могат да ни кажат тези груби и косвени методи за екзопланетите?

Изненадващо много. Доплеровият ефект ни дава големината на голямата полуос, ескентрицитата (отклонения от перфектен кръг) на орбитата на планетата, периода на обикалянето ѝ, както и числото $M_p \sin(i)$, което съдържа масата на планетата M_p и ъгъла на наклона i на орбитата спрямо лъча на зрение. Транзитният метод ни дава радиуса на планетата и пряка стойност на i . Комбинирането на тези два параметъра може да ни даде реална стойност за M_p , както и средната плътност на планетата, измерена от радиуса и масата, което е голямо постижение, защото ни дава идея от какво е съставена планетата. Познати са повече от 20 транзитиращи планети, като радиусът и масата на няколко вече са определени с точност, по-голяма от 4% и 8%, респективно. Но има и проблем в края на този простиčък, но изненадващо точен метод – повечето планети, открити по него, са с много по-ниска плътност, отколкото теориите ни предвиждат (Фиг. 1).

Зашо планетите с по-малка плътност представляват проблем за теоретичните модели?

Повечето планети, познати до днес, са подобни на Юпитер – „газови гиганти“, с маси между 0,5 и 3 пъти повече от Юпитер (150-1000 маси на Земята). Но те имат неочеквано голям диапазон на размера, с радиуси между 0,8 и 1,7 пъти по-големи от Юпитер. За Юпитер се смята, че има малко ядро, съставено от тежки метали, заобиколено от водород с примеси на хелий. Лесно е да се обясни съществуването на екзопланета с маса, подобна на Юпитер, но по-малка на размер (по-висока средна плътност) – вероятно има по-голямо ядро, с повече тежки елементи по принцип. Но при екзопланетите с по-ниска плътност настъпва момент, в който дори и планета, изцяло съставена от водород, не може да обясни ниската си плътност.



Фиг. 1. Диапазон на транзитиращите екзопланети. Съставът на дадена планета определя нейната средна плътност и съответно позицията ѝ в скалата, която съдържа компонентите радиус и маса. Тук отделни планети в и извън Слънчевата система са съпоставени с модели на различен вътрешен състав: от състав, изцяло представен от желязо и камък (Венера и Земята са близки до описаното), до газово съдържание от обикновен водород и хелий (от които Юпитер е най-подходящият пример от Слънчевата система). Поради трудности в засичането на толкова малки тела, само няколко екзопланети бяха открити на този етап и те са отбележани в малкия, плътен край на скалата. Бе установено, че много планети-гиганти имат твърде ниска плътност над горната граница при чистите водородно-хелиеви планети (точковата линия) – екзопланетата TrES-4 е най-яркият пример – и те представляват сериозно предизвикателство пред теорията.

Как можем да заобиколим този проблем?

Възможно обяснение е допълнителното нагряване: или от някакъв постоянен източник, или от твърде закъсняло изстиване на планетата. Един очевиден източник на топлина е самата звезда: екзопланетите на Фиг. 1 са предимно „горещи Юпитери“, които обикалят изключително близо до звездите си. Но и тогава остава неясно защо някои планети абсорбират голяма част от тази топлина, а други – не. Същият проблем – обяснението на причината за целия диапазон от наблюдавани големини – се проявява и в други предложени решения.

Какво друго може да ни покаже косвеното наблюдение, освен основни характеристики като големина и плътност?

Ограничните основни параметри на транзитиращите екзопланети, както и естественият им „ключ“ позволяват слабият им сигнал да бъде калибриран правилно. Това означава, че можем да провеждаме основна спектроскопия: натрий и водород вече са засечени в горната атмосфера на екзопланетите. Безprecedентно спектроскопиране и термално изобразяване на атмосферата на транзитиращия „горещ Юпитер“ HD 189733b стават възможни в момента, в който тя се вижда странично, точно преди да изчезне зад звездата. В

този момент, инфрачервеният поток от планетата може да бъде измерен на ниво 10^{-4} пъти по-малко от потока на звездата. Инфрачервеният телескоп на НАСА – Спиртър, се е доказал в тази дейност*.

Какво знаем за атмосферата на HD 189733b?

На първо място, разполагаме със стойност на температурната разлика между дневната и нощната страна, около 230°C . В такава, изключително близка до звездата орбита – HD 189733b обикаля около звездата си само на 3% от разстоянието между Земята и Слънцето – завъртането на планетата около оста ѝ и обикалянето ѝ по орбитата се синхронизират, като едната ѝ страна постоянно е обърната към звездата. (По същия начин Луната винаги показва само едната си страна към Земята.) По време на преминаване виждаме само нощната страна, а потокът на топлина, който виждаме да излиза от тази страна, показва, че атмосферата на планетата явно транспортира топлината от дневната страна много ефективно. Най-горещите и най-студените райони се намират, противно на очакваното, не по дължината точно пред и точно обратно на звездата респективно, а малко встрани от тях, което е показателно за много динамична, ветровита атмосфера.

Има ли данни за наличие на вода на някоя екзопланета?

Би било изненадващо да не открием някаква вода в атмосферите на „горещите Юпитери“: водата е много често срещана в средите с ниска температура, където планетите се оформят и еволюират, което се дължи на космическото изобилие от водород и кислород. Отсъствието на вода може да бъде показателно за термална и радиационна загуба, какъвто изглежда е бил случаят с нашата малка и гореща съседка Венера. „Горещите Юпитери“ би трябвало да са достатъчно масивни, за да избегнат пълна загуба, но все пак знаем твърде малко за екстремните условия в горните им атмосфери. Като измерва диапазона на яркостта (загуба или увеличение) в затъмнението и преминаването в различни инфрачервени честоти, телескопът Спиртър може да направи груба проверка не само за вода, но и за други интересни газове, например въглероден двуокис и метан. Вода вече е открита на три „горещи Юпитера“ – TrES – 1, HD 209458 и HD 189733b.

Изглежда са познати много големи планети като Юпитер.

А има ли планети, подобни на Земята?

На първо място, богатството от големи екзопланети беше изненада за астрономите. Очаквахме да намерим по-голямо разнообразие от „земни“ планети. Но и днес познаваме само няколко. Нито една от тях не е транзитираща, затова не знаем средната им плътност и дори точната им маса. А „земни“ най-вероятно е погрешно название: масите на такива планети са между пет и десет пъти по-големи от масата на Земята. Такива „свръх-Земи“ не са

намират в нашата Слънчева система, но изглеждат често срещани на други места. Максимумът от 10 пъти масата на Земята е с теоретичен произход: когато планетите се оформят в типичния протопланетарен диск от газове и прах, 10 пъти масата на Земята е горе – долу критичната маса, над която водородът може да бъде запазен от растящата планета, превръщайки я в гигант, подобен на Нептун. Като се има предвид разнообразието от модели за предвиждане на планетарната вътрешност при 10 пъти масата на Земята, ще имаме нужда от голяма проба планети и тяхната средна плътност, за да проверим тази теория.

Защо астрономите очакват голямо разнообразие сред по-малките планети?

Защото по-малките, солидни планети могат да имат по-разнообразно материално съдържание. В зависимост от това как материалът ѝ се сгъстява, изстива, смесва и колко тежи, вътрешността на планетата може да бъде доминирана от ядро от желязо или от желязна сплав, силикатна мантия, лед (в по-голямата си част вода) или пък водород и хелий. Накратко, очакваме две отделни семейства: „океанни планети“, с водна маса; и скалисти, подобни на Земята планети (водата е едва 0,05% от масата на Земята), които могат да имат и океани. (Фиг. 2)



Фиг.2 Пътешествие до центъра на свръх-Земя. Свръх-земните планети, чиито маси варираят между два и десет пъти масата на Земята, имат поне две разновидности: а) скални и б) океански. И двата вида произхождат от добре смесена структура от твърди вещества (силикати) и летливи вещества (например вода и амоняк), с малки количества водород и благородни газове. Структурата лесно се отграничава по строго определен и предвидим начин: желязото и звездните елементи (високоплътностните преходни метали, които се свързват с желязо) проникват в ядрото и изхвърлят вода, амоняк и други леки вещества, образуващи силикатна мантия. Ако водата присъства в значителни количества, по-голямата част от нея ще бъде под налягане от повече от 10 гига-паскала, и поради тази причина – в твърдо състояние (лед), въпреки високите температури. Океанскаятата планета е по-голяма от скалната, поради по-ниската плътност на водата и размерът на планета с определена маса

ще зависи от пропорцията ядро-мантия-вода. Моделите показват, че променливост от по-малко от 5 % в радиус и по-малко от 10 % в маса са необходими, за да се отличи скална от океанская планета.

Да очакваме ли и други слънчеви системи със същото разнообразие като нашата?

Да! Няма причина да мислим, че нашата Слънчева система е специална по какъвто и да е начин. Също така, започваме да разбираме, че има огромно разнообразие от планетни типове, които не се наблюдават в нашата система. (Фиг. 3) От ранната 2007, например, сме забелязали поне три планети,

| | Маса (Земни маси) | Разсто- яние от звезда (а.е.) | Плътност (Земна плът- ност) | Средна температура на повърх- ността (К) | Отличителни характеристики |
|-------------|-------------------------|--|--------------------------------------|---|---|
| Венера | 0,8 | 0,7 | 0,95 | 735 | CO ₂ атмосфера с парников ефект |
| Земя | 1 | 1 | 1 | 287 | Живот |
| Глийз 581 c | >5 | 0,07 | >0,7 | >400 | Гореща свръх-Земя |
| Глийз 581 d | >8 | 0,25 | >0,8 | <280 | Студена свръх-Земя – обитаема? |
| Нептун | 17 | 30 | 0,30 | 72 | Яркосин цвят – студена |
| Глийз 436 b | 23 | 0,03 | 0,32 | 712 | Нептуноподобна, но в орбита близо до червено джудже |
| HD 209458 b | 219 | 0,05 | 0,07 | 1,600 | Водородни, натриеви и евентуално водни pari |
| TrES – 4 | 267 | 0,05 | 0,04 | 2,100 | Най-голямата известна планета, но би потънала във вода. |
| Юпитер | 318 | 5,2 | 0,24 | 165 | „Голямото червено петно“ – жестока, вековна буря |
| HD 189733 b | 366 | 0,03 | 0,18 | 1,200 | Ефикасен трансфер на топлина в турбулентна атмосфера |
| XO – 3b | ~4,400 | 0,05 | 0,4-2,0 | Неизвестна | Най-тежката известна планета – или угаснала звезда? |

Фиг. 3. Свет на световете.

Нашата Слънчева система е дом на удивително многообразие от планети (в болд) – от малките, скални сестри Земя и Венера до газовите гиганти Нептун и Юпитер (най-голямата от всички). Това е нищо в сравнение с разнообразието, което изплува сред екзопланетите, както показва този подбор на изключително забележителни примери. Ограниченията на настоящите възможности за наблюдение дават приоритет на откриването на екзопланети с предимно голям размер (и поради тази причина са газови гиганти), както и на онези, които обикалят в орбита много близо до своите звезди. (Една астрономическа единица (AE) представлява средното разстояние между Земята и Слънцето). Поради това данните за екзопланетите могат да бъдат крайно несигурни по своя характер.

обикалящи звездата Глийз 581. Две от тях са „свръх-Земи“, но не транзитират, затова знаем само минималната им възможна маса чрез $M_p \sin(i) - 5$ и 8 пъти масата на Земята – както и разстоянието между орбитата им и звездата, които са 7% и 25% от разстоянието от Земята до Слънцето, респективно. Понеже Глийз 581 е малка, студена и не много ярка (тя е 75 пъти по-малко ярка от Слънцето), малките орбити на тези планети означават, че повърхностната им температура е може би някъде в диапазона от Венера (около 460° Целзий) до Марс (средна температура -55° Целзий). Една от тези планети, Глийз 581d, може би има температура, подобна на температурата по полярните райони на Земята.

Дали някоя от тези планети е обитаема?

Най-вероятно, не. Планетата по-близо до звездата, с маса 5 пъти масата на Земята, е най-вероятно твърде гореща, докато другата е най-вероятно твърде студена, но потенциално обитаема. Но понеже те не транзитират, нямаме данни за състава им, с изключение на това, че съществуването на трета планета, с маса подобна на Нептун, внушава съществуването на гравитационни сили, които са ги придвижили по-далече от първоначалното им местоположение наproto-планетарния диск. Двете свръх-Земи са затова най-вероятно океанни планети, тъй като трябва да са се оформили извън снежната линия на диска, където водата замръзва и се запазва лесно. Част от тази повърхностна вода се втечнява, когато планетите биват изместени по-близо.

Коя е следващата стъпка в откриването на екзопланети?

Ще трябва да сравним постиженията в директните наблюдения с постиженията си в разбиранятията ни. За това ни е нужна достатъчно голяма проба, която да обхваща пълното разнообразие от планети. Това означава още сто-тици планети, ако не хиляди. Това ще бъде постигнато бързо в идващите години с резултати от мисии в космоса, като например френската КОРОТ, която започна през декември 2006 година, и Кеплер на НАСА, насрочена за ранната 2009 година. Междувременно с напреднали косвени техники, изучаването на екзопланетите вече се измества от разкритие към изследване. Ловците на планети настройват инструментите си, за да откриват все по-малки планети. Очакват се още изненади.

Кога ще открием друга Земя?

Целта на характеризирането на земеподобни планети – дори на истински аналоги на Земята – е много вълнуваща и ще бъде изпълнена преди 2020. Дотогава спектроскопията с много висока резолюция би трябвало да ни позволи да видим следи от познати глобални планетарни цикли (въглеродно-силикатният цикъл, който стабилизира климата на Земята, например) и най-вероятно ще ни позволи да предприемам първата стъпка в търсенето на мар-

кери за биологичен живот. Задължителното предварително условие е да знаем нещо за състава на планетата – поне масата и радиуса ѝ. Кеплер е проектиран да открива планети с размера на Земята до 2014 година, като използва метода на преминаването. Ако след неговите резултати направим и спектроскопия, ще можем да разпределим намерените планети според истинската им природа.

А дали една друга Земя ще бъде обитаема?

Първите сухоземни планети, които ще можем да изучаваме в подробности, ще бъдат свръх-Земи, които транзитират пред малки звезди. Най-вероятно ще научим много геофизика от тях и, кой знае, може би някои от тях ще имат потенциал за обитаемост. Но в края на краищата, ще трябва да упомняме теоретичните си модели на единствения си пример – Земята. Изследването на планети от размера на Земята остава приоритет с огромен резонанс – и научен, и емоционален.

Препоръчителна литература

- Burrows, A. Nature **433**, 261-268 (2005).
Knuston, H. A. At al. Nature **447**, 183-186 (2007).
Selsis, F. et al. Astron. Astrophys. **476**, 1373-1387 (2007).
Tinetti, G. et al. Nature **448**, 169-171 (2007).
Udry, S. et al. Astron. Astrophys. **469**, L43-L47 (2007).
Valencia, D., Sasselov, D. D & O'Connell, R. J. Astrophys. J. **665**, 1413 – 1420 (2007)

Сп. „Нейчър“, януари 2008 г.
Превод: Яна Домусчиева

* *Бележка на редакцията.* През 2004 г. Дрейк Деминг и Дейвид Шарбоно обявяват, че са уловили светлина от TrES – 1, HD 209458 b. Целта е била да се намерят екзопланети, които са много близо до своята звезда – на 0,05 AU. При тази дистанция не е могло да се очаква, че ще бъде получено някакво изображение, поне не и с инструментите, с които разполагаме днес. Но, намирайки се много близо до своята звезда, планетите получават многократно повече топлина, отколкото излъчват под формата на инфрачервено лъчение. Именно това топлинно лъчение улавят двата екипа с помощта на американския орбитален телескоп Спитцър.

МИСИЯТА „АПОЛО“

Динко Динев

*„Това е една малка крачка за човека,
но огромен скок за цялото човечество.“
астронавт Нийл Армстронг*



**Сн. 1. Астронавтът Е. Олдрин
на лунната повърхност**

1. Програмата „Аполо“

В края на 50-те и началото на 60-те години на миналия век в САЩ се разгаря дискусия между учените и политиците за пътищата, по които трябва да се развива американската космическа програма.

През 1960 г. Дж. Килиан (J. R. Killian), председател на Комитета за научна политика към американския президент (PSAC) и бивш президент на Масачузетския технологически институт (МТИ), казва: „Руснациите се опитват да представят постиженията си в космическите полети като индикатор за мощта на съветската държава“.

Повечето американски учени по онова време считат, че непилотираните космически апарати с научна и приложна насоченост са по-перспективни от пилотираните космически кораби. Президентът Д. Айзенхауер (D. D. Eisenhower) също се изказва в подкрепа на не много скъпите и по-продуктивни от научна и приложна гледна точка непилотирани космически полети. Той заявява, че все още липсват убедителни аргументи за необходимостта от изпращането на астронавти в космическото пространство.

Сред американските учени обаче има и привърженици на пилотираните полети. Те изтъкват на преден план фундаменталното философско и културно значение на подобни полети за човечеството. Полет на астронавти до Луната и планетите би станал венец на вечно търсещия човешки дух.

Новоизбраният американски президент Дж. Кенеди (J. F. Kennedy) назначава комисия от специалисти, която да даде оценка на американската космическа програма. Комисията се изказва за засилване на цивилните космически програми във всички направления. В доклада се посочва, че САЩ биха доказали убедително своето технологическо превъзходство в космическите

изследвания пред СССР, ако реализират пилотиран полет до Луната, с кацане на американски астронавт на лунната повърхност. Макар, че според комисията подобен полет би имал малка научна и военна стойност, този полет би възвърнал изгубеният престиж на американската нация и би стимулирал напредъка в технологиите.

Първоначалните проучвания показват, че няма непреодолими пречки за осъществяването на полет с астронавти до Луната. Но все още липсва решаващият аргумент в полза на подобна мащабна програма. Скоро се появява и този решаващ аргумент – на 12 април 1961 г. СССР извежда в орбита около Земята първият космонавт – Ю. А. Гагарин. В САЩ първият полет на човек в космическото пространство е възприет като поредното предизвикателство пред световното лидерство на американската нация.

На 25 май 1961 г. президентът Дж. Кенеди прави своето прочуто обръщение към американския конгрес „За неотложните цели на нацията“. В това обръщение като главна космическа цел на САЩ се поставя осъществяването на пилотирана експедиция до Луната преди края на десетилетието. Подобна програма ще изисква огромни усилия, ще има висока цена, но нейният успех би възвърнал водачеството на американската нация в областта на технологиите.

Проектът е наречен „Аполо“ (Apollo). Подписан е контракт с три водещи аерокосмически фирми: Боинг (Boeing), Норд Америкън Авиейшън (North American Aviation) и Дъглас Еъркрафт (Douglas Aircraft). Управляващата електроника и компютърните системи са поверени на Ай Би Ем (IBM).

Трябва да се отбележи, че по това време единственият опит на САЩ с пилотирани космически кораби е петнадесетминутният полет по балистична крива на А. Шепърд (A. Shepard) на борда на „Фриидъм-7“ (Freedom-7). Все още не са съществували ракети-носители, способни да изведат в орбита около Земята толкова тежък космически кораб.

Програмата „Аполо“ е предназначена за изпращането на пилотиран космически кораб до Луната, кацането на астронавти на лунната повърхност и успешното им завръщане обратно на Земята. Тази цел се реализира в шест полета, състояли се между 1969-1972 г.: „Аполо“ – 11, 12, 14, 15, 16 и 17. Екипажът на „Аполо“ – 13 не успява да кацне на лунната повърхност поради повреда. Космическият кораб заобикаля Луната и връща астронавтите обратно на Земята. Първите изстрелвания на космически кораби по програмата „Аполо“ са предназначени за изпробване в орбита около Земята, а по-късно и около Луната на различните възли и системи на кораба.

В началото на работата по програмата „Аполо“ се случва тежък инцидент. При провеждането на наземни тестове на системите на командния модул в кабината възниква пожар. Загиват тримата астронавти: В. Грисъм (Virgil Grissom), Е. Уайт (Ed White) и Р. Чифи (Roger Chafee). Предпоставка за въз-

никването на пожара е обстоятелството, че в кабината на космическия кораб се използвала атмосфера от чист кислород с повищено налягане.

За периода 1964-1974 гг. за програмата „Аполо“ са похарчени над 6.5 милиарда USD. Най-много средства са отпуснати през 1966 г., когато бюджетът на НАСА достига 0.5% от БВП на САЩ. За сравнение, през същата 1966 г. военният бюджет на САЩ се е равнявал на 7% от БВП.

2. Ракетата-носител „Сатурн-V“

Успехът на програмата „Аполо“ се дължи в голяма степен на създаването на най-мощната досега космическа ракета „Сатурн – V“.

„Сатурн-V“ е тристепенна ракета с течно гориво. Тя е проектирана в Центъра за космически полети на НАСА „Маршал“ (Marshall Space Flight Center) под ръководството на Вернер фон Браун (W. von Braun).

Височината на ракетата е 110.6 m, диаметърът и е 10 m, а теглото ѝ е 3000 тона. „Сатурн-V“ може да изведе в околоземна орбита полезен товар 118 t. Общата тяга на двигателите на ракетата се равнява на 34 MN.

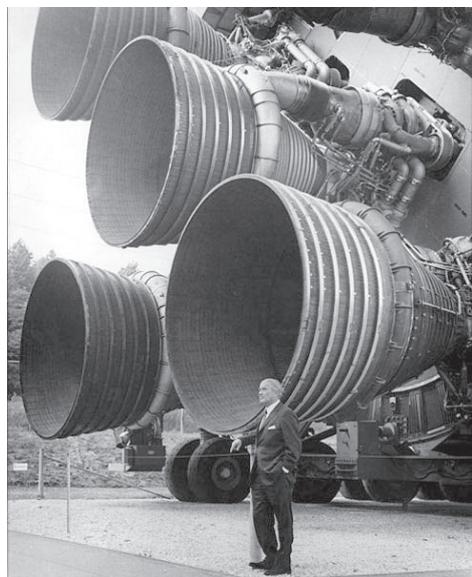
За периода 1967-1973 гг. са изстреляни общо 13 ракети „Сатурн-V“, без нито един случай на неуспех.

Освен космическите кораби „Аполо“ с помощта на „Сатурн-V“ е изведена в орбита около Земята пилотираната орбитална станция „Скайлаб“ (Skylab).

Трите степени на „Сатурн-V“ са създадени от различни фирми. И в трите

степени като окислител се използва течен кислород. В първата степен (S-IC), построена от Боинг, се използват 5 ракетни двигателя F-1, използвани за гориво керосин (RP-1). Втората степен (S-II) е построена от Норд Америкън Авиейшън. Тя има 5 ракетни двигателя J-2, в които за гориво се използва течен водород. Третата степен (S-IVB) е построена от Дъглас Еъркрафт. Тя използва само един ракeten двигател тип J-2, с гориво течен водород.

Тъй като отделните степени са били много тежки, единственият начин те да бъдат транспортирани до космическия център „Дж. Кенеди“ е бил с кораби по река Мисисипи и след това по море. След подробни тестове на степените ракетата се монтирала във вертикално положение и се придвижвала до стартовата площадка.



Сн. 2. Ракетните двигатели на първата степен на космическата ракета „Сатурн-V“

3. „Аполо-11“ – първото кацане на човек на Луната

При планирането на пилотираната експедиция до Луната са били обсъждани три възможни сценария на полета.

- Директна експедиция до Луната с кацане и връщане обратно на Земята (Direct Ascent).
- Извеждане на два или повече по-малки космически апарати в орбита около Земята, тяхното съединяване в един по-тежък космически кораб, който след това да извърши полета до Луната и обратно (Earth Orbit Rendezvous).
- Изстрелването на космически кораб, който да влезе в орбита около Луната. След това от него да се отдели малък спускаем апарат с астронавти на борда, който да кацне на лунната повърхност. След излизането на астронавтите на Луната те се връщат обратно в този малък космически апарат и с помощта на неговите двигатели напускат Луната и се отправят обратно към основния кораб. Скачването с този основен кораб се извършва на околовълнна орбита (Lunar Orbit Rendezvous). Лунният модул се изхвърля като вече ненужен, а астронавтите се връщат на Земята с помощта на основния космически кораб. Този трети вариант на полета до Луната е бил избран като по-евтин и като технически по-прост.

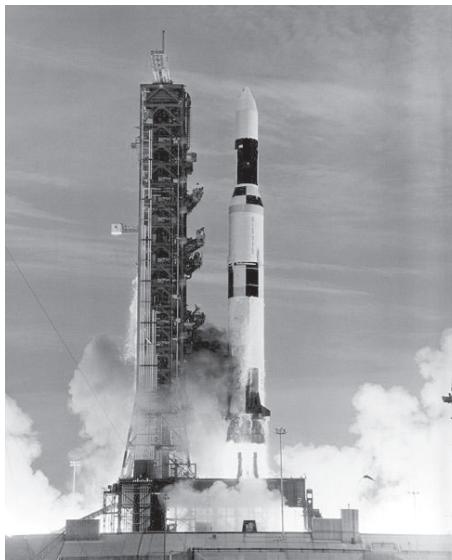
Първият пилотиран космически кораб, с чиято помощ астронавти кацат на Луната е „Аполо-11“.

На борда на „Аполо-11“ се намират астронавтите Н. Армстронг (Neil Armstrong) – командир, М. Колинс (Michael Collins) – командир на командния модул „Колумбия“ (Columbia) и Е. Олдрин (Edwin Aldrin) – командир на лунния модул „Игъл“ (Eagle).

Полетът на „Аполо-11“ започва на 16 юли 1969 г. в 13 ч. 12 мин. (UTC) от космодрума „Дж. Кенеди“. Изстрелването, което било предварително обявено от медиите, се наблюдавало от над 1 милион души, събрали се по шосетата и плажовете наоколо. То се предава и директно от стотици телевизионни станции и се наблюдава от други над 700 милиона души от всички континенти.



*Сн. 3. Екипажът на „Аполо-11“:
астронавтите Н. Армстронг, М. Колинс и Е. Олдрин*



Сн. 4. Изстрелването на „Аполо-11“

ло Луната Армстронг и Олдрин преминават от командния модул „Колумбия“ в лунния модул „Игъл“. Те отделят лунния модул от командния и се насочват към лунната повърхност. В това време Колинс остава в окололунна орбита, очаквайки тяхното завръщане.

На 20 юли 1969 г. в 20 ч. 17 мин. (UTC) „Игъл“ докосва плавно лунната повърхност в района на Морето на спокойствието. Мястото на кацане е избрано, понеже е относително плоско и гладко.

Кацането не минава без напрежение. То продължава 4 s по-дълго от предварително разчетеното време. „Игъл“ се насочва няколко километра западно от предварително избраното място за кацане. Армстронг забелязва, че бордовият компютър насочва спускаемият апарат към област с големи скали, търкулнали се по склона на голям кратер. Това го принуждава да премине на ръчно управление на кацането. За щастие, той се справя блестящо с тази задача и успява да прилуни успешно „Игъл“.

Армстронг и Олдрин прекарват шест и половина часа в лунния модул. След това те спускат стълба към лунната повърхност и по нея Армстронг слизга на Луната. Настъпва историческият момент – за първи път човешки крак стъпва на друго небесно тяло. Първите думи на Армстронг завинаги ще останат в човешката история: „*Това е една малка крачка за човека, но гигантски скок за цялото човечество*“.

Скоро към Армстронг се присъединява и Олдрин. Неговите първи думи са: „*Прекрасно, прекрасно! Каква великолепна пустота!*“.

Двамата астронавти прекарват на Луната два и половина часа. Те монти-

Дванадесет минути след изстрелването ракетата-носител „Сатурн-V“ извежда кораба в околоземна орбита. След извършването на обиколка и половина около Земята се включва двигателят на третата степен S-IVB и корабът се насочва към Луната.

Скоро след това командният модул „Колумбия“ се отделя, завърта се в орбита и се свързва челно с лунния модул „Игъл“. Така свързани „Колумбия“ и „Игъл“ се отделят от третата степен на ракетата-носител и продължават своя път към Луната.

На 19 юли астронавтите достигат до Луната и я заобикалят. Включва се двигателят на командния модул и астронавтите навлизат в орбита около Луната.

След като прекарват 24 ч. в орбита

около Луната Армстронг и Олдрин преминават от командния модул „Колумбия“ в лунния модул „Игъл“. Те отделят лунния модул от командния и се насочват към лунната повърхност. В това време Колинс остава в окололунна орбита, очаквайки тяхното завръщане.

На 20 юли 1969 г. в 20 ч. 17 мин. (UTC) „Игъл“ докосва плавно лунната повърхност в района на Морето на спокойствието. Мястото на кацане е избрано, понеже е относително плоско и гладко.

Кацането не минава без напрежение. То продължава 4 s по-дълго от предварително разчетеното време. „Игъл“ се насочва няколко километра западно от предварително избраното място за кацане. Армстронг забелязва, че бордовият компютър насочва спускаемият апарат към област с големи скали, търкулнали се по склона на голям кратер. Това го принуждава да премине на ръчно управление на кацането. За щастие, той се справя блестящо с тази задача и успява да прилуни успешно „Игъл“.

Армстронг и Олдрин прекарват шест и половина часа в лунния модул. След това те спускат стълба към лунната повърхност и по нея Армстронг слизга на Луната. Настъпва историческият момент – за първи път човешки крак стъпва на друго небесно тяло. Първите думи на Армстронг завинаги ще останат в човешката история: „*Това е една малка крачка за човека, но гигантски скок за цялото човечество*“.

Скоро към Армстронг се присъединява и Олдрин. Неговите първи думи са: „*Прекрасно, прекрасно! Каква великолепна пустота!*“.

Двамата астронавти прекарват на Луната два и половина часа. Те монти-

рат телевизионна камера, пасивен сейзмограф и лазерен отражател. Армстронг и Олдрин правят много снимки и събират над 21.5 килограма лунни пробы. В чест на първото кацане на човек на Луната двамата поставят американското знаме и оставят на лунната повърхност специален вимпел.

След лунната разходка астронавтите се връщат в „Игъл“ и с помощта на неговият двигател напускат Луната и се насочват към чакащата ги в околоволнна орбита „Колумбия“.

Скачването с „Колумбия“ протича без инциденти. Армстронг и Олдрин се връщат в кабината на командния модул, където ги очаква Колинс, а „Игъл“ се изхвърля.

Сега се включва ракетният двигател на „Колумбия“. Астронавтите напускат Луната и се насочват към родната планета.

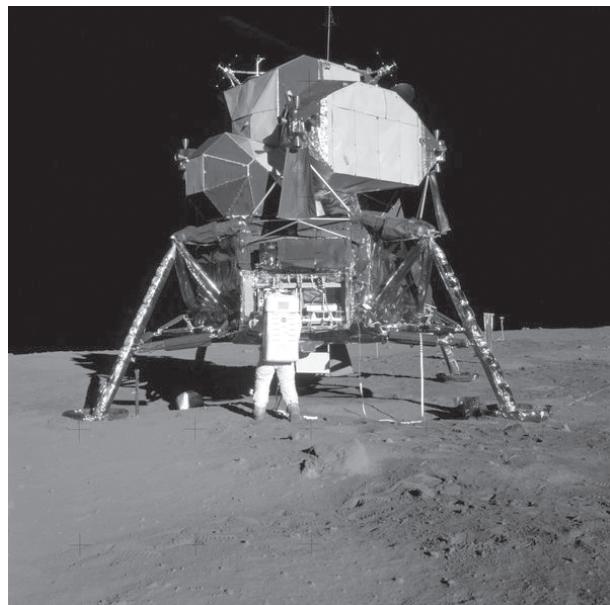
Приземяването е на 24 юли в Тихия океан, южно от Хавайските острови.

Експедицията „Аполо-11“ завършва с триумфален успех. Заедно с изстрелването на първия изкуствен спътник на Земята и полета на първият космонавт Ю. А. Гагарин, кацането на човек на Луната се нарежда сред най-великите събития на отминалия 20-ти век.

Ето част от думите на Е. Олдрин, казани в последното телевизионно предаване от борда на „Аполо-11“: „Нашият полет беше много повече от три мъже в мисия до Луната, по-



Сн. 5. Кракът на астронавта Н. Армстронг стъпи върху лунната повърхност



Сн. 6. Астронавтът Е. Олдрин на фона на лунния модул „Игъл“

вече от усилията на един екип от учени и инженери, от усилията на едно правителство, повече дори от усилията на цял един народ. Той беше символ на неутолимото любопитство на човечество да изследва непознатото.“

4. Н1-ЛЗ – Съветската програма за изпращане на експедиция на Луната

През 1960 г. съветското правителство излиза с постановление „За създаването на мощни ракети-носители, спътници и космически кораби в периода 1960-1967 г.“. В това постановление се предвижда провеждането през периода 1960-1962 г. на проектно-конструкторски работи по създаването в СССР на нова, мощна ракетно-космическа система със стартова маса 1000-2000 t, способна да изведе в кръгова орбита около Земята, с височина 300 km, на

космически кораб с маса 60-80 t. За тази цел трябва да се разработят нови, мощни течнореактивни двигатели, включително и такива с гориво течен водород.

Новата мощна ракета е наречена Н1.

Първоначално е решено стартовата маса на ракетата да е 2200 t и се поставя целта тя да може да изведе в околоземна орбита 75 t полезен товар. За да се скъсят максимално сроковете за създаването на новата ракета, специалистите се спират на течнореактивни двигатели с гориво керосин и окислител течен кислород и притежаващи тяга от 150 t. Подобни двигатели биха могли да се създадат във вече съществуваща производствена база, с минимални допълнителни разходи.

