

През 2011 г. се навършиха 70 години от рождението и 10 години от смъртта на акад. Венцеслав Андрейчев. По този повод на 28 април 2011 г. в ИЯИЯЕ на БАН се проведе общоинститутски научен семинар, посветен на неговата памет. На него бяха изнесени докладите: „Фрагменти от научното творчество на акад. В. Андрейчев и тяхното съвременно значение” от проф. П. Петков, „Диполни преходи в атомните ядра” от чл.кор. Ч. Стоянов, и „Спомени за сътрудничество с В. Андрейчев” от доц. д-р Л. Костов. „Светът на физиката” публикува един от тези доклади, свързан с това събитие.

ДИПОЛНИ ПРЕХОДИ В АТОМНИТЕ ЯДРА

В памет на академик В. Андрейчев (1941–2001)

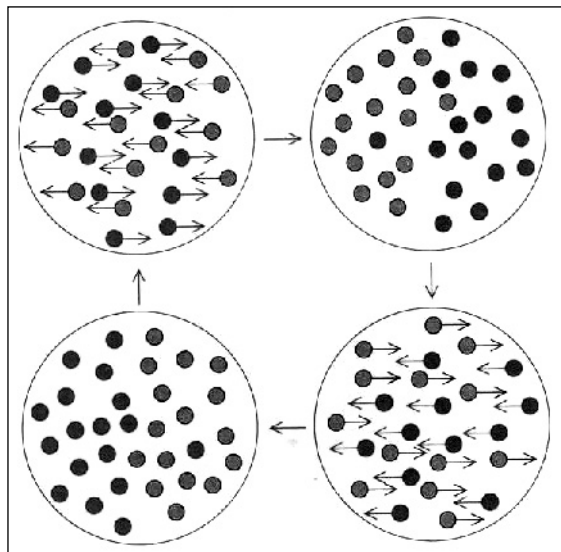
Ч. Стоянов

През тази година се навършват 100 години от откриването на атомното ядро. Откритието става в лаборатория, ръководена от Ъ. Ръдърфорд, където сътрудниците му Х. Гайгер и Ъ. Марсен облъчват тънки метални пластинки с α -частици. Неочаквано за тях, те наблюдават връщащи се назад α -частици. Това дава основание да се предположи, че в пластинките съществуват положителни електрически заряди, концентрирани в много малък обем. Впоследствие този малък обем е наречен атомно ядро (повече подробности за това откритие може да се намерят в книгата на Н. Балабанов, „По магистралите на ядрената физика”, Унив. Изд. „Паисий Хилендарски”, Пловдив, 2010). Откритието насочва изследователите към изучаване свойствата на атомните ядра, в които е събрана 99% от заобикалящата ни материя. Следващите важни открития, свързани със свойствата на атомното ядро, стават през 1932 г. когато е открит неутронът, а впоследствие е създаден неу-



трон-протонният модел на ядрото (виж цитираната по-горе книга на Н. Балабанов). Постепенно се налага мнението, че атомното ядро е многочастична квантова система, чиято динамика следва законите на квантовата механика. При някои ядрени процеси се проявяват едночастичните (нуклонни) степени на свобода, при други ядрото се държи като единно цяло (например, течна капка). Тези особености определят продължителността на ядрените процеси, а също погълнатата от ядрото или освободена от него енергия.

Положителният електрически заряд на ядрото позволява, то да бъде изследвано чрез взаимодействието му с електромагнитно поле. Удобни за целта са γ -квантите. Взаимодействието на ядрото с γ -квант става посредством фотоядрена реакция. Ядрото поглъща γ -квант и преминава във възбудено състояние. Какъв е механизмът на този процес? Изучавайки фотоядрената реакция, А. Мигдал предсказва през 1945г., че реакцията на атомното ядро при поглъщане на γ -квант води до възбуждане на Гигантски диполен резонанс. Механизмът на процеса е следният. Протоните в ядрото



Фиг. 1. Гигантски диполен резонанс. 1. Под влияние на външно електромагнитно поле протоните и неутроните се преместват в различни посоки. 2. Протоните и неутроните са разположени в противоположни части на ядрото. 3. Силното взаимодействие поражда движение на неутроните и протоните обратно на първоначалното. 4. Протоните и неутроните са разположени в противоположни части на ядрото, различно от тези в част 2. Процесът е вибрация на ядрото с честота 5×10^{21} Hz.

се ускоряват в едно направление от електрическото поле на фотоните. На неутроните това поле не действа, но те започват да се движат в направление противоположно на протоните, за се запази постоянен центърът на масата на ядрото. В противен случай ще бъде нарушен законът за запазване на импулса. В резултат на това движение възниква възстановяваща сила, породена от силното взаимодействие между нуклоните, която връща нуклоните в първоначалното им положение. Схематично процесът е показан на фиг. 1. Процесът е колективна реакция на атомното ядро спрямо външно взаимодействие – вибрация с честота от 5×10^{21} Hz. Това предизвиква силен интерес към явлението – резонансът е свойство на многочастична квантова система. През 1947 г. резонансът е открит експериментално.

Свойствата на Гигантския диполен резонанс дават ценна информация за структурата на атомното ядро. Резонансът е проявление на колективните свойства на ядрото, но характеристиките

му показват, че може да се получи информация и за нуклонните степени на свобода в ядрото. Това определя и големия интерес към резонанса. Резонансът се наблюдава като широк максимум в сечението на реакцията фотопоглъщане. Това е възбуждане със спин 1 и отрицателна четност ($J^\pi = 1^-$), с енергия около 14-15 MeV, ширина около 4-5 MeV. Възбуденото състояние се разрежда в основното състояние на ядрото чрез диполни E1 преходи. В тези изследвания взема активно участие академик В. Андрейчев, по това време млад физик в ядрения център Рсендорф, разположен край Дрезден. Съвместно с K.D. Schilling и P. Manfrass, той публикува през 1975 г. систематика на E1 преходи в ядра, обхващащи почти цялата периодична система. Тази систематика, отпечатана в престижното списание Atomic Data and Nuclear Data Tables (W. Andrejtscheff, K.D. Schilling, P. Manfrass, At. Data Nucl. Data Tables 16 (1975) 515), се превръща в основно помагало на теоретици и експериментатори, занимаващи се с проблема E1 преходи. В личен план мога да кажа, че публикуваната систематика стана за мен първата ми среща с научното творчество на академик В. Андрейчев.

Гигантският диполен резонанс е възбуждане, свързано с промяна на изотопическия спин на ядрото. Различават се два вида възбуждания – изоскаларни и изовекторни. Изоскаларният резонанс има изотопически спин нула и това съответства на движение на неутроните и протоните във фаза. Изовекторният резонанс има изотопически спин единица и протоните и неутроните се движат в противофаза. Изовекторният резонанс е изучен значително по-добре. Особеност на взаимодействието, водещо до изовекторно възбуждане, е, че изовекторната диполна сила е отблъскваща и поради това изтласква възбудените състояния към по-високи енергии – по-високи от енергията на връзката на последния нуклон. Тази особеност е добре изучена и описана в редица авторитетни монографии.

Характерно за почти цялата физика през последните години е рязкото увеличаване на възможностите за детектиране на слаби процеси. В ядрената физика това е свързано със съществено подобряване на детекторите за ядрено лъчение. Това е довело до създаване на високочувствителни многодетекторни системи, чиято автоматизация позволява фиксирането на широка гама от процеси, възникващи при един елементарен акт на взаимодействие. Това позволи да се натрупа значително по-достоверна информация за диполните преходи в атомните ядра. Голямо беше изумлението, когато бяха открити нискоенергетични E1 преходи, значително по-слаби от тези, свързани с Гигантския диполен резонанс.

Съвременната теория на атомното ядро използва няколко основни приближения за описание свойствата на възбудените състояния. Колективни възбудени състояния, от типа на обсъжданите, се описват като суперпозиция от частичко-дупчести компоненти. Частичката (дупката) е нуклон, движещ се на определена орбита на средното поле. Тъй като нуклоните са фермиони, то и частичко-дупчестото състояние трябва да има свойствата на фермионна двойка. Едно от важните приближения на теорията е, че тези фермионни двойки не следват фермионни комутационни съотношения, а комутират като бозони, т.е. на фермионната двойка се съпоставя бозон. Това приближение е проверявано много

пъти и неговата ефективност е удивителна. По този начин колективните състояния се описват като суперпозиция от бозони. Такива образувания се наричат фонони. В рамките на този формален подход на гигантския диполен резонанс съответства диполен фонон. Нисколежащите колективни 2^+ и 3^- състояния се представят чрез квадруполен и октуполен фонони. Фононите могат да се свързват в многофононни възбудени състояния. И сега внимание – квадруполен и октуполен фонон могат да се свържат в двуфононно състояние. Следвайки правилата на събиране на ъглови моменти, получаваме, че сред възможните двуфононни квадрупол-октуполни състояния има такива с момент и четност 1^- , т.е. $[2^+ \times 3^-]_{1^-}$. Така че съвсем естествено е да се предположи, че нисколежащите 1^- състояния са двуфононни квадрупол-октуполни състояния. Тази структура води до добре определени свойства на $E1$ преходите. Диполният електрически оператор в първо приближение също може да се представи като бозонен оператор. Силни $E1$ преходи се получават, когато чрез диполния електрически оператор се извършва обмен на силно колективен фонон между основното и възбуденото (еднофононно) състояние. Когато обаче $E1$ преход свързва основното и двуфононно състояние, то този преход трябва да е слаб, тъй като диполният електричен оператор разрешава обмен само на един (а не два) фонон. Или, казано по друг начин, преходът между основното и двуфононните състояния са забранени поради различния брой бозони. Този ефект е изучен подробно в работата V. Yu. Ponomarev, Ch. Stoyanov, N. Tsoneva and M. Grinberg, Nucl. Phys. v. A **635**, p. 470 (1998), където преходите, свързващи основното и двуфононните състояния, са наречени “бозонно забранени” преходи. Резултатите, представени в публикацията, са получени в рамките на широко използвания „квазичастично-фононен” модел на ядрото. Моделът е създаден през 70-години на миналия век в ОИЯИ-Дубна и впоследствие е доразвит от авторите на цитираната статия.

Но защо все пак нискоенергетичните $E1$ преходи се наблюдават? Причината е във фермионната природа на възбудените състояния. Като заменяме фермионните двойки с бозони, ние изкуствено ограничаваме свойствата на системата. Ако изоставим бозонните комутационни съотношения и пресметнем точно новите членове, които се появяват ще видим, че тези нови членове свързват основното и двуфононните състояния. Изчислените поправки са малки, което съответства на очакванията за слаби нискоенергетични $E1$ преходи. Дотук добре – намерено е качествено обяснение. Слабите $E1$ преходи са т. нар. бозонно забранени преходи. Но, оказва се, че това не е всичко. Пресмятанията показват, че отчитането на “бозонно” забранената част води до слаби, но все пак почти на порядък по-силни от измерените стойности. Къде може да се търси решението? Гигантският диполен резонанс е възбуждане от изовекторен тип. Това означава, че при неговото възбуждане изотопическият спин на ядрото се променя с 1, докато проекцията му не се променя и остава същата както на основното състояние. Нисколежащите 2^+ и 3^- състояния са от изоскаларен тип, т.е. нито изотопическият спин, нито неговата проекция се изменят при тези възбуждания. Ясно е, че двуфононното квадрупол-октуполно състояние също ще е от изоскаларен тип. Така че природата на двата типа 1^- възбуждания е доста различна. Остатъчното взаимодействие води до

смесване на тези различни състояния. Вълновата функция на нисколежащото 1^- е доминирана от двуфононната квадрупол-октуполна компонента, но тя съдържа и малка част от компонента, свързана с Гигантския диполен резонанс. Поради различната природа на тези компоненти техният принос в $E1$ прехода е деструктивен, т.е. от приноса на двуфононната компонента трябва да се извади приносът на Гигантския диполен резонанс. Пресмятанията показват, че този механизъм обяснява напълно стойността на $E1$ преходите. Възбуждането на Гигантския диполен резонанс е ефект, свързан с промени на движението на неутроните относително протоните в ядрото. Това води до поляризация на ядрото. Ясно е, че тази поляризация е съществена за обяснение на малките стойности на нисколежащите $E1$ преходи.

В университета в Щутгарт през 90-те години беше разработен т. нар. ядрено-флуоресцентен метод, даващ възможност за точно определяне на свойствата на нисколежащите 1^- възбудени състояния в атомните ядра. Както беше казано по-горе, тези състояния се възбуждат главно при взаимодействие на γ -кванти с ядрото. Гама-квантът е носител на малък ъглов момент и при процеси, свързани с поглъщането му от ядрото (фотопоглъщане) или нееластично разсейване се възбуждат състояния с ъглов момент близък до този на основното състояние. Основното състояние на четно-четните ядра е 0^+ . Следователно при облъчването с γ -кванти съответното сечение за възбуждане на 1^- състояния е твърде голямо.

Ядрено-флуоресцентният метод разкрива уникални възможности за изследване свойствата на нисколежащите 1^- състояния. Диполният преход ($E1$), свързващ тези състояния с основното, е от порядъка на 10^{-3} W.u. (W.u. – това е единица мярка за силата на преходите, предложена от В. Вайскопф). За сравнение ще посоча, че съответната величина за гигантския диполен резонанс е около 10 W.u., т.е. разликата е 4 порядъка.

Акад. В. Андрейчев имаше много активно сътрудничество с групите от университета в Кьолн (ръководител П. фон Брентано) и университета в Щутгарт (ръководител У. Кнайсл). Двата мастити учени бяха чести гости на нашата страна, изнасяли са лекции, обсъждали са програми за съвместни експерименти с групата на академик В. Андрейчев. Академик В. Андрейчев участва активно в експериментална програма за определяне на стойностите на нисколежащите $E1$ преходи. През 2001 г. в списанието Physics Letters B 506 (2001) 239-246 е публикувана статията „New evidence for the $E1$ core polarization in spherical nuclei” с автори W. Andrejtscheff, C. Kohstallb, P. von Brentano, C. Fransen, U. Kneissl, N. Pietralla, H.H. Pitz. Направените по-горе разсъждения са в основата на систематиката на нисколежащите $E1$ преходи в цитираната статия. Анализирани са голям брой преходи в ядра, принадлежащи към различни области на периодичната система. Основните изводи са следните:

- Систематиката на нисколежащите $E1$ преходи, измерени чрез фотонно разсейване, в четно-четните ядра, намиращи се около затворените слоеве, показват забележителни свойства.
- Характеристиките на преходите показват по недвусмислен начин, че преходите са

резултат от диполна поляризация на сърцевината на ядрото и потвърждават изводите, направени в рамките на „квазичастично-фонония“ модел на ядрото.

- Главната компонента (повече от 80%) на вълновата функция на нисколежащите диполни състояния е двуфононно състояние, породено от квадруполните и октуполни вибрации на ядрото

- Останалата част от вълновата функция е смес от фонони, свързани с Гигантския диполен резонанс.

Еднозначно е показано, че диполната поляризация на ядрото е основна за правилното обяснение на малките стойности на тези преходи. Цитираната работа е един много добър пример за взаимодействие на водещи теоретични идеи и тяхното приложение към конкретни ядрени процеси.

Тази публикация слага край на дискусията за природата на нисколежащите диполни преходи в атомните ядра. За голямо съжаление, това е последната статия на академик Андрейчев.

В ядрената физика, както в много други области на съвременните изследвания, информацията за природата на явленията се получава след използване на сложни методи на анализ. Отдавна е отминал „романтичният“ период, когато изследователят може пряко да наблюдава протичащите процеси. Днес, на екраните на компютрите се виждат импулси, които се анализират чрез разнообразни модели. Изисква се познаване както на различни подходи за обработка на експерименталната информация, така и на тези за теоретично осмисляне на получените резултати. Такова взаимодействие между експеримент и теория е типично за големите ядрени центрове. То обаче се прави от учени с комплексна подготовка, ориентирани се много добре в новостите на теорията и умеещи да извлекат от експерименталните резултати подходяща информация. Приятно ми е да споделя, че такъв учен беше академик В. Андрейчев. Неговата широка професионална култура, лекотата, с която общуваше с водещи специалисти по ядрена физика, му даваха възможност да прави дълбоки и ефектни обобщения за свойствата на атомното ядро. Лично за мен беше голямо удоволствие общуването с този голям български учен.

ИСТОРИЯ НА СВРЪХПРОВОДИМОСТТА В БЪЛГАРИЯ

Е. Назърова

През 2011 г. научната общност отбеляза стогодишнината от откриването на свръхпроводимостта. Холандският физик и Нобелов лауреат Heike Kamerlingh Onnes наблюдавал това забележително явление в 1911 г. В продължение на един век то стои във фокуса на вниманието на много изследователи по света. Подробен преглед на най-важните етапи в развитието на свръхпроводимостта и Нобеловите награди, присъдени на най-значимите постижения, беше вече направен в статията на доц. д-р Михаил Бушев “Сто години свръхпроводимост” („СФ”, № 4, 2011 г.). Затова тук ще се концентрираме върху развитието на свръхпроводимостта в България.

Трябва да отбележим, че изследванията в областта на свръхпроводимостта са повдигнали много важни въпроси, свързани не само с разбирането на самото явление, но и с развитието на физиката на кондензираната материя въобще.

Например, експерименталното наблюдаване на квантуването на магнитния поток в свръхпроводниците от втори род в смесено състояние показва, че квантовите ефекти са присъщи не само на микроскопичните системи, но и на макроскопичните също.

Появяват се предположения, че вероятно носителите в свръхпроводниците имат заряд $2e^-$. Но възможно ли е електрон-електронно привличане? По-късно се установило, че съществуват два механизма (електрон-фононен и спин-флуктуационен), които водят до привличане между електроните, надхвърляйки Кулоновото отблъскване. И така свръхпроводимостта е резултат от формирането на Куперови двойки ($2e^-$) и последваща Бозе кондензация.

През 2008 г. бяха открити желязо базирани свръхпроводници. Дълго време се е избягвало използването на магнитните елементи като съставни части на новите свръхпроводници, заради антагонизма между свръхпроводимостта и магнетизма. Желязото е силно магнитен елемент и откриването на желязо базирани свръхпроводници с висока критична температура (до 55 K) беше неочаквано. Вероятно нашето фундаментално разбиране за природата на свръхпроводимостта се нуждае от значително усъвършенстване.

Какво се случва в България в началото на 20 век? По това време Българското Книжовно Дружество (основано в Браила, Румъния – 1869 г.) се трансформира в Българска Академия на Науките (6.03.1911). Академик Георги Наджаков основава и оглавява в рамките на БАН първия Физически Институт с Атомна Научно Експериментална База (ФИ с АНЕБ). Научните изследвания в областта на нискотемпературната физика и свръхпроводимостта в България започват с официалното основаване на Лаборатория Ниски Температури (ЛНТ) на 5.07.1963 г. Главен инициатор за това е инж. Евгений Леяровски. Ентусиазмът и усилията на младите колеги е подкрепен от заместник директора на института проф. Саздо Иванов, който става и първият ръководител на лабораторията.



Проф. Саздо Иванов



Проф. Е. Леяровски

Конвенционалната свръхпроводимост, открита от Н. К. Onnes, е нискотемпературно явление и изследванията в тази област се нуждаят от специално оборудване. В първия десетгодишен период (до 1973 г.) се усвояват технологиите за получаване и съхраняване на течен азот и хелий. Това иницира изследвания на топлопроводността на чисти свръхпроводящи метали и сплави както и влиянието на кристалните дефекти върху кинетичните свойства на твърдите тела при ниски температури. Провеждат се още изследвания за изучаване процесите на адсорбция/десорбция на инертните газове при криогенни температури, както и за решаването на криогенни инженерни проблеми.

През този период във Физическия факултет на Софийския Университет също е доставен чешки хелиев втечнител. Оказва се, че има проблем с компресора на втечнителя, което се отразява зле на експлоатацията му. На вниманието на студентите се предлага нов избираем курс по свръхпроводимост. Лекциите се четат от младия асистент Петко Василев.

Първоначалните стъпки на новата Лаборатория Ниски Температури са изключителни не само в рамките на страната, но имат и международно признание. Осъществени са два важни проекта между ЛНТ и Националния Комитет за Наука и Технически Прогрес: за изследване и развитие на малък хелиев турбодетандер и метод за получаване на неон и хелий от отпадъчните газове в азот/кислородното производство в индустрията. Тези проекти дават финансова подкрепа за

доставка на ново оборудване, увеличаване на щата и налагат ЛНТ като единствената в България, занимаваща се с нискотемпературна физика и инженерство [1]. На работа в лабораторията са назначени двама специалисти (В. Ковачев и М. Бушев), защитили своите дисертации под ръководството на големи руски учени и впоследствие Нобелови лауреати: П. Капица и А. Абрикосов. Научните резултати от единия проект допринасят за първото международно признание на ЛНТ. Представеният "Нов метод за получаване на неон и хелий от отпадъчни газове" от колектив (доц. Б. Николов и доц. Й. Георгиев) с ръководител проф. Е. Леяровски печели златни медали на Световното изложение за патенти в Женева (1973 г.) и Брюксел (1975 г.) [2].

Друго важно събитие е подписването през 1968 г. на договор между Академията на Науките на Полша, България, бившите ГДР и СССР за основаването на Международна Лаборатория за Силни Магнитни Полета и Ниски Температури във Вроцлав, Полша. Целта на създадената Лаборатория е най-добре описана във въведението на Договора: "С оглед провеждане на теоретични и експериментални изследвания в областта на силните магнитни полета и ниски температури БАН, ПАН и РАН се договориха..."

Основаването на Международната Лаборатория във Вроцлав има своето голямо влияние върху развитието на нискотемпературните изследвания в България през втория (четирнадесетгодишен) период (1973-1986). Много изследователи от БАН и Софийския Университет посещават Вроцлав, за да използват експерименталното оборудване за провеждане на експерименти и да обменят знания и опит. Голяма чест за българската нискотемпературна физика е избирането на проф. Е. Леяровски за заместник директор на Международната Лаборатория в периода 1974-1977.

В началото на втория период се случват важни административни промени. Бившият Физически Институт с АНЕБ се разделя на две: Институт по физика на твърдото тяло и Институт за Ядрени изследвания и Ядрена Енергетика с решение на Министерския съвет от 16 октомври 1972 г. Реалното съществуване на двата института датира от януари 1973 г. Институтът по физика на твърдото тяло се специализира във фундаментални и приложни изследвания по физика на кондензираната материя, оптика, спектроскопия и лазерна физика. Новият отдел по Магнетизъм и Ниски Температури включва три групи: Магнетизъм от Физическия факултет на Софийския Университет (оглавявана от проф. А. Апостолов), Нискотемпературна физика (оглавявана от проф. Е. Леяровски) и Приложна свръхпроводимост и криогеника (оглавявана от проф. В. Ковачев).

През този период специално внимание се отделя на развитието на експерименталната техника за получаване на ниски температури (под 1 К) и нанокелвиновия обхват е достигнат (300 nK). От днешна гледна точка особено важно е търсенето на свръхпроводимост в металните бориди (в 1979 г.). Изследвани са редица съединения от вида MeB_2 ($Me=Ti, Zr, Hf, V, Nb, Ta, Cr, Mo$). Свръхпроводимост е установена само в NbB_2 с критична температура 0.62 K [3]. За съжаление MgB_2 не е синтезиран и изследван и свръхпроводящ преход при 39 K беше наблюдаван в него едва през 2001 г. Други важни резултати са откриването на нови свръхпроводници в системата Nb-Al [4], установяване механизмите на топлопроводност (фононен под $T=0.6$ K и електронен над тази температура) в поликристален индий [5] и съществуване на антиферромагнитна и свръхпроводима фази [6].

Друго специфично направление на изследване са променливотоковите загуби в свръхпроводниците от втори род: A-15 (Nb_3Sn, Nb_3Ge) [7], C-15 (V_2Hf и някои тройни фази на Лавес) [8] и B-1 (NbN) [9]. Стойностите на загубите са определяни с електронен ватметър, който умножава два сигнала: единия пропорционален на напрежението, индуцирано в образеца, и втори пропорционален на компонентите на променливото магнитно поле. За пръв път в литературата е докладвано, че е наблюдаван минимум на променливотоковите загуби в Nb_3Sn при суперпозиция на постоянно и променливо магнитно поле, който е моделиран и анализиран в детайли. Всички резултати по тази тема са представени и дискутирани в монографията на проф. В. Ковачев [10].

Групата по "Приложна свръхпроводимост и криогеника", оглавявана от проф. Ковачев, участва в програмата по Криогеника на страните от бившия Съвет за Икономическа Взаимопомощ (СИВ). Като водеща група в измерванията на променливотокови загуби в свръхпроводящи материали тя организира работен семинар, на който е представена

измерителната техника пред учени от Москва, Киев, Вроцлав и Братислава. През 1982 г. в рамките на тази програма се организира във Варна конференция “Електропроводимост в електротехниката и електроенергетиката”, в която участват 60 специалисти от СССР, Полша, Чехословакия и България. Измежду руските участници е Алексей Абрикосов, който става Нобелов лауреат за теоретичните си изследвания по свръхпроводимост през 2003 г. България е домакин и на 10-та и 21-та Международни конференции по Нискотемпературна физика и техника на страните от СИВ съответно през 1971 и 1983 г.

С назначаването на М. Бушев, Н. Тончев, Д. Узунов и др. в ИФТТ се формира малка група от теоретици. От голяма важност за тяхната работа в началото е сътрудничеството с водещи съветски институции и особено с Обединения Институт за Ядрени Изследвания в Дубна [11]. По важни теми в теоретичните изследвания са: съществуване на магнетизъм и структурни фазови преходи, свръхпроводимост и феромагнетизъм, флукуационни явления, неконвенционална свръхпроводимост и др. Резултатите са публикувани в монографиите [11, 12], където могат да се намерят цитати и на оригиналните публикации.

Последният период в изследването на свръхпроводимостта в България е свързан с Високотемпературната свръхпроводимост (ВТСП), докладвана в края на 1986 г. от J. Bednorz и K. Muller. Няколко месеца по-късно (на 20 април 1987 г.) специалисти от Института по физика на твърдото тяло регистрират свръхпроводящ преход при $T_c(0.5R_n) = 86.5 \text{ K}$ в системата Y-Ba-Cu-Pt-O, синтезирана от проф. М. Господинов [13-14]. Така ерата на “азотните” свръхпроводници стартира също в България. В началото съществува голям ентузиазъм, свързан с по-реалистичните перспективи за приложение на това явление. От друга страна част от трудностите, съпровождащи експерименталното изследване на конвенционалните свръхпроводници, са превъзможнати. Много нови научни институции се включиха в получаването и изследването на новите ВТСП материали в различна форма: моно- и поликристали, тънки и дебели слоеве, многослойни структури, ленти и жици. Често изследванията се провеждат в сътрудничество между различни научни институции. Някои бяха започнали изследванията на свръхпроводими материали след откриване на ВТСП: Института по електроника (БАН), Института по обща и неорганична химия (БАН), Химикотехнологичен и металургичен университет, Химически факултет на Софийски университет. Колегите от ИФТТ – БАН и Физическия факултет на Софийския Университет бяха по-опитни. Независимо от това всяка научна организация имаше свой собствен аспект на изследване на ВТСП.