Н1 е тристепенна ракета. Първоначално се предвиждало в първата степен да се използват 24 ракетни двигателя, тип НК-15, във втората степен 8 двигателя тип НК-15 и в третата степен – 4 двигателя тип НК-19. Тъй като големият съветски специалист по течнореактивни двигатели В. П. Глушко отказва да се включи в проекта, разработването на двигателите е поверено на ОКБ-276 с ръководител Н. Д. Кузнецов. Това конструкторско бюро нямало достатъчно опит в разработването на течнореактивни двигатели и то не притежавало необходимата експериментална и стендова база. Това се отразило на сроковете на създаването на ракетата.

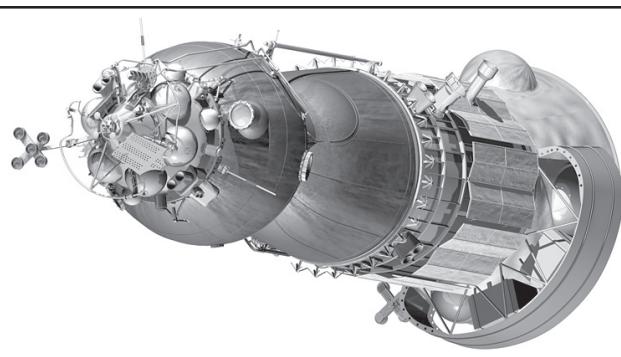
Сн. 7. Съветската ракета-носител Н1

Първоначално ударението било върху военното приложение на новата мощна ракета. Скоро обаче станало известно, че американските специа-

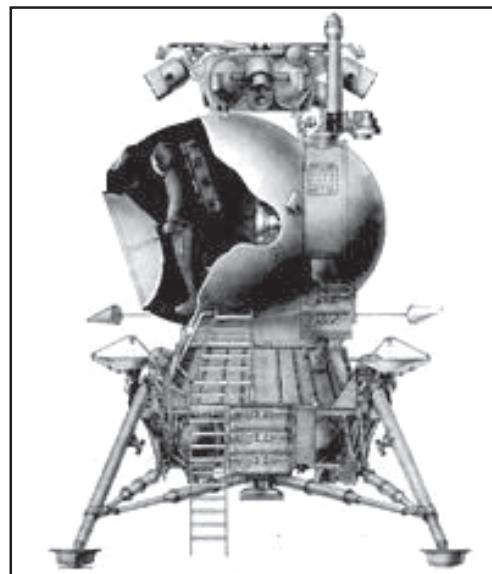
листи по космическа техника много бързо напредват със своята лунна пилотирана програма „Аполо“ и политическото ръководство на страната измества акцента в посока на осъществяването на полет до Луната. Като главно предназначение на ракетата Н1 сега се посочва изпращането на експедиция до Луната, кацането на съветски космонавт на лунната повърхност и връщането на екипажа обратно на Земята.

Избраният сценарий на полета до Луната и обратно повтаря американска схема. Започва разработването на лунен орбитален кораб (ЛОК) и на спускаем апарат или лунен кораб (ЛК). Съветската лунна програма предвижда изпращането на експедиция от двама космонавти, като на Луната трябва да кацне само един от тях. Общата продължителност на полета до Луната и обратно се оценява на 11-12 дни. Така модифицираната програма получава названието Н1-Л3.

В хода на работата по проекта С1-Л3 са решени множество изключително сложни задачи с научен и технологичен характер. Ето само малка част от тях: изработването на голямогабаритни заваръчни конструкции, топлинното изолиране на резервоарите при криогенни температури, използването на нови метални и неметални материали, заваряването да детайли с голяма дебелина и мн. др. Разработването на конструкцията на ракетата изисквало нов подход към якостните изчисления на различните детайли и възли с отчитане на спецификата на съществуващите натоварвания. Трябвало да се решат сложни въпроси на статичната и динамичната здравина на конструкцията. Наземните тестове на здравината на конструкцията включвали разнообразни статични, динамични и ударни изпитания на отделните възли и агрегати. Те включва-



Сн. 8. Съветският лунен орбитален кораб



Фиг. 9. Съветският лунен модул

ли също провеждането на високотемпературни изпитания и на тестове в условията на висок вакуум и на безтегловност.

Голяма трудност била свързана и с контролирането на геометричните параметри на ракетната система, която била подложена на деформация, предизвикана от значителните изменения на температурата на въздуха с височината в монтажния корпус (5°C - 10°C). Създадена била специална система за отопляване на огромното здание.

Създаването на ракетно-космическата система С1-ЛЗ обаче се оказва изключително мащабна и сложна задача.

Проблеми с финансирането също забавяли реализацията и заставяли нееднократно С. П. Корольов да се обръща към правителството за съдействие.

Междувременно станало ясно, че за да може да се осъществи експедицията до Луната, с двама космонавти на борда на космическия кораб, ще е необходимо в околоземна орбита да бъде изведен над 95 t полезен товар. Броят на ракетните двигатели в първата степен на ракетата С1 е увеличен на 30, а стартовата маса на ракетата е увеличена на 2800 t.

Първоначално системата за управление се състояла само от аналогови и релейни системи, но по-късно в управлението на космическата система е включен и бордови компютър.

Първите две тестови изстрелвания на космическата система С1-ЛЗ се състояли на 21 февруари 1969 г. и на 3 юли 1969 г. и завършили с неуспех. При първото изстрелване на ракетата възникват високочестотни трептения в газогенератора на един от двигателите на първата степен, откъсва се един от щучерите и поради изтиchanето на компоненти на горивото възниква пожар. При второто изстрелване на комплекса С1-ЛЗ възниква авария в един от двигателите на първа степен, най-вероятно поради повреда в помпата на окислителя.

Следват две години анализи, изпитания, провеждането на нови разчети и измервания с цел повишаването на надеждността на двигателите и на другите системи и агрегати на ракетно-космическия комплекс.

За съжаление следващите два нови старта на космическата система С1-ЛЗ, състояли се на 27 юли 1971 г. и на 26 ноември 1972 г., също завършват с неуспех. При третото изстрелване възникват проблеми със стабилизацията на полета на ракетата, вероятно поради непредвидени допълнителни пертурбиращи моменти. При четвъртото изстрелване се разрушава помпата на окислителя на един от двигателите.

Междувременно през декември 1972 г. с полета на космическия кораб „Аполо-17“ САЩ завършват своята програма за пилотирани полети до Луната. Интересът на ръководителите на комунистическата партия и на правителството към програмата за изпращането на съветски космонавти на Луна-та бързо изчезва. През юли 1974 г. работата по програмата С1-ЛЗ е прекратена.

За съветската програма за изпращането на космонавт на Луната са похарчени общо над 4 милиарда рубли (по цени от 1970 г.).

5. Петте най-важни научни открития на програмата „Аполо“

1. Луната е еволюирада планета от земната група с вътрешнозонова структура, подобна на тази на Земята. Преди проекта „Аполо“ въпросите за строежа и произхода на Луната са били обект на нескончаеми дискусии. Днес се знае, че Луната е изградена от скалист материал, който многократно е бил разтопяван и разрушаван от изригването на вулкани и от въздействието на метеорити. Луната има дебела кора (60 km), почти неизучена литосфера (60-1000 km) и частично течна астеносфера (1000-1740 km), с възможно малко желязно ядро. Някои следи показват, че някога Луната е притежавала магнитно поле, но в момента Луната няма собствено магнитно поле.

2. Луната е старо небесно тяло. По нея все още съществуват следи от нейната най-ранна история (първите 1 млрд. години), която би трябвало да бъде обща за всички планети от земната група. Събраната обширна информация за метеоритните кратери върху Луната, когато се съпостави с данните за абсолютната възраст на взетите скални пробы, дава ключ за разрешаването на много неразгадани въпроси за геологичната еволюция на Меркурий, Венера и Марс. Фотогеологичната интерпретация на данните за тези планети се базира главно на резултатите, получени от проекта „Аполо“.

3. Най-младите лунни скали са приблизително толкова стари, колкото най-старите земни скали. Следи от най-ранните процеси, които вероятно са протичали и на двете небесни тела, сега могат да се открият само на Луната. Възрастта на лунните скали е около 3.5 млрд. години в областта на моретата и около 4.6 млрд. години в областта на планините. Активните геологични процеси, включително тектоничните и ерозийните, непрекъснато са променяли повърхността на Земята, докато лунната повърхност почти се е запазила в своя древен вид.

4. Луната и Земята са генетично свързани небесни тела и са формирани от различни пропорции на един общ „резервоар“ от материя. Лунните и земните скали имат различаващо се, но подобно съдържание на изотопите на кислорода, а това ясно сочи към общо родословие. В сравнение със Земята обаче Луната е бедна на желязо и на летливи елементи, необходими за формиране на атмосферните газове и вода.

5. На Луната няма живот. На Луната няма живи организми, изкопаеми и не са открити следи от органични елементи. Внимателното изучаване на взетите над 400 kg лунни пробы не показва наличието на следи от живот, нито в миналото, нито сега. Учудващо отсъстват и небиологични органични съединения.

ЗАКОНЪТ НА КУЛОН И ВЪЗРАСТТА НА ВСЕЛЕНАТА

Мирослав Стайков,
Виктор Стойнов

През XVIII в. френският физик Шарл Кулон извършва първите точни количествени измервания на електричните сили. Опитната постановка представлява Кулонова везна. В стъклен съд на тънка нишка е окачена хоризонтална стъклена пръчка. На единия край на пръчката е поставено позлатено топче A. а на другия край – балансираща теглилка T. На известно разстояние от топчето A е закрепено неподвижно такова топче B. Двете топчета се зараждат с едноименни електрични заряди. Неподвижното топче B отблъска топчето A с електрична сила F и стъклената пръчка се завърта. За да се възстанови първоначалното положение на пръчката. трябва да се усуче нишката в противоположна посока на определен ъгъл. Тогава еластичната сила. с която усуканата нишка действа на пръчката, уравновесява електричната сила F .

Кулон прави опит при постоянен заряд на двете топчета, като променя разстоянието между тях. Той установява, че когато разстоянието нарасне 2 пъти, силата намалява 4 пъти. При 3 пъти по-голямо разстояние силата е 9 пъти по- малка. Оттук следва изводът, че електричната сила F е обратнопропорционална на квадрата на разстоянието между зарядите, т.е. $F \sim r^{-2}$.

След това Кулон поддържа постоянно разстоянието между топчетата, а променя заряда на топчето B. Това става с помощта на трето топче C, еднакво е първите две. Когато незареденото топче C се допре до B, зарядите се разпределят по равно между двете топчета, тъй като те са еднакви. Така след отстраняване на C зарядът на B намалява наполовина. Измерванията показват, че електричната сила също намалява 2 пъти. Чрез подобни опити Кулон установява, че електричната сила е правопропорционална на произведението от големините на q_1 и q_2 .

Със сигурност няма експериментален физичен закон, валидността на който да е проверявана повече от закона на Кулон. Проверките са в две посоки: първо, да се установят границите на приложимостта му (ако такива съществуват), т. е. за какви разстояния е валиден, и, второ, да се установи точността, с която можем да твърдим, че степенният показател в знаменателя е 2. Тук ще разгледаме един въпрос, свързан само с втория аспект на въпросните проверки.

Пръв експериментално установява обратно пропорционалната зависимост между електричната сила и квадрата от разстоянието англичанинът

Джон Робисън още през 1769 г. Ако запишем закона като $F \sim r^{(2+q)}$, точността на неговите опити позволява да се твърди, че $q \leq 6 \cdot 10^{-2}$. Хронологично следващи са опитите на Хенри Кавендиш, който през 1773 г. повишава точността три пъти и сваля горната граница за q до $2 \cdot 10^{-2}$. Нито Робисън, обаче, нито Кавендиш съобщават резултатите си, така че ролята на първооткривател се полага на Шарл Кулон, който за пръв път публикува зависимостта $F \sim r^2$ през 1785 г., т. е. 16 години след Робисън и 12 след Кавендиш. Затова, въпреки че точността в неговите опити е по-малка от тази в опитите на Кавендиш (от опитите на Кулон следва само, че $q \leq 6 \cdot 10^{-17}$), законът днес заслужено носи неговото име.

Мястото на закона на Кулон във фундамента на цялата физика определя непрекъснатите усилия – вече 220 години след публикацията на Кулон – за намаляване на горната граница на поправката q . Така в едни от последните експерименти въпросната граница бе намалена с 15 порядъка в сравнение с началните опити (и доведена до $q \leq 6 \cdot 10^{-17}$).

Зашо точно възрастта на Вселената?

Дотук всичко е повече или по-малко известно. Какво общо има обаче то с възрастта на Вселената? За изясняване отговора на този въпрос ще припомним, че проверките на закона на Кулон са два вида – преки (като тези в опитите на Кулон и Кавендиш) и косвени. Косвените се опират на едно от важните следствия на квантовата електродинамика: фотонът, посредникът при електромагнитните взаимодействия, е безмасова частица, само ако поправката q в знаменателя на закона е нула, т. е. ако електричната сила е точно обратно пропорционална на квадрата от разстоянието между зарядите. По такъв начин въпросът за проверката на закона на Кулон се свежда до проверка на факта, че масата на фотоните е нула. Въпросните проверки са също два вида: чрез лабораторни експерименти и чрез наблюдения върху земното магнитно поле, на дисперсията на светлината от звездите, на космическото реликтово лъчение и др. п. Като се започне от първите оценки на Де Бройл от 1940 г. ($m\gamma \leq 0,8 \cdot 10^{-42}$ kg), горната граница за масата $m\gamma$ на фотона непрекъснато намалява, като една от най-ниските стойности, дадена за нея от Чибисов през 1976 г. въз основа на оценки, свързани със стабилностите на галактиките, е $m\gamma \leq 3 \cdot 10^{-63}$ kg. (Ако точността в опитите на Кулон, съдържаща се в оценката $q \leq 4 \cdot 10^{-2}$, се изрази като горна граница за фотонната маса, тя съответства на $(m\gamma \leq 10^{-42}$ kg.)

Въпросът е: има ли физични съображения, които поставят граница на точността, с която експериментално може да се провери законът на Кулон? Ясно е, че поради експерименталния характер на закона, ние никога няма да бъдем сигурни, че $m_\gamma = 0$ (или – че $q = 0$), тъй като всеки експеримент се съпътства с грешки. Докога обаче можем да увеличаваме точността? Има

ли този процес някаква граница? Оказва се, че има и тя е свързана със съотношенията на Хайзенберг за неопределеност

Както е известно, според едно от тези съотношения неопределеностите на енергията ΔE и на интервала време Δt удовлетворяват неравенството $\Delta E \Delta t \geq h$. Понеже енергията на частица с маса m_γ е $m_\gamma c^2$, неопределеността на масата не може да е по-малка от

$$\Delta m_\gamma \geq h/(\Delta t)c^2$$

Най-малка неопределеност на масата ще получим, като за Δt използваме възможния най-голям интервал време – възрастта на Вселената. Ако за Δt приемем стойността 10^{10} години, т. е. $10^{10} \cdot (365 \text{ дни}) \cdot (24 \text{ часа}) \cdot (3600 \text{ секунди})$ и използваме известните стойности за константата на Планк h и за скоростта с на светлината във вакуум, получаваме, че

$$\Delta m_\gamma \geq 10^{-69} kg$$

И така, щом днес експериментално установената горна граница за масата на фотона е $10^{-69} kg$, ако физиците успеят да подобрят точността на опитите с още 6 порядъка, те могат да изоставят всички по-нататъшни опити за проверка на закона на Кулон – съотношението за неопределеност не позволява днес да се слезе под границата от $10^{-69} kg$! Е, положението не е толкова трагично – след някой и друг милиард години знаменателят в дясната страна на неравенство ще намалее и отново ще има смисъл да се проверява законът на Кулон...!

КАВЕНДИШКАТА ЛАБОРАТОРИЯ. В Кеймбридж се противопоставят два свята: математическият елит се опълчва срещу нахлуването на експерименталната физика

Ендрю Уорик

Има ли място лабораторията по физика в лоното на университета в Кеймбридж? В началото на 1870-те години въпросът вълнува това високо място на формиране на британския елит. Основана върху математическа виртуозност, системата на безпощаден подбор създава виждане за физическия свят, което изглежда тотално несъвместимо с изискванията на експерименталната лаборатория. За да създаде системата, Джеймс Кларк Максуел успява да победи съпротивата на университета и отваря вратите на Кавендишката лаборатория през 1874 г.

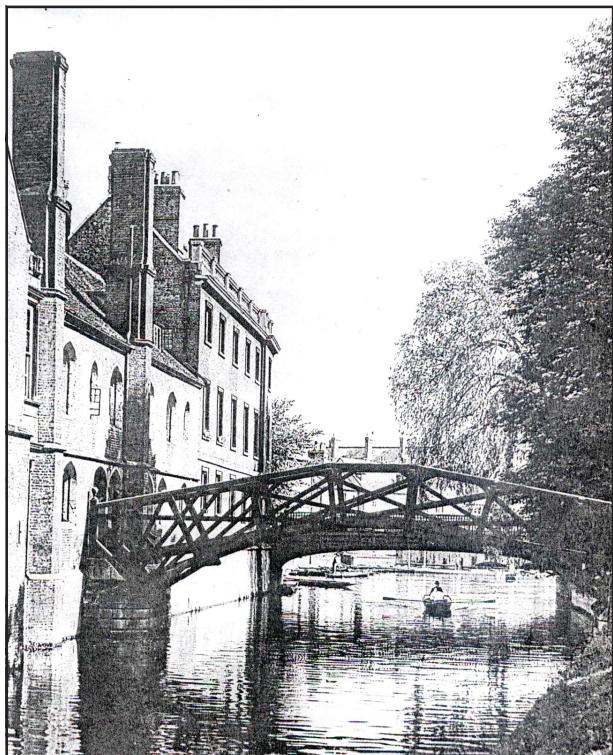
Днес съществуването на физиката като академична дисциплина не повдига въпрос за никого и упражняването на професията на физика ни изглежда съвсем естествено. Достатъчно е да се пренесем в сравнително недалечно минало, малко повече от век, във времената на Джаул, Томсън и Максуел, за да забележим един поразителен контраст. През 60-те години на XIX век никой голям университет не е имал катедра по физика. Терминът „физическа лаборатория“, измислен от Уилям Томсън, за да опише своето ателие в Глазгоу, остава непонятен за по-голямата част от колегите му. Колкото до „физик-експериментатор“ в съвременен и професионален смисъл на думата, той витае в облаците.

Тази бъркотия във физическия пейзаж става през втората половина на XIX век. В Кеймбриджкия университет този преход се развива на основата на противопоставянето на два културни свята, всеки свързан със своето виждане за физическия свят.

Първият свят е този на математическата физика. През XIX век система на образование в Кеймбридж отдава действително солидна част на изучаването на математиката. Най-престижната английска университетска диплома тогава е *Tripos* по математика в Кеймбридж (еквивалентна на лицензиат). (Думата „*трайпос*“ произлиза от триножник (трайпод), върху който през XVI век е седял председателят на научните събрания. По-късно в Кеймбридж устните екзаменатори ще бъдат наричани мистер Трайпос. Изразът „*математичен трайпос*“ се появява през XIX век.) По-голямата част от тези, които са се подготвяли там, не са имали намерение да стават професионални физици или математици. За стратезите на трайпос математиката не е била

цел, а средство: тя образува основата на това, което тогава наричат „свободно образование“, обща подготовка на ума. Действително, тази съществена функция на трайпос, образованието на елита на бъдещите ръководители на Великобритания и нейната империя, оказва дълбоко влияние върху самото съдържание на програмите.

През първата половина на XIX век главният архитект на трайпоса по математика е Уилям Юел. През 30-те и 40-те години той дава на този изпит формата, която се запазва чак до края на века. Юел тогава не е благосклонен към масираното въвеждане на аналитичната математика, създадена неотдавна от французите Лаплас, Лагранж, Фурье и Френел. За Юел трябва наистина да се направи ясна разлика между „постоянната“ наука и „раз развиваща-та“ се наука, между солидно установеното познание и търсенето. Първата е на-пълно приспособена към общата подготовка, защото позволява да се предложат на студентите добре определени проблеми. Втората е подложена на непрестанни ревизии, за да служи ефикасно на образованието на най-блестящите британски мозъци.



Пrestижът на математиката в Кеймбридж се отразява дори в назованията на постройки: този мост на Куинс Колидж над река Кам се нарича „Математически мост“.

От тази гледна точка за Юел евклидовата геометрия и нютоновата механика са неизбежни. През 1848 г. той отменя курсове по теория на топлината и електромагнетизма. Наистина, тогава двата закона на термодинамиката не са били още формулирани, понятието за енергия не е още изказано и теорията на електромагнетизма е далеч от стабилната форма, която трудовете на Максуел ще й придадат двадесетина години по-късно. С това решение две области, които в цялата викторианска епоха представляват бъдещето на физиката, отсъстват от трайпос след 1848 г. Дисциплини, които имат предимство според Юел, задържат по този начин студентите във физичен свят, населен с макари, машини и сили, където матема-

тичните символи почти нямат място. Във викторианска Великобритания социалният престиж на трайпоса по математика е огромен. След триседмичен изпитен период, през който се редуват 15-20 тричасови писмени изпита, резултатите се обявяват по един неизменен ритуал в голямата заседателна зала на университета. Първите класирани получават титлата „ренглер“ и името на първенца на випуска, старшия ренглер, се афишира в едно от националните списания. (Както трайпос, изразът се появява в епохата на устните „диспути“ по философия и теология. „To wrangle“ значи споря. Използван да означава най-добрите спорещи, терминът се запазва чак до въвеждането на писмени изпити в Кеймбридж.) По традиция, родният град на „на г-н Ренглер“ организира церемонии в негова чест и за да се отпразнува събитието не се колебаят да дадат един ден ваканция на всички студенти.

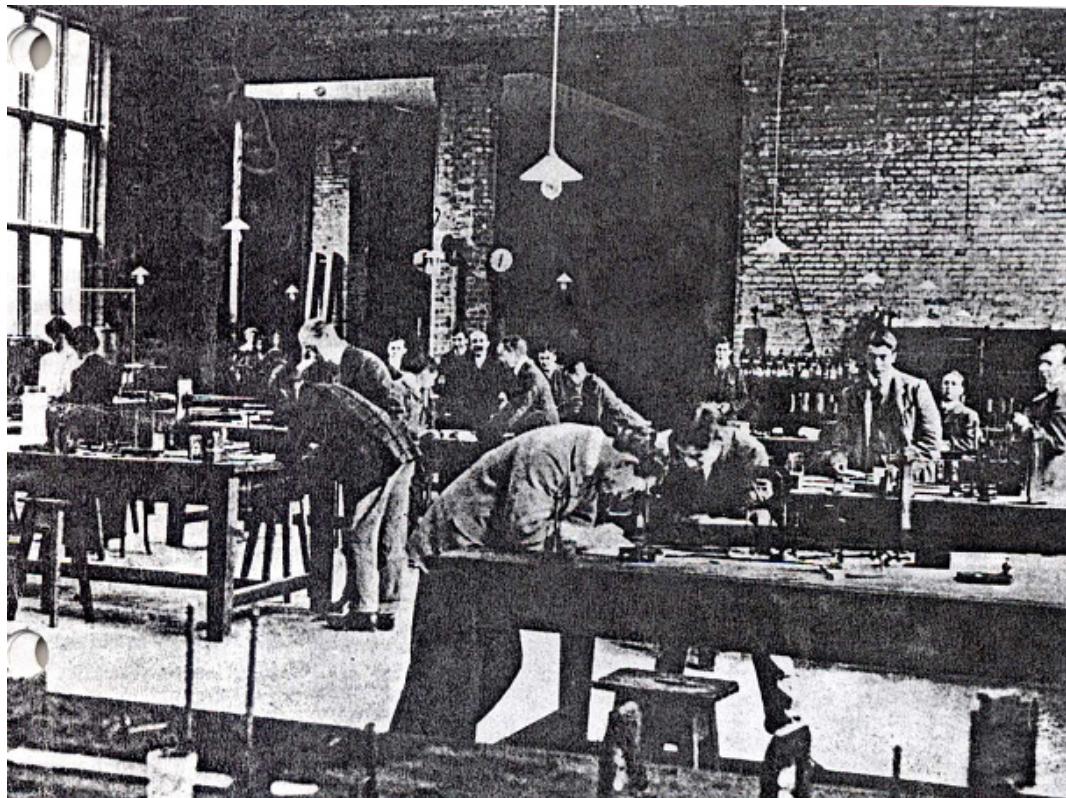
Този престиж не престава да расте в течение на първата половина на



След 1840 г. всеки кандидат, който се стреми към успех на изпита по математика, трябва да се запише в частен курс на професионален репетитор. Най-прочутият създател на първенци на класа е Едуард Раут (седнал в центъра на снимката), който изгражда Максуел с поредица от изпити през 1854 г. През 30-годишната си кариера Раут обучава повече от 700 ученици и 28 старши на випуски. Между неговите възпитаници от 1880 г. най-блестящите, които ще завършат първи и втори, са Джозеф Лармор и Джозеф Джон Томсън (прави вдясно и вляво на вратата).

XIX век. С увеличаването на социалната мобилност съперничеството между студентите става по-остро. В Кеймбридж професорите, отговарящи за основните курсове, изпитват все по-големи трудности, за да осигурят едно адекватно образование. Появява се система от частни консултанти репетитори. Към 40-те години на века за амбициозните студенти става абсолютно необходимо да се обучават с частен учител. Отговорните лица за трайпос ще съжаляват за тази еволюция, тя се налага решително. В една кратка история на трайпос, написана от У. У. Роуз Бол, втори на випуск 1874 г., се констатира прозорливо: „ако нямащие катедра по математика (през XIX в.), навсякънко историята на университета практически не би се променила“.

Уилям Хопкинс, седми на випуск 1827 г., пръв прави кариера на професионален репетитор. Успехът му е такъв, че го наричат „фабрикант на старии ренглъри“. В дългия списък на неговите възпитаници се намират имената на знаменитите ренглъри Джордж Стокс, Уилям Томсън, П. Дж. Тейт, Джеймс



(Репродукция от книгата на Дж. Дж. Томсън „Спомени и размисли“, Лондон, 1936 г.)
Кавендишката лаборатория по физика дължи съществуването си и името си на ректора на университета Уилям Кавендис, който жертва своето лично богатство, за да осигури строежа ѝ.

Кларк Максуел, Френсис Галтън. Хопкинс разработва основни методики, които ще се предават на следващите поколения репетитори до началото на XX век. Когато той се оттегля през 1860 г., е заместен от един от най-блестящите си ученици – Едуард Раут.

Раут завършва начало на випуск 1854 г., пред знаменития Джеймс Кларк Максуел. Роуз Бол е описал накратко метода на обучение на Раут: „*Той четеше основните лекции три пъти седмично на класове от 8 до 10 млади хора на почти еднакво ниво. Работата, която трябваше да се извърши между лекциите, беше внушителна и обхващаща 8-9 особено трудни упражнения върху темата на лекциите. Изпити имаше постоянно*“.¹ Раут достига още по-голям успех от Хопкинс: между 1858 и 1888 г.г. той обучава около 700 ученици, по-голямата част от които завършват в първите редици на трайпос. През своите 30 години в кариерата като репетитор, той създава 28 „старии ренглъра“. От гледна точка на историята на математическата физика в Кеймбридж Раут заема решаваща позиция: действително именно през 1860 г. термодинамиката и електромагнетизъмът са въведени отново в програмата на трайпос. Приложенията на електромагнетизма възникват през предишното десетилетие, главно благодарение на електрическия телеграф. В областта на теорията трудовете на Уилям Томсън (бъдещ лорд Келвин) и Джеймс Кларк Максуел придават на ученията за електромагнетизма и топлината стабилна математична форма. По думите на Юел статутът на тези науки се беше изменил: те не бяха вече „раз развиващи се“ науки, те бяха станали „постоянни“ науки. Техният математически формализъм предлагаше накрая многобройни възможности за „фабрикуване“ на задачи, приспособени към подбора на трайпос.

През 1873 г. се появява големият трактат на Максуел върху електричеството и магнетизма. Електромагнитната теория отначало фигурира случайно в изпитните задачи. Изучаването ѝ тогава не е лесно за по-голямата част от студентите: без предварителна подготовка по експериментална физика, те почти не са свикнали с уредите и техническия жаргон на електротехниците. Искрено казано, те имат малко интерес към инструментите. Ричард Глейзбрук, пети ренглър през 1876 г., е запазил болезнен спомен за своето незачитане на този аспект на физиката. Запитан от лорд Рейли върху теорията на Уитстъновия мост и измерването на електрични съпротивления, той не може да отговори: „*Аз бях изучавал внимателно по-голямата част от трактата на Максуел... но, уви, не бях чел глава XI. Моят репетитор го беше отбелязал отначало с едно O (omit – пропускам). Сигурно той е коригирал това по-късно, но тогава аз нямах никаква представа какво е Уитстънов мост*“.² Лорд Рейли не е проявил строгост към този пропуск, тъй като по-късно Глейзбрук ще стане негов асистент... Ако практическите аспекти са изоставени, то математичното господство на електромагнитната теория е реално на страната на репетиторите и Раут го разбира. Към края на 70-те години студентите, подгответи при Раут,

ще образуват първата генерация физици, която ще задълбочи изследванията на Максуел. Именно през този период в Кеймбридж се заражда един втори физичен свят – този на експерименталната физика.

ПО-ГОЛЯМАТА ЧАСТ ОТ ЛАБОРАТОРИИТЕ ПО ФИЗИКА СА ЗАМИСЛЕНИ КАТО МЕСТА НА ОБУЧЕНИЕ, А НЕ НА ИЗСЛЕДВАНЕ

Превъвеждането на електромагнетизма и теорията на топлината в програмата за трайпос се вписва в действителност в една широка програма за реформи: чрез уговаряне на различни членове на университета и правителството то има амбицията да придае повече значение на изследванията и особено да се разбере предложението за обзавеждане на Кеймбридж с лаборатория по физика. През 60-те години много британски университети имат вече такива лаборатории.

Постепенно се осъзнава значителната роля, която първата между тях, лабораторията на Уилям Томсън в Глазгоу, играе в развитието на подводната телеграфия. При все това, лабораториите по физика, създадени през 60-те и 70-те години, са замислени преди всичко като места на обучение, а не на изследване: студентите могат да усвоят методите на точно измерване, съществени за новата физика. Дали вечните истини на Евклид и Нютон са представлявали идеалната подготовка на елита? Тогава точните измервания ще трябва да изострят мисленето на инженера във викторианска епоха.

Нужна ли е била такава лаборатория в Кеймбридж? Нейното създаване изглежда е нямало най-добрите покровители. Университетът никога не е финансиран лабораторно обучение и мнозина членове на университета се отдръпват от проекта. Те мислят, че „индустриалната“ атмосфера, която царува в такава лаборатория, ще бъде неизгодна както за университета, така и за студентите, които тя търси да привлече. Репутацията на Кеймбридж е почивала върху интелектуалната подготовка, символизирана от трайпос по математика, а не върху способността да произвежда хора, знаещи да боравят с микрометри и да измерват отклонения.

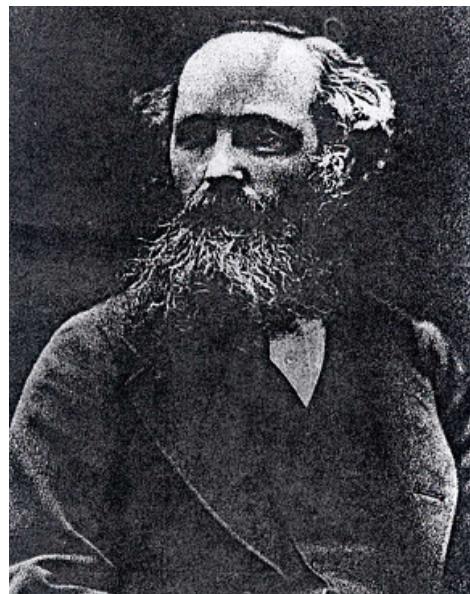
Въпреки тази мощна съпротива, проектът следва своя път. Извън Кеймбридж се чуват влиятелни гласове, включително и в правителствени комисии: те са разтревожени от липсата на средства, предоставени на университета, за да води изследователска работа по физика. Тази липса се чувства особено при електромагнетизма и термодинамиката. Тези две области, по природа решително експериментални, в действителност могат трудно да бъдат обхванати без известна близост с практическите им аспекти. Най-после противниците изказват финансови аргументи: университетът не разполагал с достатъчно пари за финансиране на толкова скъп проект. Това възражение отпада, след като ректорът на университета Уилям Кавендиш, херцог на Девоншир, земевладелец и индустрискиец, бивш ренглър, жертва част от своето лично имотно състояние: той ще плати за построяване на лабораторията при условие, че универси-

тетът финансира нова катедра – по експериментална физика. Бързо се сключва спогодба и лабораторията ще получи името на своя меценат.

Университетът опитва отначало да привлече в Кеймбридж някои от най-добрите ръководители на лаборатории в света. Уилям Томсън и Херман фон Хелмхолц отклоняват предложенията. Кеймбридж се обръща тогава към Джеймс Кларк Максуел. Втори от выпуск 1854 г., Максуел вече е доказал изключителни качества в теорията на топлината и електромагнетизма. След известни колебания той приема поста и започва да разработва планове за бъдещата лаборатория.