Например в Института по Обща и Неорганична Химия бяха синтезирани различни свръхпроводими материали [15-17], но особен акцент беше поставен върху рентгеноструктурния анализ на ВТСП – качествен и количествен фазов анализ, размер на кристалитите и тяхното разпределение, микронапрежения както и моделиране на спектъра с Rietveld анализ.

Всъщност изследванията по свръхпроводимост в Института по електроника започват няколко години преди откриването на ВТСП [18]. Най-ранните статии по свръхпроводимост са посветени на моделни пресмятания на $1/f$ шумовия спектър за тънки

слоеве и устройства (болометри, Джозефсонови функции и SQUID-и) [19], анализ на RF SQUID в режим, при който основната честота ω е сравнима с R/L честотата на SQUID-а [20] и моделиране на явленията в Джозефсонови преходи при много високи честоти [21]. След откриване на ВТСП беше изследвано влиянието на метални субституции и добавки в поликристални образци [22-23], както и технологични аспекти на получаването на тънки слоеве чрез лазерна аблация [24] и магнетронно разпръскване [25], оптичната емисия на лазерно индуцирания плазмен облак [26] и развитие на различни методи за изследване на образците [27]. Въпреки всичко Институтът по електроника има своето специфично поле на изследване, свързано с развитието на криоелектрониката и специално изследване на високотемпературни Джозефсонови преходи и SQUID-и [28] и настройвани микровълнови ВТСП резонаторни структури [29, 30].

Химикотехнологичният и металургичен университет в София се включи в изследването на ВТСП материали почти от самото начало [31]. Систематично беше изследвано влиянието на различни добавки (Ag, Te, Sn) върху микроструктурата и фазообразуването на 1-2-3 и Bi-базираната свръхпроводими системи [32-33]. Образците бяха приготвяни чрез стандартния твърдофазен синтез и “melt-quenching” метода [34]. Чрез сътрудничество на специалисти от катедрата по Аналитична химия и ИФТТ беше разработен спектрофотометричен метод за определяне на кислородното съдържание [35].

След успешния старт във ВТСП, специалистите от ИФТТ продължиха своята работа както в областта на теорията [36], така и в експеримента. Монофазни поликристални образци бяха получени чрез твърдофазен синтез и така наречената “мокра” нитратна методика. Установено беше едновременно съществуване на Майснерови домени и смесено състояние в YBCO системата в магнитни полета по-ниски от земното [37], изследвана е ролята на $4f$ електроните за формирането и съществуването на свръхпроводимостта и магнетизма, термодинамичните флукуации на параметъра на подреждане в свръхпроводимата система 1-2-3. Систематично е изследвано влиянието на субституциите и добавките върху магнитните свойства на Bi-базираната и 1-2-3 свръхпроводими системи [34, 38]. Бяха синтезирани и изследвани различни нови свръхпроводими системи: $\text{FeSr}_2\text{YCu}_2\text{O}_z$; $\text{MoSr}_2\text{HoCu}_2\text{O}_{8.8}$; Ru-1222 легиран с Sn [39-41]. Провеждани са систематични изследвания на свръхлегираното състояние в системата Y(Ca)BCO [42]. Свръхпроводими ленти от първо поколение, базирани на Bi-система и на Y(Ca)BCO, бяха приготвени и изследвани [43-44]. Тази дейност беше провеждана в рамките на различни проекти с Националния Научен Фонд, НАТО и европейските SCENET и Euratom програми.

Работата по високотемпературна свръхпроводимост във Физическия Факултет на Софийския Университет започва веднага след публикацията на J.G. Bednorz and K. A. Muller в Zeitachrift fur Physik B [45]. Усилията са насочени за получаване на свръхпроводимата система La-Ba-Cu-O. По-късно става ясно, че заради взаимното заместване на La и Ba атоми тази система не е лесно да бъде получена. И наистина La-базирано съединение от вида 1-2-3 с критична температура в рамките на 90 K беше едно от последно получените. Въпреки малките разочарования в началото, колегите от Физическия факултет имат своя значим принос в развитие на ВТСП в България. Публикувани бяха

важни теоретични изследвания [46] и монография [47], в които се обсъждат възможни механизми на високотемпературната свръхпроводимост. Огромна експериментална работа беше извършена в областта на Рамановата спектроскопия на новите материали [48-50]. Българската група стана една от водещите в света. Ръководителят на групата, проф. Милко Илиев, беше поканен от Р. Чу да основе Лаборатория по Раманова Спектроскопия в Центъра по Свръхпроводимост на Хюстънския университет в САЩ.

България развива своя собствена школа от специалисти по свръхпроводимост. Много от тях са работили или и в момента работят в авторитетни центрове по свръхпроводимост по целия свят: в САЩ – Texas Center for Superconductivity (М. Илиев), Superconducting Super Collider Laboratory, Dallas (В. Ковачев), University of California, Riverside (Е. Леяровски), Ohio State University (И. Костадинов), Illinois Institute of Technology (Н. Леяровска); в Япония – High Energy Accelerator Research Organization (КЕК) (В. Ковачев); в Австралия – University of Wollongong (К. Константинов); в Швеция – University of Gothenburg (З. Иванов), в Англия: University of Cambridge (Р. Томов и В. Цанева), University of Birmingham (Р. Чакалов), в Германия: Technical University of Braunschweig and KfA Juelich (С. Тинчев), Leibniz Institute for Solid State and Materials Research – Dresden (К. Ненков), Karlsruhe Institute of Technology (С. Терзиева), в Испания: University of Barcelona (К. Залъмова), Catalan Institution for Research and Advanced Studies (В. Скумриев) и много други.

Всъщност изследванията по нискотемпературна физика и свръхпроводимост в България имат приблизително половинвековна история. За този кратък исторически период са получени значителни експериментални и теоретични резултати. Най-често те са плод на успешното международно сътрудничество на нашите водещи научни институции в тази област и престижни лаборатории и институти в различни страни. Особено важен резултат е създаването на квалифицирани специалисти, работещи у нас и в чужбина. По-трудно е въвеждането на свръхпроводимостта в различни области от човешката дейност в страната. Първите научни апаратури, съдържащи свръхпроводими магнити са доставени в Института по Органична Химия с Център по Фитохимия (Bruker Nuclear Magnetic Resonance Spectrometer с 14 Т магнит) и Института по физика на твърдото тяло при БАН (Physical Properties Measurement System с 9 Т магнит). През последните 10-15 години доста апарати за ядрен магнитен резонанс за медицински цели бяха закупени (в болница Токуда, болница Лозенец, Военна болница в София и някои болници в страната). Българският институт по Метрология планира да закупи еталон за волт, базиран на Джозефсон ефекта. Използването на високотемпературните свръхпроводници в различни апарати и машини ще увеличи приложението на свръхпроводимостта в много области на човешката дейност.

Този материал не претендира за изчерпателност (по разбираеми причини), особено що се отнася до теоретичните изследвания, свързани със свръхпроводимостта. Тяхното проследяване изисква специално разглеждане.

Благодаря на колегите за критичния прочит на този материал и специално на ръководителя на направление “Нискотемпературна физика” в ИФТТ – БАН проф. д-р Н. Тончев.

Литература

1. V. Kovachev, E. Nazarova, V. Lovchinov, E. Vlachov, B. Terzijska, D. Dimitrov, N. Balchev, *Superconductivity and Superconducting Materials Laboratory*, Jubilee Collection 30-th Anniversary of the Institute of Solid State Physics 1972-2002, ed. A. G. Petrov, p. 125
2. N. Tonchev, K. Kalaydjiev, M. Bushev, Chr. Popov, N. Todorov, M. Kirov, M. Baychev, *Department: “Low Temperature and Magnetic Phenomena”* in Jubilee Collection 30-th Anniversary of the Institute of Solid State Physics 1972-2002, ed. A. G. Petrov, p. 151
3. L. Leyarovska and E. Leyarovski, *A search for superconductivity below 1 K in transition metal borides* J. Less Common Metals v.67, Issue 1 (1979) 249-255
4. E. Leyarovski, L. Leyarovska, E. Krasnopyorov, L. Kokot, R. Horin and T. Midlarz, *Superconductivity and Magnetic Properties of Nb-Al Phases: Nb₂Al and NbAl₃*, Z. fur Physik B 27 (1977) 57-60
5. E. Leyarovski, M. Zakharieva, *Топлопроводност на поликристален индий под 1 К*, Izv. Fiz. Inst ANEB (Bulgaria) 19 (1969) 73
6. N. E. Alekseevskii, E. J. Leyarovski, L. N. Leyarovska and V. J. Tsebro, *Magnetic phase transition in Mo₅SnGa_{0.5}S₆*, J. Phys C 8 (1975) L585
7. V. Kovachev, K. Nenkov: *Power Losses of Nb₃Ge-clad Tapes in Superposed AC and DC Magnetic Fields*, Materials Lett., 2, 2, 111 (1983).
8. V. Kovachev, D. Dew-Hughes, *AC Losses of V₂Hf*, Proceed. IEC 10, July 31– August 3 1984, Helsinki, “Butterworths”, Surrey, 708 (1984)
9. V. Kovachev, V. Lovchinov, K. Nenkov, E. Nazarova, M. Bichkova, A. Korjov: *AC Losses of NbN*, Phys. Stat. Sol. (a), 91, K151 (1985).
10. V. Kovachev, *Energy dissipation in Superconducting Materials*, Oxford Science Publication, Clarendon Press, 1991, Oxford, UK.
11. Н. Н. Боголюбов (мл.), Й. Г. Бранков, В. А. Загребнов, А. М. Курбатов, Н. С. Тончев, *Метод аппроксимирующего гамильтониана в статистической физике*, Издателство БАН, 1981
12. D. Uzunov, *Theory of critical phenomena*, Singapore-New Jersey-London, World Scientific, 1993
13. V. Kovachev, E. Vlachov, K. Nenkov, V. Lovchinov, M. Gospodinov, A. Stojanova, D. Dimitrov, M. Czyczek, T. Mydlarz: *Superconducting Properties of Y-Ba-Cu-Pt-O*, Inter. J. Modern Phys. B, 1, 2, 223 (1987).
14. V. Kovachev, E. Vlachov, K. Nenkov, V. Lovchinov, M. Gospodinov, A. Stojanova, D. Dimitrov, T. Mydlarz: *Antiferromagnetic Ordering in Y-Ba-Cu-Pt-O*, Inter. J. Modern Phys. B, 1, 2, 479 (1987).
15. P. Peshev, G. Gyurov, I. Khristova, K. Petrov, D. Kovacheva, Ya. Dimitriev, N. Nencheva and E. Vlachov, *Comparative study of some methods of synthesis of the high-T_c superconductor YBa₂Cu₃O_{7-x}*, Materials Research Bulletin, v.23 (1988) 1765

16. D. Kovacheva, K. Petrov, V. Lovchinov, E. Nazarova, P. Dochev, G. Melnikliev, V. Kovachev, *Phase formation and superconductivity in Bi-Pb-Sr-Ca-Cu-O*, Physica C 162-164 (1989-1227
17. D. D. Radev, M. Marinov, V. Tumbalev, I. Radev and L. Konstantinov, *Mechanically activated self-propagated high-temperature synthesis of nanometer-structured MgB_2* , Physica C 418 (2005) 53
18. An Overview Dedicated to the Twenty Fifth Anniversary of the Institute of Electronics, The Bulgarian Academy of Sciences, Sofia, 1988
19. S. Tinchev, L. Blicek, V. Kose, *A consistent model for 1/f noise in thin film devices such a bolometers, Josephson junction and SQUIDS*, Phys. Lett., v.94, Nr 8 (1983) 381
20. S. Tinchev, *Input impedance of the SQUID in high bias frequency regime*, IEEE Trans. MAG-19, Nr.3 (1983) 594
21. Zh. Genchev, Z. Ivanov, B. Todorov, *Effect of a periodic perturbation on radio frequency model of Josephson junction*, IEEE Trans. Circuits and Systems, CAS-30, Nr9 (1983) 633
22. Nedkov, I. Iliev, S. Tinchev, M. Taslakov, V. Kojucharov, *Ac susceptibility of monovalent metal substituted high- T_c superconducting oxides*, (1989) Supercond. Sci. Techn. 1, pp.324-325
23. A. Veneva, I. Nedkov, V. Lovchinov, *Superconducting properties and microstructure of YBCO HTSC materials with K_2CO_3 addition*, Physica C, 235-240 (1994) 805-806
24. P. A. Atanasov, R. I. Tomov and V. S. Serbesov, *Plasma assisted in situ laser deposition of $Y_{1-x}Ba_xCu_3O_{7-x}$ superconducting thin films with laser heating and annealing*, Vacuum v. 45 (1994) 1215
25. Z. Ivanov, T. Nurgaliev, T. Donchev, A. Chernakova and B. Todorov, *Superconducting Bi-Sr-Ca-Cu-O films prepared by RF magnetron sputtering*, Modern Phys. Lett. B (1989) 785
26. V. Tsaneva, T. Donchev, R. Tomov, D. Ouzunov, A. Veneva and T. Nurgaliev, *Plasma optical emission studies of high- T_c superconducting and buffer thin film physical vapour deposition*, Vacuum v.48 (1997) 803
27. T. Nurgaliev, V. Tsaneva, R. Chakalov, T. Donchev, A. Spasov, *Contactless characterization of YBCO films on different substrates*, Physica C 235-240 (1994) 3215
28. S. Tinchev, *Ion Modified High- T_c -Josephson Junctions and SQUIDS*, in Superconductivity: Theory, Materials and Applications, ed. Vladimir Rem Romanovskii, Novapublisher, USA, 2011
29. T.Nurgaliev, S.Miteva, A.Jenkins, D.Dew-Huges, *Transmission characteristics of HTS microstrip resonators with a ferrite componen*, IEEE Trans. Appl. Superconduct., 11, No.1 (2001) 446
30. T.Nurgaliev, R.A.Chakalov, Z.Ivanov, A.Spasov, Z.Wu, L.E.Davis *Characteristics of smooth and Periodic HTS Coplanar resonators on Ferroelectric/Dielectric Substrates*, IEEE Trans. Appl. Superconduct., 11, No3 (2001) 4102
31. E. Vlachov, K. Nenkov, Y. Dimitriev, V. Kovachev: *Influence of Ag Additions on Superconducting Transition of $R Ba_2 Cu_3 O_{7-x}$ ($R = Y, Eu$) Ceramics in Magnetic Field*, Physica C, v. 162-64, pt.2, 975 (1989).
32. E. Vlachov, E. Gattef, Y. Dimitriev, A. Staneva, *Synthesis and superconductivity of $YBa_2Cu_3O_y$ ceramics doped with Sb, Ag and Te*, J. Matt Sci Lett., 13 (1994) 1654
33. Y. Dimitriev, E. Gattef, E. Kashchieva, A. Staneva, E. Vlachov, *High- T_c superconducting glass-ceramics prepared by the melt-quenching methods in the bismuthate system with additives*, Matt. Res. Bul., 28 (1993) 1185
34. E. S. Vlachov, K. A. Nenkov, M. Cizek, A. Zaleski, Y. B. Dimitriev, *Superconducting and*

- magnetic properties of melt-quenched Bi-2223 superconductors doped with Pb and Te*, Physica C 225 (1994) 149
35. T. K. Nedeltcheva, S. Iv. Georgieva, L. K. Vladimirova, A. K. Stoyanova-Ivanova, *Increasing the sensitivity of the spectrophotometric determination of the oxygen content in YBCO superconducting samples using the I_3 – starch compound*, Talanta, 77 (2009) 1745
 36. M. Georgiev and M. Borissov, *Vibronic pairing models for high- T_c superconductors*, Phys. Rev. B 39 (1989) 11624
 37. E. Leyarovski, L. Leyarovska, N. Leyarovska, Chr. Popov and M. Kirov, *Low-field magnetocaloric effects in $YBaCuO$ superconductors*, Physica C 153-155 (1988) 1527-1528
 38. V. Kovachev, E. Vlachov, *High magnetic field studies of high temperature superconductors in Studies of high temperature superconductors*, ed. By A. Narlikar, v.4, p.59
 39. N.Balchev, K.Nenkov, B.Kunev, J.Pirov, A.Souleva, *Synthesis and Phase composition of $FeSr_2YCu_2O_z$* , J.Superconductivity: Incorporating Novel Magnetism, Vol.16, 3, p. 513 (2003)
 40. N. Balchev, K. Nenkov, G. Mihova, B. Kunev, J. Pirov, *Superconducting and Magnetic Properties of Sn – Doped Ru-1222*, Physica C 467, p. 174-178 (2007).
 41. N.Balchev, K.Nenkov, G.Mihova, B.Kunev, J.Pirov, D.A.Dimitrov, *Structure, Magnetic and Superconducting Properties of $MoSr_2HoCu_2O_{8.8}$* , Journal of Magnetism and Magnetic Materials, V.321, p.388-391 (2009)
 42. E. Nazarova, K. Nenkov, A. Zaleski, K. Buchkov, A. Zahariev, *Investigations of the overdoped state in polycrystalline $R_{1-x}Ca_xBa_2Cu_3O_{7-\delta}$ samples ($R=Y, Eu, Gd, Er$)*, in Superconductivity: Theory, Materials and Applications, ed. Vladimir Rem Romanovskii, Novapublisher, USA, 2011
 43. V Lovchinov, D Dimitrov, P Simeonova, G Kallias and E Moraitakis, *Phase formation and microstructure of silver sheathed B(Pb)SCCO– tapes influenced by Te additive*, Superc. Sci Technol.13 (2000) 1042
 44. H. Ignatov, E. Nazarova, A. Zahariev, V. Lazarova, J. Georgiev, A. Stoyanova-Ivanova, S. Terzieva, K. Kliavkov and V. Kovachev, *Deformation effects on the structure and properties of $Y_{1-x}Ca_xBa_2Cu_3O_{7-\delta}$ ($x=0; 0.3$) tapes produced by OPIT method in the Ag tube*, J. of Supercond. 21 (2008) 69
 45. J.G. Bednorz and K. A. Muller in Zeitachrift fur Physik B, 64 (1986) 189
 46. I. Kostadinov, M. Mateev, I. V. Petrov, P. Vasilev, J. Tihov, *Superconducting glass behavior in high temperature superconductors*, Physica C 153-155 (1988) 320
 47. Todor M. Mishonov, Evgeni S. Penev, *Theory of high temperature superconductivity : a conventional approach*, Singapore ; Hackensack, N.J. : World Scientific, 2011.
 48. M. N. Iliev, V. G. Hadjiev, V. G. Ivanov, *Raman spectroscopy of local structure and reordering processes in $YBa_2Cu_3O_{7-\delta}$ -type compound*, J. of Raman Spectroscopy, 27 (1996) 333
 49. M. Iliev, C. Thomsen, V. Hadjiev, M. Cardona, *Resonant Raman scattering of oxygen-deficient $YBa_2Cu_3O_{7-\delta}$: Evidence for the coexistence of ortho-I, ortho-II and tetragonal microstructures*, Phys. Rev B, 47 (1993) 12341
 50. V. G. Hadjiev, M. N. Iliev, K. Sasmal, Y. –Y. Sun, C. W. Chu, *Raman spectroscopy of $RFeAsO$ ($R=Sm, La$)*, Phys. Rev B, 77 (2008) 220505 (R)

ТЪМНАТА ЕНЕРГИЯ ВЪВ ВСЕЛЕНАТА

В. Рубаков



Физиците обичат красивите думички. В техните среди от известно време е прието да се дават “ненаучни” названия на новооткрити същности. Да вземем, например, “странния” или “очарован” кварк. И сега – тъмна енергия, която съвсем не е синоним на тъмни сили, измислена за означаване на необикновени свойства на Вселената.

Откриването на тъмната енергия стана чрез астрономически методи и за голяма част от физиците беше напълно неочаквано. Тъмната енергия е може би най-голямата загадка на съвременното естествознание. Много е вероятно нейното разгадаване да стане най-важното събитие на XXI век, сравнимо по мащаби с най-големите открития от недавното минало, като например откриването на разширяването на Вселената. Не е изключено даже да настъпи

толкова радикално развитие на теорията, че то да застане в един ред със създаването на Общата теория на относителността, откриването на кривината на пространство-времето и връзката на тази кривина с гравитационните сили. Днес ние се намираме в началото на пътя, и разговорът за тъмната енергия дава възможност да надникнем в “лабораторията” на физиците в момент, когато работата им е в пълен ход.

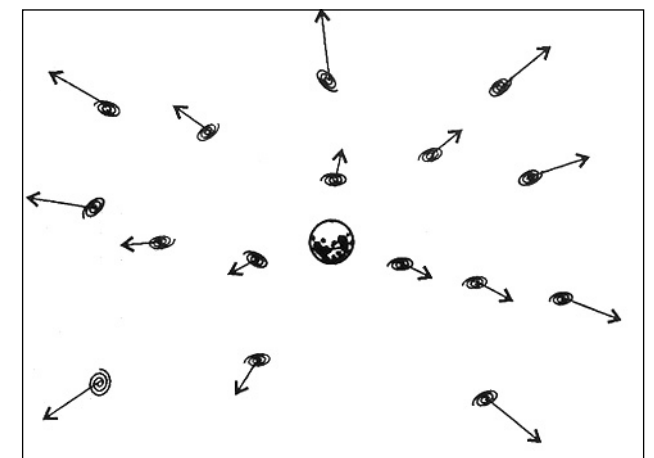
1. Малко история

1.1. „Малко не достига“

Това, че нещо в нашата Вселена “не е както трябва”, стана ясно на космолозите още в началото на 90-те години на миналия век. За да изясним за какво става дума, да започнем с напомняне за разширяването на нашата Вселена. Всички галактики се разбягват една от друга и за наблюдателя във всяка една от тях изглежда, че именно в неговата галактика е центърът на разширяването. И колкото е по-далеч галактиката, толкова по-бързо тя се отдалечава от центъра на разширяването (фиг. 1). Количествено темпът на разширяването се характеризира с параметъра на Хъбъл [1]. В началото на 90-те години на миналия век стойността на параметъра на Хъбъл в съвременната Вселена вече е била достатъчно добре измерена: темпът на разширяване на Вселената днес е такъв, че галактиките, отдалечени от Земята на разстояние 1 милиард светлинни години, се отдалечават от нас със скорост около 24 000 километра в секунда. Ще отбележим, че параметърът на Хъбъл зависи от времето – в далечното минало Вселената се е разширявала значително по-бързо и съответно параметърът на Хъбъл е бил доста по-голям.

В съвременната теория на гравитацията – Общата теория на относителността – параметърът на Хъбъл е еднозначно свързан с други две характеристики на Вселената: първо със сумарната плътност на енергията от всички форми на материята, вакуума и т.н., и второ – с кривината на тримерното пространство. Нашето тримерно пространство, казано най-общо, не е задължително да бъде евклидово. Неговата геометрия може, например, да бъде аналогична на геометрията върху сфера и тогава сумата на ъглите в триъгълника може да не бъде 180° . В този случай “еластичността” на пространството от гледна точка на разширяването на Вселената играе същата роля, каквато играе и плътността на енергията. Така в рамките на Общата теория на относителността измерването на параметъра на Хъбъл определя както сумата на пълната плътност на енергията във Вселената, така и приноса, свързан с възможната неевклидовост на тримерното пространство.

В началото на 90-те години на миналия век с нелоша точност беше оценена плътността на енергията на “нормалната” материя на съвременната Вселена. Тя е нормална в смисъл, че изпитва такова гравитационно взаимодействие, каквото и обикновеното вещество. Така, за “нормалната” материя е валиден законът за всемирното притегляне на Нютон. Работата, въпреки това, се усложнила поради това, че голяма част от “нормалната” материя се състои не от известното ни вещество (атоми и йони), а от тъй наречената *тъмна материя*. Тъмната материя, изглежда, се състои от нови, неоткрити до сега в земни експерименти елементарни частици. За разлика от многото известни частици те нямат електричен заряд и затова не излъчват светлина – съставената от тях материя наистина е тъмна. Сходството с обикновеното вещество е в това, че силата на гравитационното привличане заставя тъмната материя да се събира в сгъстявания – в галактики и в купове от галактики. Самата тя също привлича веществото и светлината и тъкмо по създавания от нея ефект на гравитационно привличане е била забелязана. Нещо повече, измерването на гравитационните сили в куповете от галактики е позволило да се определи масата на тъмната материя в тези купове, а в крайна сметка във Вселената като цяло. По такъв начин е определена и пълната



Фиг. 1. Разширяваща се Вселена. По-далечните галактики се отдалечават по-бързо от нас и изглеждат червено отместени заради Доплеровия ефект. Измерването на разстоянието до галактиките заедно с тяхната скорост позволява да се определи параметърът на Хъбъл, характеризиращ темпа на разширение на Вселената.



Фиг. 2. Етапи на еволюцията на Вселената: вляво е дадена температурата, вдясно – възрастта на Вселената.

плътност на енергията на „нормалната“ материя (за нея е валидна знаменитата формула $E = mc^2$).

И какво се оказа? Изясни се, че „нормалната“ материя явно не достига за обяснение на измерения темп на разширяване на Вселената. При това доста – „недостатъкът“ е около 2/3 (по съвременни оценки около 72%). Възможни са две обяснения на този факт: или тримерното

пространство е изкривено и недостигащата част в параметъра на Хъбъл е свързана с „еластичността“ на пространството, или във Вселената присъства нова форма на енергия и точно тя е наречена впоследствие тъмна енергия.

Още една трудност за добрия стар космологичен модел е била самата възраст на Вселената – той даваше възраст около 9 милиарда години. Междувременно възрастта на старите кълбовидни звездни купове (както тогава, така и днес) се оценява на около 13-14 милиарда години. Разминаване! Трябва да кажем, че с този проблем не се справяше добре и моделът с изкривеното пространство – в него възрастта достигаше до 11 милиарда години (а моделът с тъмна енергия дава около 14 милиарда години, което е добре). В действителност този проблем не се възприемаше много сериозно и голяма част от учените се надяваха, че той „някак си“ ще се разплете.

1.2. Накъдето и да погледнеш...

От теоретична гледна точка и двете възможности – и неевклидовостта на пространството, и тъмната енергия, изглеждат крайно неправдоподобни. И ако не бяха толкова упорити фактите, това щеше и досега да е така.

Да започнем с кривината на тримерното пространство. В процеса на разширяване на Вселената пространството се изглажда, кривината му намалява. Ако днес кривината му се различава от нула, то в миналото тя е била по-голяма от сегашната. Обаче плътността на енергията (масата) на материята намалява при разширяването *още по-бързо*. Това означава, че в миналото *относителният принос* на кривината в параметъра на Хъбъл е бил много малък, а основен (с голям запас) е бил приносът на материята. За да може днес разширяването на Вселената да се осигурява на 2/3 от кривината, стойността на радиуса на кривина на пространството в миналото трябва да се „нагласи“ с фантастична точност – една секунда след Големия взрив той трябва да бъде равен на една милиардна част от тогавашния размер на наблюдаваната Вселена – нито повече, нито по-малко! Без такова напасване кривината днес би била или с много порядъци по-малка, или съответно по-голяма, отколкото е необходимо за обяснение на наблюденията.

Добре, ако се отвлечем от хипотезата, че недостатъкът е в кривината на пространството, проблемът с кривината пак си остава: при всички случаи е необходимо кривината да е била извънредно малка в ранните стадии, иначе би била твърде голяма днес. Този проблем е едно от главните съображения, довели до представата за инфлационен стадий в еволюцията на Вселената. Съгласно инфлационната теория (предложена от А. Старобински и независимо от А. Гът и развита в работите на А. Линде, А. Албрехт и П. Стейнхард), Вселената в най-ранния си еволюционен етап е преминала през стадий на извънредно бързо, експоненциално разширяване (раздуване, инфлация). В края на този стадий Вселената се е загоряла до много висока температура и е настъпила епохата на горещия Голям взрив.

Независимо, че инфлационният стадий най-вероятно е продължил само малка част от секундата, за това време Вселената успяла да се разшири дотолкова, че размерът ѝ станал значително по-голям в тази част на Вселената, която виждаме днес. За нас е важно, че в резултат на инфлационното разширяване на пространството неговият радиус на кривина е намалял практически до нула. Така инфлационната теория води до предсказанието, че пространството на съвременната Вселена с най-висока степен на точност е евклидово. Това, разбира се, е в разрез с хипотезата, че Вселената днес се разширява на 2/3 благодарение на своята кривина.

С тъмната енергия нещата стоят аналогично, само че още по-лошо. Различните хипотези за природата на тъмната енергия ще ги обсъдим по-нататък, а тук ще се ограничим само със следната бележка. Независимо от това какво представлява тъмната енергия, нейната плътност може да се характеризира с един-единствен параметър, който има размерност на енергия. За да съответства на наблюдателните данни, стойността на този параметър – енергетичният мащаб на тъмната енергия – трябва да е около 0,002 електронволта. В същото време известните фундаментални взаимодействия – силно, слабо, електромагнитно и гравитационно – се характеризират всяко със своя енергетичен мащаб. Най-малкият от тях е на силните (ядрените) взаимодействия и е от порядъка на 200 милиона електронволта. Получава се разминаване в 100 милиарда пъти! Най-лошото е, че за това разминаване, както и изобщо за извънредно малката стойност на тъмната енергия, е извънредно трудно да се намери обяснение. Например, инфлационната теория, която така добре се справя с проблема за кривината, тука няма никакъв успех.

Поради трудностите с интерпретирането на тъмната енергия доста дълго време бе по-популярна гледната точка, че за съвременния темп на разширяване на Вселената е отговорна все пак кривина на пространството. Мнозина (макар и далеч не всички) физици никак не можеха сериозно да възприемат възможността тъмната енергия действително да съществува и смятаха пространствената кривина за „по-малкото зло“. Както обикновено, въпросът беше решен от експеримента.

1.3 Вселената се разширява с ускорение

Преломът настъпи през 1998-1999 години, когато две групи от САЩ (едната под ръководството на А. Райс и Б. Шмит, другата – на С. Пърлмутер) съобщиха за резул-

татите на своите наблюдения върху отдалечени Свръхнови звезди от типа Ia. От тях следваше, че нашата Вселена се разширява с *ускорение*. Такова свойство напълно се съгласува с представата за тъмна енергия, а неевклидовостта на пространството не води до ускоряване на разширяването. Така беше направен еднозначен избор в полза на тъмната енергия, а хипотезата за неевклидовото тримерно пространство беше отхвърлена (ще се върнем за малко към нея по-късно).

Няколко думи за свръхновите звезди от типа Ia. Това са термоядрени взривове, с които завършва животът на някои типове звезди. Детайлно теоретично описание на тези взривове и досега няма, но на основата на наблюдения на близки Свръхнови са били установени емпирични закономерности, позволяващи определянето на тяхната абсолютна светимост, т.е. енергията, която те излъчват в процеса на доста краткотрайно си избухване. С други думи, Свръхновите от типа Ia представляват „стандартни свещи”: знаейки абсолютната светимост и измервайки видимия блясък (или потокът енергия, достигащ Земята), можем да определим разстоянието до всяка една от тях – колкото по-голямо е разстоянието, толкова по-малък е блясъкът. Заедно с това може да се определи и скоростта на отдалечаване от нас на всяка една Свръхнова (чрез ефекта на Доплер). Свръхновите са много ярки обекти, те са видими на много големи разстояния. Казано иначе, отдалечените Свръхнови, които наблюдаваме днес, са се взривили много отдавна и затова скоростта на тяхното отдалечаване се е определяла от темпа на разширяване на Вселената *тогава*, в далечното минало. Така наблюдаването на Свръхнови от тип Ia позволява да се определи темпът на разширяване на сравнително ранни етапи от еволюцията на Вселената (7 милиарда години назад и даже преди това) и да се проследи зависимостта на този темп от времето. Именно това даде възможност да се установи, че Вселената се разширява с ускорение.

Днес съществуват още няколко наблюдателни резултата, несвързани със Свръхновите, но независимо свидетелстващи за ускореното разширяване на Вселената. Например, сравнително бързото космологично разширяване препятства формирането на новообразуващи се обекти, каквито са огромните купове от галактики. Галактиките се събират в купове под действието на гравитационните сили, с които те се привличат взаимно. Обратно, общото разширяване на пространството заставя галактиките да се отдалечават една от друга и по този начин пречи на тяхното скупчване. Ясно е, че вторият ефект е толкова по-силен, колкото е по-висок темпът на разширяване. При съвременните скорости на разширяване (параметър на Хъбъл) темпът на разширяване *в миналото* би бил по-малък в ускоряваща се Вселена, отколкото във Вселена със забавяне, и би трябвало да се образуват повече купове от галактики. Пресмятането на количеството големи купове на различни разстояния от нас (и съответно образувани в различно време) показва, че куповете са се формирали наистина доста неохотно, в пълно съгласие с представата за ускорено разширяване на Вселената и в противоречие с модела за забавяща се Вселена без тъмна енергия, но с пространствена кривина. Ще споменем още и за изследването на особеностите в разпределението на галактиките в пространството – т.нар. барионни акустични осцилации.

1.4. Пространството е евклидово

Окончателното доказателство, че неевклидовостта на тримерното пространство, ако въобще има такава, не играе съществена роля за разширяването на Вселената, беше получено чрез измерване на свойствата на реликтовото излъчване. Реликтовият микровълнов фон, пронизващ днес нашата Вселена, е бил излъчен в доста ранен стадий на космологичната еволюция. Работата е в това, че Вселената в миналото е била много по-плътна и гореща, отколкото днес. В процеса на разширяването тя изстива и става все по-разредена; съвременната температура на реликтовото излъчване е 2,726 келвина.

През ранните стадии веществото в горещата Вселена е била в състояние на плазма – протоните отделно, електроните също отделно. Такава среда е непрозрачна за електромагнитното излъчване, през цялото време фотоните се разсейват, поглъщат и излъчват от електроните. Когато Вселената е изстинала до около 3000 градуса, електроните и протоните доста бързо са се обединили във водородни атоми (това е стадият на рекомбинация) и веществото става прозрачно за фотоните. Епохата на прехода на веществото от плазмено в газообразно състояние е и епохата на последното излъчване на реликтови фотони (по-точно е да казваме „епоха на последно разсейване“, но за нас тази тънкость е без значение). По това време възрастта на Вселената е била 370 хиляди години (съвременната възраст е 13,7 милиарда години). От тогава насам фотоните се разпространяват свободно във Вселената, дължината на вълната им се увеличава поради растягането на пространството, и днес тези реликтови фотони представляват радиовълни.

През епохата на излъчване на реликтови фотони Вселената не е била напълно еднородна. Съществуващите тогава нееднородности са зародишите на бъдещите структури – първите звезди, галактики, купове от галактики. По това време нееднородностите на плазмата, както обикновено в плътните среди, са представлявали звукови вълни. Важното е, че в онази епоха във Вселената е имало характерен мащаб на разстоянията, който сега се проявява в свойствата на излъчените тогава реликтови фотони. Звуковите вълни с голяма дължина (и, съответно, с малка честота) все още не са успели да се развият до епохата на излъчване на реликтовите фотони, а вълните с „правилна“ дължина тъкмо са успели да попаднат във фазата на максимално свиване. Тази „правилна“ дължина на вълната представлява „стандартната линийка“ за епохата на излъчването на реликтовите фотони – нейният размер се изчислява надеждно в теорията на горещия Голям взрив.

Нееднородността на Вселената от епохата на последните реликтови фотони се проявява в това, че фотоните, излъчени на разни места, имат слабо различаващи се температури. С други думи, температурата на фотоните зависи от направлението върху небесната сфера, от което те пристигат при нас. Ефектът е много слаб: относителната разлика в температурите от различни направления достига максимум около 1/100 000. Въпреки това, този ефект беше точно измерен. Нещо повече, на границата между XX и XXI векове в рамките на експериментите BOOMERANG и MAXIMA за пръв път беше измерен и ъгълът, под който се вижда току-що обсъ-

дената „стандартна линейка“. Ясно е, че този ъгъл зависи от геометрията на пространството: ако сумата от ъглите на триъгълника превишава 180° , то и този ъгъл ще е по-голям. Като резултат стана ясно, че нашето тримерно пространство с голяма точност е евклидово. Последвалите измервания потвърдиха този извод. От гледна точка на разширяването на Вселената тези експериментални резултати означават, че кривината на пространството внася пренебрежително малък принос (по-малко от 1%) в параметъра на Хъбъл. Днес темпът на разширяване на Вселената на 70% се дължи именно на приноса на тъмната енергия.

2. За нея не се знае нищо повече

Какви свойства на тъмната енергия са ни известни днес? Те не са много, всичко на всичко са три. Но и това, което е известно, предизвиква пълно изумление.

Първото е, че за разлика от „нормалната“ материя, тъмната енергия не се натрупва в купове, не се събира в обекти от типа на галактиките или куповете от галактики. Доколкото днес е известно, тъмната енергия е „разлята“ равномерно по цялата Вселена. Това твърдение, както и всяко друго, основаващо се на наблюдения или експерименти твърдение, е вярно с определена точност. Не може напълно да се изключи, че някъде във Вселената плътността на тъмната енергия е малко по-голяма, а другаде – малко по-малка от средната плътност, че някъде тъмната енергия е малко по-плътна, а другаде – по-разредена. Обаче от наблюденията следва, че такива отклонения от однородността, ако въобще съществуват, трябва да имат много малки стойности.

За второто свойство вече споменахме: тъмната енергия заставя Вселената да се разширява с ускорение. С това тъмната енергия се отличава коренно от нормалната материя. За нормалната материя е валидна обичайната представа за това как „работят“ гравитационните сили: частиците вещество, образувани, да кажем, в резултат на взрив, се разлитат от центъра и постепенно забавят своето движение поради гравитационното привличане към центъра. Ако не беше тъмната енергия, така щеше да бъде във цялата Вселена – скоростта на разбягване на галактиките щеше да намалява с течение на времето. Тъмната енергия води към обратния ефект – галактиките се разбягват все по-бързо и по-бързо.

Двете описани свойства подсказват, че тъмната енергия в някакъв смисъл изпитва антигравитация – за нея съществува гравитационно отблъскване вместо гравитационно привличане. Поради това разширяването на Вселената се ускорява, поради същата причина тъмната енергия се разпределя равномерно в пространството. Областите с повишена плътност на нормална материя поради гравитационното привличане събират вещество от околното пространство, свиват се и самите те, образувайки плътни съгъстявания – така са се образували първите звезди, а след това първите галактики и купове от галактики. За антигравитиращата субстанция всичко е наопаки: областите с повишена плътност (ако такива съществуват) се отдалечават поради гравитационното отблъскване, нееднородностите се изглаждат и не се образуват никакви съгъстявания.

Третото свойство на тъмната енергия се състои в това, че нейната плътност не

зависи от времето. Това също е учудващо: Вселената се разширява, обемът ѝ расте, а плътността на енергията остава постоянна. Изглежда, че тук сякаш има противоречие със закона за запазване на енергията. През последните 8 милиарда години Вселената се е разширила двойно. Пространствена област с размер 1 метър днес вече е 2 метра, обемът ѝ се е увеличил 8 пъти, толкова се е увеличила и енергията в този обем. Незапазването на енергията е налице! Разбира се, това се отнася само за тъмната енергия – количеството частици нормална материя в обема не се е изменило, тяхната пълна енергия също не се е изменила, а плътността на енергията на покой е спаднала 8 пъти.

В действителност нарастването на енергията при разширяването на Вселената не противоречи на законите на физиката. Тъмната енергия е устроена така, че разширяващото се пространство извършва над нея работа, което и води до увеличаване на енергията на тази субстанция в разширяващия се обем на пространството. Наистина, самото разширяване на пространството се обуславя от тъмната енергия, така че ситуацията напомня случая с барон Мюнхаузен, който сам се изтегля от блатото, дърпайки се за косите си. И при все това противоречие няма: в космологичен контекст е невъзможно да се въведе понятието *пълна* енергия, включваща и енергията на самото гравитационно поле. Така че и закон за запазване на енергията, забраняващ увеличаването или намаляването на енергията на някаква форма на материята, също няма. [Ще отбележим в скоби, че енергията на газа, състоящ се от реликтови фотони, също не се запазва в разширяващия се обем. Бройката фотони не се променя, но дължината на вълната им расте заради разтягането на пространството. Фотоните почервеняват, енергията на всеки един фотон намалява, съответно намалява и сумарната енергия на всички фотони.]

Твърденето за постоянството на плътността на тъмната енергия също се основава на астрономични наблюдения, затова то също е валидно с определена точност. За да характеризираме тази точност, ще кажем, че през последните 8 милиарда години плътността на тъмната енергия се изменила не повече от 1,4 пъти, така че тази енергия в разширяващия се обем се е увеличила между 6 и 11 пъти. Това е, което можем днес можем да кажем със сигурност.

Да отбележим, че второто и третото свойства на тъмната енергия – способността ѝ да води до ускорено разширяване на Вселената и нейното постоянство във времето (или по-общо, много слабата ѝ зависимост от времето) – в действителност са тясно свързани помежду си. Тази връзка следва от уравненията на Общата теория на относителността. В рамките на тази теория ускореното разширяване на Вселената протича точно тогава, когато плътността на енергията в нея съвсем не се изменя или пък се изменя много бавно. Т.е. антигравитацията на тъмната енергия и нейните сложни отношения със закона за запазване на енергията представляват двете страни на един и същи медал.

С това сигурните сведения за тъмната енергия по същество се изчерпват. Понататък навлизаме в областта на хипотезите. Но преди това нека обсъдим накратко един по-общ въпрос.

3. Защо сега?

Ако в съвременната Вселена тъмната енергия дава най-голям принос в пълната плътност на енергията, то в миналото това съвсем не е било така. Например, преди 8 милиарда години нормалната материя е била 8 пъти по-плътна, а плътността на тъмната енергия е била същата (или почти същата), каквато е днес. Оттук не е трудно да се заключи, че тогава съотношението между енергията на покой на нормалната материя и тъмната енергия е била в полза на първата: тъмната енергия е съставлявала само около 15%, а не 72% като сега. Тъй като по онова време главна роля е играла нормалната материя, разширяването на Вселената е протичало със *забавяне*. Още по-рано влиянието на тъмната енергия върху разширяването е било още по-слабо.

Забележителното е, че тази картина се потвърждава от данните по Свръхновите от тип Ia. Най-отдалечените от тях са избухнали преди 8 милиарда години, и измерването на техните скорости показва, че разширяването на Вселената тогава наистина се е забавяло. Резултати от други космологични наблюдения също говорят за това, че в ранните етапи на еволюцията на Вселената тъмната енергия е била несъществена. За една серия от такива резултати си струва да се спомене. В периода от една секунда до няколко минути след Големия взрив, когато температурата на Вселената се е изменила от 10 милиарда до стотици милиона градуси, в космическата плазма активно са протичали термоядрени реакции. В резултат се е образувал деутерият, изотопите на хелия и лития. В някои места във Вселената този първичен състав на веществото практически не се е изменил и той е бил измерен. От друга страна, той може да бъде точно изчислен, като резултатът, разбира се, зависи от темпа на разширяване на Вселената в онази далечна епоха. И ето, че резултатите от тези пресмятания се съгласуват с наблюдаваните, ако се приеме, че тъмната енергия по това време не е играла никаква роля. По-точно, приносът на тъмната енергия (както и на други нови, хипотетични форми на енергия) в пълната плътност на енергията в периода на термоядрените реакции е ограничен до ниво около 15%. Тази точност не изглежда много висока, но не трябва да забравяме, че става дума за първите секунди след Големия взрив!

И така, влиянието на тъмната енергия и предизвиканото от нея разширяване на Вселената са явления скорошни според космологичните мерки: ускорението е започнало „само“ преди 6,5 милиарда години. От друга страна, тъй като плътността на нормалната материя намалява с времето, а плътността на тъмната енергия – не, то тъмната енергия скоро (пак по космологични мерки) ще доминира напълно. Следователно, съвременният етап на космологичната еволюция представлява преходен период, в който тъмната енергия вече играе забележима роля, но разширяването на Вселената се определя все още не само от нея, но и от нормалната материя. Представлява ли преходен период на нашето време случайно съвпадение или зад това стои някакво по-дълбоко свойство на Вселената? Този въпрос – „защо сега?“ – остава открит.

4. Кандидати за ролята на носител на тъмната енергия

4.1. Енергията на вакуума – космологичната константа

Ако не беше гравитацията, абсолютната стойност на енергията нямаше да има фи-

зически смисъл. Във всички теории, описващи природата, с изключение на теорията на гравитацията, смисъл има само *разликата* между енергиите на едно или друго състояние. Така, говорейки за енергията на връзката във водородния атом, имаме предвид разликата между две величини: сумарната енергия на покой на свободния протон и електрон от една страна, и енергията на покой на атома, от друга. Именно тази разлика на енергии се отделя (предава се на родения фотон), когато протонът и електронът се съединяват в атом. По същия начин под енергия на покой на протона ние всъщност разбираме разликата на енергиите на състояния, в които имаме протон и състояние без протон – вакуума. Ако не беше гравитационното взаимодействие, да се говори за енергия на вакуума би било безсмислено – тя няма начин да бъде сравнена с каквото и да било.

Работата става съвсем друга, ако се интересуваме именно от гравитационните взаимодействия. Енергията на вакуума (както и всяка друга енергия) „тежи“, гравитира. Вакуумът е състоянието с най-малка енергия (затова, впрочем, от него не може да се отнема енергия), обаче тази енергия не е задължително да бъде равна на нула – от теоретична гледна точка, тя може да бъде както положителна, така и отрицателна. Може ли тя да бъде изчислена, изхождайки от „първите принципи“, си остава голям въпрос. При всички случаи, обаче, енергията на вакуума, ако е положителна, притежава точно онези свойства, които трябва да притежава тъмната енергия. И наистина, вакуумът навсякъде е еднакъв (поне във видимата част на Вселената). Предположението за обратното би довело до противоречия например с наблюденията на реликтовото излъчване: в различни вакууми свойствата на космическата плазма в епохата на последното излъчване на фотони биха били много различни, силно биха се различавали и температурите на излъчваните фотони. Щяха да се появят и други непреодолими противоречия с наблюдателните данни. Така, че вакуумът навсякъде е еднакъв. Еднаква е и неговата плътност на енергията. Вакуумът не може да бъде на едно място „по-гъст“, а другаде „по-разреден“, иначе не би бил вакуум. Значи, както го изисква и тъмната енергия, енергията на вакуума е разпределена равномерно във Вселената.

По-нататък, при сравнително бавното разширяване на Вселената (а точно така стоят нещата сега и са стояли в обозримото минало) вакуумът остава един и същ. Свойствата на вакуума се определят от физиката на свръхмалките разстояния и времена, а на тях бавното разширяване на Вселената не се отразява. Затова, отново както се изисква, плътността на енергията на вакуума не зависи от времето. Както вече казахме, в Общата теория на относителността това свойство автоматично означава, че енергията на вакуума води до ускорено разширяване на Вселената. По такъв начин, вакуумът наистина е най-подходящият кандидат за ролята на носител на тъмната енергия.

Нека подчертаем, че отсъствието на зависимост на плътността на енергията от положението в пространството и от времето са точни, а не приближени свойства на вакуума, и това го отличава от другите кандидати за носители на тъмната енергия. Плътността на енергията на вакуума е световна константа (поне в онази част на Вселената, която наблюдаваме). Тук следва да кажем, че тази константа – космологичната константа или Λ -член – е внесъл в своите уравнения още Айнщайн. Наистина, той не е

отъждествявал константата с енергията на вакуума, но това е въпрос на терминология, поне в съвременното разбиране на тази материя по същество. По-нататък Айнщайн се отказва от тази си идея – вероятно напразно.

Защо представата за тъмната енергия като енергия на вакуума не удовлетворява изискванията на много физици? Това е свързано главно с невъобразимо малката стойност за плътността на енергията на вакуума, която е необходима за съгласуване на теорията с наблюденията.

Във вакуума непрекъснато се раждат и умират виртуални частици, в него съществуват кондензати на полета – изобщо казано, вакуумът повече прилича на сложна среда, отколкото на абсолютна пустота. Това не е просто измислица: особеностите на вакуума показват своите прояви в свойствата на елементарните частици и техните взаимодействия и в крайна сметка се определят, макар и косвено, от многобройни експерименти. Енергията на вакуума по принцип трябва да „знае“ за това как е устроен вакуумът, каква е неговата структура и какви са стойностите, характеризиращи неговите параметри (например, кондензатите на полетата).

Сега нека си представим теоретик, който е изучил физиката на елементарните частици, но не е чувал нищо за Вселената. Да помолим този теоретик да предскаже плътността на енергията на вакуума. Изхождайки от мащабите на енергиите, характерни за фундаменталните взаимодействия, и от съответните мащаби за дължина, той ще направи своята оценка – и ще сгреша невъобразимо много. Вече споменахме за това: енергетичният мащаб на фундаменталните взаимодействия е поне 200 милиона електронволта, а изискваният от наблюденията мащаб, съответстващ на енергията на вакуума (ако е тъмна енергия, това е енергията на вакуума) е 0,002 електронволта. Това несъответствие може да се изрази и така: нашият теоретик би предсказал толкова голяма енергия на вакуума и толкова висок темп на разширяване на Вселената, предизвикан от него, че къщите на съседната улица би следвало да се разлитат от нас със скорост, близка до тази на светлината!

Ако тъмната енергия е енергията на вакуума, можем да се опитаме да разберем защо тя има толкова малка стойност, следвайки, примерно, следната логика. Да си представим, че Вселената е извънредно голяма, че тя е много по-голяма от наблюдаваната от нас нейна част. Да допуснем още, че в различни доста обширни части на Вселената могат да се реализират най-разнообразни вакуумни състояния с различни плътности на енергията. Такава възможност, впрочем, теоретично не е изключена. Областите на Вселената, където плътността на вакуума е много голяма по абсолютна стойност, ще изглеждат коренно различно от нашата област: там, където енергията на вакуума е положителна и достатъчно голяма, пространството се разширява толкова бързо, че звездите и галактиките не успяват да се образуват; в области с голяма отрицателна енергия на вакуума разширяването на пространството бързо се сменя със свиване, и такива области колапсират много преди образуването на звезди. И в двата случая космическата еволюция е несъвместима със съществуването на наблюдатели, подобни на нас. И обратно, ние бихме могли да се появим само там, където плътността

на енергията на вакуума е много близка до нула – където всъщност сме се и появили. Наистина, тук бие на очи аналогията с друг очевиден факт: ние съществуваме на планетата Земя, повече или по-малко подходяща за живот, а не на произволно място във Вселената, където условия за живот като нашия съвсем липсват.

Такъв, както го наричат „антропен“ възглед на проблема за енергията на вакуума беше изказан преди повече от две десетилетия в публикации на А. Линде и С. Уайнбърг. Днес той е популярен сред забележима част от физиците теоретици. Друга част възприемат този възглед като начин да избегнат въпроса какви са физични причини да е толкова малка наблюдаваната енергия на вакуума и дали тъмната енергия не е нещо съвсем друго. Най-балансираният подход, изглежда, се състои в това да не изключваме антропното обяснение като възможен краен отговор и в същото време да се опитаме все пак да намерим алтернативно решение на проблема за енергията на вакуума и тъмната енергия.

4.2. Леко поле

Алтернативно на вакуума като носител на тъмната енергия може да бъде някакво ново поле, „разлято“ по Вселената. В този вариант енергията на новото поле е тъмната енергия. Това поле трябва да бъде ново, защото присъствието навсякъде във Вселена на известните полета (например, електромагнитното) прекалено силно би повлияло на поведението на веществото и би довело до ефекти, които щяхме да открием. Освен това, известните полета са такива, че тяхната енергия не притежават изброените дотук свойства на тъмната енергия.

Хипотетичното ново поле трябва да се характеризира с енергетичен мащаб от 0,002 електронволта. Макар че това е много малък мащаб от гледна точка на известните взаимодействия, той не изглежда съвсем неправдоподобен. Ние знаем, че мащабите на различните взаимодействия се различават силно помежду си. Така, споменатият мащаб на силните взаимодействия (200 милиона електронволта) е 10^{19} пъти по-малък от мащаба на гравитационните сили. Такова гигантско различие само по себе си иска своето обяснение, но това е „друга опера“. При всички случаи съществуването в природата на различни енергетични мащаби е факт и въвеждането на нов малък мащаб за новото поле не изглежда непреодолимо препятствие.

Новото поле, изобщо казано, се променя в процеса на еволюция на Вселената. Променя се и плътността на неговата енергия. За да не бъде тази промяна много бърза, трябва и квантите на новото поле – новите частици – да имат извънредно малка маса; затова се казва, че това поле трябва да бъде „леко“.

И накрая, новото поле означава нова сила (както на гравитационното поле съответства гравитационна сила, а на електромагнитното – електрични и магнитни сили). Но на леко поле с извънредно малка маса ще съответства сила с голям радиус на действие, подобна на гравитацията. За да не бъде в противоречие с експериментите по проверка на Общата теория на относителността, взаимодействието на това поле с обикновеното вещество трябва а бъде много слабо, по-слабо и от гравитационното.

Всички тези свойства не изглеждат привлекателни за теоретика, но с тях можем

да се примирим. Важното е, че хипотезата за новото поле, макар и само принципно, допуска експериментална проверка. Първо, в резултат на по-точни измервания на темпа на разширяване на Вселената на съвременния етап и в миналото може да се изясни, че плътността на тъмната енергия се изменя с течение на времето. Това еднозначно ще отхвърли хипотезата за вакуумната природа на тъмната енергия и, обратно, ще послужи като указание за съществуването във Вселената на новото леко поле. Второ, в перспектива може да се надяваме да установим нееднородности в разпределението на тъмната енергия в пространството. Това би било окончателно доказателство, че тъмната енергия е енергията на новото поле, а не някаква друга.