Очевидно Максуел не се е захващал никога с такава задача. За да компенсира своята липса на опит, той настойчиво иска съветите на други ръководители на лаборатория и особено тези на Уилям Томсън. През март 1871 г. той му пише: „*Бихте ли могли, ако имате време, да mi дадете някои познания относно необходимия материал за експериментална физика в Кеймбридж? Учебни зали, безспорно. За местата за подреждане на апаратите също. Една голяма зала с маси и т.н. за дебютанти. По-малки места, за да могат старите експериментатори да оставят своите опити инсталирани за няколко дни или седмици. Добър часовник на спокойно място, закрепен на здрав постамент... Мотор (ако можем да получим), за да функционират уредите*“. Проблемите, срещнати от Максуел, не се ограничават с материална организация на лабораторията. Кеймбридж се оказва в действителност място малко благоприятно за функционирането на лаборатория. За разлика от Глазгоу, Манчестер и Лондон например, Кеймбридж не е индустриски град: той не предлага резерв от квалифицирана работна ръка или производители на инструменти.

Тази трудност ще продължи да спъва изследванията в Кеймбридж през 70-те години. През 1877 г. Максуел ще се оплаче още: „*Да се ръководят експерименталните изследвания в Кеймбридж беше неудобство, защото апаратурите се произвеждаха в Лондон. Експериментаторът може да се види с произво-*



След като е написал своя трактат по електричество и магнетизъм в своето шотландско имение, Джеймс Кларк Максуел се връща в Кеймбридж през 1871 г., за да подготви откриването на Кавендишката лаборатория. (Репродукция по Дж. Дж. Томсън и др., История на Кавендишката лаборатория, 1871-1910 гг., Лондон, 1910)

дителя на инструменти и не се държеше сметка за всички ресурси на неговата работилница, а инструкциите не бяха разбирали напълно от изпълнителя. От друга страна, изпълнителят не можеше да види инструментата в действие и всички предложения, които той би могъл да направи за неговото подобреие, се губеха или направляваха лошо“.

Максуел наема един квалифициран техник, Робърт Фулчър, за да започне да се освобождава от тази зависимост от далечните доставчици. През следващите години проблемът ще се решава постепенно с развитие на собствени работилници в рамките на лабораторията, създавайки съответни екипи от техники. Накрая, през 80-те години, създаването на Кавендишката компания за научни инструменти ще бъде ценна придобивка.

Кавендишката лаборатория отваря официално врати през 1874 г. Максуел отговаря едновременно за обучението и изследванията. Още от своето назначение той съзнава трудностите, които го очакват. През 1871 г. той пише например на лорд Рейли: „Ще трябва да се положат определени усилия, за да влезе експерименталната физика в нашата университетска система... Да отклоним умовете (на студентите) от символите и мисловните опити, за да ги ориентираме към конкретни уреди, е твърде изискващо като начало, но впоследствие е възможно да се оставим да ни пленят напълно наблюденията и да забравим всички научни аспекти“. Максуел се бои, че студентите ще изоставят учебните занятия по математика, без да намерят малко по-добро класиране в трайнос и че тогава „целият университет и всички родители ще ни упрекват“. В действителност неговите беспокойства са неоснователни. Студентите, способни да разберат неговите лекции по електричество и магнетизъм, не можеха да бъдат друго освен ренглъри, които след няколкогодишно обучение единствено имаха достатъчно майсторство за необходимите математически дисциплини.

Още от старта атмосферата в Кеймбридж се различава от тази, която царува в другите физични лаборатории, създадени през същата епоха. Докато те са по-скоро свръхнатоварени – често във вреда на изследователската работа на професорите – Кавендишката лаборатория се обитава от самото начало от малка група студенти.

Тези няколко ентузиасти, които работят всекидневно под наблюдението на експериментатора Уилям Гарнет, се запознават постепенно с уредите, скрити зад математичната теория на Максуел. Започва се обикновено с магнитометъра на Кю, за да се определи интензитетът на земното магнитно поле. Без да има висока трудност, това измерване им позволява да придобият първични познания и умения за инсталирането на уреда, да узнаят, че трябва да се положат грижи да се изолира от възможни влияния, да обсъдят внимателно подробностите в лекция. Най-мотивираните студенти използват лабораторните уреди, за да предприемат оригинални експерименти, често основани върху изследователски задачи, посочени в трактата на Максуел.

Когато Максуел умира преждевременно през 1879 г., директорството на Кавендишката лаборатория се поема от друг ренглър: лорд Рейли. Рейли се обръща към един физик от Манчестер, Артур Шустер, за да поиска на свой ред съвет за организацията на лабораторията. Шустер, който е работил в нея по времето на Максуел, казва, че тя се справя зле с начинаещи студенти. Използвайки своя немски опит при Кирхоф и Хелмхолц, той дава предложения за достигане на по-многобройни класове и на ниво по-ниско от това на ренглър. Лорд Рейли следва препоръките на Шустер и наема двама нови експериментатори – Уилям Шо и Ричард Глейзбрук. Двамата водят практически упражнения три пъти седмично, както и уведен курс по физика.

През този период Кавендишката лаборатория постепенно се заселва. Но по-голямата част от нейните студенти идват не от математиката – те са записани в новата изборна специалност – физика за трайпос по експериментални науки. Ренглърите, издържали трайпос по математика, стават скоро малцинство в лабораторията. За аспирантите-физици курсовите и практическите работи съставят тогава сърцевината на обучението: няма вече никакви контакти с репетиторите по математика. Двата свята на физиката в Кеймбридж все повече се раздалечават.

В системата, въведена от Глейзбрук и Шо, студентите работят по двама. Пристигайки в лабораторията, те преглеждат внимателно лист, който им задава определено упражнение. Необходимите инструменти и ръкописните бележки, уточняващи процедурата за изпълнение, са подредени в страни. Преди да напусне класната стая, всяка двойка написва протокол върху своята работа и обяснява получените резултати. Всяка вечер Глейзбрук и Шо преглеждат тези отчети. Ако са удовлетворени от работата на двойката, те ѝ дават нов експеримент за следващия ден. Тази регламентирана система, твърде подобна на упражненията на репетиторите по математика, позволява ефикасно използване на ограничения персонал. Благодарение на нея Кавендишката лаборатория успява да увеличи бързо броя на студентите си. Глейзбрук и Шо трансформират своите ръкописни бележки в учебник, „*Практическа физика*“, който ще стане най-известното ръководство по експериментална физика във Великобритания през 90-те години на XIX век.

ТРИМА ПОСЛЕДОВАТЕЛНИ ДИРЕКТОРИ НА КАВЕНДИШКАТА ЛАБОРАТОРИЯ ОФОРМЯТ ПОРТРЕТА НА ИДЕАЛНИЯ ФИЗИК – МАТЕМАТИК И ЕКСПЕРИМЕНТАТОР ЕДНОВРЕМЕННО.

Когато Рейли се пенсионира през 1884 г., назначаването на негов приемник предизвиква жив дебат. Някои преценяват, че несъмнено съществуващата атмосфера в лабораторията смущава спокойствието на университета. Глейзбрук вероятно е твърде свързан с това настроение, за да му се довери управлението ѝ. За всеобща изненада изборът пада върху младия 26-годишен Дж. Дж. Томсън. Томсън не е имал репутацията на експериментатор, но е бил ренглър от висок клас, който неотдавна е направил своите приноси в математични

проблеми, повдигнати от теорията на електромагнитното поле на Максуел. По време на своите 10 години като професор в Кавендишката лаборатория Томсън увеличава още повече броя на студентите си. През 1895 г. университетът изменя своя регламент: на студенти, получили диплома в друг университет, британски или чуждестранен, се разрешава да идват в Кеймбридж, за да предприемат изследвания в Кавендишката лаборатория. По такъв начин от Нова Зеландия например пристига един млад студент: Ърнест Ръдърфорд.

Дж. Дж. Томсън успява да отдели време и за своята собствена изследователска работа. Той се съсредоточава върху електрическия разряд в разредени газове. През 90-те години редица европейски експериментатори се заинтересуват от природата на катодните лъчи. Тази програма на изследвания заставя екипа на Кавендишката лаборатория да разработи нови методи, за да придобие умения, свързани със стъклодувството, в осъществяването на висок вакуум и получаването на високи електрични напрежения. За Томсън тази изследователска програма позволява отначало да се хвърли светлина върху тайните на електричната проводимост.

Технологичното майсторство по катодни лъчи в Кавендишката лаборатория скоро донася неочеквани плодове. През 1895 г. зрелищното получаване на Х-лъчи от германския експериментатор Вилхелм Ръонтген поставя катодната тръба в центъра на експерименталната физика. Именно при опит да възпроизведе някои експерименти на Ръонтген, Томсън осъществява измерванията, които през 1887 г. го довеждат до знаменития извод: катодното лъчение е съставено от токове на субатомни частици (това, което днес наричаме електрони). Към края на 90-те години появата на Х-лъчите и идентификацията на тези корпускули открива безспорно, заедно с откриването на радиоактивността, една нова ера. Благодарение на трудовете на професорите от Кавендишката лаборатория, на една кохорта от преподаватели, експериментатори, техници и майстори, останали в сянка, тази лаборатория се намира в отлична позиция, за да изиграе значителна роля в изследователските области, свързани с физиката на лъченията и електричната структура на веществото.

Успехът на Кавендишката лаборатория през 90-те години не означава, че двете общности – на ренглерите и професорите от Кеймбридж – са се обединили или са се научили мирно да съсъществуват. Тримата последователни директори на лабораторията (Максуел, Рейли, Томсън) очертават обаче, всеки на свой ред, портрета на идеалния физик – математик и експериментатор едновременно. В своята встъпителна лекция Максуел например заявява: „*Естествено е да се очаква, че получаването на физични знания чрез комбинирането на математичния анализ и експерименталното изследване ще бъде по-солидно, по-ценно и по-трайно от това на чистия математик или чистия експериментатор*“.

През 1882 г. Рейли изразява подобно мнение пред Британската Асоциа-

ция: „Извънредно желателно е експериментаторът да може да извърши изчисленията, необходими за неговата работа, което, обратно, ще го доведе до идеи за нови експерименти“. През 1910 г. Дж. Дж. Томсън ще се върне отново към темата: „Аз съм дълбоко убеден, че повечето от студентите в лабораторията имаха предимството да изучават математиката по-задълбочено от днес, докато тези, които изучаваха приложна математика, бяха по-малко въоръжени за изследвания, ако трябваше да се държи сметка за реалните лабораторни явления“.

Томсън не пести усилия, за да измени системата на обучение в Кеймбридж. През 90-те години той предлага цялостна реформа на трайпос, в резултат на която лабораторната работа и усвояването на математиката ще бъдат вътрешно свързани, но неговият проект е отхвърлен от университета. Той беше поставил практическа работа пред математиците без голям успех... Ведомственото разделение между изучаването на математическа и експериментална физика в Кеймбридж остава непокътнато. „Трудно може да се намери университет в света, се оплаква Томсън през 1908 г., в който математиката и физиката да са толкова разделени в изпитите, както в този университет“. Двете физични общности в Кеймбридж не са разделени само на ниво изпити. Ако ренглърите на трайпос и кавендишките експериментатори са подчинени на една дисциплина с еднаква строгост, то съдържанията на съответните им обучения се различават до крайност.

В „занаятчийския“ свят на Кавендишката лаборатория учат студентите да боравят с уреди, да отчитат размери и циферблати, да издухват и херметизират стъклена апаратура, да извършват експериментални процедури и накрая – да разбират света чрез физични модели.

Обратно, ренглърите прекарват дълги часове в изучаване на доказателствата на теореми и виртуозна употреба на математичните символи. Докато техният свят не е друго, освен писмени знаци, той почива също върху възпроизвеждането му година след година върху уникалните ресурси, които Кеймбридж е натрупал през XIX в. През 80-те и 90-те години само студенти, притежаващи изключителна математическа дарба, могат да се надяват да работят с най-добрите репетитори, да имат достъп до техните записи, техните изисквания към задачите и техните стриктни режими на обучение. След години интензивна подготовка, ренглърите са доведени естествено до състояние да си представляват всички физични процеси като упражнения по аналитична динамика.

Към края на 90-те години различните физични общности в Кеймбридж имат твърде различни възгледи за физическия свят. За Кавендишката лаборатория природата е изградена от механизми, които си играят с дискретни частици, лъчения и движещи се електрични силови линии. Ориентирите на членовете на лабораторията се разполагат в уредите, наблюденятията и опитите. За ренглърите светът е непрекъсната среда, чието представяне чрез ана-



Джозеф Джон Томън, роден през 1856 г., ръководи Кавендишката лаборатория от 1884 до 1919 г. Той ще предаде управлението на един от своите бивши ученици – Бънест Ръдърфорд.

питната програма оставя освен това тези дипломанти лошо подгответи за областите на чистата математика, които все повече и повече се специализират. През 1907 година се премахва викторианска форма на конкурса: програмата е напълно преустроена, появяват се нови учебници, класирането по заслуги е отменено и последните репетитори се пенсионират.

Докато последната генерация ренглъри (Артър Еингтън, Джеймс Джинс и др.) се заема с квантовата механика и относителността, един от двата физични свята в Кеймбридж изчезва. В началото на 1930 година той вече е отправен в музея, фолклорен експонат за златна епоха, тази на „*классическата физика*“.

(Andrew Warwick, *Le laboratoire Cavendish: A Cambridge, deux mondes s'opposent ou l'elite mathematicienne resiste a l'intrusion de la physique experimentale*, La recherche, 300, Juillet-Aut 1997, 70-75.)

Превод: Ал. Каастоянов

личната динамика е гаранция за съществуването на вездесъщия етер. На тях им се струва съвсем очевидно, че поведението на идеалните флуиди и това на електромагнитните полета е еднакво от гледна точка на динамиката: всяко от тях е проява на физиката на универсалния етер. Ренглърите търсят пълно единство на Вселената. Освен тази благородна задача, те искат от кавендишките експериментатори да определят стойностите на природните константи...

Това виждане за света се проваля в началото на XX век и съдбите на двете физични общности в Кеймбридж се разделят. Докато Кеймбридж се развива, репутацията на трайпос по математика пада. Броят на студентите рязко намалява, първокурсниците се ориентират масово към природните науки и физиката в „Кавендиш“. През първите години на века трайпос по математика, който събира някога елита, преживява истинска криза. В Едуардова Англия да бъдеш ренглър не е вече паспорт за социална реализация и из-



Знаменитият екип на Кавендишката лаборатория, ръководена от Ърнест Ръдърфорд (петият от седналите); отляво до него – Дж. Дж. Томсън. Третият отляво на горния ред е Джеймс Чадик. И тримата са носители на Нобелова награда: Томсън – по физика за 1906 г., Ръдърфорд – по химия за 1908 г., и Чадик – по физика за 1935 г.

А пета от ляво на горния ред е г-да Елисавета Карамихайлова (1897-1968), оставила трайни следи в развитието на атомната физика у нас (в кат. „Атомна физика“ на СУ ир-лаб. „Радиоактивност“ на ФИ с АНЕБ при БАН). Снимката е правена през 1920 г. и се публикува за пръв път у нас. Представена ни е от нашия колега Любен Младжов, понастоящем на заслужен отдих в Нова Зеландия, където той я вижда в родния дом (сега музей) на Ръдърфорд. Редколегията на „Светът на физиката“ изказва своята дълбока благодарност и го поздравява за това, че макар и на хиляди километра от България, той духовно е с нас.

Ако 2005 година беше обявена като „Световна година на Физиката“, то 2008 е обявена като „Година на математиката в Германия“.

МАТЕМАТИКАТА КАТО УТОПИЯ

Геро фон Рандов

Математиката възстановява една утопия. Утопията за свобода, равенство и братство. Да видим дали тази силна теза може да бъде обоснована. Нека започнем със свободата. Забележително, нали? Тъкмо на най-точната от всички науки да се приписва идеята за свобода! Но е така. В известно отношение математиците са по-свободни от другите учени. Те могат, дори са длъжни непрекъснато да променят изчисленията си. Днес правят една структура, утре друга. Днес излагат една хипотеза, утре друга. Те могат да направят невъзможно-то възможно. Например да открият геометрия, в която успоредните линии се пресичат. Или едно 4-измерно, 5-измерно, 100- или n -измерно пространство. Богословите, които искат да постигнат същото в своята дисциплина, срещат трудности. Математиците могат да си измислят невъобразимото, защото абстрактират представите, извеждат ги във формули. Ето един анекдот за това. Инженер и математик отиват на лекция по физика, в която става дума за пространства с 11 измерения. Накрая инженерът казва: „За мен това е прекалено, 11-измеримо пространство!“. А математикът отвръща: „Съвсем просто е. Измисляте си едно n -мерно пространство и после замествате n с 11“.

Не искам да преувеличавам. Теоретичните абстракции и свободата на мислене са необходими във всяка дисциплина, в богословието и във физиката. И не е вярно, че математиците могат произволно да играят със своите аксиоми и правила. По-скоро те търсят интересни структури. За да са интересни, трябва да са логически построени, да не съдържат нито една разрушителна бримка. Дали една система показва такава стабилност, или не – само по себе си това е интересен въпрос именно когато се отнася за основите на математиката, например за теорията за множествата.

Преди 45 години у служливо са били доказани две основни хипотези на теорията за множествата, така че математиката има свободен избор да ги допусне или не. И в двата случая получава стабилна и интересна структура. Надеждна и непротиворечива. Тъкмо този свободен избор на хипотези, гледни точки, принципи е особеност на математиката. Тази свобода обаче е утопия. Не от всяка свободно избрана хипотеза или правило непременно се получава нещо смислено, интересно, изследователска задача. Математическата свобода е идея, която никога не може да се приложи напълно. Но тя придава сила на дисциплината.

А как така математиката обещава равенство? Основната теза гласи: пред доказателството всички са равни. С това искам да кажа, че математическото аргументиране и доказателство следват определени правила, които подлежат на уговоряне и промяна, но винаги са общовалидни. За всички. Математиката създава общност на мислещи, за която важи само аргументът – и то при строги правила на аргументиране. Затова математиката е единствената наука, която може да дава доказателства. Разбира се, има някои проблеми: какво е доказателство? И защо в математиката се смята за истинно онова, което е доказано: що е истина?

Ако не искаме да затънем в дебелите философски книги, а по-скоро да наблюдаваме как реално работят математиците, се оказва, че днешните им много сложни доказателства, които отчасти се правят от компютри, са пре-минали през една, така да се каже, недетерминистична фаза. С това не твърдя, че те са верни само с известна вероятност или предлагат по-малка сигурност от предишните, а само че днес просто са нужни повече време и по-големи групи от специалисти, за да се даде правилно доказателство. Днешната математика изглежда добър пример за това, което американският логик и философ Чарлз Сандърс Пиърс мисли за оптималното познание: изследователите се трепят едни заедно с други и срещу трети, за да изведат възможно най-точното твърдение, а в дългосрочен план се създава нещо, което те могат да признаят за истина. На това място, както лесно може да се предположи, идеалът за равноправие е поставен под въпрос. Защото ако стигането до истината в математиката с дискурсивен процес на убеждаване, ако обединението около едно доказателство се смята за социален процес, то тогава в него фигурират и фактори като доверие и престиж. Но в дългосрочен план – такава е надеждата на Пиърс – изкристализира най-доброто. А пред това най-добро доказателство, т.е. смятаното от съвременниците му за оптимално, всички отново сме равни.

Получената чрез математическия труд представа за професията, разбира се, е друга: тази на строго придържане към предмета, към неопровергимия резултат. В началото на XX век обществото на математиците е облъхнато даже от надеждата, че тяхната поставена на формално логични основи наука един ден ще може да действа напълно автоматично, чрез типографска символна манипулация. Ала скоро се доказва математически еднозначно, че това е невъзможно. После идват компютрите – и те не оставят математиците без работа.

А какво се има пред вид под братство? Математическият процес на убеждаване се основава на дълбоко съгласие за общите основи. Математиците са братя по дух. В математиката се научаваш, че хората са на едно мнение за предпоставките, правилата и последствията за тяхното мислене, и то напълно независимо от това какво тези хора мислят или искат извън математика-

та. Средството, с което се постига това чудо, е точността. Следният анекдот описва доста симпатично точността на математиците. Етнограф, физик и математик пътуват с влак за Франция. След границата забелязват две черни овци. О, казва етнографът, във Франция всички овци са черни. Не, казва физикът, не можете да твърдите това, не сте точен: във Франция има поне две черни овци. А математикът казва: ние трябва да се обединим около следното: във Франция има поне две черни овци, които са черни поне от едната страна.

Предпоставките за общия диалог обаче трябва да са много точно определени. Защото преди 45 години прочутия логик Алфред Тарски пише в един от многото предговори към своето „Въведение в математическата логика“, че неговата наука води „чрез изясняване и уеднаквяване на понятията, както и чрез подчертаване на необходимостта от такова изясняване и уеднаквяване и в други области, към по-добро разбирателство между тези, които имат желанието да ги усвояят“.

Трябва ли да подминем това като симпатична илюзия? Не се ли преподава навсякъде една и съща математика и логика и въпреки това хората съвсем не са братя помежду си? Не се ли вдъхновяват те от една и съща религия, която ни учи на любов към ближния, но въпреки това се измъчват и убиват взаимно?

За жалост е точно така. Все пак трябва да интерпретираме математиката като средство за разбирателство, като медиум на комуникативното действие. И следователно като извор на социални норми. Все пак остава нещо от идеята за братството.

Свобода, равенство, братство – това е утопичната полза от математиката. Абсурдна идея? Ще цитирам теоретика на числата Ерик Темпъл Бел, който пише през 1951: „не искам да стигам толкова далеч и да твърдя, че да се пише една история на духа без история на математическите идеи би била същото като да се напише „Хамлет“ без Хамлет. Но със сигурност ще е равнозначно на това да се изпусне Офелия. Това сравнение е точно. Защото Офелия има главна роля, очарователна е и е леко смахната“

Zeit, (ЛИК, април 2008)

ПРОФ. ДФН ИВАН ЛАЛОВ НА 70 ГОДИНИ

Иван Лалов е роден на 4 октомври 1938 г. в гр. Ловеч. Семейната среда, в която той расте и се възпитава, е пропита от възрожденския дух с присъщите му стремеж към знания и духовно възвисяване, трудолюбие и взаимопомощ, честност, почтеност и достойнство. Тези висши човешки качества у Иван Лалов се развиват още докато е ученик и се пренасят



през целия му жизнен път. В тази среда се формира непреклонното му отрицание на алкохола и никотина, както и любовта му към природата, особено – към планините. През 1956 г. Иван Лалов завършва с отличие средното си образование в родния си град и същата година е приет за редовен студент в тогавашния Физико-математически факултет на Софийския университет. Високите студентски оценки попълват студентската книжка на Иван Лалов и водят не само до отлична диплома, а и до привличането му като асистент в катедрата по опитна физика, където след конкурс е назначен от 01.01.1962 г. През 1980 г. е избран за доцент в катедрата по физика на твърдото тяло. През тези осемнадесет години Иван Лалов води лабораторни и семинарни упражнения по обща физика. След избора му за доцент Иван Лалов започва да чете частта от курса по обща физика, посветена на електромагнитните явления (електричество и магнетизъм), а впоследствие и оптиката. Подготвя и чете курсове по физика на кондензираната материя, физика на диелектриците (1981-83), физика на твърдото тяло (1981-85). Написва и издава великолепни учебници за студентите: „Електромагнитни явления“, 1986, 1993, 1997, „Електричество, магнетизъм; оптика – първо велико обединение“, 2001, „Физика на кондензираната материя“, 2005 (съвместно с В. Дечева). Завидни са неговата любов и безрезервна отданост към преподавателската работа – не са много примерите за университетски преподаватели, които и след 45 години четене на лекции, сядат зад бюрото си и подготвят следващата лекция

Първите научни резултати, които Иван Лалов публикува, са получени при опитни изследвания на електромагнитните и оптичните свойства на твърдите тела. През 1969-70 г. той е на едногодишна специализация в Московския държавен университет, където работи под ръководството на световно известният учен в областта на спектроскопията проф. В. Л. Агранович. Пряката им съвместна работа е продължена през 1974-75 г. в Института по спектроскопия в Москва. Това сътрудничество води Иван Лалов до теоретични изследвания в областта на взаимодействието на електромагнитните вълни с кондензирана материя, научна тематика, на която остава верен и до сега. Въз основа на тези приноси през 1977 г. той защищава дисертация за научната степен „кандидат на физическите науки“. В научната си дейност Иван Лалов се концентрира върху теоретични изследвания на оптични ефекти, произтичащи от взаимодействията на различни квазичастици в кондензиирани среди. В най-пълно съответствие с университетските традиции той привлича за съвместна работа дипломанти и млади научни дейци, давайки им тласък и подкрепа. Публикува редица статии в авторитетни международни научни списания по физика. През 1988 г. защитава дисертацията си на тема „Двуфононни и вибронни спектри на кристали и спирални полимери“ и му е присъдена научната степен „доктор на физическите науки“. През 1991 г. е избран за професор по физика на електромагнитните явления.

Проф. Иван Лалов е публикувал по основната си научна тематика – спектроскопия на кондензираната материя – около 100 статии и обзори в престижни международни списания и издания. В последните години той навлиза в нови, най-актуални проблеми на физиката. В тази насока следва да се отбележат изследванията в областта на вибронните спектри на кристали от органични съединения, изградени от дълги нишки с напречни наноразмери. Той предлага оригинален научен подход, чрез който се пресмятат положението и формата на спектрални линии, изключително важно за една нова приложна област на физиката на кондензираната материя, т. нар. органоелектроника, с голямо приложно значение като конкурент на класическата полупроводникова електроника. Резултатите са публикувани в редица престижни списания. Проф. Иван Лалов е световно признат учен в тази област на физиката и е желан партньор за съвместни изследвания на учени от други страни.

Съредоточената и обемна научна дейност на Иван Лалов не му пречи да се включва без прекъсване в преустройството и усъвършенстването на обучението по физика в средните училища. Участник е в множество официални и инициативни комисии и групи за подготовка на концепции, учебни програми и друга учебна документация, както и на предложения за професионалната квалификация на учителите по физика. Бил е много пъти организатор, автор на доклади, а и винаги търсен и активен събеседник в ежегодните конференции на учителите и преподавателите по физика, провеждани вече поч-

ти четири десетилетия. Активен член е на авторските колективи, ръководени от акад. Милко Борисов и проф. Иван Златев, които след 1965 г. въвеждат нова структура и учебно съдържание по физика в средните училища съобразно съвременните постижения на тази основна природна наука. Проф. Иван Лалов участва и в следващите авторски колективи за учебници и учебни по-магала по физика за 10., 11. и 12. клас, задължителна и задължително-избираема подготовка, които и до сега са в ръцете на учениците и учителите. Като неуморим работник на просветната нива той получава широко обществено признание и през 1997 г. е назначен за министър на образованието, науката и технологиите.

Проф. Иван Лалов, утвърдил се като преподавател и учен, който в най-пълна степен отговаря на високите изисквания за академично поприще, неизбежно приема и с усърдие успешно изпълнява многостранна управлена, административна и обществена високоотговорна дейност и то в трудни за страната и университета години. През 1991 г. е избран за декан на Физическия факултет и остава такъв до 1993 г., когато е избран за ректор на Софийския университет „Св. Климент Охридски“. След това завършва втория си ректорски мандат през 1999 г., като през повечето време е и председател на Съвета на ректорите на висшите училища в Република България. Човек с ясно заявени позиции по всеки обществено важен въпрос, убеден демократ, проф. Иван Лалов работи активно както за преустройство на Университета съобразно с новите обществени условия, както и за опазване на създаваните столетие положителни университетски традиции. Тук той прояви едно свое забележително качество: толерантно отношение към хората с различно от неговото мнение по даден проблем, и твърдо следване на собственото си виждане за решаването му.

През 1977-83 г. е секретар, а от 1992 до 2001 г. – председател на Съюза на физиците в България. Участва най-активно и инициативно в усилията за обединение и общи дейности на физиците от балканските и европейските страни. Президент е на Балканския физически съюз в периода 2003-2006 г.

Активно и успешно проф. Иван Лалов се проявява и в обществени дейности, не непременно свързани с физиката. От 1971 г. е член на Съюз на учените в България. На всички е известно, че той е активен турист, който получава и квалификацията на водач на групи. От 1966 г. официално е член на Български туристически съюз, а през 1999-2002 г. – негов председател. През 1999-2008 г. ръководи и Сдружението на възрожденските градове. Член е на Общобългарския комитет „В. Левски“. Това изреждане съвсем не е пълно, само ще добавим участието му в присъждането на наградата „Джон Атанасов“.

Всички, които са работили и общували с проф. Иван Лалов, са се удивлявали на голямата му енергия, спокойното и задълбочено познаване и изучава-

ване на проблемите, внимателното и предразполагащо събеседване, мъдрото разрешаване на редица заплетени и сложни проблеми. Неговото мнение, оценки и предложения са търсени и високо ценени.

За своята многостранна и плодотворна научна, преподавателска и управленска дейност проф. Иван Лалов е удостоен с различни награди, последната от които, във връзка с неговия юбилей – присъденият му от Академичния съвет Почетен знак на Софийския университет „Св. Климент Охридски“ с огърлица.

Пожелаваме на проф. Иван Лалов здраве, все така да е бодър и ентузиаст. Нека да достигне нови забележителни резултати и постижения в научната, преподавателската, образователната и обществената си дейност. Нека все така ни радва и ни вдъхва оптимизъм. Уверени сме, че към тези най-хубави пожелания се присъединява и цялата наша общественост.

Съюз на физиците в България

**НА ВНИМАНИЕТО НА БЪДЕЩИТЕ ВЕЛИКОДУШНИ И ЩЕДРИ
СПОМОЩСТВОВАТЕЛИ НА СП. СВЕТЬТ НА ФИЗИКАТА**

Euro
BG 82 SOMB 9130 14 25109301
BIC SOMBBGSF
MUNICIPAL BANK PLC
BRANCH DENKOGLU

Лева
IBAN: BG 03 SOMB 9130 10 25109301
BIC: SOMBBGSF
ОБЩИНСКА БАНКА
КЛОН ДЕНКОГЛУ

110 ГОДИНИ ОТ РОЖДЕНИЕТО НА ЗАБЕЛЕЖИТЕЛНИЯ ШВЕЙЦАРСКИ АСТРОФИЗИК ФРИЦ ЦВИКИ

Наташа Иванова

На 14 февруари 2008 година се навършват 110 години от рождението на една подчертано колоритна фигура в научния свят на двадесетото столетие – Фриц Цвики.

Той е роден в град Варна, България през 1898 година. По това време семейството му живеело във Варна, където баща му, Фридолин Цвики – имал търговска фирма. Когато малкият Фриц достигнал възраст за постъпване в училище, родителите му решили, че трябва да получи образоването си в Швейцария и го изпратили при дядо му в малкото селце Молис, кантона Гларус. Там преминало детството му.

Цвики учили в Швейцарския федерален технологичен институт (ETH) в Цюрих, под ръководството на гениални учители. По това време в същия институт преподавал и Алберт Айнщайн. Особено влияние в този период му оказал преподавателят му по физика Август Пикард (1884-1962). Защитавайки дипломна работа по физика, младият Фриц, завършил ETH през 1920 г. Ръководител на дипломната му работа бил известният математик Херман Вайл (1885-1955).

Под ръководството на Петер Дебай (Peter Debye, 1884-1966, бъдещ Нобелов лауреат по химия) и Паул Шерер (Paul Scherrer, 1890-1969, един от основателите на CERN) Цвики защитил докторска дисертация през 1922 г. През 1925 година, по покана на Миликан отишъл да работи в Калифорнийския технологичен институт (Caltech), намиращ се в Пасадена, САЩ, където останал до 1972 г. По това време той често контактувал с Айнщайн.

Миликан очаквал от Цвики да се занимава с теоретични изследвания в областта на квантовата механика на атомите и металите. Точно в този период Цвики силно се заинтересувал от астрофизиката. Веднъж в разговор между двамата Цвики подметнал на Миликан, че никога не бил давал добри идеи. Миликан веднага реагирал с въпроса „*E добре, момче, а при теб как е?*“, на което Цвики отговорил „*При мен добрите идеи се появяват на всеки две го-*



дени. Назовете ми тема и аз ще ви дам идея!“ И Миликан му предложил да насочи усилията си към астрофизиката. Точно в този момент институтът се нуждаел от астрофизици, защото започвал строежът на обсерваторията Маунт Паломар (Mount Palomar).

В началото на 30-те години Цвики се занимавал с физика на твърдото тяло, ионизирани газове и термодинамика, а после преминал към изучаване на „новите“ и „свръхновите“ звезди и космическите лъчи. През 1942 г. станал професор по астрофизика.

По същото това време, за да прави наблюдения в обсерваторията Маунт Уилсън, в Пасадена, пристигнал немският астроном Валтер Бааде (1893-1960). Любопитството към проблема „нови“ звезди водело Бааде и Цвики към дълги и интересни разговори.

Бааде бил блестящ астроном с енциклопедични знания и кротък характер, а Цвики борбена, мислеща личност с буен нрав. Това силно ги притегляло един към друг и ги допълвало в съвместната им работа върху проблема „нови“ звезди.

„Новите“ – разглеждани тогава, били избухващи звезди, внезапно увеличаващи своята яркост десетки и хиляди пъти, а после в течение на няколко месеца възстановявали първоначалната си яркост. Имало сведения, че в обикновените мъглявини избухвали и изключително ярки „нови“. През 20-те години на XX век се заговорило, че тези мъглявини не са газови съгъстявания в нашата галактика „Млечен път“, а самите те са галактики съдържащи милиарди звезди. Бааде направил изчисления, които показвали, че такава „нова“ звезда ще е милиони пъти по мощна от нашето Слънце.