От друга страна, днес не се вижда начин за регистриране на новото леко поле в лабораторни експерименти, на ускорители и т.н. Причината е извънредно слабото взаимодействие на това поле с веществото. Впрочем, такъв песимизъм може да има само временен характер: ние знаем много малко за новото поле, за да изключим напълно възможността за прякото му експериментално изучаване в бъдеще. Никога не казвай „никога“.

Физиците обсъждат различни типове хипотетични леки полета, чиято енергия би могла да изпълнява ролята на тъмна енергия. В най-простия от теоретична гледна точка вариант, плътността на енергията на новото поле *намалява* с времето. За полета от такъв тип се употребява термина „квинтесенция“, а понякога се използва и терминът „космон“. Не е изключена, обаче, и обратната възможност, когато плътността на енергията *нараства* с времето; поле от такъв тип наричат „фантом“. Фантомът би бил много екзотично поле, нищо подобно до днес не се е срещало в природата. Различието между квинтесенцията и фантома, както ще обсъдим по-долу, е важно от гледна точка на *бъдещето* на Вселената.

4.3. Нова гравитация

И накрая, още едно възможно обяснение на тъмната енергия се свежда до това, че всъщност никаква тъмна енергия не съществува. Тъмната енергия става необходима за обяснение на особеностите на разширяването на Вселената в случая, когато космологичната еволюция се описва чрез Общата теория на относителността. Ако тази теория е неприложима за съвременните космологични мащаби за дължина и време, то няма да има и необходимост от тъмна материя.

Разбира се, при такава гледна точка не трябва да се пропуска фактът, че Общата теория на относителността е добре проверена за малки мащаби. Затова е необходимо да се изгради нова теория на гравитацията, която да преминава в Общата теория на относителността при сравнително неголеми разстояния, но иначе да описва еволюцията на Вселената на по-късни, близки до нашия, стадий на развитие (но не и на стадия на термоядрените реакции в първите секунди след Големия взрив). Това е трудна задача, особено ако се отчете изискването за самосъгласуваност и вътрешна непротиворечивост на теорията. Въпреки това такива опити се правят и някои от тях изглеждат доста перспективни.

Една от възможностите е да престанем да приемаме нютоновата константа за

всемирното привличане за постоянна величина и да ѝ разрешим да се променя в пространството и времето, подчинявайки се на определени уравнения. За съжаление, най-красивите версии на такава теория са отхвърлени от експериментални проверки на Общата теория на относителността. Ако не гоним красотата, то можем да построим модели, обясняващи ускореното разширяване на Вселената, които се съгласуват с всичко, което е известно за гравитацията. Такива модели като правило предсказват отклонения от Общата теория на относителността, които макар и малки, в перспектива са експериментално откриваеми.

Ще отбележим още идеята, че нашето пространство може да има повече от три измерения, при това допълнителните измерения на обикновени (за нас) разстояния да не се проявяват по никакъв начин. Същевременно на космологични разстояния от милиарди светлинни години силовите линии на гравитационното поле могат да се „разпълзят“ в допълнителните измерения така, че гравитацията вече да не се подчинява на обикновения закон на Нютон. Може да се измени и законът за разширяване на Вселената. Все пак, напълно удовлетворителна теория, обясняваща по този начин ускореното разширяване на Вселена, досега не е построена; в предложените до днес модели тази идея е реализирана само отчасти. Забележителното тук е това, че тези модели водят до предсказания, проверими експериментално. Сред тях е възможността за изменение на гравитационния закон на Нютон при *малки* разстояния; малки, но забележими поправки в Общата теория на относителността в Слънчевата система и други подобни.

И така: откритите неотдавна особености в разширяването на Вселената поставиха нов въпрос: дължат ли се те на енергията на вакуума, енергията на ново леко поле или на нова гравитация, работеща на свръхголеми разстояния? Теоретичното изучаване на тези възможности е в разгара си, а отговорът, както обикновено е във физиката, трябва да се даде в крайна сметка от нови експерименти.

5. Тъмната енергия и бъдещето на Вселената

С откриването на тъмната енергия силно се измени представата ни какво може да бъде далечното бъдеще на нашата Вселена. Досега въпросът за бъдещето еднозначно беше свързан с въпроса за кривината на тримерното пространство. Ако, както мнозина по-рано смятаха, кривината на пространството на $2/3$ определя съвременния темп на разширяване на Вселената, а тъмна енергия не съществува, Вселената щеше да се разширява неограничено с постепенно забавяне. Сега е ясно, че бъдещето се определя от свойствата на тъмната енергия.

Понеже тези свойства в момента ги познаваме слабо, засега не можем да предсказваме бъдещето. Можем само да разглеждаме различни варианти. Какво се случва в теориите с нова гравитация е трудно да се каже, но другите сценарии можем да обсъдим още днес. Ако тъмната енергия е постоянна във времето, както е в случая с енергията на вакуума, то Вселената винаги ще изпитва ускорено разширяване. Мнозинството галактики в края на краищата ще се отдалечат от нашата на граматни разстояния, и нашата Галактика заедно с малкото си съседни ще се окаже островче в пустинята. Ако

тъмната енергия е квинтесценция, то в далечно бъдеще ускореното разширяване може да се прекрати и даже да се смени със свиване. В този случай веществото във Вселената ще се превърне отново в горещо и плътно състояние, т.е. ще настъпи „Обратен Голям Взрив“ назад във времето.

Още по-драматична съдба очаква Вселената, ако тъмната енергия е фантом и то такъв, че плътността на енергията му нараства неограничено. Разширяването на Вселената ще бъде все по-бързо и по-бързо и ще се ускори толкова, че галактиките ще бъдат отскубнати от куповете, звездите – от галактиките, планетите – от Слънчевата система. Ще се стигне дотам, че електроните ще се откъснат от атомите, а атомните ядра ще се разпаднат на протони и неутрони. Ще се получи това, което се нарича Голямо разкъсване.

Такъв сценарий обаче не изглежда много вероятен. По-скоро плътността на енергията на фантома ще си остава ограничена. Но и тогава Вселената би я очаквало необикновено бъдеще. Работата е в това, че в много теории поведението на фантома – нарастването на плътността на енергията с времето – е съпроводено с неустойчивости на фантомното поле. В този случай фантомното поле във Вселената ще става силно нееднородно, плътността на енергията в различните части на Вселената ще бъде различна, някои части бързо ще се разширяват, а други е вероятно да изпитат колапс. Съдбата на нашата Галактика ще зависи от това в каква област е попаднала.

Всичко това, впрочем, се отнася за бъдеще, доста отдалечено даже в космологични мащаби. В близките 20 милиарда години Вселената ще си остане почти такава, каквато е и сега. Имаме достатъчно време, за да се оправим със свойствата на тъмната енергия и по-определено да предскажем бъдещето – а, може би, и да му повлияем.

Бележки

[1] Константата (или параметърът) на Хъбъл H_0 по дефиниция е коефициентът в закона на Хъбъл $v = H_0 D$, който свързва разстоянието D до даден извънгактичен обект (галактика, квазар, куп от галактики и пр.) със скоростта v на отдалечаването му от наблюдателя. В системата SI има размерност, обратна на времето, но обикновено се дава в km s^{-1} на мегапарсек. Най-добратата съвременна оценка за стойността на константата на Хъбъл (макар и моделно зависима) е $71,0 \pm 2,5 \text{ km s}^{-1} \text{ Mpc}^{-1}$, т.е. в съвременната епоха две галактики, намиращи се на разстояние 1 Mpc една от друга, се разбягват със скорост около 70 km s^{-1} . В разширяващата се Вселена константата на Хъбъл се променя с времето и затова е по-правилно да се нарича „параметър на Хъбъл“. Но терминът „константа на Хъбъл“ е оправдан поради това, че във всеки момент от времето във всички точки на Вселената нейната стойност е еднаква. Величината, обратна на H_0 , има смисъл на характерно време на разширяването на Вселената в настоящия момент. При $H_0 \approx 70 \text{ km s}^{-1} \text{ Mpc}^{-1}$ (или $2,28 \times 10^{-18} \text{ s}^{-1}$), времето на живот на Вселената до момента е около $4,38 \times 10^{17} \text{ s}$ или $13,9 \times 10^9 \text{ г}$. Индексът „0“ се отнася за стойността на параметъра на Хъбъл днес, а в произволен момент от време параметърът на Хъбъл се означава само с H . – бел. ред.

„Темная энергия во Вселенной“. „Квант“, № 5, 2010

Превод Н. Ахабабян, редакция В. Голев

РЕАКЦИОНЕРИ СЕ ОПЪЛЧВАТ СРЕЩУ СЛАВАТА НА АЙНЩАЙН: „Немски учени в защита на чистата наука“, относителност и събранието в Бад Наухайм

Джероен ван Донген

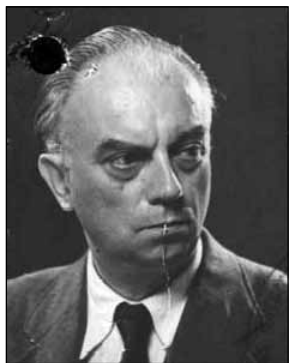
Две значителни и неприятни събития в живота на Айнщайн стават през 1920 г. През август с.г. в голямата зала на Берлинската филхармония се провежда антирелативистко събрание, а няколко седмици по-късно Айнщайн е въввлечен в напрегнат и обилно отразяван в печата дебат с Филип Ленард върху достойнствата на относителността на събрание в германския град Бад Наухайм. Тук се описват тези събития и се обсъжда тяхното влияние върху Айнщайн в светлината на нови документални данни, станали достъпни с публикуването на том 10 от *Събраните съчинения на Айнщайн*.

Встъпление

На 27 август 1920 г. на челната страница на *Berliner Tageblatt*, широко разпространен берлински ежедневник, е поместено изказване на Алберт Айнщайн (1879-1955):

Под претенциозното название „Arbeitsgemeinschaft deutscher Naturforscher“ [“Професионално общество на германските учени”] се е събрала една пъстра общност, чиято изходна цел на учредяването е, както изглежда, да принизи в очите на извъннаучната общност теорията на относителността, а така също мен като неин създател... Имам сериозни основания да смятам, че в дъното на подобни действия стоят мотиви, които са различни от стремежа към истината. (Ако аз бях немски националист с или без свастика, а не евреин с либерални интернационалистически възгледи, то...)¹.

Точно една година по-рано Айнщайн е превъзнесен като Нютон на своето време заради най-големия му триумф – потвърждението на неговото предсказание, основано върху създадената от него обща теория на относителността, че светлинният лъч трябва да се закривява от гравитационното поле на Слънцето. Този резултат на британската експедиция за наблюдаване на слънчевото затъмнение, ръководена от Артър С. Едингтън (1882-1944), завладява въображението на обществеността благодарение на широкото му отразяване в световната преса, която прави от Айнщайн световна знаменитост.² Огромният обществен възторг и възхитата от личността на Айнщайн – демократ, пацифист и евреин – ядосва реакционните кръгове на Ваймарската република. Разгневени са и някои консервативни учени и особено Нобеловият лауреат Филип Ленард (1862-1947)³, който вероятно е смятал, че физикът теоретик Айнщайн е получил прекалено много внимание, докато други, каквито са физиците експериментатори като него, са останали недооценени³.



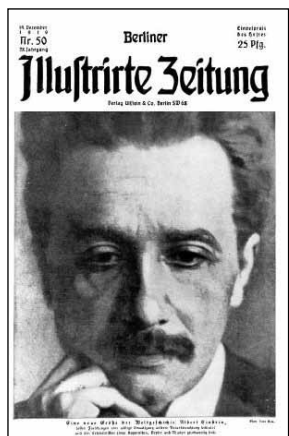
Фигура 1. Паул Вайланд
(1888-1972)

Source: Andreas Kleinert,
Halle, private copy.

Айнщайн се сблъсква с грубите последствия от новопридобитата световна слава през лятото на 1920 г. През август с.г. в голямата аудитория на Берлинската филхармония (с капацитет да побере повече от 1600 души) е изнесена поредица от лекции, с която той е публично обвиняван като измамник и пропагандатор, а през септември, на събрание на Обществото на германските учени и лекари (*Gesellschaft Deutscher Naturforscher und Ärzte*) в Бад Наухайм, Германия, той бива въввлечен в остър дебат с Ленард върху достойнствата на неговата теория на относителността⁴. Аз ще обсъдя тези събития и ще изтъкна реакциите и чувствата на Айнщайн, така както те са разкрити в неговата кореспонденция от този период, намерила място в публикувания том 10 на *Събрани съчинения на Алберт Айнщайн*⁵.

Нападките срещу Айнщайн в Берлинската филхармония

Кампанията против Айнщайн избухва на 6 август 1920 г. с една провокативна статия в берлинския ежедневник *Tägliche Rundschau*, където е писано: “Г-н Албертус Магнус беше съживен”⁶; той е откраднал труда на други хора и е математизирал физиката до такава степен, че колегите физици да не могат да разберат за какво става дума. Освен това, продължава статията, Айнщайн е предприел пропагандна кампания, с която е заблудил както обществените, така и научните кръгове, макар че в действителност относителността не е нищо друго освен измама и фантазъмство. Автор на това писание е Паул Вайланд (1888-1972; Фигура 1), малко известен дясноориентиран публицист и талантлив популист – една от най-тъмните фигури на следвоенен Берлин⁷.



Фигура 2. Алберт
Айнщайн. Първа
страница на *Berliner
Illustrierte Zeitung*
(14 декември, 1919)

Повечето от обвиненията на Вайланд не са нови. Неговите нападки за плагиатство и пропаганда по-рано са изречени от Ернст Герке (1878-1960), известен спектроскопист в престижния Имперски физико-технически институт (*Physikalisch-Technische Reichsanstalt*) в Берлин-Шарлотенбург⁸. Вайланд също така силно се опира върху по-съществените Ленардови възражения срещу Айнщайновата теория на относителността, които Ленард е публикувал през 1918 г.⁹ Айнщайн е отговорил незабавно на критиката на Ленард¹⁰, но Вайланд вастоява, че тя остава необорена.

Обаче острият тон на Вайланд в неговата вестникарска статия, както и ярко публицистичният характер на неговите обвинения, вече са наистина нещо ново. Нов е също така техният слабо прикриван антисемитски характер: Вайланд твърди, че Айнщайн разполага със „специални печатни изда-

ния и със специална група хора [*Gemeinde*]”, които непрекъснато подхранват публиката с про-Айнщайнови истории¹¹. За досетливите е достатъчна една дума. Широко разпространеният либерален ежедневник *Berliner Tageblatt* се издава от Рудолф Мосе (1843-1932), изтъкнат евреин, известен в антисемитските кръгове като *Judenblatt* – еврейският вестник¹².

През 1919 г. вестникът публикува статия, в която се съобщават резултатите от Британската експедиция за наблюдаване на слънчевото затъмнение, като в нея се стига до хвалебствена хипербола и без смущение се правят изявления като: “най-висша истина, надминаваща Галилей и Нютон, надминаваща Кант”, е разкрита от „пророческо слово, произнесено от дълбините на небесата”¹³. Автор на статията е Александер Московски (1851-1934), който е приближен на Айнщайн и също е евреин¹⁴. Освен това самият Айнщайн е публикувал кратка бележка относно резултатите на британската експедиция за наблюдаване на слънчевото затъмнение в списанието *Die Naturwissenschaften*¹⁵ – авторитетно издание, чийто главен редактор е Арнолд Берлинер (1862-1942) – още един евреин¹⁶. Накрая, на 14 декември 1919 г., уводната страница на *Berliner Illustrierte Zeitung* показва голяма снимка отблизо на лицето на Айнщайн (Фигура 2), като надписът ѝ гласи: „Нова знаменитост в световната история: Алберт Айнщайн, чиито изследвания бележат пълен поврат в нашето разбиране за Природата и чиито прозрения се равняват по значимост с тези на Коперник, Кеплер и Нютон”¹⁷. Този вестник е основан от Леополд Улщайн (1826-1899), още един изтъкнат берлински евреин¹⁸. По такъв начин Вайланд вече се е нагледал на Айнщайновите прийоми. Ако „германската наука” вече реши да стегне редиците си и да предприеме действия срещу Айнщайн, за да „оправи резултатите”, то Айнщайн трябва да се сърди само на себе си¹⁹.

На 11 август 1920 г., пет дена след като разобличителната атака на Вайланд се е появила на страниците на *Tägliche Rundschau*, Макс фон Лауе (1879-1960), друг Нобелов лауреат, колега и приятел на Айнщайн в Берлин, публикува отговор в същия вестник²⁰. Фон Лауе категорично отрича Айнщайн да е плагиатствал нечий труд и дава съвсем ясно да се разбере, че Айнщайн напълно заслужава уважението на своите колеги физици. Фон Лауе оповестява също така своите собствени възражения на критиките на Ленард срещу теорията на относителността, които Вайланд цитира, на което Вайланд веднага отговаря²¹. Заедно с това Вайланд съобщава, че ще бъде изнесена поредица от лекции, в която да бъде разкрит истинският Айнщайн. И действително, малко след това в *Der Tag* и в *Tägliche Rundschau* се появяват съобщения, според които Действащото общество на германските учени, борещи се за опазване на чистата наука (*Arbeitsgemeinschaft deutscher Naturforscher zur Erhaltung reiner Wissenschaft e.V.**), организира изнасянето на цикъл от двадесет лекции, които



Фигура 3. Голямата аудитория
на Берлинската филхармония
(по снимка от 1939 г.)

ще се състоят в голямата аудитория на Берлинската филхармония, като началото е на 24 август и първите лектори са Вайланд и Герке²².

Това Действащо общество най-вероятно се е състояло единствено от Вайланд²³, който очевидно го е измислил, за да се сдобие с ореол на авторитет и да внуши, че неговите усилия се ползват с широката подкрепа на учените.

Подобна тактика не е много изненадваща, като се знаят политическите препоръки на Вайланд: Той е активен член на Германската Национална Народна Партия (*Deutschnationale Volkspartei*, DNVP), дясна политическа партия, чиито членове са в диапазона от националистически консерватори до *völkisch* расисти. По-късно, през октомври 1920, Вайланд публикува също така статия в дясноориентирания *Deutsche Zeitung*, където се обявява против позицията на DNVP по “еврейския въпрос”, която е прекалено мека за неговия вкус. Действително, историкът на физиката Хуберт Гьонер смята, че Вайланд е предприел своята анти-айнщайновска кампания, за да се сдобие с подкрепа за различните крайно десни групировки, с които той е бил свързан²⁴. Във всеки случай Айнщайн наистина е бил стреснат от атаките на Вайланд и затова е повярвал, че той е подкрепян от значителен брой физици²⁵.

Както е гласяло съобщението на Вайланд, на 24 август 1920 г. той произнася своята демагогска филипика в голямата аудитория на Берлинската филхармония (фигура 3), като между другото казва:

Meine Damen und Herren! Едва ли някой друг път в науката една научна система е била установявана с такава демонстрация на пропаганда, както това се прави с общия принцип на относителността, който обаче при по-внимателна проверка се оказва, че твърде много се нуждае от доказателство²⁶.

Той изразява горчиво съжаление за тази пропаганда и привежда цяла каскада от цитати, взети от *Einsteinpress*. Особено силно той порицава съобщенията в *Die Naturwissenschaften* относно резултатите на Британската експедиция за наблюдаване на затъмнението: “този щаб [на Айнщайновата преса] го правеше любимец на публиката”²⁷. Изразява гневно презрение по повод сравненията с „Коперник, Кеплер, Нютон”, като тези в *Berliner Tageblatt* и *Berliner Illustrierte Zeitung*.

И самият Айнщайн гръбва да носи вината за това: “Само с една дума”, отправена към тази преса, “която е в тесни връзки с неговите кръгове,” той би могъл да сложи край на тази „вълна на възторг и прославяне”²⁸. Вайланд отива още по-далеч от вестниците, притежавани или редактирани от евреи: нападите му засягат също така редица популяризатори на науката (които може да са били или да не са били евреи), като изопачено цитира съчинението на философа Мориц Шлик (1882-1936).²⁹ С всичко това той доказва, че Айнщайновата теория на относителността просто е модно увлечение и фантазъмство.

Вайланд твърди, че Айнщайн е прибягнал до пропагандистки методи, когато

* Съкращението *e.V.* за *eingetragener Verein* трябва да изразява претенцията, че това е официално регистрирано общество.

научните възражения са станали твърде силни, като заедно с това той потискал и обструктирал научните си критици. Всичко това е последица от насаждания и експлоатиран от „една определена преса” интелектуален и морален упадък. на германското общество. Този упадък беше „привлякъл всякакви видове авантюристи – не само в политиката, но също в изкуството и в науката”. Наистина, теорията на относителността е „предлагана на масите” точно по същия начин, по който „дадаистите”²¹ пробутват своята стока, която също като относителността има толкова малко общо с наблюденията над природата. Поради това, заключава Вайланд, никой не трябва да се изненадва, че е възникнало течение, което се противопоставя на този „научен дадаизъм”³⁰ (Фигура 4).

Айнщайн е присъствал на лекцията на Вайланд и едва ли е бил смутен от нея³¹, но вероятно тя все пак го е разстроила. След Вайланд говорил Ернст Герке. Той също твърдял, че относителността не е нищо повече от „научна масова хипноза”, че тя е непоследователна, води до солипсизъм³¹ и не се потвърждава от наблюденията. Все пак Герке е по-сдържан – не крещи и не хули³². На Айнщайн му е абсолютно ясно, че неговите опоненти са политически мотивирани³³. Според някои сведения били са раздавани антисемитски памфлети, а според други били са продавани карфици за ревера, за да се окачва на него свастика³⁴; продавала се е също така антирелативистката брошура на Ленард. Не е изненадващо, че и Ленард е бил предвиждан като един от двадесетте бъдещи лектори в цикъла на Вайланд³⁵; последният посетил Ленард през началото на август в университета на Хайделберг, а от кореспонденцията на Ленард разбираме, че той е бил силно впечатлен от този пламенен млад човек, който „иска да се бори [срещу Айнщайн] главно като срещу не-германец”³⁶. В крайна сметка обаче Ленард решава да не се свързва прекалено силно с Вайланд и не изнася лекция в Берлинската филхармония.

Атаката срещу Айнщайн едва ли е била изолиран инцидент, а по-скоро е била част от много по-широка схема в Германия от този период. Новата Ваймарска република е била твърде нестабилна: през март 1920 реакционерът Кап *Пуч* прави опит да сваля правителството на социалдемократа Фридрих Еберт (1871-1925), като неуспехът на този опит поражда през лятото на 1920 г. вълна от радикално дясноориентирано насилие, което е насочено не само срещу лявоориентираните революционери, но в по-значителна степен срещу пацифистите и други, които са смятани за „предатели” на Германия. Така например в дясната преса са отправени замаскирани заплахи за убийство³⁷ срещу лекаря и пацифиста Георг Фридрих Николай (1874-1964). По-рано, през 1920 г., Айнщайн се е изказал в подкрепа на Николай, чиито лекции в Берлинския университет са били спрени, така както и тези на Айнщайн, от десни екстремисти³⁸.

Анти-Айнщайновият поход в Берлинската филхармония е нашироко отразен, понякога твърде провокативно, в берлинската преса³⁹. На 27 август Айнщайн отговаря с възмущение на кампанията на Вайланд в споменатата по-горе статия в *Berliner Tageblatt* и насочва остро перо не само срещу Вайланд, но също срещу Герке и Ленард.⁴⁰ Веднага се разпространява слух, че Айнщайн иска да напусне Берлин и Германия.⁴¹

В същия ден писма, изразяващи силен гняв и решителна подкрепа за Айнщайн, започват да се сипят на неговия адрес от всички обществени слоеве – от Тони Шрод (която представя себе си като „просто момиче от средната класа, което работи, за да се издържа“) до графиня Елза фон Швайниц и Крайн⁴²; от евреи и пастор до студенти и професори. Една жена, Ина Дикман, която е присъствала на лекциите в Берлинската филхармония, пише, че тя е била много засрамена, че трябваше да стана свидетел как методите на политическите избори днес се прилагат също за да бъдат смазани до смърт нежеланите мислители. Никога не съм виждала немските представители на науката да падат толкова ниско, колкото през онази вечер.⁴³

Писмото на Дикман продължава със свидетелство за възхитата на широката общественост от теорията на относителността и от нейния създател (което, както вече видяхме, е причина за най-горчивото недоволство на Вайланд):

Теорията на относителността разкри пред мен един философски свят с неограничена широта. Пред моето вътрешно зрение бариерите и границите на философските системи се сринаха, а заедно с това моят дух се издигаше, без да съзира хоризонт, в един нов свят... Възможно е и други лаици като мен да са изпитали същото и като мен да са почувствали болка и гняв, че в толкова тежко унизената Германия едно нейно велико постижение беше стъпкано в калта пред очите на германския народ.⁴⁴

Забележете, че Дикман говори за Айнщайн като за *германски* учен. Действително, мнозина от авторите на писма до Айнщайн го призовават да не напуска Германия – особено в тези тежки за страната времена⁴⁵.

Айнщайн сериозно е обмислял перспективата да напусне Германия, тъй като е смятал, че Вайланд се ползва с широка подкрепа на неговите възгледи от страна на научните кръгове⁴⁶. Било е обаче точно обратното – мнозина от Айнщайновите колеги са застанали на негова страна. Берлинските вестници вече са публикували декларация в негова подкрепа от неговите приятели и колеги Фон Лауе, Хайнрих Рубенс (1865-1922) и Валтер Нернст (1864-1941). Други, като Макс Планк (1858-1947) и Фриц Хабер (1868-1934), му пишат лично и го призовават да не напуска Берлин⁴⁸. Паул Еренфест (1880-1933), близък приятел на Айнщайн и професор в Лайден, уверява Айнщайн, че ако той в крайна сметка реши да напусне Германия, на него би му била осигурена щатна професорска длъжност в Холандия⁴⁹. Без никакво колебание Еренфест казва също така на Айнщайн, че с отговора си на критиците му в *Berliner Tageblatt* той е направил грешка:

Този литературен опус, *Meine Antwort*, е така написан, че ние с жена ми не можехме да повярваме ти да си го писал със *своите собствени ръце*...В него има толкова различни не-Айнщайнови детайли, които ...показват, че проклетите прасета са успели дълбоко да те наранят⁵⁰.

Арнолд Зомерфелд (1868-1951), Президент на Германското физическо общество (*Deutsche Physikalische Gesellschaft*, DPG), също пише на Айнщайн, като го умолява да не „сваля знамето“⁵¹

И заедно с това го информира за планове си относно предстоящото събрание на Обществото на германските учени и лекари в Бад Наухайм: той възнамерявал

да помоли неговия председател, мюнхенския интернист Фридрих фон Мюлер (1858-1941), във встъпителното си слово да отхвърли проявите на демагогия. По-нататък той възнамерявал да заеме ролята на медиатор между Айнщайн и Ленард – това се налагало поради напреженията в DPG между неговите членове в Берлин и онези, които не живеели в германската столица – по-конкретно Йоханес Щарк (1874-1957), Вилхелм Вин (1864-1928) и, разбира се, Ленард. Зомерфелд предвиждал, че тези две групи ще се сблъскат на събранието в Бад Наухайм, доколкото там щели да се обсъждат възможни реформи на DPG⁵².