Отчитайки тази огромна мощ, Цвики и Бааде наричат това явление „свръхнови“ и предсказват, че това са взривове на нормални звезди. За да обясни явлението, Цвики въвежда понятието „неutronна звезда“. По невероятно стечание на обстоятелствата, точно в това време, Чадик открива неутрона. Точно това е била частичата, нужна на Цвики, за да обясни наблюдаваното явление. Според него, нормалната звезда може да се взрivi тогава, когато нейната плътност достигне плътността на ядрото. Но това би могло да се случи на звезди доста по-големи от нашето Слънце. Този „неutronен газ“, получил се при невероятното уплътняване на веществото, Цвики нарича, „неutronна звезда“. Енергията, получена при това „смачкване“ на звездата, можела да даде началния старт за нейното избухване, наблюдаващо се като явлението „Свръхнова“. Чрез тези избухвания Цвики и Бааде обясняват и откритото по това време космическо гама лъчение, което бомбардирало Земята.

На 15 януари 1934 г. списание *Physical Review* публикува сбито резюме от представянето, направено от Цвики и Бааде предишиния месец в Станфордския университет. Въпреки изключителната краткост – един параграф от 24 реда – резюмето съдържало невероятно количество нова наука: то съдържа-

ло първото споменаване на „свръхнови“ и на „неutronни звезди“, убедително обяснявало начина на образуването им; правилно пресмятане на мащабите на тяхната експлозивност и, като допълнителен бонус, свързвало избухването на свръхнова с пораждането на мистериозното ново явление, наречено космически лъчи, за които накърно било установено, че изпълват Вселената. По думите на астрофизика К. С. Торн въпросното резюме представлявало „един от документите, които съдържат най-много предсказания в историята на физиката и астрономията“. Най-малкото, което можело да се каже в случая е, че тези идеи са революционни.

През 1936 г. Цвики създал екип за системно претърсване на съседни галактики с цел откриване на свръхнови. От 1937 до 1941 г. този екип открил 18 свръхнови, а до тогава в цялата история на астрономията били известни само 12. При това търсене били открити и голямо количество бели джудже-та, които са с ниска светимост и затова трудно се откриват.

За нуждите на извънгалактичната астрономия Цвики разработил и успешно прилагал към изучаването на галактиките метода на „аналитичната фотография“. Този метод представлява налагане на негативите и позитивите на снимки направени на една и съща област от небето, заснети в различни лъчи.

Цвики съставил каталог на откритите и описани от него десетки хиляди галактики и купове от галактики. В периода 1961-1968 година в издателството на Калифорнийския технологичен институт бил публикуван този шесттомен „Каталог на галактиките и галактичните купове“ (Catalogue of galaxies and of clusters of galaxies – CGCG). Той съдържа списък на галактиките и куповете от галактики, възможни за наблюдение до предела на чувствителността (около 15 звездна величина) на 48-дюймовия (1,2-метров) Шмидт телескоп на Паломарската обсерватория (Palomar Mountain), САЩ.

През 1933 г. Фриц Цвики провел наблюдения на галактиките в купа, намиращ се в съзвездието Косите на Вероника, и прилагайки законите на небесната механика, получил парадоксален резултат: Цвики преброял всички галактики в купа и по тяхната светимост (колкото по-ярки са, толкова повече звезди имат, следователно са по-тежки) оценил общата им маса. След това по червеното отместване на спектралните линии определил разпределението на галактиките по техните скорости на движение в купа. И тогава открил, че скоростите са много големи и намереното, според светимостта, количество материя явно е недостатъчно, за да създаде необходимата гравитация. Гравитационното поле, породено от такава неголяма маса, не би могло да удържи галактиките в купа и те би трябвало да се разбягат на всички страни. Но това не ставало – защо? Основавайки се на тези резултати, Цвики предположил, че трябва да има някаква невидима форма на материя, която осигурява достатъчно маса и съответно гравитация, нужна да задържа галактиките. Така се появ-

вил т. нар. „проблем за липсващата маса“, а тази липсваща маса била наречена „тъмна материя“. Повечето астрономи скептично приели изказаната хипотеза и около 40 години тя останала в забвение. Едва през 70-те години на XX век Вера Рубин отново отваря тази страница на науката.

Цвики се занимавал и с проблема „гравитационни лещи“. Той ги наричал „природни телескопи“. През 1937 г. изказал хипотезата, че „гравитационни лещи“ могат да бъдат не само отделни звезди, но и цели галактики. В този случай ъгловото разстояние между изображението на източника и гравитационната леща толкова се увеличавало, че попадало в границите на разделятелната способност на съвременните телескопи и явлението „гравитационни лещи“ би могло да бъде наблюдавано.

В периода 1943а1961 г. Цвики бил главен научен консултант на фирмата „Аероджет дженерал корпорейшън“ (Азуза, щата Калифорния). Той има 50 патента, основно в областта на ракетната техника. Негово изобретение са редица реактивни и хидротурбогенераторни двигатели. Активно участвал в разработката на ракетни ускорители за излитане на тежки самолети. През октомври 1946 г. под ръководството на Цвики с помощта на ракетата „Фау-2“ било осъществено изстрелването на „изкуствени метеори“ – първият експеримент по създаването на изкуствени астрономически обекти.

Цвики е основател и президент (от 1961 г.) на Обществото за морфологични изследвания. „Морфология“ – това е метод на откривателско мислене, въведен от Цвики. Една от идеите на морфологията се състои в системно търсене на решение на даден проблем по пътя на пробата на всички възможни комбинации в матрицата на дадени понятия. Тази матрица се нарича „морфологична кутия“ (‘morphologic box’). Фактът, че това търсене дава такива необичайни, даже шокиращи комбинации, се явява основен ингредиент на творчеството.

За онагледяване на метода ще използваме следния пример. Нека вземем матрица от следните понятия, т.е. следната „морфологична кутия“:

| | | |
|------------------|-----------|---------|
| Земя | Луна | Слънце |
| ракета | двигател | огън |
| Слънчева система | Галактика | Вселена |

Изброяването на всички възможни комбинации от тези понятия води до сътворяването на безумни идеи, на които, въпреки своята невероятност, биха могли да се потърсят решения. По времето на Цвики морфологията била особено популярна в мениджмънта, например в Ciba (Now innovag). Но на този метод биха се намерили и множество недостатъци...

Идвайки от планинска страна, Швейцария, Цвики се влюбил в Калифорния не само заради работата си там, но и заради красивата планина Маунт Уилсън. Освен всичко друго, той бил страстен алпинист и скиор. Често, през зимата карал ски в близост до телескопа. Планината Маунт Уилсън е извест-

тна и с това, че през 1878 година физикът, бъдещият нобелов лауреат А. Майкелсън (1852-1931) поставил там своя опит по измерване скоростта на светлината.

За Цвики се разказват много анекdotи. Например, към студент, чието име не знаел той се обръщал с „Що за дявол сте Вие?“

Веднъж, по време на нощно наблюдение, в обсерваторията Маунт Уилсън имало много силна турбуленция на въздушни маси, които пречели на наблюдението. Цвики посъветвал своя асистент да стреля с оръжие в проклетата турбулентност. Надявал се, че куршумите ще я изгладят. Асистентът го послушал и стрелял, стрелял, но турбулентността си останала... За да разреши даден проблем, Цвики бил готов да използва цялата си фантазия.

Отношението му към религията било особено критично. Веднъж дискутирал с един пастор сътворението на света. Пасторът обяснявал, че нашият свят бил сътворен чрез словото на Бог „Да бъде светлина!“. На което Цвики отговорил, че би се съгласил с това, само ако се добави фразата „и това бил електромагнетизъм“.

За огромен принос в науката, през 1972 г. Фриц Цвики е награден със Златен медал на Лондонското кралско астрономическо общество.

Тази особено колоритна личност, с многостранни интереси и невероятни интелектуални способности – Фриц Цвики, завършил земния си път в Пасадена, щата Калифорния, САЩ на 8 февруари 1974.

Литература

1. Roland Muller, Fritz Zwicky, Leben und Werk des grossen Astrophysikers, Raketenforschers und Morphologen, Verlag Baeschlin, Glarus, 1986
2. Fritz Zwicky, Jeder ein Genie, Verlag Baeschlin, Glarus, 1971, 2. (reprint) Auflage, 1992
3. Fritz Zwicky, Entdecken, Erfinden, Forschen im Morphologischen Weltbild, Verlag Baeschlin, Glarus, 1966, 2. (reprint) Auflage 1989
4. Paul Wild, Fritz Zwicky, in „Morphological Cosmology“, Lecture Notes in Physics, Volume 332, p. 391-398
5. K.S. Thorne, Black Holes and Time Warps, W.W. Norton Company, 1994
6. <http://ru.wikipedia.org/>
7. <http://www.krugosvet.ru/articles/87/1008742/1008742a1.htm>
8. <http://www.surkov.ru>
9. <http://www.inasan.rssi.ru/~dwiebe/popart/gravlen.html>
10. <http://www.metodolog.ru/>
11. <http://www.dynamical-systems.org/zwicky/Zwicky-e.html>
12. http://www.chronos.msu.ru/RREPORTS/kuznetsovsi_temnaya.html

ЧЕСТВАНЕ 110-ГОДИШНИНАТА НА ФИЗИКО-МАТЕМАТИЧЕСКОТО ДРУЖЕСТВО

През 2008 г. се навършват 110 години от създаването на Физико-математическото дружество в София, предшественик на Българското физико-математическо дружество, от което се отделят двете дружества на физиците и на математиците.

Сто и десетата годишнина на Физико-математическото дружество бе чествана тържествено в Аулата на Софийския университет „Св. Климент Охридски“ на 24 октомври 2008 г.¹ Тържеството започна с приветствия и завърши с коктейл. Бяха изнесени два научно-популярни доклада: „Виртуална енциклопедия на източно-православното изкуство по българските земи“ от н.с. Любомил Драганов и н.с. Десислава Маринова и „Големият адронен колайдер – очаквания и реалности“ от Пейчо Петков.

Чл.-кореспондент Стефан Додунеков, председател на СМБ, в доклада си „Съюзът на математиците в България – достоен наследник на Българското физико-математическо дружество“ изрази надежда, „че това дело ще намери продължители и след нас“. Проф. Иван Лалов разгледа дейността на „Съюза на физиците в България в периода 1971-2008 година“. Той смята, че органите на Българската комунистическа партия са контролирали внимателно работата на Дружеството на физиците в България през периода 1971-1989 година, но пряка партийна намеса не е имало.

Акад. Матей Матеев, председател на СФБ, разгледа състоянието и перспективите на физическите науки в България. Доц. д-р Чавдар Лозанов проследи накратко историята на българското физико-математическо дружество.

Предпоставка за създаването на Физико-математическото дружество е появата на физическа и математическа общност с устройването на Физико-математически факултет при Висшето училище в София през 1889 г., където ежегодно завършват по десетина физико-математици. Днес техният брой е много по-голям. Отсъствието на специализирана българска литература (като списания в областта на физиката и математиката) в края на XIX век налага група физици и математици, възпитаници на Университета, които работят предимно като учители, и техните университетски преподаватели по инициатива на проф. Емануил Иванов през март 1897 г. да започнат подготовка за основаване на Физико-математическо дружество. Самото учредително събрание се провежда на 2 февруари 1898 г. (по стар стил). Избраната тричленна комисия (проф. Антон Шоурек, проф. Емануил Иванов и Юрдан Ив. Данчев) подготвя проекта за устав, който е приет на 29 март 1898 г.

Българското физико-математическо дружество си поставя за цел да създава условия за появата на: „самостоятелни“ научни трудове, литература по физико-математическите науки и въпросите на учебното дело чрез обща научна и учебна терминология и дискусия върху тях.

Целите си Физико-математическото дружество постига чрез редовни събрания (веднъж или два пъти месечно), на които членовете му разглеждат критично предимно български учебници и съчинения по физика и математика, разказват за но-

¹ Видео репортаж от честването: http://www.youtube.com/watch?v=xguv_pfnJo

вости в науката и обсъждат методически въпроси чрез сказки и реферати. Дружеството подпомага морално и материално създаването и разпространението на научни трудове, ръководства и учебници. Списанието на дружеството започва да излиза през 1904 г.

За по-добрата научна информираност на своите членове дружеството създава специализирана библиотека през май 1899 г. Днес Съюзът на физиците в България не разполага с библиотека.

Осъществени са първите международни контакти на Българското физико-математическо дружество с Чешкото математическо дружество на 17 януари 1899 г. Днес Съюзът на физиците в България е колективен член на Европейското физическо дружество, ЦЕРН, Обединения институт за ядрени изследвания в Дубна, Балканския физически съюз и др.

Дружеството прави равносметка на изминатия път през 1900 и 1901 г., когато са отпечатани първите два Годишника на Физико-математическото дружество в София. По случай 40 годишнината му през 1939 г. е отпечатан Юбилеен сборник на Физико-математическото дружество. През 1988 г. излиза Годишника на Съюза на физиците в България. Ежегодно дейността на дружеството се отчита с доклад на председателя му.

При създаването си Физико-математическото дружество се управлява от настоятелство, което отговаря за материалното му въздигане. Председател на първото настоятелство е Иван Салабашев. В него влизат секретаря му Емануил Иванов и касиера-библиотекар Куни Кутинчев със съветници Иван Гюзелев и Стефан Лафчиев. Това са хората, с чиято финансова подкрепа става възможно осъществяването на дейността на дружеството. Те са внасяли годишно над 100 лева в касата на дружеството. Днес в Съюза на физиците настоятелство липсва, защото през последните 50 години неговите функции са били изпълнявани от държавата, но таксата е запазена при колективните членове. Друг управителен орган е Комитетът, в който първоначално са избрани проф. Емануил Иванов, Иван Брадинов и Бл. Димитров. Днес изпълнителен орган на Съюза на физиците в България е Управителният съвет. Първоначално законодателните инициативи са дело на инициативна група. Днес законодателен орган на Съюза на физиците в България е Конгреса, който се свиква на всеки 4 години.

През 1950 г. Физико-математическото дружество е закрито. Възстановеното Българско физико-математическо дружество (списанието от 1958 г., а събранията от 1960 г.) се разделя на две дружества физическо и математическо (1971), които прерастват в съюзи: Съюз на математиците (1977) и Съюз на физиците (25.11. 1989).

Кратката равносметка на общия и самостоятелен опит на физическия и математическия съюзи в България дава надежда за решаване на проблемите на физико-математическата колегия в настоящия момент, които са свързани с прехода от централизирана държавна към пазарна икономика. Успешното им решаване и създаването на благоприятни условия за реализирането на всеки физик и математик, на всяка физическа и математическа организация в България до голяма степен зависи от активността и усилията на всеки от нас да работи както за собствения си интерес, така и за физико-математическата общност.

Ганка Камишева
(ИФТТ-БАН)

ЮБИЛЕЙНО ЧЕСТВАНЕ НА 100 ГОДИНИ ОТ РОЖДЕНИЕТО НА АКАДЕМИК ЛЮБОМИР КРЪСТАНОВ

На 14.11.2008 г. се честваха 100 години от рождението на академик Любомир Кръстанов.

Акад. Кръстанов е едно от най-големите имена в българската геофизика. Неговите резултати, свързани с механизма на растеж на кристали по метода Кръстанов – Странски, се цитират и до днес.

Същевременно той е създател и директор на Геофизичния институт „Акад. Любомир Кръстанов“ (1960-1977), председател на БАН (1962-1968)., ръководител катедра „Метеорология и геофизика“ при СУ „Св. Климент Охридски“ и директор на НИМХ-БАН (1960-1968).

В Големия салон на БАН юбилеят беше честван с приветствено слово на Председателя на БАН акад. Никола Съботинов и доклади на:

- акад. Г. Милошев – 100 години от рождението на акад. Кръстанов – живот, дейност и научно наследство;
- акад. С. Панчев – Любомир Кръстанов – преподавател и ръководител в Университета;
- чл. кор. В. Андреев – Академик Любомир Кръстанов и българската метеорологична и хидрометеорологична служба;
- проф. д-р И. Кутиев – Академик Любомир Кръстанов и космическите изследвания в България;
- проф. д-р М. Ковачева – Академик Любомир Кръстанов и секция „Земен магнетизъм и гравиметрия“ на ГФИ – БАН;
- проф. д-р Р. Божков – Акад. Кръстанов и международните научни организации;
- ст. н. с. д-р Н. Милошев – Геофизичен институт „Акад. Л. Кръстанов“ днес.

На честването присъстваха учени, колеги, работили с акад. Кръстанов, много гости, както и дъщерята и внукът на акад. Кръстанов.

Заедно с честването беше открита и изложба, посветена на акад. Кръстанов, в галерия „Академика“.

Н. с. Милен Замфиров

40 ГОДИНИ ЕВРОПЕЙСКО ФИЗИЧЕСКО ДРУЖЕСТВО

През 2008 г. Европейското физическо дружество отпразнува своята 40 годишнина. Домакин на едно от тържествата бе Университетът Сапиенца в Рим, който е най-големия европейски университет със своите 21 факултета и е един от най-старите в Европа, създаден през 1303 година от папа Бонифаций VIII. Думата „сапиенца“ означава „мъдрост, знание“. На четиринадесетата обща конференция (27 август 2008) в присъствието на 589 членове годишнината бе отбелязана тържествено с два пленарни доклада. Връчена бе наградата на Сектора по кондензирана материя „Еврофизика“ за 2008 г. на проф. Андре Геим и д-р Костя Новоселов за изследването на графена, създаването на стабилни единични свободни слоеве и изясняването на техните електронни свойства. Графенът е двумерен вариант на тримерния графит. Той се състои от един слой въглеродни атоми, свързани в шестоъгълни клетки. В Масачузетския университет двамата учени са създали първия графенов транзистор [2]. Слабото българско участие в двайсет и втората конференция на сектора по кондензирана материя при Европейското физическо дружество (25-29 август 2008), където докладваха своите резултати много млади учени от Европа, се обяснява с това, че почти по същото време (31 август – 5 септември 2008) във Варна бе проведена традиционната за България 15 Международна школа по физика на кондензираната материя.

Сред физиците, участвали в създаването на Европейското физическо дружество, няма българи. Идеята за създаването му е изказана за пръв път през ноември 1965 г. На специална среща в Пиза (16-17 април 1966) в присъствие-



Президентът на Европейското физическо дружество проф. Фридрих Вагнер [1] с поздравителен адрес, Рим, Сапиенца,
27 август 2008 г.

то на много физици от цяла Европа било взето решение за създаването на общоевропейско физическо дружество. Избраният Инициативен комитет под председателството на Г. Бернардини (1906–1995), специалист по космични лъчи и ядрена физика, тогава ректор на Висшето педагогическо училище в Пиза, имал две срещи в ЦЕРН [3–4], Женева (през ноември 1966) и в Института по физика в Лондон (през май 1967). Създадените две работни групи подготвили проект за устав и организирали секретариата му в Женева и регистрацията му в Швейцария. Специално внимание било отделено на Източна Европа. Инициативният комитет посетил Карловия пражки университет и набелязал темите от взаимен интерес за Изтоха и Запада (май 1968) [5]. Дружеството било създадено официално с подписването на Устава му [6] в Аула Магна на Женевския университет (където заседавал и Съветът на ЦЕРН) от 62 индивидуални членове и представители на 20 национални дружества, академии и групи на 26 септември 1968 г. По думите на Г. Бернардини създаването му е не само принос към Европейската култура, но и практическа основа за сътрудничество [7–8]. След първия конгрес, състоял се във Флоренция (8–12 април 1969), в Европейското физическо дружество са приети нови 1000 индивидуални членове, сред които проф. Милко Борисов (1970), по това време дописен член на БАН.

Съюзът на физиците в България днес е колективен член на Европейското физическо дружество, което има над 100 000 членове от своите 40 национални дружества, академични и други изследователски институти и над 2500 индивидуални членове.

Използвана литература

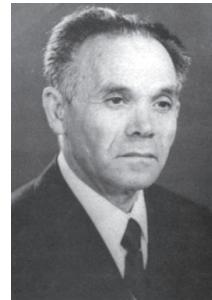
- 2[1] М. Бушев, (прев.), Обръщение на новоизбрания президент на Европейското физическо дружество професор Фридрих Вагнер, Светът на физиката, № 3, с. 49–58, 2006
- 8[2] А. Георгиев, Графенът, Капитал, бр. 19, 9 май 2008
- 4[3] Р. Ценов, 50 годишнината на ЦЕРН, Светът на физиката, кн. 3, с. 292–304, 2005
- 5[4] М. Матеев, Г. Султанов, Българското знаме се вее над CERN, сп. Наука, кн. 5–6, ст. 16–20, 1999
- 1[5] Henk Kubbinga, European Physical Society (1968–2008): The early years. *Europhysics News*, v. 39, No 1, pp. 16–18, 2008
- 3[6] http://www.eps.org/eps_conctit2004.pdf
- 6[7] Official inauguration, CERN, PI/365.9.68
- 7[8] Foundation of the Society.

Ганка Камишева
ИФТТ–БАН

АКО ЗНАНИЕТО Е СИЛА, КАКВО Е ТОГАВА ВЯРАТА?

Григорий Горелик

Събирайки материали за Андрей Сахаров и неговия свят, аз си мислех, че може би се свиква с неочекваните и впечатляващи истории, на които се натъкват биографите. Но разбрах, че това не се отнася за мен, когато се озовах в къщата на един колега, живеещ в град Чарлстон, щат Южна Каролина, САЩ. Той е първият срецнат от мене в Америка човек, който без каквito и да са уговорки може да се нарече „бежанец“: напуснал Сухуми в разгара на грузинско-абхазката война. В къщата, в която е живял в продължение на четири десетилетия, имало убити; на аеродрума бил отведен в кола, от прозорците на която стърчали дулата на авторами...



Но освен бежанството само за себе си, в Чарлстон ме заведе един абзац от спомените на Сахаров, в който той разказва за Обекта, или КБ-11, или Арзамас-16, където се създаваха съветските супербомби:

„Съществуваха три теоретични отдела и математична група. Тя се оглавяваше от Матес Менделевич Агрест, инвалид от Отечествената война, много делови и своеобразен човек. Той имаше огромно семейство, заемащ цяла вила; бил съм у тях няколко пъти. Бащата на М. М. висок представителен старец, напомнящ ми рембрандовските евреи; той беше дълбоко вярващ, както и самият М. М. По-късно чух, че Зелдович дълбоко ранил Агрест, заставяйки го (може би по незнание) да работи и по съботите. Разбира се, Зелдович отричаше верността на разказа. Скоро се наложи Агрест да напусне Обекта, подозрян, че са установили съществуването на някакви родственици в Израел; тогава на всички нас (включително и на мене) това беше достатъчно уважителна причина за уволнение; единственото, което можех да направя за него, бе да пусна него и семейството му да живее в моята празна квартира в Москва, докато той си намери ново работно място. През последно време у Агрест се появи ново увлечение – той подбира от Библията и други древни източници материали, свидетелстващи за посещение на същества от други планети на Земята – нещо, към което се отнасям повече от скептично.“

Доколко дълбоко вярващи могат да живеят в съветски секретен център за научно-технически прогрес и там да провеждат своите бомбо-математически изчисления под зоркото око на бериевските спецслужби? За да си изясня това, аз се отправих за Южна Каролина.

И ето, застанал пред невисок човек, разглеждащ ме изпитателно. Той

съвсем не бърза да разкрие душата си. Възгледите му са внимателно премислени и ясно формулирани. Спокойно може да му се припишат над осемдесет години, но своя жизнен път той явно не счита за завършен. И то защото е загрижен за съдбата на своите трудове, развитието и проверката на идеите му, а не защото малко е видял и преживял.

Той се е родил през 1915 г. в Белорусия, детството му е преминало в Украйна. На училище не е ходил. Баща му – професионален учител, сам се занимава с него до 11 годишна възраст, полагайки основите на еврейската граматика и религия, а след това го изпраща в религиозно еврейско училище (ешива).

През 1930 г. ешивата е закрита, и петнайсетгодишният юноша с дълбоко познаване на Тората и Талмуда се отправя в Ленинград, да се занимава с по-светски – съветски – науки. Особено го привлича астрономията, но независимо от интелектуалното му развитие, той всъщност е неграмотен извън пределите на свещените книги. За 24 дена взема изпитите за първоначално (петгодишно обучение) и постъпва в ФЗУ – фабрично-заводско училище. Завършва го като стругар с четвърти разряд и приравнено седемгодишно образование. По това време в Украйна шества зверски глад и той е принуден да помага на родителите си, отделяйки от 27 рублевата си стипендия.

За горните класове се подготвя самостоятелно и започва да полага изпити за постъпване в механо-математическия факултет. Обаче, достигайки до устния изпит по руски език, той научава, че на писмения има двойка – руският правопис се различава извънредно много от еврейския и арамейския. На очите му се появяват сълзи, а красноречието му се отприщва. Това прави впечатление на изпитващия го преподавател, който му обещава да направи, каквото може. В резултат Агрест е приет в университета като евреин – човек, за когото руският език не е роден. Това става през 1933 г. – десет години преди началото на държавния антисемитизъм. Той се учи усърдно, припепчелвайки за изхранване в Народната библиотека, където пише анотации на книги, издадени на иврит.

При завършване на университета през 1938 г. той е препоръчен за постъпване в аспирантура в ГАИШ (Государственный Астрономический Институт „Щернберг“). Там той се сприятелива с Йосиф Шкловски – известния астрофизик, а на преклонни години, автор на документално – фантастически новели, едната от които е наречен „Нашият съветски равин“.

Като аспирант Агрест подготвя дисертация по небесна механика – за пръстените на Сатурн... Но започва войната, и той е мобилизиран в службата за аеростатни заграждения. Там се случва ЧП („извънредно произшествие“), вината за което е стоварено на него. Военният съд определя смъртна присъда, която е заменена със служба в наказателен баталион. След тежко раняване и дълго пребиваване в болница, той е изписан като инвалид от втора група.

Връща се в Москва, още през 1946 г. защищава кандидатска дисертация и започва да решава математични задачи за групата на Зелдович в Института по химическа физика. В състава на групата, през есента на 1948 г. – по повеля на Родината, и той се оказва на Обекта, КБ-11, който още не е станал Арзамас-16. Там Маттес Менделевич Агрест се занимава с пресмятания по „специзделието“ до 13 януари 1951 г., когато му заповядват за 24 часа да се измете от Обекта.

Положението му е отчайващо. Семейството му се състои от осем человека – най-малкият на няколко месеца, най-възрастният – бащата на жена му – над 70. Няма къде да отиде: няма нито дом, нито работа. Зад телените огради на Обекта се е промъкнала борбата с космополитизма, за което се пее в частушката:

*„За да не се прославии като антисемит,
наричай чифута космополит!“*

Непосредствения му началник – Я. Б. Зелдович си умира старателно ръцете, но Игор Евгениевич Там и Николай Николаевич Боголюбов отиват при високото началство и успяват да смекчат присъдата, удължавайки срока до седмица и обещават да му намерят работа.

Обаче да се тръгне за където и да е е все още рано. И тогава в непрогледната мъгла, „*както ангел небесен, се появи Андрей Дмитриевич...*“ Всъщност, той е посещавал семейството на Агрест и преди това. Просто да си поговорят или да помага при изкореняването на дънери в техния участък. Агрест не е висок и винаги му е било трудно да разговаря с висок човек като Сахаров, но винаги е успявал да се намести така, че да му е удобно да разговаря. „*Беше много мил човек, но съвсем не изглеждаше гениален. Говореше много бавно, дълго търсейки думите. Често, на човек му се приискваше да му подскаже думата, но той не приемаше. Затова пък, формулираното изречение можеше да отиде направо за печат. И в хода на общуването с него ставаше ясно, че механизъмът на неговото мислене протича по никакви своеобразни начини. Неочакваните завои на неговите мисли се извършваха съвсем спокойно, без маниерност на тяхното излагане*“ разказва Агрест.

На 13 януари той се обръща към Агрест с думите: „*Има такава руска пословица – „Каквото имаме, не пазим, загубата оплакваме“*“. След това го отвежда на страна и предлага на семейството на Агрест да живеят в неговата московска квартира, докато ситуацията се изясни. И му дава записка с адреса и телефона на родителите си.

Това е било спасение. В сахаровската квартира на Октомврийско поле семейството на Агрест живее няколко месеца, докато Първо Главно Управление определя неговата нова месторабота – в „земния филиал на рая“, както го определя сам Агрест. Това е Сухумският физико – технически институт, разположен на територията на забележителната ботаническа градина в гра-

да – курорт; тук работят и (пленените) немски физици. Този райски кът и арзамаският „пробен комунизъм“ имат общ началник – ръководителя на ядрено – военния архипелаг – Лаврентий Павлович Берия.

Какво е ставало след това? След седем години се опитват отново да изгоят Агрест. Как пропада и този опит и как през този период се ражда неговата хипотеза за древните космонавти – това е вече друга история. А ние да се върнем и разгледаме внимателно първото изгнание.

Агрест е останал с впечатлението, че Сахаров е направил своето предложение с голяма предпазливост и, може би, в известна степен под влияние на И. Е. Там, който на всеослушание обявява, че отива да помага на Агрест. Да се разбере тази предпазливост на Сахаров е лесно – той още не е академик, не е Герой на Социалистическия Труд, и супербомбата не стог зад гърба му; той е само един кандидат на науките, чиито идеи започват тепърва да се превъплещават в дела.

Обаче, когато взех в ръце записката на Сахаров от 1951 г., грижливо пазена от Агрест, и се опитах да я разгледам от гледна точка на онези времена, съвсем не можех да се съглася с неговото впечатление. Та това си беше чисто веществено доказателство за това, че Сахаров се доверява на човек, в когото партията и правителството са престанали да вярват. А как ще завърши дело то на Агрест по това време съвсем не е било ясно. „Агентите на ционизма“ и „космополитите“ бяха разобличавани до край.

Но всъщност какво беше станало конкретна причина за самото изгнание? Първи отдел не се затруднява с обяснения. В ядреното ведомство евреи оставаха достатъчно. Едва неотдавна, след появата на „Спомените“ на Сахаров, Агрест научава версията за „роднините в Израел“. Той сам не е знаел за никакви роднини зад граница, но допуска, че кагабистите могат и да знайт неща за него, за които той не знае.

Обаче по-вероятна се оказва съвсем друга – значително по-необикновена, но напълно реална – причина. През 1950 г. в семейството на Агрест се ражда син – трети, но първи, който се ражда, когато бащата е в къщи, а не на фронта или в далечна арзамаска командировка.

Никакви перипетии в научната му или гражданска биография не са разколебали религиозните чувства на Агрест, още по-малко, хилядолетните норми на религиозен живот. Една от тези норми изисква на осмия ден след раждането момченцето да бъде обрязано. Този обряд извършва бащата на жена му, който живее с тях (в този пункт паметта на Сахаров го подвежда – бащата на Агрест, както и майка му и по-малките му брат и сестра загиват от ръцете на фашистите през есента на 1941 г.).

Нека напомним, че мястото на действие е малко градче, оградено от околнния свят с много бодлива тел. Онези, които още помнят реалния социализъм, знайт, че тогава здравеопазването беше не само безплатно, но – във

всеки случай, поне при раждането на деца – и задължително. Участьковата лекарка-педиатър при поредния задължителен преглед на детето не е пропуснала да забележи малкото изменение в неговата анатомия. Тя била, както си спомня Агрест, много симпатична жена, но съгласете се, че обрязване в центъра на научно-техническия прогрес в разгара на борбата с космополитизма е събитие достатъчно да предизвика удивление и лекарката явно е споделила с други за куриозната новост. От уста на уста новината достига до онези, които имат големи уши.

Как да се отнесат към случилото се онези, които имат още и дълги ръце? Та това не е само въпиющ предразсъдък от миналото, това е до голяма степен опасно антисоциално – да го кажем по-точно: антисоциалистическо поведение! Още по-ясно: предизвикателство! Ако човек е способен на такова дисидентство, той може и родината си да продаде... Мисля, че по подобен начин органите на реда в Арзамас – 16 биха се отнесли не само към юдейско обрязване, но и към православно кръщение.

Време е да кажем, че в тази история православието и юдеизмът се оказват значително по-близо един до друг, отколкото е обикновената ни представа. Когато Агрест, разказвайки за своите застъпници, спомена името на Н. Н. Боголюбов, откровено казано, аз бях силно удивен. За мен беше загадка подписът на Боголюбов под писмото на 40 – те академици, с което започна вестникарската атака срещу А. Д. Сахаров през 1973 г. Както се беше изразил в частушката си съкурсникът на Сахаров М. Л. Левин:

„Написаха, подписаха:

Отпред четири Б.;

накрая – един Э.“

Третото Б. – Н. Н. Боголюбов беше особено озадачаващо. Математичният физик от висше световно ниво беше толкова мощна фигура в съветската научно-административна машина, че можеше спокойно да избегне позорния подпись. Още повече, според спомените на Сахаров, те са били добри лично познати.

Загадката придоби допълнителен неприятен колорит, когато в неотдавна издадения сборник, посветен на паметта на Боголюбов прочетох: „Една от най-съществените особености в характера на Николай Николаевич беше неговата християнска доброта, отзивчивост, свързана с неговите дълбоки религиозни убеждения“.

Как така? Навремето за едно тайно предателство са били заплатени 30 сребърника. А вестник „Правда“ от 29 август 1973 г. извести на света наведнъж за 40 явни предателства, извършено, така да се каже, на обществени начала. Как подпись под такова писмо може да бъде съвместен с дълбоки религиозни чувства?

Своето недоумение споделих с Агрест. Той помълча за малко и не без

колебание откри една от тайните на КБ – 11; в самото начало на нашите беседи той беше заявил, че няма да каже ни дума за тайните, за които той се е подписал. Уверих го, че по-интересни са човешките отношения на тамошния и тогавашен живот.

Това беше и „тайната“, която Агрест реши да разкрие: оказва се, че в този напълно секретен „епицентър“ на научно-техническия прогрес, старательно изтрито от лицето на географските карти, бе действал напълно секретно – за неговите участници – семинар, където в центъра на обсъждането са били... религиозни въпроси. В семинара участвал и Боголюбов, „много интересен човек в това отношение“, както подчертва Агрест.