Щарк и Ленард политически заемат най-десни позиции и не подкрепят Ваймарската република; Вин също е консервативен националист⁵³. За разлика от тях Айнщайн вярва, че „неговите политически възжеления са се сбъднали“⁵⁴ и се радва на нещо като лична подкрепа от страна на Министъра на образованието на Ваймарската република, Конрад Хениш (1876-1925)⁵⁵. Наистина, през септември 1920 г. Хениш праща на Айнщайн писмо в негова подкрепа, което е публикувано в пресата⁵⁶, макар неговите помощници да са го предупреждавали да не засилва допълнително смесва-



Фигура 4. В този колаж, който документира берлинската весникарска култура от Ваймарските години, Хана Хьох използва снимката на Айнщайн на предната страница на *Berliner Illustrierte Zeitung* от 14 декември 1919 г. Колажът, озаглавен *Schnitt mit dem Küchenmesser Dada durch die letzte Weimarer Bierbauchkulturepoche Deutschlands* (Срязан с кухненски нож, Дада по времето на последната епоха в германската култура на биреното шкембе, 1919/1920), е представен в изложба на Дада от 30 юни до 25 август в галерията на Ото Бурхард в центъра на Берлин. Много дописки във вестниците изразяват отвращението на зрителите, като изложбата даже е дадена под съд за опозоряване на германската армия. На колажа е показан не само Алберт Айнщайн, но още много други публични личности включително първият Ваймарски президент Фридрих Еберт, реакционният пучист Волфганг Кап, Кайзер Вилхелм II, социалисти, дадаисти, Маркс и Ленин. Не е известно дали Паул Вайланд е посетил тази изложба и дали колажът на Хьох му е оказал някакво влияние.

нето на политиката и науката⁵⁷, което и до този момент е предостатъчно. Дебатите върху възможните реформи на DPG се разгарят, от една страна, от чувството на обида, изпитвано от живеещите в провинциите на Райха физици, които смятат, че са поставени във второстепенно положение спрямо онези, които живеят в Берлин, а, от друга страна, поради политическите различия, чиито крайности се представят от Ленард и Айнщайн.

На Айнщайн му потрбявало доста време, близо десет дена, преди да започне да отговаря на многото хора, които са му писали в негова подкрепа, а това подсказва, че му е било нужно известно време, за да се съвземе от напрежението и да се заеме с отговорите. Един от първите, които получават отговор, е Хениш; на 8 септември 1920 г. Айнщайн му пише, че е решил да не напуска Берлин⁵⁸. Два дена по-рано Айнщайн признава на Зомерфелд, че вероятно не би трябвало да пише своя *Antwort*, но е искал да не създава впечатлението, че мълчанието му може да се разтълкува като съгласие⁵⁹. Айнщайн изразява също така съжаление за своя *Antwort* и пред Еренфест, но отново подчертава, че смята за свое задължение да уведоми обществеността относно своята позиция спрямо многократно отправяните срещу него обвинения⁶⁰. По това време обаче Айнщайн смята, че „анти-релятивистката кампания доста се е разпаднала“ и шеговито подхвърля, че не се кани „да сваля знамето, както се изразява Зомерфелд“. В действителност, единствената друга анти-релятивистка лекция, изнесена в Берлинската филхармония, е тази на инженера Лудвиг Глазер (1889-?), изнесена на 2 септември; другият лектор за същата вечер, философът Оскар Краус (1872-1942), оттегля словото си. По този начин на Айнщайн и неговите приятели постепенно става ясно, че в крайна сметка броят на членуващите в Действащото общество не е така голям. Действително, повече лекции не последвали. Вайланд се обръща към Вилем Джулиус (1860-1925), холандски приятел на Айнщайн, да се присъедини към неговата кампания (по-рано през 1920 г. Джулиус представил статия в Амстердамската академия, в която твърди, че гравитационното червено отместване не е било наблюдавано), но Джулиус му отказва⁶¹. Айнщайн вече започва да се съвзема. Той пише на Джулиус:

Моите опоненти имаха великолепната идея да ангажират моите добри приятели за своята кауза. Можеш да си представиш колко се смях, когато прочетох това...! Още отдавна взех решение да гледам на цялата тази работа откъм смешната ѝ страна и вече никога да не я възприемам насерiously⁶².

Продължава в следващия брой

Цитирана литература

1. Albert Einstein, "Meine Antwort. Ueber die anti-relativitätstheoretische G.m.b.H.," *Berliner Tageblatt* (August 27, 1920, Сутрешно издание), сс. 1-2, цитат на с. 1; препечатано в Michel Janssen, Robert Schulmann, József Illy, Christoph Lehner, Diana Kormos Buchwald, Daniel Kennefick, A.J. Cox, and David Rowe, ed., *Събрани трудове на Алберт Айнщайн. Vol. 7. Берлински години: писма, 1918-1921* (Princeton: Princeton University Press, 2002), pp. 345-347, quote on p. 345; translated by Alfred Engel (Princeton: Princeton University Press, 2002), pp. 197-199, quote on p. 197.

2. "Въведение," in Diana Kormos Buchwald, Robert Schulmann, József Illy, Daniel Kennefick, Tilman Sauer, Virginia Iris Holmes, A.J. Cox, and Ze'ev Rosenkranz, ed., *Събрани трудове на Алберт Айнщайн. Vol. 9. Берлински години: Кореспонденция – януари 1919-април 1920* (Princeton: Princeton University Press, 2004), pp. xxxi-xxxvii; превод на Ann Hentschel (Princeton: Princeton University Press, 2004); виж също Lewis Elton, "Айнщайн, Обща теория на относителността и германската преса, 1919-1920," *Isis* 77 (1986), 95-103.

3. Armin Hermann, *Einstein. Der Weltweise und sein Jahrhundert: Eine Biographie* (München and Zürich: Piper, 1994), pp. 239-240. По-нататък Ленард смята, че английският език твърде често и твърде много се използва за представяне на най-новите постижения на физиката и конкретно в областите, в която той сам е работил; виж Alan D. Beyerchen, *Учените под властта на Хитлер: Политическата и физическата общност в Третия райх* (New Haven and London: Yale University Press, 1977), pp. 81-84. Ленард желае Германското физическо общество да вземе мерки за „по-здрава закрила на приоритета на германските изследователи“; виж Stefan L. Wolff, "Физиците в 'Krieg der Geister': Wilhelm Wien's 'Proclamation'," *Historical Studies in the Physical and Biological Sciences* 33 (2003), 337-368, quote on 360.

4. Albrecht Fölsing, *Алберт Айнщайн: Биография* (New York: Viking, 1997), pp. 460-468; Paul Forman, "Il Naturforscherversammlung a Nauheim del settembre 1920: una introduzione alla vita scientifica nella repubblica di Weimar," in Giovanni Battimelli, Michelangelo de Maria, and Arcangelo Rossi, ed., *La ristrutturazione delle scienze tra le due guerre mondiali* (Rome: La goliardica, 1984), pp. 59-78; Hermann, *Einstein* (ref. 3), pp. 238-249; Andreas Kleinert, "Paul Weyland, der Berliner Einstein-Töter," in Helmuth Albrecht, ed., *Naturwissenschaft und Technik in der Geschichte: 25 Jahre Lehrstuhl für Geschichte der Naturwissenschaft und Technik am Historischen Institut der Universität Stuttgart* (Stuttgart: Verlag für Geschichte der Naturwissenschaften und der Technik, 1993), pp. 198-232; Andreas Kleinert and Charlotte Schönbeck, "Lenard und Einstein. Ihr Briefwechsel und ihr Verhältnis vor der Nauheimer Diskussion von 1920," *Gesnerus* 35 (1978), 318-333; Charlotte Schönbeck, "Albert Einstein und Philipp Lenard. Antipoden im Spannungsfeld von Physik und Zeitgeschichte," *Schriften der mathematisch-naturwissenschaftliche Klasse der Heidelberger Akademie der Wissenschaften*, Nr. 8 (2000), 1-42; "Айнщайновите схватки с германските антирелятивисти", в *Събрани съчинения*, Vol. 7 (ref. 1), pp. 101-113; особено полезна за мен беше статията на Хуберт Гюнтер, "Реакцията спрямо теорията на относителността I: Анти-айнщайновската кампания в Германия през 1920 г.," *Science in Context* 6 (1993), 107-133. Относно антирелятивистките движения след 1920 г., виж Milena Wazeck. "Wer waren Einsteins Gegner?" *Aus Politik und Zeitgeschichte. Beilage zur Wochenzeitung Das Parlament* 25-26 (2005), 17-23.

5. Diana Kormos Buchwald, Tilman Sauer, Ze'ev Rosenkranz, József Illy, Virginia Iris Holmes, Jeroen van Dongen, Daniel Kennefick, and A.J. Cox, ed., *Събрани съчинения на Алберт Айнщайн, том 10, Години в Берлин, Кореспонденция. The Berlin Years: Correspondence, May-December 1920 and Supplementary Correspondence 1909-1920*. (Princeton: Princeton University Press, 2006). Близък по съдържание отчет се намира в неговото „Въведение“ сс. xxxviii-xlii.

6. Paul Weyland, "Einsteins Relativitätstheorie--eine wissenschaftliche Massensuggestion," *Tägliche Rundschau* (August 6, 1920, Evening Edition).

7. Kleinert, "Paul Weyland" (ref. 4); Goenner, "Reaction" (ref. 4), pp. 120-123.

8. Виж напр., "Die gegen die Relativitätstheorie erhobenen Einwände," *Die Naturwissenschaften* 1 (1913), 62-66; "Einwände gegen die Relativitätstheorie," *ibid.*, p. 170; reprinted in E. Gehrcke, *Kritik der Relativitätstheorie. Gesammelte Schriften über absolute und relative Bewegung* (Berlin:

Hermann Meusser, 1924), pp. 20-28; 28-30. Виж също Гьонер, „Реакция“ (ref. 4), по-точно сс. 114-116; и “Срещи на Айнщайн” в *Събрани съчинения*, том 7 (ref. 1), pp. 102-104. За изчерпателно изследване на критиките срещу относителността, виж Klaus Hentschel, *Interpretationen und Fehlinterpretationen der speziellen und der allgemeinen Relativitätstheorie durch Zeitgenossen Albert Einsteins* (Basel, Boston, Berlin: Birkhäuser Verlag, 1990).

9. Philipp Lenard, *Über Relativitätsprinzip, Äther, Gravitation* (Leipzig: S. Hirzel, 1918).

10. A. Einstein, “Dialog über Einwände gegen die Relativitätstheorie,” *Die Naturwissenschaften* 6 (1918), 697-702; reprinted in *Collected Papers*. Vol. 7 (ref. 1), pp. 115-120; transl. Engel (ref. 1), pp. 66-75.

11. Weyland, “Einstein's Relativitätstheorie” (ref. 6). Вайланд енергично отрича обвиненията в антисемитизъм, като твърди, че те са насочени срещу него, тъй като Айнщайн не е имал по-съществени аргументи. На следващата година обаче той признава, че целта на неговия Arbeitsgemeinschaft е била да „освободи” германската наука от евреите; виж Гьонер, “Реакция” (ref. 4), p. 121.

12. Michael Brenner, *Възраждането на еврейската култура във Ваймарска Германия* (New Haven and London: Yale University Press, 1996), p. 5; Raymond Wolff, “Zwischen formaler Gleichberechtigung, Zionismus und Antisemitismus,” in Annegret Ehmman, Rachel Livné-Freudenthal, Monika Richarz, Julius H. Schoeps, and Raymond Wolff, *Juden in Berlin, 1671-1945: Ein Lesebuch* (Berlin: Nicolai, 1988), pp. 127-130, especially p. 128.

13. Alexander Moszkowski, “Die Sonne bracht' es an den Tag,” *Berliner Tageblatt* (October 8, 1920, Evening Edition).

14. Hedwig Born to Einstein, October 7, 1920, in Kormos Buchwald, *et al.*, *Collected Papers*. Vol. 10 (ref. 5), Doc. 161, p. 442.

15. A. Einstein, Prüfung der allgemeinen Relativitätstheorie, *Naturwiss.* 7 (1919), 776; препечатано в *Събрани съчинения*, том 7 (ref. 1), с. 200; transl. Engel (ref. 1), p. 97.

16. Ernst Gehrcke по-късно твърди, че *Die Naturwissenschaften* не е публикувал някои от своите по-ранни критики, тъй като Айнщайн е попречил; виж; see Gehrcke, “Zur Diskussion der Einsteinschen Relativitätstheorie,” in Gehrcke, *Kritik* (ref. 8), p. 34, n. 1. Gehrcke всячески отрича каквито и да са антисемитски мотивации, обаче виж Ernst Gehrcke, “Zu Einsteins Antwort,” *Deutsche Zeitung* (September 1, 1920).

17. *Berliner Illustrierte Zeitung*, (December 14, 1919), front page.

18. Wolff, “Zwischen formaler Gleichberechtigung” (ref. 12).

19. Weyland, “Einstein's Relativitätstheorie” (ref. 6).

20. Max von Laue, “Zur Erörterung über die Relativitätstheorie. Entgegnung an Herrn Paul Weyland,” *Tägliche Rundschau* (August 11, 1920, Evening Edition).

21. Paul Weyland, отговор на Фон Лаяе, *Tägliche Rundschau* (August 11, 1920, Evening Edition).

22. Paul Weyland, *Betrachtungen über Einsteins Relativitätstheorie und die Art ihrer Einführung* (Berlin: Arbeitsgemeinschaft deutscher Naturforscher zur Erhaltung reiner Wissenschaft e.V., 1920). A draft typescript version of this lecture is contained in Jürgen Renn, ed., *Albert Einstein. Ingenieur des Universums/Chief Engineer of the Universe; Dokumente eines Lebensweges/Documents of a Life's Pathway* (Berlin: Wiley-VCH, 2005), pp. 338-348. Цитатите ни са от последния публикуван

вариант; Ernst Gehrcke, *Die Relativitätstheorie. Eine wissenschaftliche Massensuggestion* (Berlin: Arbeitsgemeinschaft deutscher Naturforscher zur Erhaltung reiner Wissenschaft e.V., 1920); препечатано в Gehrcke, *Kritik* (ref. 8), pp. 54-68; “Gegen Einsteins Relativitätstheorie,” *Der Tag* (August 15, 1920); “Gegen Einsteins Relativitätstheorie,” *Tägliche Rundschau* (August 17, 1920).

23. Kleinert, “Paul Weyland” (ref. 4), p. 204.

24. Goenner, “Реакция” (ref. 4), pp. 120-123.

25. Айнщайн до Арнолд Зомерфелд, между 3 и 11 септември 1920, in Kormos Buchwald, *et al.*, *Събрани трудове*. Том 10 (ref. 5), Doc. 134, pp. 412-413.

26. Weyland, *Betrachtungen* (ref. 22), pp. 10-11.

27. *Ibid.*, p. 16.

28. *Ibid.*, p. 14.

29. Goenner, “Реакция” (ref. 4), p. 113.

30. Weyland, *Betrachtungen* (ref. 22), pp. 19-20.

31. According to “Der Kampf gegen Einstein,” *Vossische Zeitung*, (August 25, 1920, Morning Edition).

32. Max von Laue to Arnold Sommerfeld, August 25, 1920, Sommerfeld Nachlass, 1977-28/A, 197/5, Deutsches Museum, Munich. For Gehrcke's lecture, see Gehrcke, *Relativitätstheorie* (ref. 22); reprinted in Gehrcke, *Kritik* (ref. 10), pp. 54-68.

33. Einstein, “Meine Antwort” (ref. 1); Einstein to Marcel Grossmann, September 12, 1920, in Kormos Buchwald, *et al.*, *Collected Papers*. Vol. 10 (ref. 5), Doc. 148, pp. 428-430.

34. *8-Uhr-Abendblatt* (August 25, 1920) and *Vorwärts*, (August 25, 1920), respectively.

35. В “Programme zu den Vorträgen der Arbeitsgemeinschaft deutscher Naturforscher e.V.” са включени като бъдещи лектори Ленард, Макс Волф, Лудвиг Глазер, Мелхиор Палаги, Ото Лумер, Otto Lummer и Оскар Краус, като се предвиждат и други. I thank Hubert Goenner for kindly making a copy of this program available to the Einstein Papers Project.

36. Philipp Lenard to Wilhelm Wien, August 2, 1920, Wien Nachlass, Mappe Lenard, Archive of the Deutsches Museum, Munich.

37. Wolf Zuelzer, *Der Fall Nicolai* (Frankfurt a.M.: Societäts-Verlag, 1981), особено сс. 298-299; *idem*, Случаят Николай: *Биография* (Detroit: Wayne State University Press, 1982), особено сс. 293-294. Благодаря на Вирджиния Айрис Холмс засето ми посочи по-широкия котгекст на анти-Айнщайновите събития през 1920 г. и за това, че насочи вниманието ми към биографията на Николай от Цулцер.

38. Алберт Айнщайн, „В подкрепа на Георг Николай” в: Janssen, *et al.*, *Collected Papers*. Vol. 7 (ref. 1), p. 282; transl. Engel (ref. 1), p. 151; Айнщайн до Ханс Делбрюк, 26 януари 1920, in Kormos Buchwald, *et al.*, *Collected Papers*. Vol. 9 (ref. 2), Doc. 282, p. 384; transl. Hentschel (ref. 2), p. 235. Сведения относно спирането на Айнщайновите лекции; виж “Tumultszenen bei einer Einstein-Vorlesung,” *8-Uhr-Abendblatt* (February 13, 1920), pp. [2-3]; препечатано в Janssen, *et al.*, *Събрани съчинения*. том. 7 (ref. 1), pp. 285-286; transl. Engel (ref. 3), p. 152.

39. “Die Offensive gegen Einstein,” *Berliner Tageblatt* (August 25, 1920, Evening Edition); “Der Kampf gegen Einstein,” *Vossische Zeitung* (August 25, 1920, Morning Edition); “Der Kampf um die Einsteinsche Relativitätstheorie,” *Tägliche Rundschau* (August 25, 1920, Evening Edition).

40. Einstein, "Meine Antwort" (ref. 1).
41. "Albert Einstein will Berlin verlassen!" *Berliner Tageblatt* (August 27, 1920, Morning Edition); Max von Laue to Arnold Sommerfeld, August 27, 1920, Sommerfeld Nachlass, 1977-28/A, 197/6, Deutsches Museum, Munich.
42. Toni Schrodtt to Albert Einstein, August 30, 1920, in Kormos Buchwald, *et al.*, *Collected Papers*. Vol. 10 (ref. 5), Doc. 120, pp. 397-398; Elsa Gräfin von Schweinitz und Krain to Albert Einstein, August 30, 1920, *ibid.*, Doc. 121, pp. 399-400.
43. Ina Dickmann to Albert Einstein, August 28, 1920, in Kormos Buchwald, *et al.*, *Collected Papers*. Vol. 10 (ref. 5), Doc. 113, p. 388.
44. *Ibid.*
45. P. Havel to Einstein, August 28, 1920, accession no. 36-023, Einstein Archive, Hebrew University, Jerusalem; Arthur Bartsch to Einstein, August 29, 1920, no. 36-011, *ibid.* See also in Kormos Buchwald, *et al.*, *Collected Papers*. Vol. 10 (ref. 5), Calendar 1920, p. 594; (Pastor) Rütschke to Einstein, August 31, 1920, *ibid.*, Doc. 124, p. 401.
46. Айнщайн до Арнолд Зомерфелд 6 септември 1920 г., in Kormos Buchwald, *et al.*, *Collected Papers*. Vol. 10 (ref. 5), Doc. 134, pp. 412-413; Макс фон Лауе до Арнолд Зомерфелд, 27 August 1920 г. (ref. 42).
47. Виж напр. "'Wissenschaftliche' Kampfmethode", *Berliner Tageblatt*, (August 26, 1920, Evening Edition); "Kundgebung für Einstein," *Vossische Zeitung*, (August 26, 1920, Evening Edition); "Zu dem Kampf um Einstein," *Tägliche Rundschau*, (August 26, 1920, Evening Edition). Вестник *Berliner Tageblatt* къобщава, че е получил много писма в подкрепа на Айнщайн.
48. Макс Планк до Айнщайн 5 септември 1920 г., in Kormos Buchwald, *et al.*, *Събрани съчинения*, том 10 (ref. 5), Doc. 133, p. 412; Fritz Haber to Einstein, August 30, 1920, *ibid.*, Doc. 119, pp. 395-397.
49. Паул Еренфест до Айнщайн, 28 август 1920 г., in Kormos Buchwald, *et al.*, *Събрани съчинения*, том 10 (ref. 5), Doc. 114, pp. 389-390.
50. Паул Еренфест до Айнщайн, 2 септември 1920 г., in Kormos Buchwald, *et al.*, *Събрани съчинения*, том 10 (ref. 5), Doc. 127, pp. 403-405.
51. Арнолд Зомерфелд до Айнщайн, 3 септември 1920 г., in Kormos Buchwald, *et al.*, *Събрани съчинения*, том 10 (ref. 5), Doc. 131, pp. 408-410.
52. Forman, "Naturforscherversammlung" (ref. 4); Wolff, "Physicists" (ref. 3), pp. 359-362; Beyerchen, *Scientists* (ref. 3), pp. 106-111.
53. Beyerchen, *Scientists* (ref. 3), pp. 85-86; 106-111; Wolff, "Physicists" (ref. 3).
54. Айнщайн до Паул Еренфест 12 септември 1919 г., in Kormos Buchwald, *et al.*, *Събрани съчинения*, том 9 (ref. 2), pp. 154-155; transl. Hentschel (ref. 2), pp. 86-87.
55. Конрад Хениш до Айнщайн, 12 март 1920 г., in Kormos Buchwald, *et al.*, *Събрани съчинения*, том 9 (ref. 2), p. 477; transl. Hentschel (ref. 2), p. 294.
56. "Minister Haenisch an Professor Einstein," *Berliner Tageblatt* (September 7, 1920, Morning Edition).
57. Wilhelm Johannes Schultz to Konrad Haenisch, September 7, 1920, I. HA, Rep. 76 Vc, Sekt. 1, Tit. 11, Teil 5C, Nr. 55, Bl. 97-98, Preussischer Kulturbesitz, Geheimes Staatsarchiv, Berlin.

58. Айнщайн до Конрад Хениш, 8 септември 1920 г., in Kormos Buchwald, *et al.*, *Събрани съчинения*, том 10 (ref. 5), Doc. 137, pp. 415-416. Писмото на Айнщайн е публикувано също месец по-късно; виж "Einstein bleibt in Berlin," *Berliner Tageblatt* (October 6, 1920, Morning Edition).
59. Einstein, "Meine Antwort" (ref. 1); Айнщайн до Арнолд Зомерфелд, 6 септември 1920 г., in Kormos Buchwald, *et al.*, *Collected Papers*. Vol. 10 (ref. 5), Doc. 134, pp. 412-413.
60. Айнщайн до Паул Еренфест, преди 9 септември 1920 г., in Kormos Buchwald, *et al.*, *Събрани съчинения*, том 10 (ref. 5), Doc. 139, pp. 417-419.
61. Вилем Джулиус до Айнщайн, 2 септември 1920 г., in Kormos Buchwald, *et al.*, *Събрани съчинения*, том 10 (ref. 5), Doc. 129, pp. 406-407; Willem H. Julius and Pieter H. van Cittert, "De algemeene relativiteitstheorie en het zonnenspectrum," *Koninklijke Akademie van Wetenschappen te Amsterdam. Verslag van de Gewone Vergadering der Wis- en Natuurkundige Afdeling* 29 (1920-1921), 106-116.
62. Айнщайн до Вилем Джулиус, 11 септември 1920 г., in Kormos Buchwald, *et al.*, *Събрани съчинения*, том 10 (ref. 5), Doc. 145, pp. 425-425.

Бележки на преводача

[1] **Ленард** започва изследванията си върху катодните лъчи през 1891 г. като асистент на Хайнрих Херц, но по-късно се опитва да се разграничи от работата си с Херц поради еврейския произход на последния. Изучава също УВ лъчение и фотоелектра (показва, че скоростта на фотоелектроните зависи само от честотата на светлината; Айнщайн обяснява това в своята теория на фотоелектра, 1905 г.).

През 1905 г. Л. получава Нобеловата награда за физика „за неговите работи върху катодните лъчи“. След идването на власт на нацистите (1933 г.) получава титлата „вожд на арийската физика“ и е личен съветник на Хитлер.

[2] **Дадаизъм** (от фр. dada – „несвързано и неразбираемо детско бърборене“) – течение в изкуството, възникнало през 1916 г. като реакция на бушуващата Първа световна война. Протест срещу културния конформизъм, стремеж към абсурдното, антиестетичното, ирационалното. Първоначално е избран като название за развлекателната музика (главно във Франция). С помощта на кухненски нож създателите му промушват немско-френски речник и така попадат на думата dada, която им харесала за название (срв. текста към Фиг. 4 и фразата „срязан с кухненски нож“). Д. оказва влияние за възникването на постмодернизма в литературата, театъра и изобразителните изкуства, а по-късно повлиява течения в изкуството като попарт, пънк, авангард и др.

[3] **Солипсизъм** (от лат. solus – „уединен“, „единствен“ и ipse – „сам“) – субективен идеализъм, според който съществува само логическото съзнание на субекта, а всичко останало съществува само в това съзнание.

В етичен смисъл С. означава краен егоизъм или егоцентризъм.

(Jeroen van Dongen. *Reactionaries and Einstein's Fame: "German Scientists for the Preservation of Pure Science Relativity and the Bad Nauheim Meeting"*)

Превод от английски: **М. Бушев**
Декември, 2011 г.

BELL LABS И РУБИНОВИЯТ ЛАЗЕР

Доналд Нелсън, Роберт Колинс и Волфганг Кайзер

През 1960 година две конкурентни лаборатории докладват за създаването на лазер. Противоречието относно приоритета и поведението на учените продължава половин век. Трима от ветераните на Bell Labs, работили през това объркано, но вдъхновяващо лято, разказват историята така, както я помнят.

Доналд Нелсън е почетен професор по физика в Политехническият институт в Уорстър, Масачузетс. **Роберт Колинс** е почетен професор по електроинженерни науки в Университета на Минесота, Минеаполис. **Волфганг Кайзер** е почетен професор по физика в Техническият университет в Мюнхен, Германия. Тримата са част от екипа, разработил първия лазер на Bell Labs през 1960 година.