Какви ли религиозни въпроси могат да обсъждат православни християни и правоверни юдеи, които, съдейки по всичко, съвсем не са склонни към екуменизъм – обединяване на религиите? Общи философски и религиозно – философски въпроси, поясни Агрест, без да се впуска в подробности. Той не отговори и на въпроса още кои други са участвали в този семинар, само добави, че Сахаров не е взимал участие. А името на Николай Николаевич Боголюбов той произнасяше с някаква особена топлота.

Как да се свържат двата края? Може би не трябва да преувеличаваме значенията на общочовешките знаменатели и да се опитаме да погледнем на най-общите стремежи на другите им колеги, включително на Там и на Сахаров, с очите на религиозния човек? Тогава ще се види, че тези стремежи се основават на въплющ хуманизъм, т.е. на предположението, че хората могат или даже са длъжни да подобрят земния живот на човечеството, без да си задават въпроса става ли това по волята на Бога?!

Само в съветско-руския език думата „хуманизъм“ има изцяло положителен смисъл, докато в тълковните речници на западните страни се отбелязва и безбожният оттенък на тази дума. Впрочем, във философския смисъл това напълно се съгласува с основните принципи на научния социализъм. Друго нещо е, че реалният социализъм, победил в една отделна страна, за реализацията на тази хуманистична философия беше използвала безчовечна политика. Може би по-точно: аморална политика. По думите на Агрест, към идеята на социализма той се е отнасял със симпатия, но Сталин не е приемал от самото начало по простата причина: той е учил в духовна семинария, не вярвайки в Бога.

Характеризирали научния ръководител на Обекта Ю. Б. Харитон по време на нашата беседа, Агрест напълно съзнателно и снизходително отбеляза, че „той беше прекалено вярващ“. Понеже на бюрото му наред с неговата монография за непълните цилиндрични функции стоеше и том на Талмуда, аз не веднага съобразих, че той имаше предвид вярата в постулатите на държавната съветска религия. Себе си той считаше много по-свободомислещ. Струва ми се, че математикът и философ Поанкаре беше казал, че сво-

бодата на човека се ограничава от това, че той може свободно да избира своя господар. Да се избере господар, който господства по закона на силата над цялата страна, не е много умна работа. По-трудно, а значи изискващо по-голяма вътрешна свобода, е да се избере Господар, за когото вестниците мълчат.

Ако православният християнин Боголюбов е гледал по такъв начин на „социалистическите“ предразсъдъци на Сахаров, видими и с невъръжено око в неговите „Размишления“ от 1968 г., то универсалният „слабоотровен“ инстинкт за самосъхранение може само да се прибавя към философско-религиозния комплекс за пълноценост. Така и „Кесарю-кесаровото“ и „Цялата власт е от Бога“, а да се мисли другояче – е признак на суетна гордост и атеизъм (хуманизъм).

Бил ли е Сахаров наистина несвободен в своите размишления за прогреса, мирното съвместно съществуване и интелектуалната свобода? Навсярно, не. Не е бил свободен, понеже е бил син на физик, внук на адвокат и правнук на Нижгородски свещеник. Своето отношение към религията той е описал в няколко реда: „Майка ми беше вярваща. Тя ме учеше да се моля преди заспиване („Отче наши...“, „Богородице, Дево, радвай се...“), водеше ме на изповеди и причастия. (...) Вярващи бяха и голяма част от останалите ми роднини. От страна на баща ми, както много добре си спомням, бяха дълбоко вярващата ми баба, братът на баща ми Иван и жена му – леля Женя, майката на братовчедка ми Ирина – леля Валя. Баща ми, явно, не беше вярващ, но не помня той да е споменавал за това. На 13 годишна възраст и аз реших, че не съм вярващ – под въздействие на цялата жизнена атмосфера и не без бащиното влияние, макар и неявно. Престанах да се моля, а на църква ходех все много рядко. Мама беше силно огорчена, но не настояваше, и аз не помня никакви разговори на тази тема.“

Сега аз не зная, в дълбината на душата си, каква е всъщност моята позиция: не вярвам в никакви догми, не ми харесва официалната църква (особено силно сраснала се с държавата, отличаваща се главно с обредност, фанатизъм и нетърпимост). Същевременно, не мога да си представя Вселената и човешкия живот без някакво осмисляне на техните основания, без източник на духовна „топлота“, лежаща извън материята и нейните закони. Вероятно, такова чувство може да се нарече религиозно.“

Сахаров не беше свободен и от въздействието на своя учител Игор Евгениевич Там, с неговия обществен темперамент и социалистическа биография. Едва ли и Н. Н. Боголюбов беше свободен от това, че беше расъл в семейство на свещеника и богословия Н. М. Боголюбов (1872-1934), получил степента магистър за монографията си „Теизъм и пантеизъм“ и докторска степен за труда си „Философия на религията“, в който са описани не само различните течения на християнството, но и за юдаизма, ислама и даже за

марксизма. За това може да се узнае от статията на Н.Н.Боголюбов и братята му за техния баща – настоятел на църквата Св.Спас в Нижни Новгород. От тази статия ясно се вижда и широкият културен, философско – религиозен хоризонт и дълбочината на религиозните чувства на семейното наследство.

Въпросът за свободата на мисълта е много широк, за да се иска от него математично – универсално решение. Покрай биографическите обстоятелства, значение има и тайнството на вродения характер на ума. В света на физико – математичните теории един от ключовите водораздели съвпада с употребата на тирето: математикът, по характера на ума си поставя най-високо логическата последователност на теоретичното построение, физикът, по характера на своя ум не може да се отвлече от реалността, която е единствено то, което иска да разбере.

А за да се почувства свободомислието на физика Сахаров, нека се задълбочим в неговото световъзприятие, което пак никак не съвпада с мнението на мнозинството:

„По време на възраждането, през XVIII и XIX векове, изглежда, религиозното и научно мислене се противопоставят едно на друга, чак до взаимно изключване. Това противопоставяне е било исторически оправдано и е отразявало определен период от развитието на обществото. Но аз мисля, че то все пак има някакво дълбоко синтетично решение през следващия етап на развитие на човешкото съзнание. Моето дълбоко усещане (даже не убеждение – думата „убеждение“ в случая е неправилна) – съществуването в природата на някакъв вътрешен смисъл на природата като цяло. Говоря за неща интимни, дълбоки, но когато става дума за достигането на крайния извод и за това, което искаш да предадеш на хората, да се говори за това е необходимо. И това усещане, може би повече от всичко се подхранва от картината на света, открила се пред хората през XX век.“

Г. Горелик, *Если Знание – Сила, что такое Вера?“, Знание – Сила“*, май-июнь, 2000
Превод: Н. Ахабабян

Препечатваме (с известни съкращения) интервюто на **академик Юрий Сергеевич Осипов, президент на Руската академия на науките, дадено пред кореспондента на известното руско научно-популярно списание „Наука и жизнь“ (№9, 2007) Вл. Губарев.**

ИНТЕРВЮ НА АКАД. ЮРИЙ СЕРГЕЕВИЧ ОСИПОВ президент на Руската академия на науките

– Наложи ми си да взема интервю от Папа Йоан Павел II. Попитах го: „Трудно ли е да бъдеш Папа римски?“. Сега този въпрос искала да го задам на вас Юрий Сергеевич: трудно ли е да бъдеш президент на Руската академия на науките?

– Без всякакви пози ще кажа – трудно! Впрочем по-точната формулировка е „нелеко“.

– Защо?

– Извънредно много са проблемите. Винаги на президента не му е било леко, даже в онези „времена на застой“, когато към Академията на науките се отнасяха по особен начин. Сега пък възникнаха абсолютно нови обстоятелства, които преди това в Академията въобще не съществуваха. Въпреки, че Академията, горе-долу се запази.

– Интересно?

– Без съмнение – интересно. Последните 17 години бяха най-добрите в моя живот. Тези години ми дадоха възможност да контактувам с много интересни хора, което напълно компенсира всички физически и нервни натоварвания. Случват се минути, когато обстановката е спокойна, и тогава започваш да си спомняш преживяното. Тогава в паметта изплуват хора, срещи, беседи, които те подържат много. Безусловно, в постсоветска Русия в работата на Академията е привнесено много ново и добро, и лошо, и аз виждам това.

– Лошо?

– Разбира се. Това е естествено, защото в обществото се извършва преоценка на ценностите. В частност, обществото се опитва да разбере, що е това наука, какво представлява Академията на науките, каква е нейната роля в



живота на нашата страна. Ако по-рано даже учениците можеха да обяснят колко важна е ролята на Академията, то сега за това не се говори въобще. На цяло поколение е неясно защо въобще ние съществуваме, не знаят нищо за Академията, не разбират нейната роля. Не всички, разбира се, но, за съжаление, чиновниците са в неведение, поне голяма част от тях. (...)

– *Вие бяхте в Стокхолм за връчването на Алфьоров на Нобеловата награда, а там се канят само близки до лауреата хора... Вашите впечатления от церемонията?*

– Аз наистина се гордея, че учен от Русия получи тази премия. Жорес прочете блестяща лекция, и това също беше много прятно... Впрочем, присъждането на Нобеловата награда на Алфьоров стана в доста сложен за науката в страната ни момент. След това и присъждането на Нобеловата награда на Витали Лазаревич Гинзбург е също забележително събитие. Наистина това трябваше да стане отдавна, но и дадения момент то е силна морална поддръжка за всички нас, подхранва надежди във всички нас. Тогава още бяха живи А.М.Прохоров и Н.Г.Басов, с нас беше още един Нобелов лауреат – Александър Исаевич Солженицин, така че Академията беше представена с цяло съзвездие от лауреати.

– *Тогава аз успях да ви снимам заедно...*

– Това е знаменита фотография, доста разпространена без авторско съгласие, но е приятно да се видим в нея...

– *Може да считате, че вече имате авторското съгласие... Но аз съм със впечатление, че Вие бяхте първият президент на Академията на науките, който беше поканен в Стокхолм на церемония по връчване на Нобеловите награди?*

– Мисля, че наистина е така...

– *На фотографията вие всички сте във фракове. Обърнах внимание, че лицата ви са щастливи...*

– Така и беше. Аз не скривах своята радост, бях щастлив. Повтарям, бях щастлив.

– *Не ми остава нищо друго, освен да ви пожелая там да бъдете по-често...*

– Не възразявам!

– *Имаше ли такива усложнения при избирането на Солженицин за член на Академията? Разпространяваха се слухове, че едва ли не е бил провален?*

– Неговият избор бе забележително събитие за Академията. Трудности при избора нямаше. Разбира се, беше проведена известна предварителна подготовка. Но това стави винаги при избор на кой и да е член на Академията. Солженицин е фигура от такъв машаб, когато въпросът: ще бъде избран или не – не стои. И сега наново Академията демонстрира удивително единство. Разбира се, има и отделни хора, настроени иначе, но това нищо не значи...

След това на Солженицин бе присъдена и Държавната награда. Тя се нарича „хуманистарна“, но в действителност тя е награда и за наука, и за литература, и за обществена дейност. Безусловно това беше знаково събитие! Такива хора като Александър Исаевич Солженицин повдигат авторитета не само на Академията, но и на страната като цяло. Наистина отношението на обществото към него е разнообразно, при някои, не като моето. Но съвсем очевидно е, че той е знаменита личност, изиграла специална роля в историята на Русия. Личните емоции винаги внасят известни изкривявания, независимо от това за кого става дума – писател, велик математик или физик...

– *Лоши характер...*

– ...и още нещо! Но като цяло Академията винаги гласува вярно. Например, последния път, когато приемахме Устава. Петстотин души гласуват единодушно, и само един се въздържа. Това означава, че в трудни моменти не най-глупавите хора на страната могат да се консолидират в името на общи по-големи цели. Това трябва да се ценят и отчита.

– *Още един кит, на който, според мен се крепи Академията, е всичко, свързано с человека. Най-ярко това беше проявено на Общото събрание на всички държавни Академии, посветено на здравето на нацията. Как възникна тази идея?*

– Мултидисциплинните глобални изследвания днес имат много голяма роля. Преди 20 години това не беше толкова важно, но днес вече е възприето, че проблемите на здравето в широкия смисъл на думата са толкова многоголеми и многострани, че се налага участието на специалисти от най-различни направления. Имам предвид и биологи, и химици, и математици, занимаващи се с моделиране, и специалисти по материалознание, създаващи нови материали. При нас съществуват добри връзки с группите институти на Академията на медицинските науки, с големи клиники. През последните години аз настойчиво провеждах линията на привличане в РАН на известни лекари. Мисля, че нито една област от човешката дейност не инициира такова количество задачи в науката, както здравозапазването. Разбира се, ние предследвахме и политически цели, когато решихме да свикаме такова съвместно Общо събрание.

– *Какви именно?*

– Ние искахме да привлечем вниманието на обществеността и на властиите към този актуален проблем. За съжаление здравето на населението у нас съвсем не е добро. След това събрание ние уточнихме няколко конкретни програми и съвместно с Онкологичните и Кардиологичните центрове разработихме нови програмни направления.

– *А властта, чиновниците как се отнесоха към вашата инициатива?*

– Ние разпратихме покани на всички заинтересовани инстанции, но явен интерес от тяхна страна не бе проявен. Разбира се, събранието получи позд-

равление от ръководителите на страната, но хората, които се занимават с решаването на практическите проблеми на здравеопазването не се появиха. А би трябвало да присъстват, да чут какво говорят знаещи хора. Като пример ще посоча А.Б.Чудайс, който присъства на Общото събрание по енергетика и се заинтересува от мнението на големите учени на страната ни. Сега той се застъпва за сътрудничество с РАН, за съвместна дейност. Аналогично отношение би трябвало да бъде и от страна на медиците. Ръководните чиновници от техните ведомства би трябвало да дойдат и да слушат, без даже да взимат някакви решения или обещания. Ако човек е умен, отпечатък винаги ще остане и при необходимост той ще си спомни гледната точка на учените... Но това не се случи.

– Вместо това чиновниците започнаха война против медиците! Имам предвид неприличните изказвания против ръководството на Академията на медицинските науки от страна на чиновниците от здравеопазването.

– Считам това за недопустимо! Това е в ущърб не само на здравеопазването, но и на страната ни като цяло. Може да имат претенции конкретно към някой хора, но разпространението на това си отношение към цели общества е недопустимо. Властта със целия си авторитет трябва да се намеси и прекъсне подобни действия. (...)

Идеята ми беше да създадем Отделение на фундаменталните медицински науки. Преди няколко години аз предложих тази идея на Общото събрание, но реално идеята не беше възприета. Но аз и сега смятам, че тя трябва да бъде реализирана. (...) Доста големи учени-медици подкрепиха идеята. За съжаление, засега нищо не се получава, но аз съм уверен, че рано или късно такова обединение ще се получи. Има програма за фундаментални изследвания, и това в една или друга степен ще интегрира усилията на всички академии. Въпреки че и тук има известни неясности.

– Какви например?

– Не са взети предвид фундаменталните изследвания, провеждани във висшите училища. Това е неправилно. Даже най-големите университети според съществуващите закони нямат право да се занимават с наука. По-голяма глупост не може и да се измисли.

– Странен човек сте Вие Юрий Сергеевич! Всички говорят, че в страната няма пари, в криза сме, и затова трябва да се продават атомните предприятия, зданията и съоръженията на Академията, нефт, газ, а също и метали, злато, гори, а Вие непрекъснато лансирате нови идеи – да се създават ту медицински клиники при РАН, ту да се откриват нови центрове. За да не бъда голословен, чух за един такъв случай. В разгара на икономическата криза вие създавате Южния научен център. Как е възможно това?

– Кризата си е криза, властта – власт, а Русия ще си остане Русия! Не искам да прокарвам твърди разделителни граници между тези понятия, но

някакво разделение все пак трябва да има. Южният край на Русия – а сега вече територията ни в тази част не е чак толкова голяма – е уникатен край с големи възможности, но и маса проблеми, в това число и екологични. Основа за създаване на такъв център – грамотни хора – има достатъчно. Защо да не открием такъв център? Но да направим това беше много трудно. Не ни дадоха и стотинка. Въпреки това, президиумът на РАН взе волево решение и ние открихме центъра. Регионалните власти го поддържат, защото учените правят много полезни неща. Този център трябва всячески да се развива. Това е абсолютно в интерес на Русия.

Често чувам да се говори, че в съветски времена институтите са били около 250, а днес са 400. Това е пренареждане на картите. Съществуваха знаменити институти, например, Института по химическа физика, ръководен от Нобеловия лауреат акад. Н.Н.Семънов. Но такъв гигантски институт след 1990 г. не можеше да устои. Ако не бяхме го реформирали, а оставили такъв, какъвто беше, днес от него щеше да остане един оглозган скелет. Огромният институт беше разделен на няколко мо-малки, и днес всеки от тях се развива. Съществен е не броят на институтите, а какво правят в тях.

– Аз съм длъжен да ви се извиня за един епизод, който се случи преди няколко години. Летяхме от Екатеринбург и Вие казахте, че утре трябва да се състои среща с олигарси, които са решили да дадат пари на Академията. Започнах да критикувам, че видите ли, не е морално да се срещате с тях, а още повече – да взимате пари от тях... След време разбрах, че не съм бил прав. Имаше ли полза от контактите с тях?

– Изключителна!

– *И в какво се проявяващето тя?*

– Поддържахме млади хора. Това, че днес съществува и действа създаденият тогава Фонд за съдействие на отечествената наука, е прекрасно. Повече от два и половина милиона долара годишно, изплащана на млади учени – това е реална помощ за науката. Направихме такъв анализ: колко млади учени, получили такова подпомагане, са заминали за чужбина? Оказва се: двама души. Наистина и преди учените не исаха да заминават, но те не можеха да живеят със заплатите, които получаваха. Така фондът спомогна много талантливи млади хора да не заминат за чужбина. А това е много важно за науката на страната. Определено количество стипендии получиха и учени от старшето поколение, които бяха направили вече доста в науката и които продължават да работят. Такава поддръжка има не само материално измерение, но и морално. Много е важно младият човек да види, че неговият учител, отдал живота си на науката, получава подкрепа от обществото, че той е търсен, необходим. Изобщо, аз считам, че моралната подкрепа струва не по малко от материалната, а в редица случаи, особено в науката, и повече!

– На заседанията на президиума на Академията всеки път задължително

изслушвате научен доклад. Един от тях – за новите трансуранови елементи – направи научният ръководител на Лабораторията, носеща името на Н.Г.Флоров в ОИЯИ, Дубна, акад. Юрий Цолакович Оганесян. Как оценявате тази работа? Задавам този въпрос неслучайно: познавам го добре, възхитен съм от този човек, убеден съм, че той е реален кандидат за нобеловската награда...

– Това са забележителни изследвания, които аз активно поддържам. Преди това ние избрахме Юрий Цолакович Оганесян за действителен член на Академията, а в президиума той изнесе доклада си, бидейки все още член-кореспондент. Освен това, аз поддържах неговата кандидатура за удостояване с Държавната награда, днес най-високата в страната. Когато се объркваше неговата кандидатура, някои физици считаха, че това е преждевременно, че са необходими продължителни експерименти, за потвърждаване на синтезирането на нови елементи. Днес вече в редица световни лаборатории са получени потвърждаващи неговите експерименти резултати. Днес е общеизвестно, че получените резултати в Дубна са забележителни. Конкурсът на кандидатите за Държавната награда беше много голям, на него бяха представени работи от световна класа. И това още веднаж свидетелства за високото ниво на нашата наука.

– Съществуват ли здрави връзки на Академията с Дубна?

– Това са традиционни връзки. Академик В.Г.Кадишевски, възглавявал в продължение на много години Обединения институт за Ядрени Изследвания в Дубна, беше избран за член на президиума на РАН. В Дубна ние провеждаме много съвместни конференции, а връзката с тях е естествена, защото членове на нашата Академия играят съществена роля в живота на ОИЯИ... Впрочем, в това е и особеността на Академията на науките...

– Какво по-точно?

– Говори се, че Академията е затворена организация. Това не е вярно. В президиума членуват хора, които не работят в системата на Академията. Те възглавяват институти от типа на Дубна, Курчатовския център и други подобни научни или инженерни центрове, или са ректори на големи университети. Академията е двулика. От една страна, обединява крупни учени от страната, а от друга – обхваща все по-широко поле от научните изследвания в страната. Това е и особеността на Академията на науките. Когато ни внушават, че трябва да съществува някакъв наблюдателен съвет над Академията, ясно е колко е наивно това. Може би го казват, водени от най-доброжелателни подбуди (в което се съмнявам!), но това е пълно неразбиране на същността на нашата Академия.

– И още нещо, за което не мога да не ви попитам. Не отдавна Вие възстановихте контакти на Академията с църквата. За което ви критикуваха...

– И продължават да ме критикуват! Но аз считам, че такива контакти са

напълно естествени, защото на проблема тряба да се гледа по-широко и по-задълбочено. Религията е огромен хилядолетен пласт култура. И от нея не можеш избяга – ни наляво, ни надясно. А съществуват и допирни точки между науката и религията. Историята на православната църква е проекция на историята на Русия. С наше участие се издава „Православна енциклопедия“, и ако се погледне списъкът на авторите, които участват в изданието, ще откриете много известни учени. Потресаващи са статиите, представени в енциклопедията! Членове на Академията на науките, при това много ярки, са били религиозни дейци. Митрополит Макарий, който е написал „Истроия на руската православна църква“, беше академик. Той е изключително забележителен човек. Сега, заедно с патриарха и кмета на столицата Ю.М.Лужков, учредихме фонд на името на Макарий, който веднаж на две години присъждад награди за изследвания на историята на руската православна църква и Москва. Това е забележително! Достатъчно е да се видят хората, които носят своите работи, изследванията, които са провели, и веднага става ясно, колко полезна е тази работа.

– *Съгласен съм. Бях на връчването на тези награди...*

– Науката и религията, техните взаимоотношения, разногласия и съгласия са тема на вечни дискусии. Вяра и знание е по-голяма и остра тема. Защо да не я обсъждаме? Всеки човек има право да има нещо както в сърцето, така и в главата... Но ние говорим за общи неща, които за всеки образован човек са напълно очевидни. И е очевидно, че това е интересно. Много неща изискват отговор, но не можем да ги дадем. Може би и никога няма да дадем, но повтарям, пред науката и религията има много общи въпроси, с които ние с удоволствие се занимаваме като обект на научни изследвания... Разбира се, продължават да ме критикуват, казват, че това е ненормално и прочее, но ще мине време, всички ще се смират, убедени, че ситуацията е напълно нормална...

– *За какво мечтаете?*

– Неочакван преход в нашата беседа!

– *Та нали мечтата има отношение и към религията, и към науката. Нима не е така?*

– Така е. За какво мечтая? Понякога ми се ще някак си да изчезна, да затъня в старите си записи, чисто научни. На вилата ни вече три години се извършва ремонт, и всичките ми книжа, ръкописи и документи остават затворени в някакви картонени кутии. Те са стотина. Иска ми се да намеря време, и с нож в ръка да отворя кутиите и възстановя в паметта си лист по лист какво съм мислил, когато съм правил тези записи. Ще ми се спокойно да се занимавам с това. Това лекува душата. Когато мина на пенсия ще се занимавам с това сериозно...

– *Ще имате достатъчно работа и тогава...*

– Надявам се да е така.
– *Вие не сте били партиен член и мнозина мислят, че това е предизвикателство.*

– Не, не е така. Наистина хората се удивляват, че не съм бил партиен член. Имам брат, който беше комунист, премина през войната, впрочем, той бе физик... Всеки си има свои убеждения. Аз просто не исках, но дисидент не съм бил... Към съветската власт бях лоялен. Казват, че властта е „режела глави“. И това го имаше. Баща ми беше арестуван и осъден през 1937 г., но на мен ми позволиха да се занимавам с каквото си искам, въпреки, че бях безпартиен. Получих Ленинска премия и станах академик в съветско време, никой не ме е притискал, напротив – бях поддържан.

– *Талантът не зависи от властта...*

– Работата не е в таланта. Бих казал така: занимавах се не с безполезни неща. Освен с математика, правих и някои много важни неща. Такива хора властта беше принудена да поддържа. Това е... Но мина много време след съветския период, тогава въпросите се решаваха сложно, но разбирамо; сега, за съжаление, случва се – неразбирамо...

– *Явно, неразбирамо не само за простите хора, но и за президента на Академията!*

– Ясно е, че от периода на оживяване преминахме в периода на развитие. За нас е важно, към края на 2009 г. заплатата на учените да стигне 1000 долара. Властта започва да разбира ролята на науката. Търсенето на науката е налице, това се вижда от начина, по който се поставят въпросите в ключовите министерства и ведомства.

– *Чиновниците трябва ли да разбират важността и необходимостта от наука?*

– Струва ми се, че поне властта разбира това. Сега открито се говори, че единственият начин да се устои в новата икономическа система е да се строи икономика на знанието. Това е икономика, базираща се на новите знания. Без наука нови заводи няма да построиш. Ще мине още малко време и ще се разбере, че влакът е заминал. Затова е важно да се създаде такава среда, в която може да се държи пръста на пулса на световната наука, световните постижения. Ако средата е достатъчно добра, компактна, не излишно надута, която е носител на световната научна култура, то пред страната могат да се поставят амбициозни задачи. Но без икономика на знанието това е невъзможно. Всички разговори, че ще купим нови технологии, ще строим нови заводи, които ще ни дават необходимата продукция, са несъстоятелни. Това са бълнувания, а за Русия – водят към задънена улица. Особеността на Русия е в нейното геополитическо положение – грамадна територия, много националности, религия, традиции, и маса проблеми. И трябва всичко това внимателно да се претегли, балансира, да се предпази от разрушаване. Ако иконо-

мическите проблеми се решават лошо, може да погубим страната. А ако в Русия не се развива науката и образованието, икономическите проблеми няма да бъдат решени никога.

– *Te въобще няма да съществуват!*

– Така е. Ще построим заводи, в които с отвертки ще се сглобяват някакви изделия. За Русия това е неприемливо! По принцип аз съм оптимист. Считам, че нещата мръднаха от мъртвата си точка, ситуацията се подобрява. Не с тази скорост, каквато ни се иска, но процесът тръгна. За наука трябва да се привлекат млади хора, за тях научната работа трябва да стане престижна. А без социална защитеност, това не може да се постигне.

– *Трябва да се постъпи така, както направи М.В.Келдиш, когато беше избран за президент на Академията през 1975 г. Той прие за членове на Академията плеада млади учени като Сагдеев, Велихов, Кадомцев и много други – всички не мога да спомена...*

– Сега ни заставят да съкращаваме щата. За три години ние трябва да го намалим примерно с 20%. В това наистина има положителен момент. От време на време трябва да се преоценяват ценностите, да се освободят места за младите хора. Но сега, когато заплатата е ниска, рязкото съкращаване за увеличи разрива и връзката между поколенията. По съветско време се спускаха наредждания задължително „да се съкрати с 15%“, „да се съкрати с 5%“... Това ставаше през три години и ние стриктно провеждахме тези съкращения... След това нещата затихнаха и ние безшумно набирахме нови сътрудници... Но сега, надявам се, със Закона за науката, на Академията ще бъдат предоставени по-големи права. Числеността трябва да се определя от самата Академия, а парите не ще бъдат разпределени по пера: толкова за клами, толкова за самолетни билети, и т.н. Сами ще решаваме как да разпределяме средствата и какви направления на изследвания ще поддържаме с приоритет. Тогава всеки директор хиляда пъти ще помисли дали да раздува щата или не, да държи хора, които не работят, или да се освободи от тях. Ако пенсийте на учените бяха прилични, щеше да има по-големи морални основания да им се препоръча да излизат в пенсия, оставайки да сътрудничат с половин или даже четвърт заплата. А сега пенсията е просешка...

– *Кълбо от проблеми, но все пак основният е – младите хора. Не е ли така?*

– Аз се радвам, че интересът на младите хора към науката расте. Броят на аспирантите е препълнен. Обясняват ми, че това е, защото младежите искат да се освободят от военната служба. Има и такива, но голямата част от младите хора продължават образованието си, защото при нас това е на високо ниво. С тази подготовка те могат да отидат на работа и в чужбина. А онези, чиито интереси са безкористни, те ще работят и за каквато и да е заплата! Това винаги е било така... Това е голямо щаствие, и това е особено-

то на нашата страна. Ако имахме възможност в нашите академични институции да сменим оборудването, да доставим ново, съвременно, ситуацията щеше да се смени коренно. Много млади хора казват, че за тях няма значение заплатата, главното е да могат да работят на съвременно ниво. За съжаление, не можем да им го предоставим и младият човек се принуждава да замине за чужбина.

– *Краят на XX – началото на XXI век – времето когато Вие възглавявате Академията на науките се оказа извънредно труден. Какъв е главният извод, който можете да направите?*

– Онези традиции, които бяха заложени в руската наука през последните триста години, буквально циментираха научната общност. Нито една академия в света не е понесла това, което издържа нашата Академия през тези години.

– *Остава ми само да благодаря за този разговор...*

– ... и да кажете, какво Ви отговори Папата на вашия въпрос?

– *Той каза: „Трудно е да бъдеш Папа, но с Божията помощ е възможно!“*

– Мъдър отговор. Но аз бих добавил: и с помощта на колеги и приятели!

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

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

ВСЕЛЕНАТА Е В ТВОИТЕ РЪЦЕ

Милен Замфиров

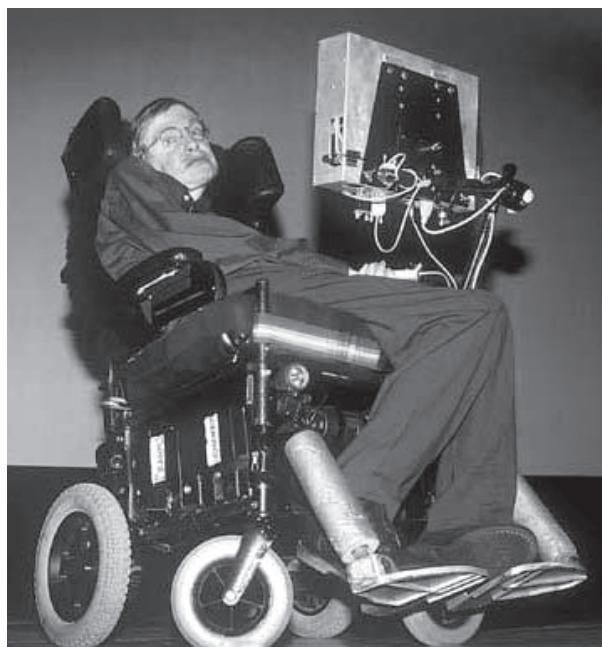
Напоследък броят на хората със зрителни затруднения, с увреден слух и изобщо с увреждания, които се занимават с наука по света, става все по-значителен – не само в палеонтологията и биологията, където обектът на изследванията лесно може да се пипне, а и в наблюдалите науки, като астрономията и микробиологията. Факторите са няколко – усъвършенстванието на законы за достъп до висшето образование, наличието на технологии за облекчаване на комуникациите и променящото се общество.

За да провокират учениците с любов към науката още в ранната им възраст, някои планетариуми и музеи вече започват да предлагат програми и книги за слепи и хора с увреден слух. „*В известна степен, слепите са откъснати от обществото – споделя слепият палеонтолог Гари Вермей.* – Много хора нямат дори идея как изглеждат съвсем обикновените предмети. За незрящия човек е невъзможно да пипне, например, жилищен блок. Но моето семейство ми помагаше изключително много, описвайки света около мен. А науката изисква не само гъвкавост на ума, но и умение да се поемат рискове.“ [4]

Така е на запад. А как е по нашите географски ширини? След излъчването на конфузния за България филм „Изоставените деца на България“ десетки държавни и неправителствени организации, кметове и граждани се застураха в желанието си да коригират този унизителен за страната ни епизод. Тъкмо реших, че нещата са тръгнали в правилна посока и... байганьовщата се прояви. В русенския кв. „Средна кула“ местните хора се разбунтуваха срещу построяването на къщички и настаняването на децата с увреждания от Могилино в тях. Според тях мястото на децата не е в центъра, „пред очите на хората“, а някъде на закрито. За целта имало достатъчно площи – в боровите гори и други терени. Okaza се, че майките в „Средна кула“ не желаят техните деца да общуват с недъгавите си връстници. До определеното място имало детска градина и местните се опасявали, че децата в нея ще се заинтересуват от съдбата на изоставените си болни съседчета (?!). Заради срамния протест инициативата беше пренасочена към квартал „Владиславово“ във Варна. И познайте какво? След жителите на русенския кв. „Средна кула“ и жителите на квартал „Владиславово“ бойкотираха децата от Могилино. Просто живеещите в района се събраха на квартално събрание и след като се оказа, че мнозина са против селището, решиха да поискат референдум. Както пишеше един бургазлия във форума „*Не сте прави! Хората не са против недъгавите деца! Хората са против ежедневно съжителство с недъгави деца! Има разлика!*“ И както писа друг форумец: „*Значи, като ще прокарват магистрала или ще открадват градинка в полза на някой топуз – тогава хич*

никого не питат. Като опре до милосърдие и помощ за деца обаче, изведенъж общественото мнение в квартала се оказва много важно!“

Та тези позорящи събития ме накараха да се замисля доколко протестиращите срещу децата от Могилино са наясно какви хора и по-точно учени с увреждания има по света, какви условия са им осигурени и дали съседите им изпитват срам от тях? Ето затова реших да опиша трима человека, които са успели благодарение на себе си и благодарение на общества, в които не се гледа с погнуса на различните.



Стивън Хокинг

крития са безспорни, но това, което ги прави още по-удивителни, е че са направени не просто от Лукасов професор, а от Лукасов професор с амиотрофична латерална склероза. (АЛС е неврологично заболяване, характеризиращо се с прогресивна дегенерация на моторните неврони – клетки в гръбначния и главния мозък, като това води до парализа и смърт. АЛС впоследствие довежда до атрофия на мускулите и мозъкът изгубва напълно способността си да ги контролира [5].)

При Хокинг първите симптоми на АЛС се появили след влизането му в Кеймбридж, а окончателната диагноза му е поставена на 21 – годишна възраст. Лекарите не давали големи надежди за дълъг живот. Въпреки това, той не се отказал да се бори с болестта. Той е сред най-дълго живелите с това заболяване, познати на медицината. Ето какво пише той в „Увреждане – опи-

Свободата на Вселената

Ще започнем, разбира се, със Стивън Хокинг.

Стивън Хокинг е от най-известните и популярни физици. Професор Хокинг има фундаментални приноси в квантовата механика, космологията и теорията на струните. Пionерски са откритията му, свързани с черните дупки. През 1974 той доказва, че черните дупки всъщност не са абсолютно черни, а излъчват лъчение. Това явление е известно като Хокингово лъчение, и е първотоявление, за чието описание се комбинират законите на гравитацията, квантовата механика и термодинамиката. Тези научни от-

тът ми с ALS“ (Disability – My Experience with ALS) [3]: „Лекарите ми казаха да се върна в Кеймбридж и да продължа изследователската работа, която току що бях започнал в общата теория на относителността и космологията. Но не напредвах особено, защото нямах достатъчна математическа подготовка, а и в крайна сметка можеше да не доживея да довърши дисертацията си. Чувствах се като герой от трагедия.“ Независимо от това Хокинг преодолява този тежък стрес – „Въпреки че над бъдещето ми висеше тъмен облак, открих с учаудване, че започвам да се радвам на живота повече, отколкото преди. Започнах да напредвам с изследванията, сгодих се и се ожених, получих място в колежа „Киз“ в Кеймбридж.“ <...> И имах щастливо научната ми репутация да расте едновременно с влошаването на състоянието ми. Това означаваше, че хората бяха готови да ми предложат няколко длъжности, за които трябваше да върша само изследователска работа, без да се налага да чета лекции.“

След известно време колежът предлага на него и на семейството му да се пренесат в партерен апартамент в къща, собственост на колежа: „Беше много подходяща за мен, защото стаите бяха големи, а вратите широки. Намираше се достатъчно близо до центъра, така че можех да отивам в университета или колежа с електрическата си инвалидна количка. Беше приятно и за трите ни деца, защото имаше градина, за която се грижеха градинарите на колежа.“ Но след 1974 година състоянието му постепенно се влошава и от 1985 година, когато се разболява от пневмония, Хокинг вече се нуждае от 24 часови грижи на медицинска сестра, което е осигурено благодарение на даренията на няколко фондации. Трахеотомията напълно го лишава от способността да говори. Но Уолт Уолтъс, компютърен специалист от Калифорния, му изпраща разработена от него програма – „Икуалайзър“. Тя позволява на Хокинг да избира серия менюта на экрана, като натиска с ръката си ключ. Освен това програмата може да се контролира с движение на главата или очите: „Когато наберях това, което искам да кажа, можех да го изпратя в синтезатор за говор.“ <...> „С помощта на тази система написах две книги и някои научни публикации. Освен това проведох няколко научни и популярни срещи – разговори.“ [3]

И така, въпреки тежкото си заболяване Хокинг не престава да се труди в областта на науката, показвайки, че физическото увреждане не прави никого по-малко способен да твори. Или както пише той: „Страдам от заболяване на двигателния неврон практически през целия си съзнателен живот. И въпреки това болестта не ми попречи да създам много приятно семейство и да преуспея в работата си. Това стана благодарение на помощта, която получих от моята съпруга, моите деца и още много други хора и организации. Имам късмет, че болестта се развива по-бавно, отколкото при повечето други. Това показва, че човек не бива да губи надежда.“ [3]

Творчеството на Хокинг, резултат от неговите талант и усилия, както и помощта на приятелите му и на обществото, в което има щастието да живее и твори, превръщат Стивън Хокинг в светило на съвременната физика. Вестник „Таймс“ го нарича „Попзвездата на физиката“, гласът му, звучащ през синтезатор, е използван в записа на песента „Keep Talking“ в албума Division Bell на „Пинк Флойд“, а в киното се появява в една от сериите на „Стар Трек“.

На пръв поглед Стивън Хокинг като че ли участва самоцелно в подобни медийни акции. Но това в никакъв случай не бива да ви подвежда! Ст. Хокинг явно обича медиите, но и ги използва доста умело. След излизането на книгата му „Кратка история на времето“ той стартира, освен научната си, но и необикновена медийна кариера. Според Кристоф Галфар [2] (дипломант на Хокинг) „голяма част от събранието пари отиват за финансиране на изследвания в университета“ (Кеймбридж – бел. авт.). Благодарение на авторитета си Хокинг се оказва умел основател на фондове за Кеймбридж. Например помпозният Център за математически науки е струвал някакви си 100 млн. евро, от които само 25 млн. са били финансиирани от правителството, а останалото е набавено от частни спонсори. Сградата на Катедрата по теоретична физика и приложна математика е платена от Ханс Раузин, милиардер от бизнеса с опаковки за портокалов сок Тетра Пак, а библиотеката на Центъра е от Гордън и Бети Мур, собственици на производството на процесорите Intel. Хокинг използва популярността си и създава „индустриални“ приятелства, които донасят финансиране на научните изследвания. Според едно проучване върху луксозните професори Хокинг е взел участие в много важни преговори, които са позволили на Microsoft да инсталират изследователска лаборатория на територията на Кеймбридж, която е ключът към богатство за университета [2].

От гореописаното се вижда как хуманното отношение към един човек с увреждане, „инвестирането“ в него, след години се възвръща многократно. Струва си да се замислим!



Дана Боулс

Астронавтика без ограничения

Следващият удивителен човек и учен се казва Дана Боулс. Тя е инженер по сигурността на летателните системи в Дирекция „Сигурност и безопасност на мисиите“ на НАСА – Космически център „Кенеди“. Дана Боулс завършила университета Санта Круз, Калифорния, специализира машинно инженерство в Калифорнийския държавен университет в Лонг Бийч. Учи една година в Държавния университет в Сан Франциско, където получава степен магистър инженер по възстановителни технологии. След завършването си е наз-

начена на работа в Космическия център „Кенеди“ към НАСА, Флорида, където работи вече една година.

Нейната работа е да осигурява всички необходими изисквания за безопасната работа в Космическия център „Кенеди“. Работи в три области – Финансираща програма за дейности по сигурността (ФПДС), която финансира сътрудници, които се занимават с подобряване на програмите за сигурност, Международен Космически Клон (МКК), който е програма, по която Съединените щати работят с партньори от държави като Италия, Япония, Канада. Третата област от работата е свързана със сателитите – трябва да осигурява сигурността на хората и техниката по време на пускането и действието им.

Самата тя споделя как е стигнала до астронавтиката: „*Родена съм без ръце и крака. Винаги съм си мислила, че в Космоса няма да имам нужда от инвалидната си количка, защото там няма гравитация. Хареса ми идеята – и все още си я харесвам.* [1]

През 1985 година Боулс участва в гимназиалната „Програма за висша професионална подготовка“, спонсорирана от Рокуел Интернейшънъл в Дауней. Там за пръв път изпитва влечението към инженерната професия и космическите програми: „*Изглеждаше ми изключително интересна професия и аз просто се залепих за нея. Освен това, бях се нагледала на филми, в които хората на инвалидни колички са все канцеларски служители... пък мен не ме влечеше.*“

Дана Боулс твърди, че е лесно е да общуваш с хората и е щастлива, че има пълната подкрепа на всичките си колеги. Все пак най-голямото затруднение за нея е било, че увреждането ѝ не е нещо, което може да скрие: „*Всеки забелязва, че нямам ръце и крака, а някои хора си правят заключения за мен само от вънния ми вид. Тяхната повърхностна преценка за мен е, че съм твърде нежна и не особено умна. Но преодолеят ли своите предубеждения, тогава откриват истинската ми същност.*“

Дана винаги се е борила за мечтите си и настърчава и останалите да го правят: „*За себе си знам, че винаги съм искала да стана астронавт. Наистина съм убедена, че някой ден астронавт с увреждане ще бъде реалност. Може би няма да съм аз, но ако успея да помогна това да се случи, то ще е моята най-голяма награда. Кой би имал по-голяма полза от Космоса от един човек с увреждане, за когото безтегловността ще премахне огромен брой бариери, стоящи сега пред него?*“ [1] (През 2007 година Стивън Хокинг летя на модифицирания самолет „Боинг 747“, по време на който изпита условията на безтегловност. На борда на „Боинг 747“ асистентите, които са помагали на Хокинг, преди изпадането в безтегловност, са извадили учения от инвалидния му стол и са го поставили на специална материя от пенопласт, над който да се издигне. По време на двучасовия полет Стивън Хокинг 8 пъти е изпадал в безтегловност.[6])



Стивън Хокинг по време на полета на „Боинг 747“

Въображението е по-важно от зрението

Сутрин в Института SETI, Калифорния, Кент Кулърс влиза в кабината си и поставя laptop-а си на масата. Включва микрофона и говорния процесор – системата реагира с метален глас – „Главно меню“. Кабинетът му е съвсем скромен. По стените няма картини на планети, няма модели на совалки, мъгливини и галактики. Всъщност няма никакъв знак, че тук работи физик или астроном. Само една дървена статуетка на делфин. „*Той ми напомня колко сложно е да се комуникира с други форми на живот*“.

Внезапно се обажда говорещ часовник – „Девет сутринта!“. Кулърс става и включва лампата. Всъщност, той не се нуждае от нея. Защото е сляп...Кент Кулърс е единственият сляп астроном в света.

Кулърс няма спомен за светлината – той се е родил сляп. На въпроса, как е решил да стане астроном, той отговаря – „*Когато бях на 5 години, моят баща ми прочете „Златна книга на астрономията“, която разказваше за звездите и планетите. Живо си представях, как само се протягам и докосвам с ръка тези студени или горещи, или каквито и да са небесни тела.*“ [4] В Университета в Бъркли той става експерт по програмиране и анализ на данни за изследването на горните слоеве на земната атмосфера. Но когато узнава за проекта SETI на NASA, той разбира, че е създад алгоритми, които мо-

гат да помогнат за „изваждането“ на истинския сигнал от шумовете. Днес, той ръководи проекта „Феникс“ – една от най-големите програми за търсене на извънземен живот.

Любопитно е как слепият човек разбира света извън това, което може да пипне и чуе. Вижда ли в съзнанието си звездите и галактиките като тримерни обекти? „Не, не мога да правя това. Но имам своя представа за нещата. В съзнанието ми има много картини на самото небе. Може би, аз съм най-подходящият човек за анализите, които правим по програмата SETI, защото слухът, който определя мята начин на мислене, ми позволява лесно да осмислям различните видове сигнали. Когато този проект започна, аз знаех точно какво да поискам от компютъра. Въпреки, че не виждам екрана на монитора, бях сигурен, че *Фурие* – анализът ще работи добре за детектирането на сигналите. За мен, това бе съвсем естествено.“ [4] Все пак Кулпърс работи с помощта на цял арсенал инструменти, традиционни и съвременни. За да разчита графиките, той използва звук – компютърният софтуер трансформира двумерната графика в серия от по-високи и по-ниски тонове. А за да програмира, компютърът превръща речта му в текст. И въпреки че технологиите по разпознаване и синтезиране на реч стават все по-съвършени, Брайловото писмо си остава важно за научната дейност. „Не можеш да правиш добра физика или инженерство, без добра математика. Но когато се опитваш да разбереши какво иска да каже някой друг, най-добре е да можеш да четеш.“ За да удовлетворят нуждите му, техниците създават ред нови устройства за конвертиране на текст – от монитор в Брайлов текст и обратно. Помагат му също студенти и приятели, които с цената на „добрия, стар, робски труд“ правят за него релефни графики и образи. Но те трябва да са прости, защото стандартните трикове на визуалното изкуство, като сенки и перспектива, не значат нищо за човек, който трябва да чете само с пръстите си.

„Живея на компютъра през целия ден. Разбира се, трябва да се трудя малко повече от останалите. Но сега не е толкова зле, колкото бе в колежа, когато трябваше да записвам лекциите на касета и след това да ги превръщам в Брайлов текст у дома. Или да правя упражненията си на Брайл и после да ги печатам, за да могат учителите да ги проверят.“ [4]

Заключение

Днес преподавателите в напредналите страни използват смесени технологии за включване на всички учащи в образователните програми. Например слепите хора, посещаващи планетариума в Бостън, сядат заедно със зрящите за сеанса на зимното небе. Те получават специална книга с релефни изображения на комети, планети и съзвездия, заедно с описание на Брайлов текст. В тъмната зала, те четат релефните точки с пръстите си, докато останалите наблюдават ярките точки върху купола. Разглеждат с ръцете си моде-

ли на телескопа Хъбъл, на спътници, на проектора в планетариума. За хора с увреден слух също са направени устройства, помагащи им в наблюдението на шоуто. Едновременно с прожекцията и говора за обикновените зрители, на монитори се изписва текста за глухите.

Днес подобни специализирани програми и книги са все още екзотика в нашата страна и затова науката остава далеч от хората с увреждания в България. Явно са необходими огромни усилия от страна на нашето общество, достъп до технологии, много упорство и помощ от близките, за да могат слепите, хората с увреден слух и изобщо хората с увреждания да се занимават с наука. В тази връзка е добре да се замислим колко хора с умовете и таланта, подобни на Стивън Хокинг, Дана Боулс, Кенет Кулърс, гаснат в българските социални домове, отблъснати от родителите си и от обществото.

П.С. Специално трябва да се отбележи, че благодарение на много активните дейности на учени от физическите институти от 8-и км., на членове на Софийския клон на Съюза на физиците в България, на покойната доц. А. Пеева и на ст.н.с. Рени Дюлгерова, които се извършват вече над 25 години, може спокойно да се нарекат така, хуманитарни акции и подкрепящи социални дейности в помощното училище „Райна Княгиня“ гр. Роман, в което има над 100 деца и юноши с увреждания от 7 до 18 години. Така че светлинка има! (по-подробно можете да се запознаете с тази благородна дейност от статията на ст. н. с. Ренна Дюлгерова „И този път в навечерието на Коледа“, сп. Светът на физиката, кн. 1, 2006 г. или на адрес http://www.inrne.bas.bg/wop/ARCHIVE/wop_1_2006/koleda.pdf)

Литература

- [1] Дана Боулс. Сп. Независим живот, кн. 3, 2002
- [2] Любенова, М. Странната вселена на господин Хокинг. Сп. Андromeda, бр. 9, 2005
- [3] Hawking, St. Disability – My Experience with ALS. ([download <http://www.hawking.org.uk/text/disable/disable.html>](http://www.hawking.org.uk/text/disable/disable.html))
- [4] The Universe in your hands. Сп. Mercury 7-8, 97
- [5] http://bg.wikipedia.org/wiki/Амиотрофична_латерална_склероза
- [6] <http://news.netinfo.bg/index.phtml?tid=40&oid=1037499>

ДНИ НА ФИЗИКАТА В ТЕХНИЧЕСКИЯ УНИВЕРСИТЕТ, СОФИЯ

Традиционните дни на физиката, организирани ежегодно от Департамента по приложна физика на ТУ София, тази година се проведоха от 9 до 11 април. Изнесени бяха общо 12 презентации, като темите обхващаха различни области от физиката, от определяне на възрастта на Вселената до история на Силициевата долина. Трябва да се отбележат засилена активност и интерес на студентите, които представиха 7 от презентациите на много високо ниво. Въпреки късния час на провеждане (от 17:30 часа) студентите не бързаха да се разотидат след лекциите. Много от докладите предизвикаха оживени дискусии. Както и всяка година интересът към демонстрациите на физични експерименти беше значителен. При подготовката на своите презентации студентите бяха подпомагани от асистентите И. Минков, Т. Арабаджиев и С. Донков. Презентациите са достъпни на сайта на Департамента по приложна физика.

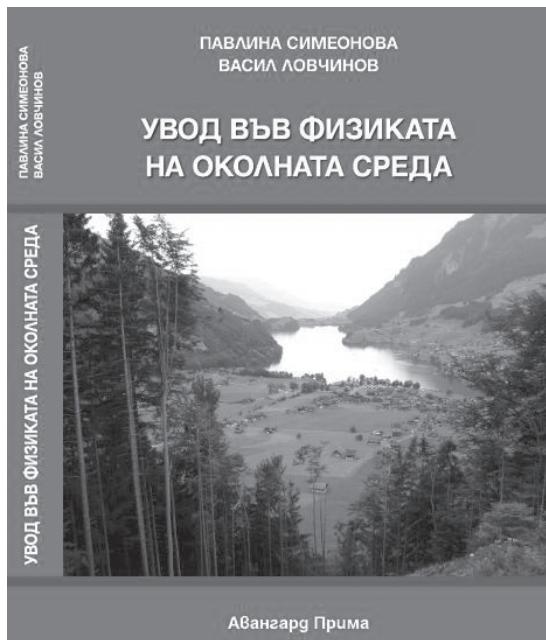
Организатори: доц. д-р С. Александрова, гл. ас. д-р Е. Халова

Списък на изнесените лекции от студенти и преподаватели:

- Силициевата долина – история и настояще – доц. д-р С. Николов
- Генерация и приложение на мощни свръхкъси лазерни импулси – доц. д-р И. Копринков
 - Физика и красота – доц. д-р С. Александрова
 - Никола Тесла – гений, изпреварил своето време – гл. ас. В. Танева
 - Ефект на Магнус – пълно обяснение – гл. ас. Е. Маринчев и съавтори
 - Физика и математика – взаимно влияние – Гаро Гарабедян, студент
 - Квантови компютри – Ради Радев, студент
 - Алтернативни енергийни източници – Симеон Рафаилов, студент
 - Закон на Кулон и възрастта на Вселената – Виктор Стойнов и Мирослав Стайков, студенти
 - Черните дупки – Елеонора Георгиева и Дилян Иванов, студенти
 - Сълнчевата система – Гаврил Тунев и Ана Ставрева, студенти
 - WDM – оптични системи – Димитър Рогачев, студент

*(на стр. 424 представяме доклада на
студентите В. Стойнов и М. Стайков)*

УВОД ВЪВ ФИЗИКАТА НА ОКОЛНАТА СРЕДА



на физиката на околната среда. Нарастващата роля на науките за околната среда изисква нови подходи към проблемите на околната среда като замърсяване на хидросферата, атмосферата, геосферата и биосферата, развитието на промишлената екология, общественото разбиране за необходимост от устойчиво развитие и т.н. Целият този голям брой проблеми обикновено се разглеждат поотделно – химията се занимава със замърсяването, физиката – с процеси и специфични явления, биологията – с биоразнообразието и т.н. Дълбоко убеждение на авторите, което се откроява отчетливо през цялата книга, е, че разнообразието от обекти и задачи на околната среда би могло да се обедини в книга при допускането, че всички те са предимно физични системи и подлежат на физическо интерпретиране. Това е основната концепция на книгата „Увод във физиката на околната среда“.

Първите 2 глави се занимават с физическата основа на процесите и явленията, които се извършват в околната среда, такива като термодинамика, дифузия, топлинен пренос, масов пренос, енергиен пренос, транспортни явления. Основните уравнения са разгледани по отношение на специфични процеси в околната среда (образуване на аерозоли, диспергиране на замърсителите в течни и газообразни фази, получаване на ядрена енергия и съответно

Не само в нашата страна, но и в световен мащаб липсват книги, посветени на физиката на околната среда. Химията и биологията са по-при利于елни и като част на бакалавърски и магистърски учебни програми.

Затова публикуването на монографията „Увод във физиката на околната среда“ с автори д-р Павлина Симеонова и ст.н.с. д-р Васил Ловчинов от Института по физика на твърдото тяло – БАН може да се приеме като истинско предизвикателство в тази сравнително нова за нашата научна общественост област.

Целта на настоящата книга е да представи някои основни концепции

замърсяване, алтернативни и възобновими източници на енергия, климатични промени и т.н.). Читателят ще е в състояние да проследява логично физичните връзки в различните системи на околната среда, да сравнява различни процеси в различните системи, да се убеди във физическата причина за всички събития в околната среда.

Следващата глава (3) представлява опит за свързване на фундаменталната физическа основа на процесите в околната среда и главната човешка дейност – промишлено производство и промишлен метаболизъм. Читателят е призван да разбере, че антропогенните фактори определят до голяма степен реалното състояние на природните системи. Представено е кратко описание на основните промишлени производства и тяхната връзка със замърсяването на околната среда, с ресурсите на енергия и материали и тяхното изчерпване, с ролята на хората при изменение на околната среда. Подчертана е ролята на физическите закони и взаимодействия.

В следващите глави (4, 5, 6) се разглеждат последователно специфични проблеми на хидросферата, атмосферата и геосферата. Всяка глава е конструирана по подобен начин. Представени са най-важните физически свойства на водата, атмосферата и геосферата. Подчертана е ролята на различните компоненти при формиране на съответните фази, последвано от информация за образуването на различни замърсители в газова, течна и твърда фаза. Грижливо е интерпретирана опасността от замърсяване на природата и вредата за човешките същества, както и принципите на пречистване на води, въздух и почви. Специално внимание е отделено на такива важни и публично дискутиирани процеси и явления, като пречистване на питейна вода, пречистване на отпадни води, подробно са описани киселинният дъжд, фотохимичен смог, неорганични и органични замърсители в атмосферата, ролята на почвата на адсорбиращ геологичен слой и т.н. Във всички тези случаи са показани антропогенните ефекти и читателят се запознава със степента на въздействие на химическата промишленост, строителството, минното дело, автомобилния трафик, производство на енергия и т.н. върху качеството на водите, въздуха и почвите.

Глава 7 има специално място в съдържанието на книгата. Тя е посветена на промишлената екология и концепцията за устойчивост. Авторите са убедени, че този специфичен проблем трябва да бъде разглеждан в книга с физическа насоченост, тъй като повечето промишлени процеси използват физически закони и принципи. Много важно е включване идеята за промишлен метаболизъм като съществена част от науките за околната среда. Така индустриалното производство и развитие се свързват тясно с всички проблеми на околната среда и се разглеждат като съществена част на околната среда, наречена антропосфера. Щом това е така, лесно може да се проследи моделът за устойчиво развитие с участие на всички съществени фактори за неговото развитие – промишлени, екологични, икономически и обществени.

В следващата глава (8) авторите се занимават с друг първично нефизически проблем – биосфера и екотоксичност. Но стилът на книгата изисква разглеждане на всички части от околната среда. Следователно ще бъде нело-
гично да се подмине такава важна част като биосферата и нейната съществен-
на връзка със замърсяване на околната среда – концепцията за устойчивост.
Авторите са изкушени да включат в съдържанието много аспекти на биосфе-
рата, тъй като крайният продукт на много ефекти на замърсяване са токсич-
ните ефекти. Ето защо се отделя внимание на токсичните и вредни отпадъ-
ци, на тяхната обработка и рециклиране. Не бива да се забравя, че модерната
биофизика силно се интересува от различни биологични процеси, включи-
телно токсичност, така че няма отклонения от главната насока на книгата.
Освен това екотоксичността се превърна в специфичен параметър на всички
системи от околната среда, наред с традиционните параметри на мониторин-
говите процедури за качество.

Съществена част на книгата за физиката на околната среда би трябвало да бъде грижливо представяне на различните методи за мониторинг за окол-
на среда – повърхностни, езерни и морски води, аерозоли, почви и седимен-
ти, биологичен материал (растения, организми, телесни течности и т.н.), про-
мишлени продукти, работни и жилищни помещения. Добре известно е, че повечето инструментални методи за мониторинг и химичен анализ се бази-
рат на физически принципи (спектрометрия, електрически измервания и съ-
ответни сензори – потенциометрия, волтамперометрия, кулонометрия).

Глава 9 дава кратко описание и областите на приложение на някои мно-
го важни мониторингови процедури за всички възможни системи от околнна-
та среда.

Следващата част на книгата (глава 10) описва едно много специфично научно поле, наречено екометрия. То се занимава с класифициране, модели-
ране и интерпретиране на големи масиви данни от мониторинг на обекти.
Авторите са вероятно едни от първите, които включват такава глава в книга,
отнасяща се за физика на околната среда. Представени са различни многова-
риационни статистически методи (кластерен анализ, анализ на главни ком-
поненти, N-way анализ на главни компоненти, неутронни мрежи, регресия по
главни компоненти, рецепторно моделиране, анализ на времеви редове, рег-
ресия по частично най-малките квадрати и т.н.), които позволяват определя-
не на дифузната структура на данните, идентифициране и пропорциониране
на възможните източници на замърсяване.

Последната 11 глава на книгата се опитва да представи един по-специфи-
чен поглед за проблемите на физиката на околната среда – околната среда от историческа гледна точка. Модерното познание е една комплексна система,
която включва различни специфични мнения и гледни точки. Тя съдържа,
по-специално, истината за науката за околната среда, която изисква ангажира-

не не само на учени от традиционните природни науки (физици, химици, биолози, геолози, медици), но също икономисти, политици, философи, историци, теолози. Ето защо последната глава е един опит да представи важността от т. нар. „разделяне на отговорността“ за бъдещето на цивилизацията.

Книгата съдържа също списък от публикувани изследвания, занимаващи се с различни научни аспекти от физиката на околната среда. Интересното тук е, че се посочват освен голям брой монографии, посветени на отделни раздели от книгата, и много конкретни изследвания, съобразени с личния опит и вкусове на авторите – класифициране, моделиране и интерпретиране на данни от мониторинг на обекти от околната среда (хидросфера, атмосфера, геосфера и биосфера). Така книгата има и още един интересен принос – предлага задълбочен анализ на екометрични изследвания, които също са новост за нашата практика.

В настоящата книга се прави опит да се систематизират основните проблеми, с които би следвало се занимава физиката на околната среда, без да претендира, че са обхванати всички такива. Това е практически невъзможно, тъй като списъкът от фактори, влияещи на околната среда е твърде дълъг. Целта по-скоро е да се представят някои от основните проблематики на физиката на околната среда.

Важен друг специфичен елемент в книгата, предложен за пръв път от авторите на книгата за физиката на околната среда, е включването на нейните социални, икономически и исторически аспекти, като проблемите на устойчивото развитие, на метриката на устойчивото развитие, на цивилизационните фактори, определили промените на естествената ни околнна среда.

Логиката на настоящата книга налага да се търсят областите на сътрудничество между научните направления, свързани с околната среда, при което се разбира партньорството между природни и хуманитарни науки, свързани с екологичните проблеми. Така се демонстрира единството на основа, което учените наричат „environmental science“, т.е. наука за околната среда. Много учени са на мнение, че хората трябва да променят своя начин на мислене и поведение спрямо природата, за да успеем да се справим с екологичните проблеми. Това е философски въпрос, но той има и научно измерение – научният метод умее да разделя големия и сложен (понякога нерешим) проблем на по-малки, които имат решение. Ако тази книга допринесе с нещо в тези два аспекта – да накара хората да мислят повече за околната си среда и да вярват, че науката има решения за разрешаване на екологични проблеми, тогава нейната цел ще е постигната и довлетворението на авторите ще е пълно.

Кольо Калайджиев

Петнадесета международна школа по квантова електроника „Лазерна физика и приложения“, 15-19 септември 2008 г., Бургас

Награда за млад български учен

Международната Школа по Квантова Електроника „Лазерна Физика и Приложения“ се организира традиционно от 1980 година на всеки две години от Института по електроника към БАН. Тематиката ѝ обхваща взаимодействие на лазерното лъчение с веществото, лазерна спектроскопия и метрология, лазерно дистанционно сondиране и екология, лазери в медицината и биологията, лазерни системи и нелинейна оптика.

Задачи на школата са не само разпространението на знания и запознаването с последните постижения в областта, но и обучението на младите учени как да представлят своите работи, да обсъждат проблемите и постигнатите резултати с утвърдени учени от страната и чужбина. Школата спомага за създаването на международни контакти, резултат на които са многобройни специализации, сътрудничества и международни проекти.

Председател на организационния комитет на 15 МШКЕ беше ст.н.с. д-р Екатерина Борисова. Организацията и провеждането на Школата бяха подкрепени финансово от Института по Електроника, Българската Академия на Науките, фондация Еврика, Националния Технически Университет на Атина-Гърция, Австрийски Офис за Наука-София, индустриални спонзори – HORIBA Jobin Yvon, COHERENT и Optella. В школата взеха участие над сто учени от 21 държави. Двадесет и четириимата поканени лектори бяха от Австрия, Англия, Армения, Гърция, Израел, Италия, Канада, Латвия, Мексико, Нидерландия, Русия, САЩ, Сърбия, Франция, Швеция и Япония. Текстовете на представените научни лекции и постерни презентации, ще бъдат публикувани в SPIE Proceedings – издание на Международната Асоциация на Оптичните Инженери.

За първи път в настоящето издание на Школата бяха присъдени SPIE Student' Awards за най-добра постерна презентация на студент или докторант. Международно жури (без участие на български представители) с председател проф. Питър Таунсенд от Университета на Съсекс, Англия, определи като „най-добри“: Татсунори Сакано от Университета на Кейо, Япония, Цветина Евгениева от ИЕ-БАН и Анахит Гогян от Института за физически изследвания на Арменската академия на науките.

Цветина Евгениева получи втора награда за работа по лидарно сканиране на тропосферата. Тя е редовен докторант трета година в лаборатория „Лазерна локация“ на Института по електроника, с научен ръководител ст.н.с. д-р Иван Колев. Цветина активно участва в експериментални кампании за определяне на оптичните характеристики на атмосферния аерозол, провеждани в България и чужбина. Има няколко участия на международни научни мероприятия – конференции, школи и семинари.

С. Гатева, ИЕ – БАН

КРАТКИ ВСТЪПИТЕЛНИ БЕЛЕЖКИ НА ПРЕВОДАЧА

Читателят е забелязал, че публикуваната в предните три книжки на Светът на физиката пиеса на Хю Уайтмор „Да разбиеши шифъра“ е по новелата на Ендрю Ходжис „Альн Тюринг и Енигмата“. Затова, след като пиесата завършила в третата книжка, редакцията реши да я допълни с материал от самия Ходжис. Това е статия, основана върху доклад на Ходжис, изнесен през 2004 на конференция в Манчестър, посветена на 50-та годишнина от смъртта на Альн Тюринг. Преведената тук статия е преработка на този доклад и е излязла в сборник, публикуван през 2008.

Колкото по- внимателно четем статията на Ходжис, толкова по-рефлексно изпъква образът на Тюринг не само като ‘изключителен кодоразбивач’ (акато го нарича Р. Пенроуз в „Новият разум на царя“), но и като талантлив учен с удивително широк обхват на научни изследвания. Лекотата, с която Тюринг се е докосвал до фундаментални проблеми (от морфогенеза до динамичен хаос, квантов ефект на Зенон и ред други), е сравнима само с лекотата, с която той се е отнасял към въпросите на собствения си научен приоритет; виж напр. казаното от Ходжис тук в раздел 2 по повод откритията, свързани с дигиталния компютър; бих добавил също, че Тюринг не публикува своето откритие на ефекта на Зенон, което изпреварва поне с десетилетие масираните изследвания (на Л. Халфин, на Б. Мизра и Е. Сударшан и др.) на този специфично квантов ефект.

Поместената тук статия на Е. Ходжис със сигурност ще ни помогне да направим по-задълбочен прочит на пиесата на Хю Уайтмор.

Редакцията изразява благодарност на доцент Петър Петков и на доцент Стела Николова, преподаватели във Факултета по математика и информатика, за любезното предоставення текст на статията, а така също за консултациите при изготвянето на българския превод и бележките към него.

М. Бушев

АЛЪН ТЮРИНГ – ЛОГИЧЕСКАТА И ФИЗИЧЕСКАТА ОСНОВА НА РАЗРЕШИМОСТТА

Ендрю Ходжис



1. Изчислими числа

Половин столетие след смъртта на Алън Тюриинг, през 1954, ние можем да се запитаме дали изчисляването може да прескочи рамките на разрешимостта, които той очерта в класическата си статия от 1936, озаглавена *Разрешими числа и приложение към Entscheidungsproblem*¹. Отговора ще потърсим в духа на Тюриинговите изследвания, като ще започнем със споменатата негова публикация от 1936.

Обикновено като предпоставки за тази Тюриингова работа се сочат Хилбертовият проблем за разрешимостта при логика от първи порядък², откритието на Гьодел³ и т.н. Това е съвсем правилно описание на пътя, по който Тюриинг стига до тази работа, след като е изслушал лекциите на Нюман в Кеймбридж през 1935. Но Тюриинг дава типична за него собствена дефиниция за разрешимост посредством *числа*, а проблема на Хилберт излага като ‘приложение’ към тази дефиниция. По-нататък ще подчертаем връзката на разрешимостта с числовата структура, тъй като тази връзка е от голямо

значение за съвременните перспективи на изчисленията. Особено важно е, че още от 1936 Тюриинг винаги разглежда изчисляването вътре в рамките на общите символни системи, без да се ограничава с числените данни. Неговите практически предложения за целочисленi пресмятания отиват далеч навътре в нечисловите структури. Но за връзката с физическата реалност, която тук е основна тема, от особено значение е разрешимостта в класическата математика на целите числа **Z** и на реалния континуум **R**.