С приближаването на 50-годишнината от създаването на първия лазер историята по разработката му отново излиза на сцената. Няколко наскоро излезли книги разказват тази история от различни гледни точки [1-5]. Сред авторите са Теодор Майман, който пръв наблюдава лазерна генерация в кристален розов рубин, както и Чарлз Таунс, изобретател на първия амонячен мазер и спечелил Нобеловата награда по физика за 1964 година заедно с Николай Басов и Александър Прохоров за „Принцип на работа на мазер-лазер“. Освен нашите научни публикации по онова време, само колегата ни Артур Шавлов оставя документация на работата в Bell Labs от лятото на 1960 година, която води до създаването на първия рубинов лазер [6]. Настоящата статия има за цел да допълни това свидетелство.

По онова време съществува несигурност и объркване за това дали в действителност е получена лазерна генерация. Това объркване води до продължаващи противоречия. Надяваме се нашето свидетелство да помогне за разбирането на събитията от 1960 г. Част от объркването тръгва от лошият късмет на Майман с отказа от публикуване на първата му статия във *Physical Review Letters (PRL)* през юни 1960 г.; друга част идва от факта, че пресконференцията, свикана от работодателя му, Hughes Research Laboratories, не съвпада с публикацията на научна статия; част – от недостатъците на набързо написаните първи статии на Майман; част – от престижа на статията и патента на Шавлов-Таунс от 1958 [7], които излагат принципите на работа на лазера; а друга част – от съдебния спор, който продължава 30 години.

Въпреки че главната претенция на патента на Шавлов-Таунс е призната, Гордън Гулд в края на краищата печели основен и изгоден патент за оптически напompван лазерен усилвател. През годините 1958-1960 Гулд е аспирант във физическия факултет на Университета на Колумбия, в който Таунс е професор. Гулд си води записки в

дневник, където описва идеите си за разширяване на принципа на работа на мазерите в оптическата област. Крайният му успех в съда води до там, че писателят Ник Тейлър заявява недвусмислено, че „Гулд е изобретил лазера“ [5]. Научното признание, обаче, обикновено не се определя от това, което Тейлър признава за „извъртане на патентното право“.

Усилията на Bell Labs по създаването на първия лазер започват със статията на Шавлов-Таунс от 1958 година, озаглавена „Инфрачервени и оптически мазери“. Статията дава насоки как да се създаде лазер: степента на инверсията на населеността, необходима за лазерна генерация в даден материал и необходимостта от пръчковидна активна среда за осигуряване на правилна селекция на модовете.

Скоро след това, няколко направления на работа се започват в Bell Labs за реализиране на така наричания по онова време „оптически мазер“. Лабораторията назначава Али Джаван, който се е занимавал в Колумбия с изучаване на хелий-неонова смес като възможна активна среда. Към него се присъединяват Уилям Бенет и Доналд Хериот, като съвместните им усилия се увенчават с успех в получаването на непрекъснат газов лазер през декември 1960. Шавлов започва работа за получаване на генерация в тъмен рубин (в отличие от розовия рубин, използван от Майман), в схема с четири нива и по-голяма концентрация на хромни йони. Един от нас (Кайзер) и Джофри Гарет започват да изучават видимото излъчване от различни редкоземни легиращи примеси в калциев флуорид за възможни лазерни преходи.

Уилард Бойл (един от Нобеловите лауреати по физика за 2009 година) и Дейвид Томас патентоват електрическо напompване на оптически преход в полупроводников диод. Бойл и друг от нас (Нелсън) изследват използването на не-фононна компонента на преход на свързан екситон в силиций в такава система при ниска температура. Когато този подход се оказва ненадежден, Нелсън опитва да получи генерация в цезиев уранил нитрат, силно флуоресциращ кристал. Третият съавтор (Колинс), който работи с Шавлов и Стенли Гешвинд през есента на 1959 година, използва рубинова флуоресценция за изучаване на парамагнитен резонанс на възбуденото състояние.

Статията на Шавлов-Таунс е огромен стимул за реализация на лазер и в другите лаборатории. Конференциите през 1959 година бързо включват сесии, посветени на осъществяването на „оптичен мазер“. Първата такава среща е конференцията в Ан Арбър по оптическо напompване, организирана от Питър Франкен и Ричард Сандс в Университета на Мичиган през юни 1959. Гулд и Джаван представят доклади в сесията „Разни“, председателствана от Шавлов. Докладът на Гулд, озаглавен „Лазерът: Усилване на светлината чрез стимулирано излъчване“ (the LASER: Light Amplification by Stimulated Emission of Radiation) преименува оптическия мазер. Нелсън, който тъкмо завършва пост-докторска работа в Мичиган преди да се присъедини към Bell Labs, слуша доклада на Гулд и запомня коментара на Шавлов за новата дума на Гулд. С присъщото си чувство за хумор, Шавлов заявява, че такова устройство може да е по-важно като генератор (Oscillator), отколкото просто като усилвател (Amplifier). Поради това, предлага той, трябва да се нарече *LOSER* (неудачник), и избухва в смях.

„Артур със сигурност беше прав, че LASER обикновено е LOSER“, пише Нелсън, „но както се видя с времето, със сигурност не е неудачник!“ [8].

През септември 1959 в Шауанга Лодж в Хайвю, Ню Йорк се провежда първата конференция по квантова електроника, организирана от Таунс. Въпреки че акцентът е върху физика и реализация на лазери, Шавлов и Джаван представят доклади върху лазери. Шавлов представя статията Шавлов-Таунс и разглежда рубина като възможна лазерна среда [9]. Той отхвърля розовия рубин, тъй като неговата система с три нива изисква значително намаляване на населеността на основното ниво и тъй като ефективността на флуоресценцията му се счита за ниска. Той се изказва благоприятно за тъмния рубин, при който съседни линии водят до система четири нива при ниска температура, което според него изисква по-нисък интензитет на напompването.

Но Шавлов и сътрудниците му Франк Варсани и Дарвин Ууд установяват през декември, че светлият рубин (с по-ниска концентрация на хромни йони) всъщност има висока ефективност на флуоресценцията. През юни 1960 година в статия на Майман също се докладва за висока ефективност на флуоресценцията на рубин и, което е по-важно, че той е наблюдавал частично намаляване на населеността на основното състояние при импулсно лампово възбуждане [10].

Край на състезанието?

На 8 юли 1960 на заглавната страница на *New York Times* се появява статия със заглавие „Учен твърди, че е получил усилване на светлината“. На пресконференция, свикана от Hughes Labs предишния ден, е съобщено, че Майман е получил лазерна генерация с розов рубин в Hughes в Малибу, Калифорния. Историята се чете жадно в Bell Labs. Репортерският преразказ на пресконференцията, обаче, оставя много не отговорени въпроси, а и репортерът специално пише „твърди“. По-изненадващ е фактът, че пресконференцията не съвпада с публикация на научна статия. Към дописката има приложена фотография на пръчковиден рубин, около който е разположена голяма спираловидна импулсна лампа. Скоро в друга печатна медия се появява доста различна снимка на апаратурата на Майман – къс и широк рубин в по-малка импулсна лампа. Коя конфигурация е използвал Майман? Седмици по-късно ние разбрахме, че първите две публикации се отнасят до втората конфигурация.

Това ли е край на състезанието за получаване на първия лазер? Настъпва обръкване. Когато Алберт Клогстън, отговарящ за работата по лазера в Bell Labs, вижда статията в *Times*, той свиква събрание на изследователите от Bell. Джаван заявява твърдо, че не вярва на твърдението. Но Шавлов, който знае за рубина повече от всички присъстващи, е склонен да повярва. Бойл почти не говори, а Нелсън смята, че информацията е твърде оскъдна, за да може да си създаде твърдо мнение. Гарет изглежда доста навъсен, все едно чувства, че е загубил надпреварата; той не отсъжда нищо. Срещата завършва без вземане на решение и препоръчване на действия. Изненадан от показаната нерешителност, Нелсън казва на ръководителя си Бойл, че иска да изостави всичко друго и да направи рубинов лазер, за да види дали работи.

С одобрението на Бойл, Нелсън не губи време. Същия следобед той извиква доставчик на фотографско оборудване в Манхатън. Подведен от снимката в *Times*, Нелсън поръчва мощна спирална ксенонова импулсна лампа General Electric FT524. За нея поръчва и захранване за зареждане на 400 mF кондензаторна батерия до 4 kV. Точно тогава Колинс, който също иска да работи върху лазерите, се прехвърля в групата на Бойл. Бойл го води в лабораторията на Нелсън и пита дали двамата биха могли да работят заедно по създаването на рубинов лазер. Нелсън се съгласява и вече са група от двама.

Те успяват да получат дълга и тънка розова рубинена пръчка от Ууд, който работи в групата по спектроскопия. Колинс моли Уолтър Бонд – член на групата, който е експерт по оптическо оборудване и подготовка на образци, да отреже гладко и паралелно краищата на пръчката. Но Бонд и шлифовъчната му машина са заети с друга дейност. Поради това техникът на Колинс, Джеймс Амънс, прави това с ръчна стоманена стяга. Оказва се, че получената по този начин паралелност на крайните стени е достатъчна, тъй като ограничаващият фактор за получаване на Фабри-Перо модове между тях е в действителност оптическата нехомогенност на рубина. След това краищата на рубина са покрити със сребро с помощта на вакуумно отлагане. Единият край се прави непрозрачен, а другият има няколко процента пропускане. Получената пръчка се държи в центъра на импулсната лампа с помощта на конус, през който може да излезе изходният лъч.

Тъй като спиралната лампа не е насочен източник, Нелсън и Колинс се нуждаят от "бяла кутия", за да може да се получи достатъчно напompване с лампата. За да постигнат това, те взимат стъклен цилиндър и нанасят плътно сребърно покритие на вътрешната му повърхност. Но опитът се проваля. Първото изсветляване на лампата начупва сребърното покритие. Очевидно то е действало като дадена на късо вторична намотка на трансформатор с въздушно ядро, при който първичната намотка е спиралата на лампата. Решението е в качеството на отражател да се използва прах магнезиев оксид, поставен между два концентрични стъклени цилиндъра. За приготвянето на това, обаче, са необходими един-два дена. Поради това на 28 юли (четвъртък) Нелсън заминава на сватбата на сестра си в Мичиган, а на следващия ден Колинс поставя новия отражател с MgO.

Като държи рубиновата пръчка при стайна температура, Колинс започва да светва импулсната лампа с все по-висока енергия, като следи за лазерно излъчване във фото тръбата. При висока входяща мощност сигналът на осцилоскопа започва да се държи странно. Системата е конструирана набързо. "Изтичането" на светлина от лампата е значително, а и некохерентната рубинова флуоресценция може да играе маскираща роля. Като счита, че за разделянето на светлинните компоненти е необходима спектроскопия с висока разделителна способност и нетърпелив да изчака завръщането на Нелсън, Колинс занася системата в лабораторията на Шавлов, която има подходящ спектрограф.

Праг на генерация и насочен сноп

С включването на Шавлов, малката група става триумвират. Връщайки се в понеделник сутринта от Мичиган, Нелсън вижда, че Колинс и Шавлов пускат импулсната

лампа в ликуващо настроение. Проблемът с разсеяната светлина е бил до голяма степен решен. Вече е очевидно, че от дадена входна енергия нататък се наблюдава рязко увеличаване на излъчването на главната R1 спектрална линия на 6943 Å. Бяхме открили прага на лазерната генерация!

Да, действително розовият рубин беше отлична активна среда за лазер. Но странните осцилоскопски сигнали над прага на генерация, изглежда, показваха нещо ново. Сигналите представляваха случайна последователност от интензивни микросекундни импулси. Шавлов веднага предположи, че това са релаксационни осцилации, подобни на наблюдаваните по-рано при мазери. Нищо подобно не беше докладвано нито на пресконференцията на Майман, нито в материала му, подаден в *Journal of Applied Physics* и изпратен на Шавлов. Вестник *New York Times* съобщава само, че Майман наблюдава петкратно усилване на светлината, преминала през малки отвори в двата края на рефлектора на рубина – наблюдение, което Майман така и не публикува. Как би могъл Майман да пропусне значителните пулсации, наблюдавани от триумвирата? Ние заключихме, че това може да стане само ако в началните си експерименти той не е преминал прага на генерация. Объркването продължава. Едно изглежда ясно: нашите наблюдения достигат по-далеч от тези на Майман и са публикуваеми.



Фиг. 1. Лъч във формата на заострен молив се издига от първия рубинов лазер построен в лабораториите Бел и очертава грапава вертикална повърхност докато Доналд Нелсън я наблюдава през 1960 год.

Скоро след това на стената забелязахме много интензивно червено петно – от характерния насочен лазерен сноп – ключово наблюдение, не споменато от Майман, което сега се счита за основна характеристика на лазер (виж Фиг. 1). Сега бързахме да възпроизведем прага и релаксационните осцилации, които са негов недвусмислен белег, с други пръчки розов рубин. След това започнахме за изучаваме насочения лазерен сноп и да измерваме кохерентността му.

В този момент Гарет поиска да заеме една от пръчките, така че заедно с Кайзер да изследват изхода с Фабри-Перо интерферометър, използвайки собствена импулсна лампа. За определяне на времевата кохерентност те наблюдават интерференчна картина, показваща спектрална ширина ($\Delta f/c$) от $0,2 \text{ cm}^{-1}$, при начална ширина 6 cm^{-1} (виж Фиг. 2). (Те правят измервания и с пръчка, получена от мазерната група в Bell Labs.)

След това нашата група определи пространствената кохерентност, като направи малък правоъгълен отвор ($50 \text{ на } 150 \text{ }\mu\text{m}$) в непрозрачния край на сребърното покритие на отражателя.

Установихме, че фраунхоферова интерференчна картина се наблюдава само след достигане на прага на генерация. Беше решено, че за публикацията резултатите на Кайзер и Гарет ще се комбинират с тези на Колинс, Нелсън и Шавлов. Шестото име в статията ни, дадена в *PRL* в края на август [11], е това на Бонд, експертът, който приготви образците за активната среда.

Нашата работа беше стимулирана от прес-съобщението на Майман и потвърди твърдението му, че лампово напompваният розов рубин дава лазерна генерация. Поради това нашата статия трябваше да цитира неговата работа. Тъй като разполагахме само с ръкописа, който Майман беше изпратил на Шавлов, решихме Колинс да се обади на Майман и да попита дали рубиновите резултати са публикувани в статия. Тъй като нашата работа все още не беше публикувана, Колинс не обсъждаше с Майман резултатите на нашата група.

Майман каза на Колинс за краткото си съобщение в изданието на *Nature* от 6 август [12]. Поради това в нашата статия, подадена в *PRL*, в литературната справка под номер 3 се цитира съобщението на Майман в *Nature*, последвано от „също *J. Appl. Phys.*, в печат“. При приемането на статията ни, от *PRL* ни казаха, че подадената в *Journal of Applied Physics* статия на Майман в действителност е публикувана другаде през септември. Нашият библиотекар я откри в *British Communications and Electronics* [13], така че ние цитирахме и двете публикувани статии на Майман – факт, интерпретиран погрешно от Джеф Хехт в книгата му за изобретяването на лазера [4].

Нашата неточна формулировка

Нашата статия в *PRL* описва двете основни наблюдения на Майман: „Неотдавна Майман наблюдава намаляване на времето на живот и стесняване на спектралната ширина на линията на рубиновата флуоресценция“. Тази формулировка сега изглежда неточна. Майман би искал – и заслужава – по-ясно открито пазоваване като откривател на първите ефекти на лазерна генерация. Но в онези неясни времена първопроходството все още не беше сигурно. Все пак той не беше наблюдавал праг на генерация и насочен сноп.

От друга страна, въведението на статията ни трябваше да даде по-ясно описание



Фиг. 2. Артър Шавлов и Джофри Гарет (десният) юстират рубиновия лазер на лабораториите Бел, за да получат интерференчна картина на Фабри-Перо, с цел да измерят ширината на спектралните линии на изхода.

на решаващите наблюдения, които бяхме направили извън докладваното от Майман, а именно релаксационните осцилации, които са несъмнен белег на праг на лазерна генерация, както и получаването на насочен сноп, който указва модова селекция. Поради липсата на достатъчно ясно въведение, нашите приноси бяха пропуснати от някои и забравени от други. В ретроспекция нещата са далеч по-ясни.

Книгата на Хехт с основание критикува начина, по който нашата статия се позовава на материала на Шавлов от Шауанга Лодж [9]. В този контекст нашето изречение „Използването на рубинова пръчка за наблюдението на тези ефекти е предложено от Шавлов“ изглежда, че се отнася до розов рубин. В действителност, при описанието на значението на селекцията на модовете в пръчка Шавлов има предвид тъмен рубин. Той ясно отхвърля розовия рубин като подходяща лазерна среда.

В нашата статия просто се добавяше важна информация към откритието на Майман. Това е нормалната последователност на публикациите във всяка научна област и това би трябвало да е очевидно по онова време. В по-дългата статия следващата година Майман и съавтори пишат, че кристалите, с които са правени експериментите, описани в първите две публикации, „не дават ясно доказателство за праг на възбуждане“. И действително, в по-дългата от двете статии от 1960 година Майман описва защо според него малкият едносантиметров образец не води до силното стеснение на линията, очаквано за генератор над прага: „Поради вътрешното отражение в рубина, настоящата експериментална геометрия показва слаба ъглова дискриминация при приемането на шума от спонтанната емисия. Поради това голяма част от спонтанната емисия представлява ефективен входен сигнал за усилвателя. [Силно] намаляване на спектралната ширина... би могло да се получи, използвайки методи за селекция на модове.“ [13].

Съгласни сме напълно. С други думи, Майман казва, че в малкия рубинов кристал толкова много модове източват населеността на възбуденото състояние чрез спонтанно излъчване, че няма един мод, който да се усили достатъчно за преодоляване на прага на генерация.

Бихме искали да заявим тук, че при внасянето на статията в *PRL* сме следвали нормалната процедура. Никой от съавторите на статията, нито някой от Bell Labs не е оказвал натиск върху редакторите и не е искал услуги. Също така, противно на необоснованите слухове от онова време, никой от Bell Labs няма нищо общо с отхвърлянето на подадената от Майман статия в *PRL*. По-късно редакторската комисия на *PRL* съобщи, че статията е била отхвърлена по решение на редакцията без външна рецензия – на базата на редакторската политика за мазерите и серийните публикации.

Нашата прес-конференция

Интересът на Bell Labs към създаването на лазер от самото начало е мотивиран от идеята, че кохерентният лазерен сноп може да служи като носеща вълна за комуникация с много широка честотна лента. Ръководството на Bell Labs се опитва да обоснове това на пресконференция в Ню Йорк на 5 октомври 1960 година (виж Фиг.3), четири дена след публикацията на статията ни в *PRL*. Прес-съобщението е озаглавено „Оптически

мазер, използван за комуникационни експерименти“.

Веднага след като статията ни беше изпратена за публикация, ръководството разбра, че за да се подчертае перспективността на лазера, е необходимо да се направи демонстрация на далекосъщителен експеримент. Поради това ние увеличихме пропускливостта на посребреното изходно огледало, получавайки по-интензивен насочен лъч. Осъществихме предаване на пробни лъчи по 300-метровия коридор на лабораторията ни в Murray Hill, Ню Джърси, а после от Murray Hill до Long Hill Ridge, на разстояние 3 км.

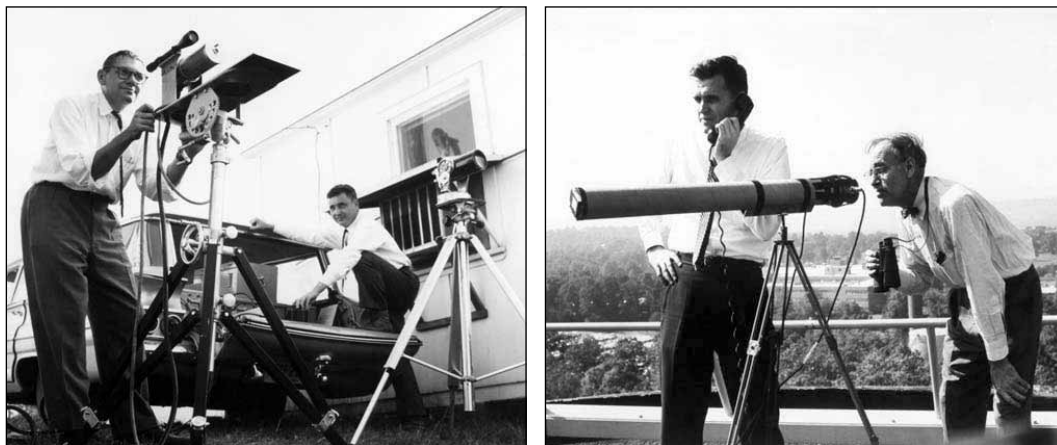
След това, използвайки новоизработена пръчка, водеща до получаване на разходимост на снопа по-малка от милирадиан, пренесохме лъча от Crawford Hill до Murray Hill, на разстояние 40 км. Колинс и Бойл бяха занесли лазера до Crawford Hill и с помощта на телескоп го насочиха към стара, много висока радарна кула зад сградите на Murray Hill. На върха на кулата Нелсън и Бонд регистрираха лазерните импулси през деня, с помощта на фотоусилвател и тесноивичен филтър, гледайки през тръба, центрирана по направление на снопа (Фиг. 4). Описанието на този демонстрационен опит стана основен момент в прес-съобщението.

Прес-съобщението на Bell Labs споменава Шавлов и Таунс за описване на „принципите на оптически мазер“. Но още първият параграф, в който се описват нашите резултати, публикувани в *PRL*, отдава дължимото на Майман: „Той [рубинът] е използван по начина, въведен от Т. Майман от Hughes Research Laboratories, който пръв наблюдава ефект на оптически мазер в рубин.“ На самата пресконференция членовете на колектива докладваха накратко за различните характеристики на лазера на Bell Labs. След това демонстрирахме насочения сноп на рубиновия лазер, като направихме малко интензивно червено петно на екрана на отсрещната стена на залата.

Друг акцент на пресконференцията беше демонстрацията на Нелсън с опита на Юнг за интерференция от двоен процеп. Бяхме осъзнали, че такава класическа интерференчна картина, получена с два отвора направо на лазерния източник, доказва ясно пространствената кохерентност. Така през септември Нелсън и Колинс завършиха



Фиг. 3. Пресконференцията на 5 октомври 1960 г. в Ню Йорк, на която е анонсирано създаването и демонстриран рубиновият лазер на лабораториите Бел. На двете маси отляво на дясно седят Уолтър Бонд, Волфганг Кайзер, Доналд Нелсън, Уилърд Бойл, Робърт Колинс, Джордж Даси, Чарлз Таунс, Артър Шавлов и Джофри Гарет. Лазерът е поставен между масите.



Фиг. 4. Излъчване на лазерен лъч на разстояние 40 км от Крауфорд Хил, Ню Джърси (лявата снимка) до Мъри Хил (дясната) през 1960 год. От Крауфорд Хил, Робърт Колинз (левият) прицелва рубиновия лазер към покрива на радарната кула в Мъри Хил, докато Уолтър Бонд е готов да го запали. На покрива на кулата в Мъри Хил, Уолтър Бонд (десният) проверява насочването на фотоумножителния детектор, докато Доналд Нелсън поддържа телефонна връзка с Крауфорд Хил.

експеримента и откриха отлично съгласие с теорията за пространствено-кохерентен източник [15].

На официалния обяд след презентациите, Нелсън се оказа до научния репортер на списание *Times*, който сподели, че е присъствал на пресконференцията на Hughes през юли и не е бил убеден в изказаните твърдения. Но сега, каза той, след като е видял демонстрацията на нашия лазер, вече е убеден. Появилата се на 17 октомври дописка в *Times* (на стр. 47) сама по себе си е точна. Но въпреки признанието на приоритета на Майман в нашето прес-съобщение, името на Майман не е споменато в дописката на *Times*. Нито името на който и да е от учените в Bell Labs.

Слухове за „смъртоносните лъчи“

В книгата си [2] Майман описва колко трудно е било през 1960 година да се избегнат нежеланите обсъждания на прес-конференцията му за лазера, който представлявал смъртоносен лъч. Това мислене отразява както измисления Бък Роджърс, така и реалното напрежение от студената война. Загрижено за общественото безпокойство, ръководството на Bell Labs ни подготви да избягваме такива разговори с думи, които отклоняват въпросите за смъртоносните лъчи, без да казваме нищо, което да може да се цитира.

Стратегията работеше добре. Но през март 1961 година Нелсън беше поканен да изнесе лекция за лазера (една от 25 такива лекции, които изнесе) пред детройтския отдел на института на радиоинженерите. Уведомена за предстоящата лекция, мичиганската Bell Telephone Company решава да я използва за реклама. Фирмата организира

пресконференция, която върви доста добре. Появява се обичайният въпрос за смъртоносните лъчи на лазера, който Нелсън отклонява и отрича със заучени фрази. Но за своя изненада, статията на заглавната страница на вестника *Detroit News* от следващия ден изброява възможните приложения – от които на първо място са смъртоносните лъчи! Шавлов, с вечното си чувство за хумор, намира решение. По време на такива публични лекции той казва, че обмисля възможно противодействие за такива смъртоносни лъчи, при което показва слайд със средновековен рицар в блестящи доспехи.

Недостатъците на двете набързо написани статии на Майман през 1960 допринасят за объркването от лятото на тази година. Заради липсата на подробности за експеримента – дори формата на рубина е описана само като „с размери 1 см“ – не успяхме да възпроизведем резултатите му. Нашата работа последва главно снимката от пресконференцията на Hughes, която, както се оказа, не се е отнасяла до лазера, описан в статиите на Майман от 1960!

В статия в *Laser Focus World (LFW)*, отбелязваща 30-годишнината от създаването на лазера, е публикувана снимка, която показва Майман, получаващ като награда „копие на неговия исторически рубинов лазер“. Наградата съдържа дълъг пръчковиден рубин, описан като „дълга 100 мм рубинова пръчка дотирана с Cr^{3+} “. Това изненадва Нелсън, тъй като не е исторически вярно.

Писмото на Нелсън до редакторите, публикувано осем месеца по-късно, указва това несъответствие и значението му. Компактен лазер „с размери 1 см“, сочи той, може да доведе до стимулирано излъчване, но не и до лазерна генерация [17]. Вместо това, в противоречие с цитираните от нас думи на Майман от статиите му през 1960 и 1961 година, Майман се опитва да обори аргумента на Нелсън за прага на генерация.

Малко след като през 1999 е публикувана хрониката на Таунс за историята на лазера [3], той изнася публична лекция за книгата пред голяма аудитория в университета Харвард. Той говори за първите експерименти на Майман с рубин – наблюдаваните ефекти, приоритета и недостатъците им, но не споменава работата в Bell Labs. Нелсън е сред публиката и изненадан от пропуските, ги резюмира във времето за въпроси. Това води до разговор между тях след лекцията и размяна на писма, включително переписката с Майман относно *LFW*.