Фактически ясна картина за **Z** и **R** е необходима даже за да бъде разбрано заглавието на Тюриинговата статия. В него думата „числа“ се отнася за елементите на **R** – „реалните числа“, за които обикновено се смята, че съот-

ветстват на измерването на непрекъснати величини, каквото са разстоянието и времето, и които се изразяват посредством безкрайни десетични дроби⁴. Но в картина на Тюринг изчисляването на дадено реално число се осъществява, като се дефинира една ‘крайна’ машина, съставена от определени дискретни елементи, и всички те могат да бъдат кодирани като елемент на Z , наречен „описателен номер“ на машината. Това, че (някои) елементи на R могат да бъдат системно закодирани с елементи на Z , далеч не е тривиална идея.

Студентите вероятно ще бъдат много озадачени, защото макар да ги учат, че добре дефинираният алгоритъм трябва да има завършек и че машината на Тюринг формализира схващането за алгоритъм, изчисляването на едно разрешимо число с машината на Тюринг никога не завършва! Но тук няма противоречие. Тюринговият модел за пресмятане на реално число изисква пресмятането на *кой да е десетичен знак* да бъде задача със завършек. (Но, изобщо казано, не може да се посочи ограничение нито за необходимото време, нито за изисквания обем на работа.) Пресмятането на едно разрешимо число означава последователното определяне на всеки десетичен знак, а това естествено не може да се постигне за крайно време. Решаващият момент тук е, че същият краен обем информация, който може да бъде кодиран като единичен „описателен номер“ е достатъчен за безкрайно много различни десетични знаци.

Онова, което Тюринг нарича ‘некръгово условие’, е условието всеки десетичен знак да може да бъде изчислен по такъв начин и неговата теория демонстрира неразрешимостта на такава некръговост. Днес по-често се използва по-простият ‘проблем на спирането’, т.е. въпросът дали дадена машина на Тюринг, започваща с чиста записваща лента, някога ще стигне до конкретно състояние на ‘спиране’, това е класически пример за неразрешим проблем⁵. Все пак това преформулиране не е от решаващо значение.

Тъй като описанието на едно разрешимо число се дава във вид на цяло число, разрешимите числа са изброими. В този дух ние можем да построим картина на ‘реалната линия’ R с определени особени изброими подмножества от точки: първо целите числа, после по-голямото множество на рационалните числа, после още по-голямото множество на алгебричните числа. Изброимото множество на разрешимите числа изглежда да е окончателното естествено разширение на тази идея. По един много прост начин то характеризира всичките числа, които се използват в обширни области на математиката (както показва и Тюринг в статията си от 1936) и това само по себе си е голямо постижение на Тюринг. Той обаче се надява на нещо повече: в увода посочва, че се надява въз основа на това схващане скоро да построи основите на „теория на функциите на реална променлива“, а тази бележка сочи, че през 1936 той е имал сериозни намерения да предефинира по конструктивистки начин връзката между Z и R .

Структурата на **R** не притежава онази интуитивна и убедителна прозрачност, присъща на **Z**, и Тюринг вероятно е смятал, че има възможност това положение да се подобри. Една съществена логическа връзка между изброяването (**Z**) и измерването (**R**) само е посочена през 19 в. в забележителните работи на Вайершрас през 1860 и на Дедекинд през 1872. Когато Тюринг започва да чете математика в Кеймбридж през 1931, тези неща са били познати само на едно поколение математици (например Бертран Ръсел завърши следването си по математика през 1893, без да знае нищо от това, и научава за съвременната дефиниция на граница през 1896). Чиста математика на Г. Харди излиза за пръв път през 1908 и това е най-популярният текст, по който английските студенти математици се запознават с анализа на **R**, развит в Европа от 19 в. Но Тюринг е изучавал по-дълбокото изложение на Кноп (1921), където също се развива численото пресмятане на редове, благодарение на което Тюринг се запознава с практическото третиране на разрешимостта.

За съжаление, Тюринг не е оставил никакви сведения за развитието на идеите си от 1935. В неговата работа разрешимите числа се появяват напълно оформени без никакви предшестващи усилия. Обаче заслужава да се отбележи един любопитен факт относно неговите статии. Те включват както ръкопис, така и печатен текст на статия върху нормални числа – тема, която възниква в теорията на измерването. Грубо казано, нормалните числа са такива, чието представяне като десетична дроб съдържа равномерно разпределени цели числа, независимо от това каква числова база е избрана. Известно е било, че почти всички числа са нормални, но не е бил посочен нито един явен пример. Обаче приятелят на Тюринг, Дейвид Чампърнаун, който също е бил студент в Кеймбридж, прави принос към теорията и в статия, публикувана когато е още второкурсник (1933), написва числото 0.12345678910111213..., като доказва, че то е нормално при основа 10. Изследването на Тюринг може да се разглежда като опит да предложи също толкова експлицитна конструкция за по-общи нормални числа. Доказателството на Тюринг никога не е било публикувано.

Любопитно е, че този свой ръкопис Тюринг е написал върху обратната страна на шест страници от ръкописа *Върху разрешимите числа*. Интересно е също така, че Тюринговият анализ на нормалните числа включва и позование на „механичен процес“ и „конструктивно изброяване“, което говори за връзка с разрешимостта. Не е посочена никаква дата на тази работа, но това, че е върху машинописния текст на *Върху разрешимите числа*, говори за 1936 или по-късно. Но Тюринг е знал за работата на Чампърнаун още през 1933. Възможно е в приятелска надпревара през 1933-1935 Тюринг да е започнал да размишлява върху конструктивистка дефиниция на реалните числа, преди да е научил от Нюман за *Entscheidungsproblem*. Възможно е именно това да го

е окуражило да се впусне в изследователска работа въпреки младостта и недостатъчната подготвеност. Но, както изглежда, една по-съществена предпоставка е дълбокият интерес към философията, за който свидетелства есето на Тюринг *Природата на духа* (1932?). Благодарение на своя необясним гений той вероятно е виждал връзка, невидима за другите, между проблема на Хилберт за разрешимостта, класическия въпрос за свободата на волята и физическия детерминизъм, от една страна, и разрешимостта на реалните числа, от друга.

Тъй като реалните числа са неизброими, почти всички реални числа са неразрешими. Тюринг дава експлицитен пример за дефинирамо, но неразрешимо число: това е числото, което се различава на п-то десетично място от п-то разрешимо число, подредени по техните описващи номера. Друго едно неразрешимо число Ω , свързано с „проблема на спирали“¹, беше открито от Чейтин (2006). Би било обаче подвеждащо да представяме Ω като естествена константа, каквато е π , защото дефиницията зависи от конвенционални технически подробности при конкретизацията на Тюринговите машини. Има и по-дълбока причина да бъде подвеждащо: докато π , което е разрешимо число, може да се опише с краен брой данни, число като Ω не може.

По такъв начин Тюринг разкрива нови аспекти на числовата система. Но не по-малко важен е и развитият от него нов технически апарат за постигането на това, защото той се оказва доминираща техника на съвременния свят. Гьодел беше показал как да се кодират *като* цели числа твърденията относно цели числа и по този начин показва непълнотата на формализирани системи. Тюринг показва как да се кодират операциите *върху* цели числа *посредством* цели числа и по този начин показва неразрешимостта на формализираните системи. Така че Тюринг развива фундаменталната идея за кодификарирането по един и същ начин като символна структура както на операциите, така и на числените данни. Тази идея е много съществена за неговите доказателства, но тя не е ограничена само с трудността на *Entscheidungsproblem*. Защото, прилагайки по забележителен начин тази идея, Тюринг показва, че „е възможно да се изобрести машина, която да изчислява произволна разрешима последователност“. Това изобретение е неговата *универсална машина*.

2. Тюринговото практическо развитие на разрешимостта

Сега кратко ще обсъдим как Тюринг развива собственото си откритие от 1936, като ще набледнем на начина, по който той превръща логическото във физическо. Най-поразителният факт е, че той по-късно превръща схващането за универсална машина в практическа програма за създаването на дигитален компютър. Тюринг е разговарял с приятеля си Дейвид Чампърнаун някъде към 1936, като е обсъждал дали е осъществима (или неосъществима)

универсалната машина, при което възниква въпросът за машина с размерите на „Алберт хол“. Разумно е да предположим, че Тюринг ясно е предвиждал възможността простите логически операции на неговите машини да бъдат физически реализуеми, доколкото за тях се изискват само операции, каквито са се използвали в тогавашните телетипи и автоматични телефонни връзки. Но е трябвало да се случат много други неща, преди идеята за универсална машина да добие практически измерения.

В периода от 1937 до 1939 Тюринг изprobва много възможни пътища и никой страничен наблюдател тогава не би забелязал дали те водят към електронен компютър. Тук можем да отбележим, че: (1) Той не представя реалния анализ посредством разрешими числа, както първоначално се е надявал. Проблемът, с който се заема (Тюринг, 1937), а именно нееднозначността на десетичните разложения (.50000. . . . = .4999. . .), на пръв поглед е тривиален, но фактически разкрива дълбока трудност, състояща се в това, че никоя характеристична функция на дадено подмножество на **R** не е разрешима. Използваното от Тюринг (1937) различно описание на **R** представлява първата стъпка към съвременния разрешим анализ, но самият Тюринг не продължава по този път. (2) Изготвената в Принстън докторска дисертация на Тюринг (1938) третира много по-дълбоката теория на неразрешимите структури (сега наречени степени на Тюринг), а изобщо не засяга физическите или практическите аспекти. (3) Изследването му върху Римановата дзета-функция (1943) и върху близки въпроси от теорията на числата са породени от интереса му към реалното изчисление. Но проектираната от него (1939) машина, която да помага при изчислението, е била аналогово устройство с дискретни приближения, а не развитие на идеите му за логическа машина. (4) Работите му по теория на групите (1938) вероятно са привлечли вниманието на Фон Нойман, който го поканва за специализант, но Тюринг отказва. Няма причина да предполагаме, че Тюринг е обсъждал въпроси на разрешимостта с Фон Нойман. (5) Макар Тюринг да е посещавал групата на Витгенщайн по философия на математиката, бележките му не съдържат негови идеи, свързани с проблеми на изчисляването, а също с философията на разума, развивана по-късно от него. (6) Встрани от академичните работи той построява електрични релета, с цел да извършва двоично умножаване. Конкретната му цел е да построи подобрена шифровъчна система, идеята за която вероятно му е дошла от обмислянето на въпроса за „най-общ код или шифър“. Тази любителска конструкция е възможно най-близката до практическото осъществяване на неговите идеи за обща теория на изчисляването.

Както се оказва, именно това ексцентрично хоби – тогава вероятно така е изглеждало – доминира в неговия живот от 1939 до 1945 и впоследствие променя световната история. През 1948 Тюринг пише, че машините по общо мнение до „около 1940“ са били смятани за ограничени в рамките на елемен-

тарни, повтарящи се задания; едва ли можем да се съмняваме, че с посочването на тази дата той има пред вид поразителната паралелна логика за разгадаване на усложнената шифровъчна машина „Енигма“, която Германия използва за военни комуникации. От този момент нататък Тюринг е фактическият ръководител в Блечли, като разкрива мощността на разрешимите операции. Част от тях са приложени върху машини, а други са използвани от хора, занимаващи се с процеси на алгоритмизация. Осьщественото от Тюринг механизиране на оценката посредством „теглото на свидетелствата“ (предшественик на много популярните в развитието на Изкуствен интелект статистически методи, разработвани 60 години по-късно) по всяка вероятност е било решаваща стъпка към реализацията на неговото убеждение в неограничения обхват на възможностите за механизиране на човешкия интелект. През 1943 той обсъжда подобни идеи с Шанън, а през 1944 започва да говори за „построяване на мозък“. Възможностите за практическо конструиране съществено са се изменили в сравнение с времето на „Алберт хол“ от 1936, като дигиталната електронна техника е не само достъпна, но и доказана осъществима.

Употребата на думата „мозък“ показва, че по някое време Тюринг стига да убеждението, че обхватът на идеите, развити в статията *Върху разрешимиите числа*, може и трябва да бъде разширен. Докато през 1936 той ограничава обсъждането до човешко същество, което осъществява механичен процес, то от 1945 нататък Тюринг възприема разбирането, че всички ментални процеси попадат в обсега на разрешимите операции. Основите са положени още през 1936 със смелото предположение, че един процес фактически не се нуждае от записване във вид на „списък от инструкции“, а би могъл да се въплъти в „умствени състояния“. Но възгледите на Тюринг след 1945 бележат още една съществена промяна. По-конкретно в тях вече се отхвърля схващането, че за разпознаването на верни, но формално недоказуеми Гьоделови твърдения са необходими неизчислими „интуитивни“ стъпки. Такива неизчислими ментални стъпки се подразбират още в неговия анализ от 1938, а самият Гьодел със сигурност е вярвал в тях. Свидетелство за тази нова насока на мислене е казаното от Тюринг във връзка с неговото предложение за компютър, играещ шах: компютърът ще може „да играе шах много добре“, ако бъде позволено от време на време да допуска сериозни грешки“. Това загадъчно споменаване на грешки се пояснява в статия на Тюринг (1947), в която се отбелязва, че след като веднъж е позволено да се допускат грешки, Гьоделовата теорема става неуместна. В следвоенните схващания на Тюринг „съзирането на истината“ става по един несъвършен начин с помощта на алгоритми; затова няма причина компютрите да не вършат това със същия успех като хората. (Гьодел, разбира се, отхвърля това следвоенно виждане на Тюринг за машинния интелект, макар че подкрепя неговата оригинална дефи-

ниция за разрешимост.) Употребата на думата „мозък“ също говори за интереса на Тюринг към неговата *физическа* природа, което ще обсъдим по-нататък.

Дълбокият интерес към природата на менталните функции е главната мотивация на Тюринг, но през 1945 той е изцяло погълнат от практическите аспекти на дигиталното изчисляване и в доклада си от 1946 прави впечатляващ анализ на неговия потенциал. Няма съмнение, че през 1946 Тюринг вижда себе си като реализатор на своята универсална машина от 1936, като изтъква широкия ѝ обхват и способността ѝ да поема нови задачи просто чрез допълнително зареждане с печатаща хартия. В лекция пред Лондонското математическо общество (1947) той дава изкусно описание на идеята за универсална машина, а в доклад от 1948 използва термина „Практическа универсална изчислителна машина“, за да означи всички видове дигитални компютри, които по това време са били построявани. Въпреки това онези, които биха искали да изтъкнат Тюринг като създател на компютъра, ще се сблъскват с трудността, че самият той е проявявал много слаб интерес към въпросите за приоритета. В доклада си от 1946 той цитира неотдавнашния доклад на Фон Нойман, но не споменава нищо за своята статия от 1936 *Върху разрешимите числа*. Даже когато говори пред аудитория от математици (1947), той само бегло споменава за корените на дигиталния компютър в математическата логика. В доклада от 1946, в лекцията от 1947 и в доклада от 1948, всички до един непубликувани, Тюринг пропуска да подчертава принципа на модифицируемата вътрешно заложена програма с кодирани данни и инструкции.

Това, че дадена програма представлява вид данни, е основен принцип на работата на съвременните компютри. В днешно време трудно можем да си представим свят, в който този принцип не е познат, и трудно можем да четем *Върху разрешимите числа*, без да превеждаме понятието Тюрингова машина като ‘програми’ и универсална машина като ‘компютър’, осъществяващ тези програми. Структурата на Тюринговата универсална машина от 1936, в която програмите са данни, които трябва да се четат по точно същия начин като числени или друг вид символни данни, е твърде различна от тази на Бабидж и неговите наследници чак до ЕНИАК. При все това самият Тюринг никога не посочва това като ключово концептуално постижение, а да не говорим, че никога не е имал претенции за неговото авторство.

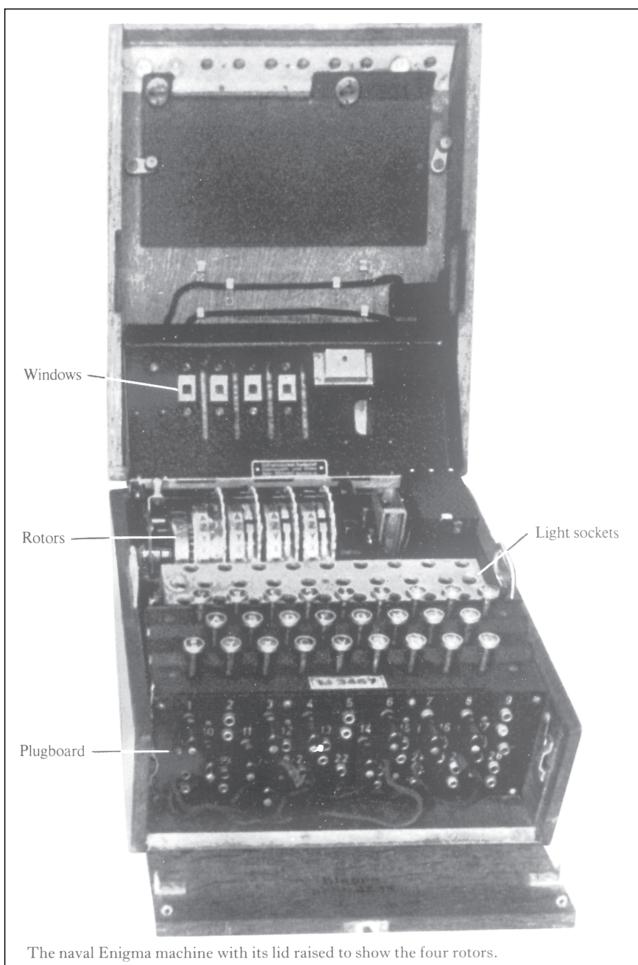
Този пропуск е смайващ, доколкото Тюринг още от самото начало е виждал, че програмите са данни и могат да бъдат манипулирани като такива. Още на първата страница на доклада си от 1946 той обяснява, че за осъществяването на изчислението „ще се грижи самата машина“, като ключовата рефлексивна дума „сама“ ни връща назад към Гьоделовите представи; същото може да се каже и за неговата идея машината сама да съставя своя маши-

нен код въз основа на инструкции, написани в по-достъпна за ползвателя форма. В този дух той предлага програмна версия на условно разклоняване, което описва с думите „можем да си въобразяваме, че инструкциите наистина са числа“. Подобна „претенция“ лежи в сърцевината на Тюриングовото съвършане, което произтича направо от „описващите числа“ в статията от 1936. Но Тюриング не го излага по този начин. По-нататък, в един извънредно важен пасаж, той пише също така, че в бъдеще писането на софтуер трябва да бъде освободено от тежкия труд, доколкото „всички процеси, които до голяма степен са механични, могат да се предадат на самия компютър“. Този възглед (далеч изпреварващ Фон Нойман) се определя от неговото разбиране за програмите, които сами са структурирани данни. В доклада си от 1947 Тюриング посочва, че на машината могат да се дават инструкции в „коя да е символна логика“, обаче никога не се разпростира върху онова, което сам е постигнал в символната логика.

В доклада си от 1948 Тюриング започва да обсъжда програмното модифициране, но бързо го прекъсва с кратко позоваване на конституцията на САЩ (вероятно имайки пред вид, че конституцията съдържа уговорки относно възможни поправки към нея), като по този начин прекъсва сериозния анализ.

Трийсет години по-късно Дъглас Хофтадър⁶ разви очарованието на Гьоделовата автореферентност на всички равнища, но през 1948 Тюриング не оставя практически никакви документирани свидетелства за своите идеи.

Още по-чудно е, че според Тюриング (1950) аналитичната машина на Бабидж⁷ „съдържа всички основни идеи“ на една универсална машина. При все това централен аргумент на Тюриング в



тази статия е твърдението, че програмите биха могли да бъдат модифицирани във форми, които не са предвиджани от първоначалния програмист; това е основната насока на контрааргумента му срещу „възражението на лейди Лавлейс“⁸ спрямо машинния интелект. Подобна програмна модификация изисква точно това схващане за програмите като данни, което липсва на възгледа на Бабидж. Казано по-общо, след като се премества в Манчестър през 1948, Тюриング не смогва да обясни и да изследва интелектуалната история на компютъра. Първото полупопулярно историографско описание на дигиталното изчисляване във Великобритания, озаглавено *По-бързо от мисълта* (Байдун, 1953), извежда Бабидж на първо място, докато за работите на Тюриング се споменава в приложения обяснителен „речник“ по следния начин:

Тюриингови машини: През 1936 Д-р Тюриング публикува статия върху проектирането и ограниченията на изчислителните машини. По тази причина те понякога се наричат с неговото име. Умлаутът е незаслужена и нежелателна добавка, дължаща се по предположение на впечатлението, че нещо така неразбираемо трябва да е от тевтонски произход.

Тюриング не приема контраатака с книга от рода *Теория и практика на компютрите*, каквато само той би могъл да напише и която изцяло би променила възприетата история на въпроса. Той не прави никакво усилие да създаде популярност на Тюриинговите машини в малкия, но непрестанно растящ свят на компютърната наука. На встъпителната конференция за Манчестърския компютър (1951) Тюриング изнася абсурдно ниска по нивото си лекция върху машинния код – „локални конвенции“ и никакви задълбочени принципи. По подобен начин е пропусната възможност в неговата статия (1953) върху пресмятането на Римановата дзета-функция. Макар че пише за математици, които биха оценили по достойнство сериозното професионално описание на математическите принципи на компютрите, Тюриング се задоволява с доста повърхностен разказ за машинното кодиране. В своята полупопулярна статия (1954) той дава сериозно изложение на разрешимостта в чистата математика, но даже в този случай неговият принос остава в сянка.

Единствената област, където Тюриング със сигурност се представя в предни позиции, това е философията на Изкуствения интелект. Поironия на съдбата обаче това му създава репутацията на чист теоретик и коментатор на изчислителните процедури, без нито веднъж да остави впечатлението, че дигиталните компютри дължат своя принцип на действие именно на неговите логически идеи. А междувременно, след 1950, Тюриング се пренасочва главно към изследвания в математическата биология и очевидно е доволен да прилага (по доста елементарен начин) универсалната машина, вместо да обяснява действието ѝ и да я усъвършенства. Всичко това, разбира се, бива пре-

къснато от смъртта му през юни 1954. Обаче през последните си години той се връща наново към проблеми от *физиката*, които фактически са предхождали запознанството му с логиката. По думите на Нюман (1955) Тюринг „по същество беше повече приложен отколкото чист математик“, а неговият интелектуален живот е започнал, когато дядо му му дава екземпляр от Айнщайнова книга върху теорията на относителността. Неговата първа среща с Фон Нойман няма нищо общо с компютрите, а е свързана с прочетеното, през 1932, на дадената от Фон Нойман математическа формализация на основите на квантовата механика. Математическата физика ни връща обратно към въпроса за връзката между логическите идеи на Тюринг и тяхното физическо въплъщение.

3. Ефикасно изчисление

През 1937, запознавайки логиците с идеите на Тюринг в тогава новото списание *Journal of Symbolic Logic*, Чърч предлага свой собствен вариант на Тюринговата дефиниция на разрешимост и по следния начин я поддържа като подходящо и ценно пояснение на идеята за ефикасна изчисляемост:

Авторът [Тюринг] предлага като критерий за „изчислимост“ на една безкрайна редица от цели числа 0 и 1 да е възможно да се измисли изчислителна машина, заемаша крайно пространство и съдържаща крайни по размер работни части, които да изписват редицата до произволен брой членове, когато бъде оставена да работи достатъчно дълго време. За удобство върху работата на машината са наложени някои допълнителни ограничения, но те са от такъв характер, че очевидно не причиняват никаква загуба на общността; в частност един човек изчислител, снабден с молив и хартия, както и с експлицитни инструкции, може да се разглежда като вид Тюрингова машина.

Резюмето на Чърч е по любопитен начин неточно. Макар Тюринг (1936) в началото наистина да е заявявал, че според неговата дефиниция „едно число е разрешимо, ако десетичната му дроб може да се запише от машина“, той не казва нищо нито за крайното пространство, нито за размерите на машината. Своята конструкция той моделира в съответствие с *човешко същество*, което работи въз основа на експлицитно записани инструкции, а също въз основа на ‘състояния на разума‘, за които Чърч нищо не споменава. Неговите условия за крайност са формулирани върху тази основа. Дефиницията на Чърч е формулирана в термините на машини – машини с крайни физически характеристики – и представя човека изчислител като частен случай. Тюринг обаче няма никакви възражения и затова Чърч повтаря своето резюме през 1940, когато е по-добре запознат с работите на Тюринг,

зашпото е бил ръководител на докторската му дисертация. В своята докторска теза Тюринг просто характеризира изчислимите операции като такива, ‘които могат да бъдат осъществявани от машина’, без да се привлича вниманието на читателя към каквато и да е разлика между неговото собствено описание (1936) и картина на Чърч за пресмятане с произволна машина. Няма причина да се предполага, че Тюринг е възразявал срещу даденото от Чърч представяне на неговата дефиниция или че някой по онова време би придавал голямо значение на различието между човек изчислител и ‘произволна машина’.

Но макар Тюринг да е направил подробен и задълбочен анализ на идеята за човешко същество, което прави изчисления, нито Чърч, нито Тюринг отделя никакво внимание на това, което се подразбира под машина, ‘заемаща крайно пространство’. Тюринг, в частност, е имал много добра подготовка по физика, а и двамата – единият в Кеймбридж, а другият в Принстън – са били в среди на най-напредналите в света изследвания по квантова теория и по теория на относителността. Обстановката около тях ясно им е показвала, че схващанията на деветнадесети век за пространство, време и материя повече не могат да бъдат валидни и че наивните възгледи за ‘машина’ повече не могат да бъдат адекватни. Но при все това по онова време не възниква никакъв подобен въпрос.

Оттогава много водещи учени са поставяли точно такива въпроси относно физическото въплъщение на изчисляването. Действително, един фундаментален въпрос на съвременната компютърна наука е дали дадената от Чърч характеристика на изчислимостта е валидна за машини, построени от произведен вид физическа материя, работеща по всеки възможен начин. Така например водещият компютърен специалист А. Яо, в поредица от обзорни статии по повод петдесетгодишнината на Асоциацията за компютърни машини (2003), резюмира тезата на Чърч – Тюринг, като заявява, че ‘произволна хардуерна система’ би давала единствено онези същите функции, които могат да се получат от машините на Тюринг. Яо коментира, че ‘много е възможно Чърч и Тюринг да не са вярвали в това’, но че това се е превърнало в ‘общоприета интерпретация’. Съдейки по описанието на Чърч (1937) на изчислимостта в термините на ‘произволна машина’, той вече е стъпил на тази писта. Трябва обаче да се отбележи, че Чърч много внимателно е формулирал условията за крайност, които формулировката на Яо пропуска. Подобно условие очевидно е необходимо, защото човек би могъл да ‘си мисли’ за безкрайна вселена, съдържаща безкраен регистър, в който е записано неразрешимо число, като по този начин твърдението се събаря по тривиален начин. Трябва също да отбележим, че Яо гледа на тезата на Чърч – Тюринг като на научна хипотеза, която може да е вярна или да не е вярна, поради което изисква емпирична проверка. Не е известно дали Чърч и Тюринг са имали толкова ясен възглед.

В действителност ние би трябвало да възприемаме възгледите на Тюринг не като замразени в една завършена теза, а като претърпяващи непрекъсната еволюция. Изразът ‘теза на Чърч’ влиза в употреба едва след 1952, а Тюринг никога не е цитирал някоя негова формулировка като окончателна. Наместо това той дава множество различни перифрази на общата идея, като често използва доста мъгливи изрази от рода на ‘правило на палеца’. Към края на 1940-те, повлиян от практическата си работа по компютри и конкретно от въпроса за перспективите на компютърната наука, Тюринг пише предимно върху взаимовръзката между изчислимост и физически процеси. В доклада му „Интелигентни машини“ (1948) е набелязан системен подход към въпроса. За отбелнязване е, че в този доклад Тюринг преминава гладко от описание на механични процеси, които се прилагат от хора, към такива, които се прилагат от физически обекти, без да прави никаква разлика между тях. Така например, когато описва повлияни от человека алгоритми, той ги описва като ‘машини с хартия’. И, връщайки се към картина от 1936, той подчертава, че всяка изчислителна машина би могла да се имитира от човек, работещ според зададените правила. Централният акцент на тази дискусия е ‘човекът като машина’, като темите за човешкото и физическото изчисляване се сливат във въпроса за симулирането на човешкия мозък.

В статията на Тюринг от 1950 изчислителното симулиране на физическия мозък не е представено напълно експлицитно, но там (1) имплицитно се оценява способността на мозъка да запаметява, което би било безсмислено, ако не се обсъжда неговата симулация, и (2) твърде важната дискусия на ‘аргумента, основаваш се на непрекъснатостта на нервната система’, който би бил неуместен, ако физическата природа на мозъка не беше централен пункт в неговата философия. Важно е също така, че както през 1948, така и през 1950 Тюринг дава кратко описание на онова, което той нарича ‘математически аргумент’ и окачествява неразрешимите функции като маргинални. Цялата същност на неговата аргументация относно обучението и програмната модификация се състои в това, че изчислимите операции биха могли не само да се справят със задачи, наричани до този момент ‘механични’, но също да притежават качества като например ‘инициатива’. Няма никаква следа от предлаганата от него тъждественост между ‘интуиция’ и неизчислими стъпки; както посочихме по-горе, оттогава той променя своя възглед. Насоката на тези следвоенни статии, в които се предлага нещо, което той нарича ‘еретична’ теория на разума, е да се формулира напълно изчислим модел. Резюмирайки позицията на Тюринг от 1950, Пенроуз⁹ (1994) казва, че ‘Както изглежда, той разглежда физическото действие изобщо – включително и действието на човешкия мозък, – като поддаващо се винаги на редукция до някакъв вид действие на Тюрингова машина’. Това отива малко по-далеч в сравнение с експлицитно написаното от Тюринг през 1950, но затова пък отразя-

ва имплицитните аспекти на цялостната схема. Взимайки това пред вид, можем да разглеждаме предлаганите от Тюринг през този период по-подробни твърдения относно физическите машини като най-голямото приближаване до дадения от него през 1936 анализ на човешкия компютър.

4. Физическо действие, непрекъснатост и случайност

Мозъкът е в центъра на Тюринговия интерес към машините. И, както гласи прочутата му бележка, фактът, че мозъкът по консистенция напомня изстинала каша, не е от централно значение за анализа на ‘интелигентните машини’. Не физическата маса или химическият състав на мозъка трябва да се анализират, а неговата логическа функция. В доклада си от 1948 Тюринг прави разлика между ‘активна’ и ‘контролираща’ машина, като използва думата ‘булдозер’ за първата. Онова, което ни интересува, е контролиращата или информационно-теоретическата машина. В известен смисъл това е три-виална бележка: когато обсъждаме изчислителната дейност, нас ни интересуват машините като изчислителни машини. Но така се разкрива една наистина дълбока перспектива: какви физически свойства трябва да притежава дадена система, за да е способна да съхранява и да преработва информация? Тюринг не обсъжда този въпрос, но както ще видим, физическото въплъщение на теоретико-информационните машини неотменно присъства в неговите разглеждания.

По-конкретно той се стреми да свърже *непрекъснатия* свят на физиката и *дискретния* свят на Тюринговите машини. В доклада си от 1948 Тюринг прави ясно разграничение между дискретни и непрекъснати машини. В основата на това разграничение е неговата класификация на мозъка като машина, която е непрекъсната, но по такъв начин, че непрекъснатостта да не е от значение за неговото функциониране.

Важно е да отбележим, че той е имал значителен опит както в теорията и практиката на непрекъснатите системи, така и на тяхното взаимоотнасяне с дискретните системи. Примерът на Тюринг с ‘телефона’, когато иска да илюстрира какво разбира под непрекъсната машина, трудно пресъздава дълбочината на знанието, което стои зад този анализ. Но и не би могъл другояче, защото държавните секретни служби биха му попречили. В началото на 1943, като представител на британското правителство, той разполага с привилегиран достъп до най-секретните американски изследвания върху обезопасяването на системите за гласови комуникации. Тези методи прилагат развита теория на подбор и шифровка посредством отчасти дигитална и отчасти аналогова електронна техника. От май 1943 той проектира и построява своя собствена система за шифроване на говор, наречена ‘Дилайла’ (Тюринг, 1944). А това е само един от многобройните примери от работата му. Математическото му изследване, което привлича вниманието на Фон Ной-

ман през 1938, е работата му върху дискретната апроксимация на непрекъснати групи; работата му върху морфогенезата е концентрирана около еволюцията на дискретна структура, описвана от нелинейни частни диференциални уравнения. Идеите му от 1946 във връзка с компютрите съвсем не са ограничени само с дискретната работа на логик. Още от самото начало той обсъжда запаметяване с плаваща десетична точка, а така също приложения към традиционни въпроси на приложната математика, каквито са теорията на потенциала и физикохимията. В статия от 1948 Тюринг дава началото на важни нови числени методи за намиране на обратни матрици, намерили важни приложения при дигиталното решаване на сериозни физически и инженерни проблеми. От особено значение е неговата математическа лекция от 1947, която започва с лансирането на възгледа, че дискретното изчисление разкрива възможности за усъвършенстване на аналоговите машини, каквито са диференциалните анализатори. С помощта на аргументи, основаващи се върху принципа на универсалната машина, той обяснява, че вместо да се строят по-големи или по-съвършени аналогови машини, би могла да се постигне повишена точност, при това неограничена, само посредством програмиране и по-голям капацитет за запаметяване. Много от водещите специалисти по математическа физика влагат огромни усилия в проектирането на диференциални анализатори, така че Тюринг очевидно добре е знаел за какво говори.

Затова заслужава да се отбележи какво според Тюринг (1950) е причина мозъкът функционално да е дискретен. Той не споменава за свойствата на невроните, които вдъхновяват Макълох и Питс да ги моделират като логически клапани. Вместо това Тюринг започва с твърдение, което би могло да е валидно за всички нетривиални непрекъснати динамични системи:

Отместването в даден момент на един-единствен електрон с една милиардна част от сантиметъра би могло да се окаже онази разлика, поради която година по-късно един човек да бъде убит от лавина или да се спаси. Съществено свойство на механичните системи, които ние нарекохме машини с дискретни състояния, е това, че при тях това явление не възниква.

На фона на цялото му знание в математиката, физиката и инженерството Тюринг избира да изтъкне това явление, често пъти наричано ‘ефект на пеперудата’, като съществен аспект на взаимовръзката между **Z** и **R**. В тази статия Тюринг очевидно приема за верен аргумента за апроксимирането с помощта на методи на крайните разлики, които той по-рано е обяснил в лекцията си от 1947. Вместо това той прескача напред и отговаря на възражение, което малцина от читателите му през 1950 биха помислили да повдигнат: а именно, че подобно приближение не върви, когато доминират ефекти-

те на хаотичност. Този възглед би могъл да се използва като важно въведение в съвременното учение за нелинейните динамични системи. Но той не подхожда по този начин към въпроса. В контекста на изчисляването той е убеден, че подобни хаотични явления не могат да имат каквото и да било функционално значение.

Тюриng обяснява, че непрекъснатостта на мозъка означава в него да възникват такива „лавинообразни“ ефекти, каквито не би имало в дискретна система. ‘Една малка грешка в информацията относно размера на нервния импулс, попадащ върху даден неврон, може да означава съществена разлика в големината на излъчвания импулс’. Тук обаче той добавя, че функционално ефектът би могъл да се имитира от дискретна система, ако действието на дискретната машина бъде допълнено със *случаен избор*. Неговата аргументация е твърде схематична, а позоването му на случайността е пояснено само с напомнянето, че като източник на случайност могат да послужат цифрите в десетичната дроб, представяща π . Можем само да се учуждваме, че той не проявява повече интерес към дефинирането и анализирането на случайността, след като знаем трайния му интерес към анализа на вероятностите и към статистиката, включително и споменатите по-горе нормални числа, както и факта, че военните му разработки са били в голяма степен насочени към разграничаването между псевдослучайно и случайно. Това е проблем, с който той сигурно би се зает по-късно, ако беше жив. Също така Тюриng от късните 1950 би могъл, в светлината на работите му по морфогенеза и по възникването на дискретни структури от нелинейни уравнения, да обърне повече внимание на взаимовръзката между изчислимост и непрекъснати динамични системи. В днешно време интересът към теориите на изчислителния анализ и аналоговото изчисляване е много засилен и цели да запълни тази празнина. Но поне през 1950 Тюриng най-вероятно е смятал, че е напълно достатъчно изчислението да се разглежда като дискретен процес, към който са прибавени доста схематично разгледани случайни елементи.

Бихме могли да противопоставим подхода на Тюриng на подхода на някои съвременни теоретици, които търсят начин да надминат дискретното изчисляване, като използват същите елементи, които Тюриng оставя настрадани. Така например Зигелман (1999) предлага ‘изчисляване отвъд границата на Тюриng’, като за физически параметър използва система с неизчислим елемент от \mathbb{R} . В нейната конструкция от основно значение е този параметър да е точно известен. Подобни идеи обаче са спрегнати с безкрайна трудност, дължаща се просто на природата на реалните числа като еквивалентни на безкрайно множество от дискретни данни. Когато числата са неразрешими, няма възможност това безкрайно множество да бъде изразено посредством крайна съвкупност от данни.

Проблемът е, че всяко неразрешимо число може да бъде апроксимирано

произволно близко с разрешимо число, а фактически с рационално число. Така че за да се направи разлика между разрешимо и неразрешимо, е необходима безкрайна точност. Но тъй като даже гравитационните вълни от съблъсък на неутрино в някоя далечна галактика ще изтрият всички десетични числа с изключение само на първите няколко десетични знака на което и да е физическо измерване, това би означавало, че един неизчислим параметър практически не би могъл да се използва. Като общо правило реалните числа се използват във физиката по такъв начин, че за стойностите на изразяваните с тяхна помощ величини всеки следващ десетичен знак има все по-малко значение. Но ако обект на нашето внимание е *неизчислимостта* на едно реално число, а не неговата големина, това предположение се оказва невалидно, тъй като неизчислимостта се намира именно в безкрайната опашка на ‘най-незначителните’ десетични знаци. Това противоречи на стандартната идея за математически модел на една физическа система, който е безсмислен без устойчивост и неподатливост спрямо инфинитезимални пертурбации. Тюриング е бил наясно с възможните грешки, свързани с физическата природа на хардуъра. Той отбелязва, че в изчисленията могат да се промъкнат грешки, свързани с големи термодинамични флуктуации. В статия от 1948 той дава оценка за периода от време, през който със сигурност ще възникне грешка.

При това той прави едно твърде любопитно наблюдение относно връзката на физиката с изчислителната процедура. А именно, той показва, че крайната скорост на светлината може да налага ограничение върху изчисленията. Така той насочва вниманието към физическия факт, водещ към миниатюризация на компютрите.

Не по-малко интересни са неговите идеи относно ролята на квантовомеханичните ефекти. В радиобеседата си от 1951, озаглавена „*Може ли дигиталният компютър да мисли?*“, Тюриング разширява съдържанието на статията си от 1950, като набляга на проблема за симулиране на дейността на мозъка, разглеждан като физическа машина. Тук той прибавя едно съвсем ново съображение: подобна симулация би била единствено възможна за машини

...чието поведение може по принцип да бъде предсказано с помощта на изчисления. Ние изобщо не знаем как трябва да се прави такова изчисление, а както беше изтъкнато от Сър Артър Еингтън, поради квантовомеханичния принцип на неопределеността подобно предсказание даже теоретически е невъзможно.

Тук Тюриング представя не свой собствен възглед, а се позовава на Еингтън. Но ние знаем със сигурност, че той е посветил доста от времето си на опити да формулира ‘нова квантова механика’. Най-вероятно той се е надя-

вал да преодолее тази трудност с изчислимостта и да намери подходящ отговор на ‘аргумента на Тюринг’. Известно е, че за целта той е насочил вниманието си към принципа за ‘редукция’ на вълновата функция, който обуславя принципа на неопределеността или недетерминираността. През последните месеци от живота си той формулира ‘парадокса на Тюринг’, съгласно който от стандартните аксиоми на квантовата механика следва, че в границата на непрекъснато наблюдение квантовата система не може да еволюира.

Многозначителен е фактът, че Тюринг се позовава на Едингтън; именно от книгата на Едингтън *Природата на физическия свят* (1928) Тюринг за пръв път се запознава с квантовата механика. Очевидно под влиянието на Едингтън той е изградил разбирането си, че квантовомеханичната неопределеност обяснява свободната воля на разума, като го освобождава от Лапласовия детерминизъм.

5. Отвъд Тюринговите машини?

Терминът ‘свръхизчисление’ е създаден, за да описва процеси, които по предположение са способни за крайно време да осъществяват процедура, којто никоя машина на Тюринг не може да осъществи. Правени са много опити да бъдат изобретени такива процеси и по такъв начин да бъде опроверган възгледът на Чърч за изчислимост. Така например една ‘ускорена’ Тюрингова машина може да реши класически неразрешим проблем за крайно време, ако в процеса на изчисляване нейните стъпки стават без ограничение все по-бързи. Чрез сумиране на елементарна геометрична прогресия безкрайно много стъпки могат да бъдат направени за крайно общо време. Това обаче означава много голямо – фактически безкрайно – ‘ако’. Лесно се вижда, че ако такава машина може да съществува, тогава за всяко зададено време $\epsilon > 0$ всяко изчисление, а фактически всяка безкрайна поредица от изчисления, би могло да се осъществи за време по-малко от ϵ . Съществено за природата на неизчислимостта е неограничено малката стойност на ϵ . С простия термин ‘ускорена’ за това имагинерно понятие се прикрива изискването физическият свят да е съвършено различен.

С подобна конструкция изискваното от Тюринговата машина безкрайно време на изчисляване се заменя с неограничена *скорост* на тази имагинерна същност. Подобно е положението, когато се постулира изискването безкрайно количество данни да могат да се съхраняват в краен обем. Това означава някак-си ограниченията, налагани от атомната природа на веществото, или все едно Планковата дължина, да бъдат отстранени по някакъв магически начин. А това би било революция в компютърното запаметяване.

Има някои много интересни модели, които третират въпроси на изчислимостта във физическата теория и които са твърде нетривиални в своя математически анализ. Тези модели хвърлят интересна нова светлина върху

нелинейните уравнения във физиката. Но, както някои автори (У. Смит, А. Яо, 2003) поясняват, резултатите зависят от неограничената точност, защото като правило се приема, че уравнения като това на Навие – Стоукс са валидни за всички мащаби на дължина, като по такъв начин се пренебрегва атомната основа на веществото. Други модели включват неограничено изчисително време, което идва да замени безкрайното време, необходимо на Тюринговата машина за решаването на проблема за спирането.

Един разумен подход би бил този с евентуалното разширяване или прецизиране на условието на Чърч за крайност по такъв начин, че да не се допуска замяната на една неограниченост с друга и по такъв начин да се изключва идеята за ‘свръхизчислимостта’ (М. Дейвис, 2006). Но нашият опит не ни разкрива фундаменталната физика на пространството, времето и материята; в действителност науката все още не разполага с пълна теория. По-близък до Тюринговия възглед е този, според който откритията във физиката и логиката могат взаимно да си влияят, благодарение на кое-то тълкуванието на тезиса на Чърч – Тюринг би могло да еволюира в непредвидени посоки. Вече има такива развития в квантовото компютърно знание, които сочат нуждата от такава еволюция. Ето две от тях: (1) Кvantовите клапани трябва да се разбират като унитарни операции, основани на непрекъснатата унитарна еволюция в никакъв континуум от физически състояния. В екстремния случай методът на ‘адиабатното охлаждане’ редуцира цялото изчисление до един-единствен клапан. Това противоречи на традиционното допускане на логиците, че едно ефективно изчисление трябва да се осъществява като последователност от дискретни стъпки; (2) Квантово-‘телепортиране’ зависи от квантовото преплитане¹⁰, от редукцията на вълновата функция и структурата на пространство-времето по начин, който не е напълно ясен. Докато още е бил ученик, Тюринг (1929) е коментирал преплитането по следния начин: ‘Разбира се [Шрьодингер] не вярва, че може да има около 10^{70} измерения, но смята, че такава теория ще обясни поведението на електрона’. Онтологията на квантовата теория на полето, а следователно и на извършваните с нейна помощ изчисления, едва ли е по-разбираема днес в сравнение с времето, когато Тюринг е бил седемнадесет годишен.

Схващането за ‘крайни данни’ във физиката не е така просто, каквато е структурата на \mathbb{Z} , защото ‘квантова информация’ включва вълнова функция и геометрия на пространство-времето по начин, който опровергава нашата интуиция. В един неотдавнашен коментар (Ходжис, 2004) върху онова, което Тюринг би направил, ако беше живял по-дълго, вниманието е насочено към противоречащата на фактите употреба на процеса на квантовата редукция за ‘изпробване на бомби’ и оттогава има много изследвания върху подобно ‘измерване без взаимодействие’, което сега се нарича ‘квантов ефект на Зенон’ –

точно предсказанието, което Тюринг прави през 1954. В допълнение можем да сметнем, че физическите термини във формулировката на Чърч от 1937 за изчислимост, а именно ‘крайно пространство’ и ‘достатъчно дълго време’, сочат във вярната посока. Ние все така се нуждаем от пълно и фундаментално разбиране на пространство-времето, а по-вероятно от нещо, което е *отвъд* нашата съвременна представа за пространство-времето, например геометрия на суперструните или на туистърите. Пенроуз (2004) обсъжда търсенията на такава по-дълбока структура, която физиците теоретици са убедени, че ще намерят.

Би било несполучка, ако доста тривиалните схеми за ‘свръхизчисляване’, изискващи неограничена скорост или плътност на данните, отвлекат вниманието от истински интересните нови модели за изчисляване, които възникват от физиката на 20 век. Друг несполучлив аспект на термина ‘свръхизчисление’ е съдържащият се в него намек за ефикасна инженерна конструкция. Той внушава, че е възможно да се постави класически неразрешим проблем, който да получи правилен отговор с помощта на някакъв свръхкомпютър. Но този термин се използва в контекст, където той носи негативен смисъл и съвпада с чисто математическия термин ‘незчислим’. Позоването на теорията на Пенроуз като възможен модел на хиперкомпютър не е точно. Наистина Пенроуз вярва, че физическата функция на мозъка изисква някакъв все още неизвестен физически закон, който не може да се апроксимира с изчислимата функция. Той смята, че квантовомеханичният процес на редукция в действителност не е случаен, а се управлява от някакъв все още неизвестен закон. Удивително е, че подобно на Тюринг и Пенроуз е привлечен от физиката на мозъка и от въпроса за неговата квантовомеханична основа, като в редукцията на вълновата функция вижда елемент, който не може да се симулира от изчислим процес. Той обаче не предлага да се построи машина за свръхизчисляване. Пенроуз подчертава, че неизвестната физика трябва да е ‘нещо съвсем различно’ от оракул, който ни доставя неизчислима функция.

Изтъкнати привърженици на ‘свръхизчисляването’ съобщават на широката публика, че е възможна скорошна революция в технологията. Подобни прогнози предлагат неубедителни икономически предсказания. От друга страна вероятно има някаква много изтънчена идея за основите на физиката, която тепърва предстои да бъде открита, както например ни подсказва теорията на Пенроуз за редукцията на вълновата функция, която ще изисква нова логика на информацията, на комуникацията и изчисляването и вероятно напълно нови схващания за дискретна и непрекъсната структура. Ако е така, връщането на Тюринг към математическата физика е указател в посока напред. Именно затова настоящият автор настойчиво призовава на логиката и на физиката да не се гледа като на взаимно разделени дейности.

Връщайки се назад с петдесет години към времето на Алън Тюринг, ние

няма да сгрешим, ако се взрем назад със сто години, когато се заражда съвременната наука: ерата на Планковата константа, на Хилбертовите проблеми, на парадоксите на Ръсел и на Айнщайновата относителност. По средата на века, за чийто облик Тюринг е допринесъл толкова много, именно физиката излиза на предната сцена, а криптологията и компютрите остават в относителна неизвестност. Животът на Алън Тюринг е част от секретността и неизвестността на света на логиката. Само тридесетина години след неговата смърт общочовешката култура осъзна колко силно могат да повлият компютрите върху живота на хората. Тюринг беше с едно поколение напред и едва след смяната на поколенията беше оценена значимостта на неговия живот и на неговата смърт. Едва с премахването на жестоката секретност става ясно до каква степен индивидуализмът на Алън Тюринг едновременно е бил жизнено важен за англоамериканската сигурност (юни 1944) и сериозна заплаха за нея (юни 1954).

Сега, когато компютърната наука е водеща, физиката е загубила позициите си от средата на 20 в., Но компютрите са едновременно софтуеър и хардуеър, а тезисът на Чърч – Тюринг се отнася едновременно до логиката и физиката. Онова, което Тюринг така плодотворно анализира през 1936, е идеята във всеки един момент да се вършат краен брой неща; но всяка една от думите в израза ‘във всеки един момент да се вършат краен брой неща‘ е твърде далеч от ясно разбиране на равнището на фундаменталната физика. Не става дума само за взаимовръзките между целите и реалните числа. По всичко личи, че комплексните числа и аналитичните функции имат значително присъствие във физическата реалност. Но причините за това ще трябва тепърва да се изясняват. И, може би, и тук някои от идеите на Тюринг ще се окажат особено важни.

Бележки на преводача

1. Великият немски математик Давид Хилберт (1862-1943) е смятал, че цялата математика може да бъде аксиоматизирана. Когато това се осъществи, според него, ще може да се намери ‘ефикасна процедура‘ (т.е. алгоритъм), която би позволила с краен брой операции да се реши дали дадено твърдение е вярно или не. Този ‘десети проблем на Хилберт‘, формулиран през 1900, често се означава с немския термин *Entscheidungsproblem*, който буквално означава „проблем за разрешимостта“.

2. Логика от първи порядък означава математически език, на който могат да се формулират повечето математически твърдения и може да се определи тяхната истинност (валидност) или неистинност.

3. Срв. статията на И. Тодоров ‘Логика и вяра‘ в *Светът на физиката* 1’2007, с. 25, а също статията на М. Бушев ‘Метаматематиката на Гьодел‘ в *Светът на физиката* 3’2007, с. 272.

4. Тук Ходжис цитира въведената от Тюринг дефиниция, че едно число е изчислимо, ако неговата десетична дроб може да бъде записана от машина.

5. Термините *изчислим* (resp. *неизчислим*), *разрешил*, *решим* и *рекурсивен* до голяма степен са синоними и говорят за наличието на алгоритъм за решаване. Понататък (раздел 3) е цитирана Тюринговата дефиниция за *изчислимост* („*операция, която може да се осъществи от машина*“), която по същество е същата.

6. Вж. Douglas Hofstadter, *Godel, Escher, Bach: the eternal golden braid*. Random House, NY, 1979 (777 pages). Руски превод: Даглас Хофтадтер, *Геделъ, Эшер, Бах: эта бесконечная гирлянда*, М., 2000.

7. Чарлз Бабидж (1792-1871) – английски учен, инициатор на идеята за механични изчисляващи устройства. Според него аналитичната машина е трябвало да извърши изчислителен процес, зададен с произволни математически формули.

8. Лейди Лавлейс (1815-1852) – родена Ада Август, дъщеря на лорд Байрон, широко популяризирала идеите на Бабидж.

9. Български превод: Р. Пенроуз, *Новият разум на царя: за компютрите, разума и законите на физиката*. Унив. Изд-во „Св. Климент Охридски“, С., 1998.

10. По повод тези специфични квантови ефекти вж. статията на М. Менский *Нови експерименти, формулировки и интерпретации в квантовата механика в Светът на физиката* 2/2004, с. 117.

(Andrew Hodges. *Alan Turing: the logical and physical basis of computing.*)
Превод (с малки съкращения): **М. Бушев**

АНТИ-НОБЕЛОВИ НАГРАДИ 2008

Наградите са връчени на 2 октомври 2008 на 18-тата церемония за Първи годишни Ig Нобелови награди в Харвардския Сандърс Театър.

Награда за физика. Dorian Raymer от Инициатива за океански обсерватории в Scripps Институт за океанография, САЩ, и Douglas Smith от университета в Калифорния, Сан Диего, САЩ, за математическото доказване на това, че купчина от косми или спонове от нишки, или коса неизбежно ще се самозавържат на възли“.

Източник: Спонтанно завързване на нишка, Dorian M. Raymer and Douglas E. Smith, Proceedings of the National Academy of Sciences, vol. 104, no. 42, October 16, 2007, pp. 16432-7.

Награда за химия. Sharee A. Umpierre от университета в Пуерто Рико, Joseph A. Hill of The Fertility Centers of New England (USA), Deborah J. Anderson of Boston University School of Medicine and Harvard Medical School (USA), за откритието, че кока-кола е ефективен сперматоген и на

Chuang-Ye Hong of Taipei Medical University (Taiwan), C.C. Shieh, P. Wu, and B.N. Chiang (all of Taiwan) за откритието, че това не е така.

Източник: „Ефекта на кока-колата върху мобилността на сперматозоидите“, Sharee A. Umpierre, Joseph A. Hill, and Deborah J. Anderson, New England Journal of Medicine, 1985, vol. 313, no. 21, p. 1351.

Източник: „Спермалната сила на кока-кола и пепси-кола“, C.Y. Hong, C.C. Shieh, P. Wu, and B.N. Chiang, Human Toxicology, vol. 6, no. 5, September 1987, pp. 395-6. [NOTE: THE JOURNAL LATER CHANGED ITS NAME. NOW CALLED „Human & experimental toxicology“]

Награда за медицина. Дан Ариели (Dan Ariely) от университета в Дюк (САЩ), Ребека Л. Уебър (Rebecca L. Waber) от MIT (САЩ), Баба Шив (Baba Shiv) от университета в Стендфорд (САЩ) и Зив Кармън (Ziv Carmon) от INSEAD (Сингапур) за демонстрация на това, че по-скъпите фалишиви лекарства са по-ефективни от по-евтините фалишиви лекарства.

Източник: „Търговски характеристики на безвредно лекарство и терапевтична ефикасност“, Rebecca L. Waber; Baba Shiv; Ziv Carmon; Dan Ariely, Journal of the American Medical Association, March 5, 2008; 299: 1016-1017.

Награда за литература. David Sims от Cass Business School. London, UK, за неговото нежно написано проучване „Ти, Копеле: Повествователно проучване на преживяно възмущение в организациите.“

Източник: „Ти, Копеле: Повествователно проучване на изпитването на възмущение в организациите.“ David Sims, Organization Studies, vol. 26, no. 11, 2005, pp. 1625-40.

Награда за икономика. Geoffrey Miller, Joshua Tybur и Brent Jordan от университета в Ню Мексико, САЩ, за открытието, че цикълът на овуляция при професионалните танцьорки в скот (мъжки скот-бел. прев.) влияе на размера на бакшишите им.

Източник: „Овулационният цикъл влияе върху размера на бакшишите при танцьорски в скот. Geoffrey Miller, Joshua M. Tybur, Brent D. Jordan, Evolution and Human Behavior, vol. 28, 2007, pp. 375-81.

Награда за мир. Шведския федерален комитет по етика за нехуманна биотехнология и гражданите на Швейцария за приемането на законовия принцип, че растенията имат достойнство.

Източник: „Достойността на живите същества, в частност на растенията. Морални съображения на растенията за тяхното добруване“.

Награда за хранене. Масимилиано Зампини (Massimiliano Zampini) от университета в Тренто, Италия и Чарлз Спенс (Charles Spence) от университета в Оксфорд, Великобритания, за електронно модифициране на звука от картофен чипс с цел да се накара човекът, дъвчащ чипса, да повярва, че той е по-хрупкав и по-свеж, отколкото е в действителност.

Източник: „Ролята на звука при моделиране на възприетата хрупкавост и застоялост на картофения чипс“, Massimiliano Zampini and Charles Spence, Journal of Sensory Studies, vol. 19, October 2004, pp. 347-63.

Награда за археология. Астолфо Г. Мело Арауjo (Astolfo G. Mello Araujo) и Хосе Карлос Марселино (Jose Carlos Marcelino) от университета в Сао Пауло, Бразилия, за измерване на това как ходът на историята, или поне на съдържанието на една археологическа площадка, може да бъде объркан от действията на жив броненосец.

Източник: „Ролята на броненосца за движенията на археологическите материали: Експериментален подход“, Astolfo G. Mello Araujo and Jose Carlos Marcelino, Geoarchaeology, vol. 18, no. 4, April 2003, pp. 433-60.

Награда за биология. Мари-Кристин Кадиергюс (Marie-Christine Cadiergues), Кристъл Хубърт (Christel Joubert) и Мишел Франк (Michel Franc) от Национално училище по ветеринарна медицина на Тулуса, Франция, за открытието, че бълхите, които живеят на кучета, могат да скачат по-високо от тези, които живеят на котки.

Източник: „Сравнение на скоковете на кучешката бълха Stenocephalides canis (Curtis, 1826) и котешката бълха Stenocephalides felis felis (Bouche, 1835), M.C. Cadiergues, C. Joubert, and M. Franc, Veterinary Parasitology, vol. 92, no. 3, October 1, 2000, pp. 239-41.

Награда за когнитивна наука. Toshiyuki Nakagaki от университета в Hokkaido, Япония, Hiroyasu Yamada от Nagoya, Япония, Ryo Kobayashi от университета в Хирошима, Atsushi Tero от Presto JST, Akio Ishiguro от университета в Tohoku, и Ágotá Tóth от университета в Зегед, Унгария за *откритието, че амебоподобни организми, живеещи в тинята, могат да решават пъзели.*

Източник: „Интелигентност: Решаване на лабиринтна задача от амебоподобен организъм“, Toshiyuki Nakagaki, Hiroyasu Yamada, and Ágotá Tóth, Nature, vol. 407, September 2000, p. 470.

СЪОБЩЕНИЕ

Редколегията на „Светът на физиката“ се извинява за допуснатия пропуск в материала, посветен на 100-годишнината на академик Емил Джаков, кн. 3'2008 г., стр 308: автор на текста за тържественото честване е ст. н. с. д-р М. Михалев. Текстът за живота и делото на акад. Джаков е на ст. н. с. д-р Р. Еников. (Поправката е внесена своевременно в електронния вариант на списанието.)

СЪДЪРЖАНИЕ НА ТОМ XXXI**НОБЕЛОВИ НАГРАДИ 2008****НАУКАТА**

- Ф. Вилчек – Нобелова лекция
- Д. Динев – В търсene на идеалната леща
- В. Лукаш, Е. Михеева – Актуална проблеми на космологията
- Б. Горобец – Скрижалите на Ландау
- К. Уил – Нови експерименти в гравитационната физика
- Борис Горобец – Грешеше ли Ландау?
- А. Ангелов – Ускоряване на заредени частици в кристали
- В. Чолаков – Колайдерът HERA изпълни своята роля
- Д. Съселов – Извънсълънчеви планети

ГОДИШНИНИ

- Н. Ахабабян – Владимир Векслер: неудържимият
- Проф. д-р А. Спасов – 100 години от рождението на акад. Емил Джаков
- Н. Иванова – 110 години от рождението на забележителния швейцарски астрофизик Фриц Цвики
- Честване 110-годишнината на Физико-математическото дружество
- Юбилейно честване на 100 години от рождението на акад. Любомир Кръстанов
- 40 години Европейско физическо дружество

ФИЗИКА И ПРИЛОЖЕНИЯ

- Цв. Георгиев – Напътствия към автори на астрономически статии
- Цв. Георгиев – Напътствия към автори на астрономически статии (част II)
- Н. Велчев – Физиката, техниката и технологиите в ретроспектива и перспектива
- М. Стайков, В. Стойнов – Законът на Кулон и възрастта на Вселената

ФИЗИКА И МАТЕМАТИКА

- Геро фон Рандов –
- Математиката като утопия

CONTENTS OF VOL. XXXI**NOBEL PRIZES 2008 385****THE SCIENCE**

- F. Vilczek – Nobel Lecture 5
- D. Dinev – In Quest of the Ideal Lens 30
- V. Lukash, E. Miheeva – Hot problems in cosmology 129
- B. Gorobetz – Landau's commandments 137
- C. Will – New experiments in physics of gravitation 257
- B. Gorobetz – Did Landau err? 269
- A. Angelov – Acceleration of charged particles in crystals 387
- V. Cholakov – HERA collider fulfilled its role 394
- D. Sasselov – Extrasolar planets 402

ANNIVERSARIES

- N. Ahababjan – Vladimir Veklser: the irresistible 299
- Al. Spassov – The centennial anniversary of academician Emil Djakov 308
- N. Ivanova – 110 years since the birth of the prominent Swiss astrophysicist Fritz Zwicky 443
- Celebration of the 110th anniversary of Physics – mathematics Society 448
- Celebration of the hundredth anniversary of acad. Liubomir Krastanov 450
- 40 years European Physics Society 451

PHYSICS AND APPLICATIONS

- Tzv. Georgiev – Advices to the authors of papers in astronomy 149
- Tzv. Georgiev – Advices to the authors of papers in astronomy (p. II) 342
- N. Velchev – Physics, engineering and technologies in retrospect and in prospect 163
- M. Staykov, V. Stoynov – Coulomb's law and the age of the Universe 420

PHYSICS AND MATHEMATICS

- Gero von Ransom –
- Mathematics as an utopia 436

ИСТОРИЯ

- И. Тодоров – Две срещи: Крамерс и Хайзенберг
- Д. Спирман – Уилям Роуан Хамилтън (1805–1865)
- Е. Уорик – Кавендишката лаборатория

PERSONALIA

- М. Замфиров – Човекът и ученият – проф. Рашко Заиков
- Н. Балабанов – Димитрий Иванович Блохинцев (победи и драми).
- М. Матеев, В. Карайанов – Prof. д-р Иван Лалов на 70 години

НАУКА И ОБЩЕСТВО

- В. Фридкин – Записки на привилегированния (част I)
- В. Фридкин – Записки на привилегированния (част II)
- В. Пекрес – Моите четири стълба на френските научни изследвания
- Интервю на акад. Юрий Сергеевич Осипов
- М. Замфиров – Вселената в твоите ръце

ФИЗИКА И МЕТАФИЗИКА

- М. Бушев – Антропният принцип и неопределеноностите в предния край на науката
- С. Капица, Л. Крос, Р. Докинз, Benedict XVI – Към диалога „Наука и вяра“
- П. Гайденко – Християнството и генезиса на новоевропейското естествознание.
- Г. Горелик – Ако знанието е Сила, какво е тогава Вярата

МЕТОДОЛОГИЯ

- П. Дирак – Еволюцията на представите на физиците за картината на природата.

СЪЮЗЕН ЖИВОТ

- VI конгрес на СФБ
- Р. Диулгерова – Десети юбилеен зимен семинар на докторантите и младите учени от физическите институти на БАН
- Л. Цанков – XXXVI Национална конференция по въпроси на обучението по физика на тема: Физика и енергетика

HISTORY

- I. Todorov – Two encounters: Kramers and Heisenberg 43
- D. Spearman – William Rowan Hamilton (1805-1865) 54
- E. Warrick – The Cavendish Laboratory 423

PERSONALIA

- M. Zamfirov – Professor Rashko Zaikov – the person and the scholar 178
- N. Balabanov – Dmitrii Ivanovich Blokhintzev (triumphs and dramas) 196
- M. Mateev, V. Karaivanov – Prof. DSc Ivan Lalov – 70 years old 439

SCIENCE AND SOCIETY

- V. Fridkin – Notes of the specially attached (part I) 73
- V. Fridkin – Notes of the specially attached (part II) 167
- V. Pekres – My four pillars of the French scientific studies 315
- Interview of acad. Jurij Sergeevich Osipov 461
- M. Zamfirov – The Universe in your hands ... 471

PHYSICS AND METAPHYSICS

- M. Bushev – The Anthropic Principle and the fuzzy Frontiers of Science 67
- S. Kapitza, L. Cross, R. Drawkins, Benedict XVI – On the dialogue „Science and Faith“ 202
- P. Gaidenko – Christianity and the genesis of the new European natural science 321
- Gr. Gorelik – If knowledge is Power, what is Faith then. 453

METHODOLOGY

- P. Dirac – The evolution of physicists concepts about the picture of Nature 285

THE UNION

- The 6th Congress of the Union of Bulgarian Physicists 92
- R. Diulgerova – Tenth jubilee winter workshop of post – graduate students and of young scientists from the BAS institutes of physics 209
- L. Tzankov – 36 National conference on the problems of education in physics, subject: physics and energetics (3-6 April, 2008, Sofia) ... 348

НАУЧЕН ЖИВОТ

- XV международна школа по квантова електроника „Лазерна физика и приложения“

ФИЗИКА И ОБУЧЕНИЕ

- Дни на физиката в Техническия университет, София

КНИГОПИС

- Н. Велчев – ВЗРИВЪТ! Пълна история на Вселената
- Н. Ахабабян – Със зяпнали уста, ококорени очи и отворено съзнание.
- Р. Диулгерова – Няколко похвални слова за две книги на наши колеги – физици
- Ф. Дайсьон – Прогонване на духа на Аристотел
- М. Бушев – За последната книга на проф. Ivanka Apostolova *Когато физиците правят философия*
- Ж. Райкова – За новите книги на професор Балабанов
- К. Калайджiev – Увод във физиката на околната среда.

НАГРАДИ

- Л. Вацкичев – Наградени Български физици
- Наградата „Е. Джаков“ за 2007 г.

ТРИБУНА НА УЧЕНИЯ

- В. Гинзбург – За популяризацията на науката

НАУЧНИ ПЪТЕШЕСТВИЯ

- Св. Рашев – До Канада и назад

ЧЕТИВО С ПРОДЪЛЖЕНИЕ

- Х. Уйтмор – Да разбиеш шифъра (пиеса) (част I)
- Х. Уйтмор – Да разбиеш шифъра (пиеса) (част II)
- Х. Уйтмор – Да разбиеш шифъра (пиеса) (част III)
- Е. Ходжис – Алън Тюринг – логическата и физическата основа на разрешимостта

АНТИ-НОБЕЛОВИ НАГРАДИ 2008 Г.

SCIENTIFIC LIFE

- Laser Physics and Applications XV International School for Quantum Electronics 484

PHYSICS AND TEACHING

- Days of Physics in Sofia Technical University 479

BIBLIOGRAPHY

- N. Velchev – BANG! The complete History of the Universe 94
- N. Ahababjan – With open mouths, goggle – eyed and open – minded 214
- R. Diulgerova – A few words of praise for two books by our physics associates 219
- F. Dyson – Exorcizing Aristotle's ghost 221
- M. Bushev – About the last book by Professor Ivanka Apostolova *When Physicists make philosophy* 352
- J. Raikova – About the new books by Professor Balabanov 354
- K. Kalaydzhiev – Introduction to Environmental Physics 480

AWARDS

- L. Vatzkichev – awarded to academician 174
- The „E. Djakov“ prize for 2007 177

A TRIBUNE OF THE SCIENTIST

- V. Ginzburg – On science popularization 3

SCIENTIFIC TRAVELS

- S. Rashev – To Canada and backwards 96

SERIAL

- H. Whitemore – Breaking the Code (part I) 105
- H. Whitemore – Breaking the Code (part II) 230
- H. Whitemore – Breaking the Code (part III) 358
- A. Hodges – Alan Turing – the logical and physical basis of computating 486

IG-NOBEL PRIZES 2008 507