В писмото си до Нелсън Таунс пише „Не знаех за подробното Ви обсъждане на съмненията за осцилациите върху първото съобщение на Майман, нито за отговора му. Това е интересна историческа информация и показва, че Тед най-малкото не е бил наясно с най-забележителните характеристики на лазера. Ако знаех за вашата работа, можех да променя в известна степен историята, описана в „Как се появи лазерът“. Но дори това, което съм написал там, предизвика разгорещени забележки от Тед. Във всеки случай той заслужава признание за откриването на сравнително лесно и добро решение за лазерите.“

През 1960 обикновено напомнимането на импулсния рубинов лазер изисква мегавати мощност. Поради това, когато в края на 1961 година Нелсън и Бойл постигат непрекъснатата лазерна генерация на рубинов лазер само с 850 вата напомнимаща мощност,

постижението се счита за значително и Американското физическо дружество свиква пресконференция на срещата си през януари 1962 в Ню Йорк.

Да обобщим: Майман, който умира през 2007, заслужава признание за създаването на първия лазер, тъй като избира розов рубин за активна среда, въпреки, че е възможно обезселване на основното състояние на система от три нива и тъй като използва импулсна лампа в „бяла кутия“, за да постигне това. Това е била от самото начало нашата позиция и позицията на Bell Labs – както се заявява в прес-съобщението от октомври 1960 година.

Също така, официалната история на Bell Labs гласи „Когато Майман обявява създаването на първия лазер в средата на 1960 година, той съобщава за намаляване на времето на живот от 3,8 на 0,6 милисекунди и за промяна на интензитета на R1 и R2 линиите от 2:1 на 50:1 като доказателство за лазерно действие в рубинови кристали“ [18]. След това се казва, че Колинс и съавтори „потвърждават лазерното действие“. Така че е справедливо да се твърди, че нашето първо наблюдение на лазерна генерация – прагът на генерацията, заедно с релаксационните осцилации и насочения сноп – трябва също да се приемат като основен нов принос към характеристиките на лазера.

Работата ни през 1960 година беше извършена в обстановка на несигурност и объркване. Въпреки това, действахме добросъвестно в трудно положение, притиснати от времето. С описването на лятото от преди половин век така, както го помним, се надяваме да внесем разбиране и малко успокоение при разглеждането на тази част от историята.

Ще завършим с по-леко настроение. През 1960 година Сатору Сугано от Токийския университет е в творчески отпуск в Bell Labs. По онова време негова теоретична статия беше последната дума по проблема за спектъра на хромните йони в рубин. Един ден Нелсън го попита за техническото значение на неговите спектроскопски означения: U за зелената ивица на поглъщане и Y за ултравиолетовата. Без да каже дума, Сугано се обърна към дъската и нарисова поглъщането на рубина, с увеличаване на честотата надясно. Най-отляво беше двойката тесни червени (Red) линии, след това широката зелена ивица, следвана от две слаби, тесни сини (Blue) линии и накрая – широката ултравиолетова (UV) ивица. Той обозначи последователно четирите характерни отличителни белега R U B Y и се обърна с дяволита усмивка. Нелсън без да иска се оказва идеалният „темерут“ в комедийния спектроскопски дует със Сугано.

Издаваме благодарност на Джофри Гарет, който сподели спомените си за тези разработки.

Литература

- J. L. Bromberg, *The Laser in America*, 1950-1970, MIT Press, Cambridge, MA (1991).
- T. H. Maiman, *The Laser Odyssey*, Laser Press, Blaine, WA (2000).
- C. H. Townes, *How the Laser Happened: Adventures of a Scientist*, Oxford U. Press, New York (1999).

- J. Hecht, Beam: *The Race to Make the Laser*, Oxford U. Press, New York (2005).
- N. Taylor, *Laser: The Inventor, the Nobel Laureate, and the Thirty-Year Patent War*, iUniverse, Lincoln, NE (2007).
- A. L. Schawlow, в *Impact of Basic research on Technology*, B. Kursunoglu, A. Perlmutter (ред.), Plenum, New York (1973), стр.113; вж. също www.archive.org/details/opticlaserspect00scharich.
- A. L. Schawlow, C. H. Townes, *Phys. Rev.* **112**, 1940 (1958).
- D. F. Nelson, в *Lasers, Spectroscopy and New Ideas: A Tribute to Arthur L. Schawlow*, W. M. Yen, M. D. Levensob (ред.), Springer, New York (1987), стр. 121.
- A. L. Schawlow, в *Quantum Electronics: A Symposium*, C. H. Townes (ред.), Columbia U. Press, New York (1960), стр.553.
- T. H. Maiman, *Phys. Rev. Lett.* **4**, 564 (1960).
- R. J. Collins, D. F. Nelson, A. L. Schawlow, W. Bond, C. G. B. Garrett, W. Kaiser, *Phys. Rev. Lett.* **5**, 303 (1960).
- T. H. Maiman, *Nature* **187**, 493 (1960).
- T. H. Maiman, *Br. Commun. Electron.* **7**, 674 (1960).
- T. H. Maiman, R. H. Hoskins, I. J. D'Haenens, C. K. Asawa, V. Evtuhov, *Phys. Rev.* **123**, 1151 (1961).
- D. F. Nelson, R. J. Collins, *J. Appl. Phys.* **32**, 739 (1961).
- Y. A. Carts, *Laser Focus World*, юли 1990, стр.83.
- D. F. Nelson, *Laser Focul World*, март 1991, стр. 25; T. H. Maiman, *Laser Focus World*, март 1991, стр.25.
- S. Millman (ред.), *A History of Engineering and Sciences in the Bell System: Physical Sciences* (1925-1980), AT&T Bell Laboratories, Murray Hill, NJ (1983), стр.156.

Превод: Христина Андреева

СТРАТЕГИЧЕСКИ ПОГЛЕД КЪМ ФУНДАМЕНТАЛНАТА НАУКА¹

Никола Саркози



*Слово на Президента на Френската Република при откриването на
35-та Международна Рочестерска конференция по физика на високите енергии²,
Дворец на конгресите, Париж, 26 юли 2010 г.*

Госпожо министър, дами и господа!

Много се радвам, че имам възможността да говоря пред вашата общност, събрала се за 35-тата Международна конференция по физика на високите енергии. Вие, водещите учени в тази област, сте дошли тук, за да споделите резултатите от работата си. И в каква забележителна област! Разбира се, не съм аз този, който ще се опита да опише вашите достижения. Много съм далеч от вашата област, но зная, че вие възплащавате най-същественото в науката, а именно разширяване границите на познанието, откриването и изследването на „белите петна“ в науката, които предстоят да бъдат завоювани. Няма в света по-високо човешко дръзновение от работата, на която сте отдадени ежедневно.

Вие не се плашите от сложността на обкръжаващия ни свят и безкрайния списък от въпроси за нейната природа само стимулира работата ви. Да си призная, това ми изглежда малко странно. Но мога да кажа, че вие никога не се предавате пред лицето на непознатото, преодолявате трудностите, прекарвайки пътя за векове напред, непрестанно решавайки поставените от самите вас задачи. Точно тази целеустременост характеризира изследователя и специално учения, работещ в областта на фундаменталните изследвания.

Недоброжелателите (а те не липсват), които твърдят, че вашите изследвания са откъснати от жизнено важните въпроси, стоящи пред планетата, като тежките болести, нищетата, наложителното развитие. Бих казал, че насъщните въпроси на момента никога не трябва да служат като компромис за бъдещето. Да се противопоставят двете реалности – спешните за момента задачи и тези с дългосрочна перспектива – означава обедняване и изпускане на бъдещето. Знанието е неделимо: фундаменталните изследвания понякога носят безплатни изненади, т.е. техни приложения вече са станали множество твърде рентабилни иновации, навлезли днес в нашето ежедневие. Благо-

дарение на вашата дейност и развитието на експерименталната ви база се стигна до високотехнологични придобивки, включително и Световната мрежа (Интернет), която беше изобретена в ЦЕРН (Европейския център за ядрени изследвания).

Фундаменталните изследвания не са насочени към конкретно-приложни цели. Но страна, която не им дава първостепенен приоритет, допуска историческа грешка. Ценността на науката е в нейната пълнота: в действителност, няма приложни изследвания без фундаментални, няма качествен скок в прогреса на познанието без фундаменталните изследвания и техните открития. Електричеството е било открито не от усилията да се усъвършенства свещта, това е ясно всекиму. Както е казал Пастър: „Не съществува чиста наука и друга, която да наречем приложна. Науката и нейните приложни направления са като плода и дървото, на което той расте“. Вие отглеждате дървото на знанието, за да ви принесе то плодове в различни области на знанието. Но вие и живеете от това, което обединява всички вас – любовта към знанието.

Науката е ансамбъл, който трябва да се впише безусловно в обществото. Не ми е нужно да ви напомням, че изтъкнат учен от вашата област – Стивън Чу, беше неотдавна назначен за министър на енергетиката в САЩ, да не говорим и за нашия съотечественик Клод Коен-Тануджи, получил неотдавна Нобеловата награда и който доказва своите делови способности.

Неделимостта на знанията е абсолютно очевидна и от събитията, станали във вашата област на физиката. Вие успяхте да обедините космологията и физиката на елементарните частици, а и колко физици се насочиха от атомната физика към анализа на това как функционират клетките и с това допринесоха за настоящия напредък на биофизиката.

Надявам се и занапред да обединявате знанията и да ги направите достъпни за цялото общество. Не трябва да се боите и смущавате от това, с прости думи да обясните смисъла на вашите открития на обикновените хора. Нашите съвременници са жадни за знания и са изпълнени с безкрайно любопитство към науката. Вие, учените, сами решавате как да споделите своите знания. Човек не се принизява, когато обяснявате най-сложни неща с прости думи. Даже се приема, че интелигентността се проявява като способност да се обяснят сложни явления по прост начин. Не твърдим, че това е лесно. И днес, когато броят на младите хора, които решават да се посветят на научна кариера, пада обезпокоително, вие трябва да се борите и възпитавате любов към науката към общата научна култура във вашите страни.

Дами и господа! Днес науката понякога е подложена на нападки от всякакъв род. Но истина е също, че решавайки задачи – а именно това е съдбата на учения – вие се натъквате на все по-нови проблеми. Отговаряйки на тях, вие поставяте следващите, още по-интересни въпроси. Такава е съдбата на човечеството, а и вашата – да творите постоянно, работейки за прогреса на човечеството.

Ние, политиците и учените, сме призвани да поддържаме научните изследвания, водещи до напредъка на обществото. Науката, научните изследвания ще ни помогнат да решим проблемите, стоящи пред човечеството. Мракобесието, невежеството и консерватизмът могат да доведат само до страдания, разрушения и упадък.

Ето защо ние с г-жа Валери Пекрес³ сме особено горди, че вие избрахте Франция за провеждане на своята 35-та конференция по физика на високите енергии и елементарните частици.

В условията на настоящата икономическа криза много страни решиха да съкратят бюджетите си за научни изследвания. Както знаете, ние избрахме обратното – не само да не съкращаваме нашия бюджет за наука, а напротив – да го увеличим. В момента западната икономика преживява труден период – рецесия, която светът не познава от 1929 г. И може да се приеме като „естествено“ ограничаване на инвестициите за наука. Ако вие бяхте на наше място, сигурно щяхте да се съблзните от подобна крачка. Но ние във Франция заложихме на напълно противоположното с идеята, че висшето образование и научните изследвания представляват решения за изход от кризата. Икономическата криза не трябва да ни принуди да се откажем от тези инвестиции в науката, а точно обратното – те да се увеличат и насочат към най-перспективното. Това не означава затъване в миналото, става дума за позиция на здравия разум. Не можем да си позволим връщане назад в остарелите реалности. Трябва непрекъснато да се стремим към намиране на нови решения и постоянно да получаваме нови знания, които да станат наше оръжие в борбата с рецесията.

Първото, което се наложи да направим, беше да повишим отговорността на нашите институции за висше образование и научни изследвания. И ще го кажа пред вас – допълнителното финансиране би било безполезно, ако се вложи в остарели структури. Заедно с г-жа В. Пекрес дадохме на университетите възможност да станат автономни, да вземат бъдещето си в своите ръце и да се занимават по-пълноценно с научни изследвания. Преди няколко години само споменаването на думата автономия във Франция беше достатъчно да изведе хората на улицата. Ние дадохме възможност научните институти да се откъснат от сложните организационни структури, които ги парализираха.

Днес ние реформираме и инвестираме като никога до сега. От 2007 г., когато бях избран за президент, ежегодно добавяме по 1 милиард евро към бюджета за висше образование. Целта на тези грамадни инвестиции е поддържането на най-добрите научни колективи и най-добрите университетски центрове, за да може нашата страна да участва пълноценно в научни изследвания в световен мащаб. Сред изтъкнатите колективи, на които ние възлагаме особено големи надежди, са учените, работещи в лабораториите. Тия от платото на Сакле⁴. Фактът, че до настоящия момент те съумяха да запазят своето високо ниво, се приемаше като щастлива случайност и никой не е помислял какъв голям потенциал се крие там. В продължение на години ние си казвахме, че у нас съществуват достатъчно високо-технологични компании, научно-изследователски центрове, висши инженерни училища, лаборатории и университети; какво щастливо обстоятелство! Всъщност, ние като че притежавахме всички компоненти на Силиконовата долина и само чакахме Христофор Колумб да я открие. Ние действително я имаме, но не бяхме осъзнали това. И сега искаме да направим Сакле един от най-добрите научно-изследователски центрове в света, който да съсредоточи в

себе си всички възможности, взаимно усилващи различните области и координиращи работата им – на учени, предприемачи, инвеститори – на всички, които работят там.

Знам за големите надежди, които поражда тази перспектива сред общността, свързана с физиката на високите енергии във Франция. Вие разработихте проект, за чието качество аз гарантирам. С над две хиляди научни сътрудници, занимаващи се със субатомна физика и разполагащи с ултрасъвременни прибори, може да се създаде клъстер „Фундаментални изследвания на физиката на елементарните частици, космоса и Вселената“⁵ на базата на СЕА, С1МК5, Висшето политехническо училище и Университета Париж-Юг. Ще се получи един от водещите научни центрове на световно ниво в тази област, който ще може да осъществява проекти на най-амбициозните експериментални постановки. Естествено, на платото Сакле има всички възможности за привличане на водещи специалисти от други области, тук си мисля напр. за специалистите по лазерна физика, и това разкрива изключителни интересни перспективи. Впрочем, не съм забравил, че революциите в областта на познанието често стават в неочаквани места и че ние трябва да оставаме открити за всички възможни форми на иновация.

Затова и моето послание към френската научна общност е следното:

Бъдете амбициозни, разработвайте необикновени проекти, приемайте иновационните предложения и преодолявайте административните трудности. Изпращайте ни своите предложения, придвижвайте ги напред!

Но нашите амбиции не се ограничават само с научните възможности на Франция. Най-високо ниво на научни изследвания може да се постигне в рамките на европейското научно пространство. Трябва да приключим с практиката на изолираност, всеки да си работи отделно и независимо.

Но ние искаме Европа да стане световен лидер в научните изследвания. В Европа има много повече инженери и доктори на науките, отколкото другаде. Европа е лидер по научни публикации. В духа на здравата конкуренция с другите континенти ние трябва да използваме тези предимства и да ги превърнем в реални преимущества за нашите страни – страните и народите на Европа – преимущества за общия човешки прогрес.

Не трябва да позволяваме икономическите трудности, които изпитваме понастоящем, да ни уплашат и да съкратим финансирането на фундаменталните изследвания и висшето образование. Френско-германският тандем демонстрира европейските амбиции и ще продължи в тази посока.

Но и извън европейските граници аз призовавам към истинско международно сътрудничество. Всъщност, вие вече го правите. Научното оборудване става все по-сложно, по-мощно и съответно по-скъпо. Вашата общност се нуждае от финансови вложения за реализиране на мащабни експерименти и ние не можем да игнорираме тази необходимост. В наш общ интерес е да работите заедно, независимо на кой континент. Мога да ви уверя, че Франция ще съдейства за такова международно сътрудничество и разумно влага средства за това.

Дами и господа! Вие навярно сте почувствали с каква гордост и ентузиазъм се обръщам към вас днес. Независимо откъде идвате и какво работите, вие представлявате

надеждата на световната наука, надеждата на планетата. Действително, бъдещето на Земята в много отношения остава във вашите ръце. Много хора се чудеа защо съм решил да дойда на вашата конференция. Обяснявам защо съм си оставил работата – за да мога по-добре да разбера с какво се занимавате вие. Нима не е важно, когато глава на една от петте най-мощни световни държави се обръща към научната общност, която със своите знания и научни познания носи отговорността за бъдещето на планетата? Странно е, че хората са изненадани от моето присъствие тук. И е непонятно защо никой досега не е помислил редовно да се допитва до вас при взимане на важни решения, при важен избор и при отговорни действия, пред които ние, държавните дейатели, всекидневно се изправяме, та това е част от нашата работа. Вашата работа не е от леките, моята – също. Но аз съм уверен, че сме нужни едни на други. Ние сме ви нужни, за да осигурим ресурси за вашата работа, да поставим рамката на вашите задачи и да осигурим свободата, която ви е необходима. А вие сте ни необходими, за да намерим иновационните решения за важните проблеми пред страните, които ръководим.

Благодаря ви, че избрахте Франция за провеждане на вашата конференция; благодаря ви, че сте избрали Париж. Благодаря също на френските учени за техните заслуги френската наука да отговаря на най-високите международни стандарти.

Пожелавам ви всичко най-добро във вашата работа.

Превод (със съкращения): **Ани Минкова**

Източник: <http://www.elysee.fr/president/les-actualites/discours/2010/35eme-conference-internationale-de-la-physique-des.9370.html>

Бележки

1 – Заглавие, поставено от преводача.

2 – „Рочестерска конференция“ представлява серия от световни международни конференции, посветени на физиката на високите енергии и елементарните частици. Първата е проведена през 1950 г. в г. Рочестер (щат Нью-Йорк, САЩ) като своеобразно продължение на Солвевските конференции. До 1960 г. тези конференции се провеждат ежегодно, а след това – през две години, последователно в САЩ, Европа и СССР, а от 1978 г. и в страни от Азия. Парижката (35-тата) е, обаче първата, на която се появява държавен глава.

3 – Valerie Pécresse – министър на висшето образование и научните изследвания (2007-2010); от 2010 г. – министър на финансите

4 – Платото Сакле (Saclay) е водещ научен център на Франция, финансиран основно от Комисариата по Атомна Енергия (CEA), занимаващ се с фундаментални и приложни изследвания. Многобройни лаборатории са разположени на платото над долината Шеврьоз и недалеч от средновековното селце Сакле. В долината Шеврьоз пък се намира най-големият научно-учебен център във Франция – Университетът Париж-Юг (Орсе) и присъединените към него научни лаборатории.

5 – В оригинала „Физика на двете безкрайности и изследвания на космоса“.

ДЖЕЙМС КЛАРК МАКСУЕЛ И ХРИСТИЯНСКАТА ПАРАДИГМА

Ян Хътчинсън

Семинар на MIT IAP: Вярата на великите учени,
Януари 1998, 2006

1. Въведение

Двама велики британски учени са били доминиращи в интелектуалния пейзаж на науката за електричеството и всъщност на цялата физика в деветнайсти век, Майкъл Фарадей и Джеймс Кларк Максвел. Трудно бихме си представили две по-силно различаващи се личности.

Фарадей бил англичанин; Максвел шотландец. Фарадей бил син на беден ковач; бащата на Максвел бил наследил голям имот и едва ли се е нуждаел да практикува правната професия, за която е бил обучен. Фарадей не е имал формално образование; Максвел е получил възможно най-доброто образование. Фарадей никога не е заемал академична длъжност; Максвел е бил професор в три от главните британски университети. Фарадей бил един от най-популярните научни лектори на своето време; Максвел си спечелил лоша репутация в класната стая. Фарадей практически нямал никакви познания по формална математика; Максвел бил един от най-добрите математици на своето време. Изследванията на Фарадей били основополагащи за експериментите по електромагнетизъм; тези на Максвел за теорията на електромагнетизма. Изброяването на контрастните различия между тези двама мъже би могло да продължи много дълго. Но те имали една обща черта. И двамата били дълбоко вярващи християни. Целта на това кратко изследване е да покаже, как са били съчетани вярата на Джеймс Кларк Максвел и неговата наука и по какъв начин са си влияели взаимно.

Първо нека си припомним основните научни приноси на Максвел. Те обхващат широк диапазон от научни области, включващи оптика, цветно зрение, еластичност, и поведението на динамичния ротатор. Работата, която го утвърдила като водещ учен, бил неговият анализ на пръстените на Сатурн, в която той показал, че те не може да са твърди а трябва да се състоят от множество частици, чиято стабилност той анализирал. Може би вдъхновен от тази по-ранна работа, Максвел бил първият, който приложил вероятностни методи при анализа на свойствата на газовете. Той изобретил идеята за „функция на разпределение“, определяща скоростите на отделните молекули в газа и предложил „Максуелов“ (или понякога „Максуел-Болцманов“) израз за нейната равновесна форма. Максвел продължил по-нататък и разработил конкретни предсказания, които могли



да бъдат получени от неговата кинетична теория на газовете, например отнасящи се до поведението на вискозитета, и извършил експерименти, за да потвърди предсказанията. Обаче работата, която го направила най-прочут, била формулирането на уравненията на електромагнетизма: уравненията на Максвел. Това веднага довело до предсказването на електромагнитните вълни и последвалото обединение на електромагнетизма и светлината. Максвеловата формулировка на електромагнитната теория в диференциална форма и неговото извеждане на преден план на *полето* вместо тогавашните теории за действие от разстояние представляват, разбира се, основата на цялата съвременна физика.

В допълнение към личните си приноси Максвел основал и изградил Кавендишката Лаборатория по експериментална физика в Кеймбриджския университет, която безспорно се превърнала в най-плодотворния физически институт поне за следващите петдесет години.

2. Семейство и младост

Причината обикновено да се назовава Джеймс *Кларк* Максвел, вместо просто Джеймс Максвел, е свързана с крайно усложнената наследственост от бащата на Джеймс, Джон. Отдавнашната фамилия Максвел, собственици на огромното имение



Фигура 1: Родното място на Максвел, ул. Индия 14, в Единбург (понастоящем там се помещава Фондацията Джеймс Кларк Максвел).

Мидълби, се били опитали да предпазят имението от разпадане при разделянето му между техните наследници, посредством набор от законови условия (юридически изисквания), включително условието, че то може да бъде наследявано само от човек, носещ името Максвел. Въпреки тези крайни мерки, през осемнайстото столетие Джордж Кларк (Максвел), въз основа на решение на парламента, успял да продаде всичко, освен една сравнително малка част, имението Галъуей от 1500 акра (южна Шотландия) за да покрие дълговете си, натрупани от минни спекулации, към които го били подтикнали неговите геоложки интереси. Така че това, което Джон Кларк наследил в началото на деветнайстото столетие било едно далеч по-скромно имение, но все пак такова, за което си струвало да си промени името на Джон Кларк Максвел. И така, когато през 1826 г. бащата на Джеймс, на възраст 36 години се оженил за Франсис Кей, те се установили в имението, което щяло да стане известно като Гленлеър и решили да си построят голяма феодална къща и да възстановят славата на имението – което се превърнало в идеално убежище за научните и технически интереси на Джон (Той бил член на Единбургската Кралска Академия).

В семейството се родила дъщеря, но тя не живяла дълго. Втори се родил Джеймс на 13 юли 1831 г. на ул. Индия 14, в Единбург.

През първите осем години на своя живот, прекарани в имението на разстояние един ден път от най-близкия град (Глазгоу), образованието му било изцяло в ръцете на майка му. Изглежда той се е отличавал с удивителна памет още в тези ранни години. На осем години можел да рецитира дълги откъси от Милтън и целия 119ти псалм (176 стиха). Действително още тогава имал много подробни познания по Библията; можел да назове от коя глава и кой стих е произволно зададен цитат от псалмите. Очевидно, още от тази ранна възраст при него горещата християнска вяра и високата умствена дисциплина били тясно свързани.

Той също така показвал силен интерес към всичко което ставало наоколо. Стандартният му въпрос бил „Какъв е смисълът на това“ който, ако отговорът не го задоволявал, веднага бил последван от „Какъв е *точният* смисъл на това“. Това любопитство намирало много поводи за изява в разнообразните дейности, които се вършели в имението, особено когато баща му работел по някой от своите многобройни проекти за неговото подобряване. Несъмнено търпеливото неформално обучение от страна на баща му оказвало трайно полезно влияние. Например майка му написала за него (когато бил на възраст две и половина години)

Той непрекъснато се занимава с врати, ключалки ключове и т.н., и непрекъснато пита „Покажи ми как се прави“. Той изучава скрития ход на потоци и жици за звънци... и води баща си навсякъде, за да му покаже дупките през които минават жиците. [1]

Или, както неговата Нени разказва за една нова калайдисана тенекия,

Беше ярък слънчев ден; той я държеше обърната към слънцето и отражението се движеше по стените на стаята.... Той каза, „Това е слънцето, тате; Аз го улових с ламарината.“ Когато той пораснал още малко, баща му му казал, че ще му покаже луната и звездите и наистина го направил. [1]

По неговите собствени разкази, Джеймс преживял дълбоко загубата на майка си поради заболяване от рак, когато бил на осем години. Несъмнено, именно поради нейната смърт, Джеймс и баща му били привлечени още по-силно един към друг, свързани както от любовта така и от дълга, които оформили в голяма степен характера на Максвел.

3. Единбургската Академия и Университет

Бил нает местен преподавател, за да продължи обучението на Джеймс, но това се оказало крайно незадоволително. Преподавателят се опитвал неуспешно да осигури вниманието и послушанието на ученика, използвайки различни форми на физическа принуда. Може да се предполага, че неприятностите не са били запазени само за една-та страна. Една рисунка от братовчедката на Джеймс, Джемина Уедърбърн, показва



Фигура 2: Максвел който бяга от своя преподавател с помощта на коритото за пране.

Джеймс който, настанен в коритото за пране което плува в малко езерце, се отдалечава гребейки от своя нещастен преподавател, който напразно се опитва да го хване.

Този режим продължил две години, докато лелята Джейн (Кей) на Джеймс при едно свое посещение в Гленлеър разбрала какво всъщност става. Преподавателят бил освободен и през

ноември 1841 г. Максвел бил изпратен в Единбургската Академия, настанен при овдовялата сестра на баща му г-жа Уедърбърн, на ул. Хериът Роу 31.

Академията била основана през 1824 г. от група видни личности, включително Сър Уолтър Скот, за преподаване на „всички области от знанието, които са важни за образованието на един млад джентълмен“. Тя била несъмнено едно от най-успешните шотландски училища за времето си (както това е описано подробно от Голдман [2]), с основна насоченост към латинския, гръцкия и математиката. Във всеки случай обаче, научното преподаване било крайно слабо. Добрите ученици, изглежда, са знаели повече от своите учители, може би в резултат на „Философското дружество“, което те основали с цел да се самообразоват.

Максуел, изглежда, не е могъл да се приспособи през първия период на своето пребиваване в Академията. Той изпитвал сериозни неудобства, когато пристигнал за пръв път,



Фигура 3: Единбургската Академия, 1828 г.

защото носел специфично облекло, направено от баща му. Неговият селски галоуезки акцент и заекването му го отличавали от другите и много скоро получил прякора „Dafty“, може би благодарение на неговия остър хумор (който личи и от писмата му) и който трябва да е правел голяма част от речта му неразбираема за момчетата с по-бавно мислене.

След две години на незабележимо схоластическо поведение, Максвел започнал да показва своя истински темперамент. Той си спечелил приятели. Луис Кампбел, бъдещ професор по класическа литература в Университета Сейнт Андрюс и негов окончателен биограф, се установил в съседство с неговата квартира (Хериът Роу, 27). П.Г.Тейт, бъдещ професор по естествена история в Единбургския Университет, се сприятелил с него за цял живот, като двамата работили съвместно върху много математически проблеми, които те наричали проекти (propositions) или съкратено „props“. Максвел преоткрил за себе си идеалните геометрични фигури. Открил метод за чертане на „овали“, математически фигури по-сложни от елипсите и с помощта на влиянието, което баща му имал в Единбургското Кралско Общество, видял работата си публикувана под спонсорството на Проф. Джеймс Форбс от Единбургския Университет.

На възраст 16 години, през октомври 1847 г. Максвел постъпил в Единбургския Университет. Там в продължение на три години той изучавал не само физика от лекциите на Форбс (а също и от по-неформалните занятия в лабораторията), но също така и основната тема на Единбургското обучение: философия. По този втори предмет, най-мощното влияние изглежда идвало от философа на „здравия разум“ Сър Уилям Хамилтън, професор по логика и метафизика (да не се бърка с ирландския математик Уилям Роуън Хамилтън, чието име се среща многократно в Хамилтоновата динамика). Във всеки случай, студентите в Единбург имали голяма свобода за прекарване на свободното си време и за своите частни занимания. От писмата му до Кампбел можем да съдим, че Максвел се възползвал и от двете възможности.

...И така аз ставам и поглеждам какъв е денят и какви полски работи трябва да се извършват; тогава хващам понито и докарвам с него водния варел ... След това извеждам кучетата и после оглеждам градината за плодове и семена и се занимавам с различни неща докато стане време за закуска; след това се захващам с Цицерон и се опитвам да разбера нещо. Ако успея, чета докато срещна затруднение; ако не, се захващам с Ксенофон или Херодот. След това се занимавам с props, главно за ротационни криви ... След props идва оптиката и преди всичко поляризираната светлина. Спомняш ли си посещението ни при г-н Никол? Разполагам с много неориентирано стъкло с различни форми ... [3].

Това трудолюбие и широтата на неговото образование представляват съществена част от величието на Максвел, особено що се отнася до неговото философско съвършенство. Максвел в никакъв случай не е бил тясно технически специализиран учен, каквито са много от съвременните учени. Нито пък бил повърхостен „енциклопедист“ продукт на днешното модерно образование на Либералните изкуства. Когато четял Ксенофон или Херодот, това ставало на техния оригинален език.

Максуел останал по-дълго в Единбург в сравнение с някои от своите съвременници, може би защото тези три години били необходими на баща му да се примири с желанието на Джеймс за научна вместо правна кариера. Но през 1850 г. Максвел напуснал Шотландия, за да се отправи към най-реномираната британска институция за научно образование, Университетът Кеймбридж.

4. Млад студент в Кеймбридж

Максуел започнал своята Кеймбриджска кариера в Питърхауз, най-стария колеж. Университетът Кеймбридж имал и все още има колежанска система на живот и обучение, при която съществува значителна независимост на отделните колежански формации (които датират от много столетия), докато изпитите и лекциите са централизирани за Университета като цяло. Въпреки значителната широта на обучението по класическа литература и свързаните с нея области, основната цел на амбициозните студенти била да станат „Рангър“ т.е. да получат максимална оценка в математическия трайпъс (серия от изпити). Забележително е доколко математиката била доминираща в тогавашната образователна система, но трябва да помним, че Нютън бил Лукасиански професор *по математика*, точно какъвто е Стивън Хоукинг днес. За Максуел математиката в Кеймбридж включвала също и цялата физика. Максуел скоро се преместил в Тринити колидж, поради конкурентни причини. Неговият съвременник Е.Г.Раут в Питърхауз бил добър колкото него по математика, и така Максуел си осигурявал подобра перспектива за стипендия от Колежа, след трайпъса, защото в Тринити нямало такава силна конкуренция.

Изглежда Максуел се решил на тази стъпка след доста колебания. По-рано той писал на баща си по друг повод:

Човек иска все повече. Той намира x и y неудовлетворителни, гръцкия и латинския несмилаеми, а заниманията отвратителни. Той умира от глад, докато се тъпче с храна. Той иска човешко месо вместо пудинга, който се дава в колежа. Истината единствено в Математиката ли е скрита? ... Трябва ли Природата както и Откровението да бъдат изучавани през канонични очила под тъмните фенери на Традицията и да бъдат предоставяни от учените на неуките, от втора ръка. [4]

Изглежда Максуел се оплаквал от високите изисквания за техническо майсторство, особено по математика, характерни за образованието в Кеймбридж. Но също така той се чувствал интелектуално ограничен от традицията, която го принуждавали да изучава. Говорейки за писаните канони, той изглежда приемал за даденост че Откровението (имайки предвид Божието откровение към човека) трябва да бъде изучавано с използване на Библията, но се съмнявал дали направляваното от традицията внимание (тъмни фенери) е правилният подход за изследване на природата. Тук ние виждаме у младия Максуел неговата вътрешна борба срещу съществуващото равновесие между дисциплината и обновлението. Той се стреми да прекрачи отвъд традиционните изследвания, за да може да изучава нови идеи. В същото време той не подценява стойността на традиционните изследвания. Той казва,

Също така съм убеден, че изучаването на x и y е за хората една съществена подготовка за изследване на материалната вселена... Че малко хора са в състояние да смелят тези предмети без помощта на правилата, страхопочитание към авторите и продължително въздържание спрямо незрелите реалности.

След това Максуел се хвърля в една хатична филоофска защита на академичното обучение в контекста на следната декларация:

Заедно с Уестминстърските теолози и техните предци *ad Infinitum* аз вярвам, че „основното предназначение на Човека е да прославя Бога и да го обича завинаги“.

Разбира се, това е основният принцип на Презвитерианското заявление на вярата.

Интелектуалното вникване на Максуел в Християнската вяра и в науката бързо нараствало по време на неговите години в Кеймбридж. Той се присъединил към „Апостолите“, едно изключително дискуссионно общество на интелектуалния елит, където чрез своите есета той се стараел да задълбочи своето разбиране.

След осемнайсет месеца образование в Кеймбридж, в едно свое писмо до Кампбел [4], Максуел ни дава възможност да надникнем в неговите възгледи за Християнството и за академичните изследвания:

„Сега моят голям план, който беше отдавна замислен,... е да не позволя нещо да бъде съзнателно оставено неизследвано. Нищо не бива да остане *свещена земя*, посветена на Стационарната Вяра, независимо дали е положителна или отрицателна. Всичката пустееща земя трябва да бъде разорана и да се следва една регулярна система на ротации. ... Никога не скривайте нещо, независимо дали е плевел или не, и дори не пожелавайте то да бъде прикрито. ... Аз отново утвърждавам правото на преминаване през всяко парче *Свещена земя*, която някой човек е отделил и оградил. ... Сега аз съм убеден, че никой друг, а само християнинът е в състояние да прочисти своята земя от тези свещени петна. ... Не казвам, че няма и християни, които са оградили подобни места. Много от тях са оградили по много места, а всеки поне няколко. Но съществуват обширни и важни пространства в територията на безбожника, пантеиста, успокоителя, формалиста, догматика, сенсуалиста и останалите, които открито и тържествено са обявени за табу. ...

Християнството, т.е. религията на библията, е единствената схема или форма на вяра, която се отрича от всякакво владение върху такива притежания. Само тук всичко е свободно. Можеш да долетиш до края на света и да не намериш никакъв Бог, освен Автора на Спасението. Можеш да претърсваш свещените книги, но няма да намериш такъв текст, който да се противопоставя на твоите търсения. ...

За Стария завет и Мойсеевия закон и Юдейството обикновено се смята, че са табу за православните. Скептиците претендират, че са ги чели и са открили там някои остроумни възражения ... които твърде много православни, без да са ги чели, при-



Фиг. 4. Като студент

знават и поради това закриват темата като неподходяща. Но идва светлината, за да прогони всички призраци и неоснователни страхове. Нека следваме светлината.“

Една от причините да включим толкова обширен (и все пак непълен) цитат тук е, че Толстой, един от съвременните биографи на Максвел, и очевидно човек без особени симпатии към религията, гротескно зле интерпретира това писмо, наричайки убеждението на Максвел, че само един християнин може да прочисти страната си от тези свещени петна, „една изява на вяра, която както изглежда ‘съзнателно ще бъде оставена неизследвана’! Религиозните убеждения на Максвел са били така дълбоко насадени, че той не е съзнавал тази непоследователност” [6]. Толстой явно приема, изхождайки от своята собствена материалистична позиция, че религиозните убеждения не могат да бъдат поддържани, след като вече са ‘изследвани’, и че следователно Максвел е непоследователен. Но такъв извод напълно противоречи на един директен прочит на твърденията на Максвел. Максвел вярва че Християнството е *вярно* и че то е всъщност единствената вярна „схема” и благодарение на този свой статус може да си позволи да се подложи на най-пълно изследване, дори и в своите най-чувствителни и неприкосновени кътчета, така както никоя друга верска система не би могла.

За степента, до която Максвел действително е „преорал” своята християнска вяра и я е подложил на интелектуална проверка, не може да се съди достатъчно пълно от неговите писания. Но има достатъчно свидетелства, особено от неговите години като млад студент, че той дълбоко е изучавал своята вяра. Несъмнено, неговото познаване на Библията било забележително, така че голямото му доверие в свещените книги не е било основано на неосведоменост.

През лятото на третата си година, Максвел прекарал известно време в Съфълк, в дома на свещеника С.Б.Тейлър, чичо на един негов състудент, Г.У.Х.Тейлър. Семейството впечатлило Максвел, самият той единствено дете, който по-късно казал, че тогава успял да зърне Бога, макар и в „едно добре уредено семейство”, в което „Имало много склонност към послушание, но недостатъчно прилежност и старание: много взаимна вяра и малко увереност в себе си” [7]. Докато бил там, той се разболял – по-късно болестта била отдадена на преумора – и в продължение на две седмици за него се грижели свещеникът и неговата жена. По-късно неговият състудент така разказвал за тази случка [8]:

Тогава разговорите с моя чичо изглежда произвеждаха много дълбоко впечатление върху неговия ум. Той винаги е бил редовен посетител на службите в Божия дом... Също така той много беше мислил и чел по религиозни въпроси. Но по онова време (както се вижда от неговия собствен разказ за случая) неговите религиозни възгледи са били много задълбочени и укрепени.

След завръщането си в Кеймбридж, Максвел пише до своя доскорошен домакин едно дълго и емоционално писмо, включващо следното признание [9]:

..Аз притежавам способността да бъда по-лош, отколкото всеки друг човек, и ...

ако се спася, то ще бъде само ако Божията милост ми помогне да се отърва от себе си, частично в науката, а повече в обществото, – но не напълно, освен ако не се посветя на Бога...

Това е едно изключително ортодоксално християнско потвърждение на необходимостта от Божията милост за спасение от грях, но забележете как Максвел назовава науката си като част от Божия план за своето спасение. Можем само да гадаем какви мисли са обсъждали той и свещеникът Тейлър през дните на неговото възстановяване.

Въпреки екстремния характер на това признание, Максвел бил по природа един много добър човек. Един съвременник разказва как, когато той самият не бил в състояние да чете поради преумора на очите, Максвел му помагал и „често ми отделяше по цял час от своето време за почивка, за да ми чете от книгите, които трябваше да изучавам” [10].

Максел бил силно повлиян от Фредерик Денисън Морис, бивш „Апостол” и основател на Християнското социалистическо движение. Морис станал известен през 1853 г., когато бил отстранен от своята позиция в Кралския Колеж в Лондон за ерес. (Във връзка с негови мнения по смисъла на думата вечен и дали религията трябва по необходимост да е очевидна както за неуките така и за учените.) Максвел не възприел изцяло теологичните позиции на Морис [11], но все пак е бил убеден в един от неговите ключови принципи, че дехуманизацията на работническата класа в едно индустриализиращо се общество би могла да бъде предотвратена с помощта на кооперативен подход, при който на работниците се помага да придобият по-голямо влияние посредством образование. Морис и неговите приятели основали Колежи за работници и Максвел, виждайки в това една жизненоважна християнска функция, преподавал в класовете за работници ежеседмично, поне до 1866 г.

И така, като един младеж със забележително обществено съзнание, Максвел положил своите последни изпити като втори отличник (second Wrangler), отстъпвайки първото място на своя приятел Раут, но споделяйки с него престижната награда Смит.

5. Тринити, Абърдийн, Лондон

Следващата 1855-а година му донесла стипендия за научна работа в Тринити, грижите които полагал за своя болен баща (Джон щял да умре през следващата година), и в самия й край публикацията, която поставила начало на Максвеловите изследвания върху електромагнетизма: „Върху Фарадеевите силови линии”. Тази статия, използвайки широки аналогии с хидродинамиката, помогнала да се утвърди Фарадеевия „полеви” подход към електричеството и показала как може да се изрази магнитната индукция в *диференциална*¹ форма (т.е. във форма, основана на локалните уравнения, без да се отчита взаимодействието от разстояние), която по-късно щяла да се окаже ключ към електромагнитните вълни и в действителност към цялата теория на полето.

Неговата работа в Тринити била кратка. На 30 Април 1856 г. Максвел научил от своя спонсор Форбс, че той бил назначен за Професор по Естествена философия в Маришал Колидж, Абърдийн.



Фигура 5: Максвел и неговата съпруга Катрин, 1869

Измежду най-важните събития за Максвел в Абърдийн, където неговите изследвания били насочени главно към пръстените на Сатурн, било запознанството и последващата женитба с Катрин Мери Дюар, дъщерята на неговия ръководител. За самата Катрин не се знае много и от въздържаността на Кампбел по-късните биографи на Максвел правят заключението, че тя не е била особено обичана от неговите приятели. Обаче отношението на Джеймс към Катрин ни дава възможност да научим нещо повече за неговия духовен живот. Кампбел ни предлага няколко откъса от писмо, писано по време на първите няколко месеца на техния годеж, в което, макар да се оплаква от липсата на писателски умения, Максвел пише проникновени тълкувания на пасажите от Галатяните, Ефесяните и Филипяните, които са нещо като миниатюрни проповеди [12]. Той се позовава на уроците, изнесени от него в Неделното училище по време на посещенията му при Люис Кампбел.

Очевидно общата християнска вяра на Катрин и Джеймс е била важна за връзката между тях още

от началото на съвместия им живот. Толстой, изхождайки от своите материалистични възгледи, не е способен да разбере, че такова духовно общуване би могло да бъде един естествен продукт на продължителната връзка между християнски съпруг и съпруга, но при Максвелови очевидно случаят бил именно такъв [13].

Друга страна на Максвеловия характер, която се разкрива в неговия брак, е нежността и състраданието, с които той се грижел за своята жена при нейните чести неразположения. Тя изглежда е била в известна степен хипохондрик, но Джеймс винаги е бил грижовен съпруг и често оставал по цяла нощ да бди до нея, дори и по време на своята собствена окончателна болест. Тя на свой ред се грижила за него по време на неговото опасно боледуване от дребна шарка, а по-късно вземала участие в неговите експерименти по цветно виждане и в измерванията на температурната зависимост на газовия вискозитет, очевидно изпълнявайки ролята на огняр за постигане на необходимите високи температури!

През 1860 г. двата колежа на Абърдийн били слети и, въпреки своето старшинство, Максвел останал без работа. Но това било за добро, защото той почти веднага бил назначен в катедрата на Кралския колеж в Лондон, където останал до 1865 г.

В своята встъпителна лекция, която новите професори изнасяли по традиция, Максвел разсъждава по различни философски аспекти на науката, например „дали фундаменталните истини във физиката трябва да се разглеждат като обикновени факти

установени експериментално, или като необходими истини, които умът трябва да приеме за вярни, веднага щом неговото внимание бъде насочено към тях.” [14] [Общо взето Максвел е на второто мнение, но както в много от своите философски трудове, той далеч не го казва достатъчно ясно.] Той също така споменава за една идея, която по-късно ще бъде развита от него по-подробно, „че всяка частица от сътворението е неизчерпаема в своето съвършенство”.

Спирайки се предварително на този момент, бихме могли да цитираме според версията на тази идея, публикувана в Nature [15] (и другаде) през 1873г., където въз основа на астрономически наблюдения на характеристични дължини на вълната, излъчени от атоми, той прави заключението,

Така ние се убеждаваме, че молекули от същия вид като тези на нашия водород съществуват и в такива отдалечени области, или поне са съществували, когато е била излъчена... светлината...



Фигура 6: Максвел в Кралския колеж в Лондон

Поради това всяка молекула, навсякъде във Вселената, носи отпечатана върху себе си метричната система, както го прави метърът в Архивите в Париж, или двойният кралски аршин от Храмовете в Карнак. Никой от природните процеси, още от времето, откакто е била създадена природата, не е създал дори минимална разлика в свойствата на която и да е молекула. Поради това ние не можем да отдадем нито съществуването на молекулите нито пълната идентичност на техните свойства на някоя от причините, които наричаме природни.

От друга страна, точната еднаквост на всяка молекула с всички други от същия вид ѝ придава, както добре го е казал Сър Джон Хершъл, по същество характера на производствен продукт, и изключва възможността тя да е била вечна или самопораждаща се.

Така, следвайки един чисто научен път, ние се приближаваме до точката, в която науката трябва да приключи...

Това е една немного позната обърната форма на аргумент по построение. Максвел казва, че молекулите са абсолютно идентични и това предполага, че са били *произведени* в съответствие с един интелигентен план. По-късно Максвел обяснил това по-подробно в едно писмо „Мисълта ми беше не толкова за тази еднаквост на резултата, което се

дължи на еднаквост в процеса на формирането, колкото еднаквостта, замислена и реализирана от същия разум и сила, за която еднаквост, точност, симетрия, съгласуваност и последователност на плана са... важни атрибути...” [16]. Това не е оригинална идея на Максвел и той цитира оригиналния източник на Хершъл от 1851 г., но е интересно да се отбележи, че Дарвиновият „Произход на видовете” бил публикуван през 1859 г., една година преди Максвеловото косвено позоваване на молекулното съвършенство. Ясно е, че на него му е било известно в каква степен модерният тогава сред либералните академични кръгове аргумент по построение, основан на съвършенството на биологичната адаптация, е бил разклатен от откритията, свидетелстващи за съществуването на еволюция. И макар Максвел да не е бил теологичен либерал, а е приемал възгледи на Бог в Исус Христос, той се насочва към едно различно съвършенство на творението, което както той подчертава, не може да бъде отдадено на еволюционната адаптация. Това е една интригуваща мисъл, макар Максвел да не е бил категорично прав, че атомите са неизменни, но неговият подход е по-скоро да прецени подредената еднаквост, а не особеностите и сложността на природата, като знаци на създателя. Извън това, скромните претенции на Максвел за идеята са според мен за един модел как един учен би могъл и би трябвало да обръща внимание на онези аспекти на своята наука, които се отнасят до въпроси извън неговата научна компетентност.

Обхватът на Максвеловото вникване в Християнството нараствал още повече по време на неговия престой в Лондон. Към своята първоначална подготовка по Презвитерианство, (в шотландската черква на бащината му традиция) и Англиканизма на своята майка и на Кеймбридж, той добавил придобитите познания от Баптистите. В писмо до Свещеник Ц.Б.Тейлър той критикува глупавите проповеди, които е слушал в Кеймбридж и продължава така [17],

На тази улица има един баптист, който познава Библията и проповядва колкото може по-точно по нея и прави всичко възможно текстовете от Библията да бъдат избрани от слушателите. Ние обикновено ходим при него, когато сме в Лондон, макар да смятаме, че вече сме покръстени.

Това признание на Максвел за желанието му да ходи там, където Евангелието се проповядва ясно, очевидно обкръжвало Кампбел, който разсъждава (неоснователно), че този навик бил отстъпка пред „простата презвитерианска” подготовка на г-жа Максвел. Това е едно малко вероятно обяснение. Тонът на Максвеловите забележки не оставя съмнение, че неговото неудобство при посещаване на църквата произлизало от доктринални различия, отнасящи се до валидността на детския Баптизъм. Че Максвел не е позволил това да го обезкуражи, е още една индикация, че в духовните въпроси той следвал преди всичко своята съвест.

6. Земевладелец в Гленлеър, Първи Кавендишки Професор

През 1865 г. Максвел „се оттеглил” от своята Лондонска позиция. Това бил един изключително продуктивен период, през който голяма част от експерименталната му

работа върху газовете била завършена и била публикувана книгата „Върху физичните силови линии” (в три части 1861-2, въвеждаща тока на отместване и предсказваща движението на електромагнитните вълни със скоростта на светлината) и получени неговите уравнения през 1865 г. Той обаче искал да довърши строежа на къщата в Гленлеър като свещен дълг към своя баща. Неговото независимо състояние му позволило да се оттегли от твърде тежкото бреме на преподаването и да посвети времето си на имението, на някои пътувания до континента, на една широка кореспонденция и на написване на шедьовъра *Трактат по електричество и магнетизъм* (1873).

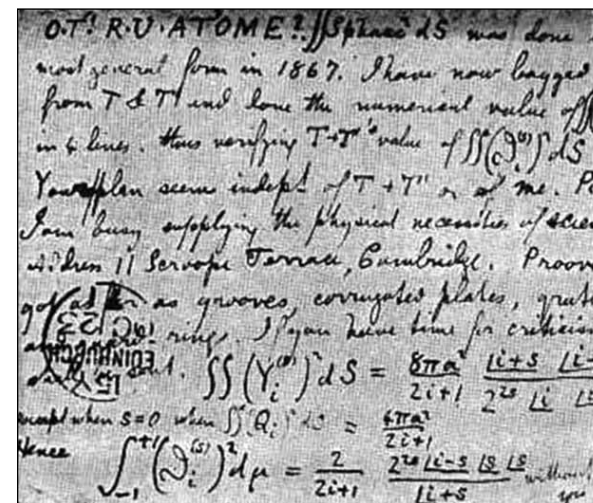
Къщата била завършена през 1867 г., но това било само едно от нещата необходими за да бъдеш истински „Земевладелец” на имението. Други аспекти, които старателно били провеждани както от Джеймс, така и от баща му преди него, били нощните четения на Библията за слугите и всеотдайното спонсориране на църквата в Корсок, близкото селище.

Кореспонденцията му била главно с Уилям Томсън (по-късно Лорд Келвин) и неговия училищен приятел Т.Г.Тейт. Томсън и Тейт публикували своя учебник *Трактат по естествена философия* през 1867г. и от този момент нататък се подписвали в своите писма като Т и Т. При едно забележително съвпадение по-късно, в една работа на Тейт, се появили инициалите на Максвел в уравнението $JCM = dp/dt$. От там нататък, в тайния вътрешен език на съкращенията в тяхната кореспонденция, често провеждана под формата на пощенски картички, Максвел станал dp/dt .

Друга шега в обращение, основана на съвпадението, че Архиепископите на Йорк и Кентърбъри по онова време също се наричали Томсън и Тейт, превърнала Т и Т



Фигура 7: Гленлеър, такъв какъвто го е оставил Максвел (1984)



Фигура 8: Пощенска картичка на тема математика, от Максвел до Тейт

в „Двойката Архиепископи“. Живачно-бързо остроумие било характерно за Максвеловата кореспонденция, показващо голямо въображение и сложно, почти поетично чувство за хумор.

Времето прекарано в Гленлеър дало възможност на Максвел да подреди и да публикува своите електродинамични теории във възможно най-разбираема форма. Тогава също така бил въведен неговия прочут „Демон“ [18]. Неговото оттегляне приключило когато Максвел бил убеден да поеме (през 1871 г.) новоучредената Кавендишка професура по експериментална физика в Кеймбридж, едва след като Томсън и Хелмхолц са я отказали.

Поне през първите няколко години работата била главно административна. Завещанието на Херцога на Девоншайр субсидирало сградата, но Максвел трябвало лично да се занимава със строителството. Вероятно натрупаният опит от Гленлеър му свършил идеална работа при изпълнението на тази задача. Базисно неговото съвместно отношение му осигурило голям успех, а неговите организационни способности в голяма степен компенсирали слабостите му като лектор. Може би той сметнал за свой дълг като заемач тази позиция да отдели голяма част от своето време, за да редактира научните статии на Хенри Кавендиш – важна задача както от научна, така и от историческа гледна точка.

Максвел се бил превърнал в публична фигура, макар и неговата наука да била все още твърде недооценена, така че не било изненада, че Епископът на Глостър и Бристъл се консултирал с него по отношение на своите идеи за науката и вярата [19]. Епископът се чудел дали създаването на слънцето след създаване на светлината в Битие 1 може да се оправдае, като последната се разглежда състояща се от „първични трептения“ [т.е. етерът]. На този доста наивен въпрос Максвел отговорил с учтивост и голяма мъдрост.

...в повечето коментари присъства твърдението, че фактът на създаването на светлината преди слънцето е в удивително съгласие с последните научни резултати.

Често съм се опитвал да установя датата на първоначалната поява на това твърдение, тъй като това би бил единственият начин да се разбере до какви „последни научни резултати“ се отнася то. Със сигурност то е по-старо от времето, когато идеите на вълновата теория са започнали да стават доминиращи...

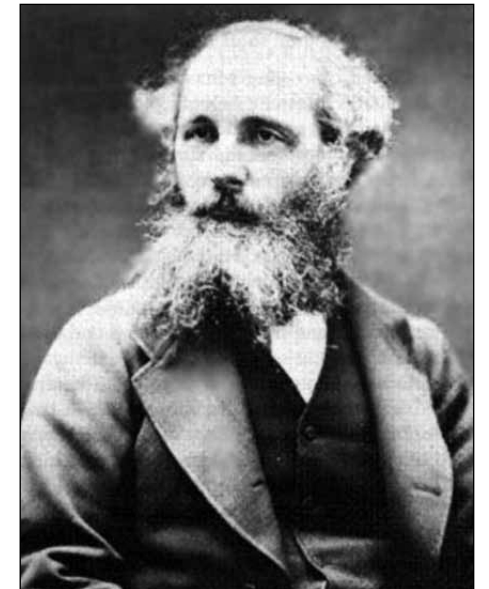
Ако е необходимо да се направи интерпретация на текста в съответствие с науката от 1876г. (която може и да не е в съгласие с тази от 1896г.), би било много съблазнително да се каже, че светлината на първия ден означава всеобхващащия етер... Но аз не бих могъл да предположа, че точно тази е била идеята, която първоначалният автор е искал да предаде на тези, към които се е обръщал.

Но аз много бих съжалявал, ако една интерпретация, основана на една изказана научна хипотеза, трябва да се привърже към текста в Битие ... Скоростта на смяна на научните хипотези е естествено много по-голяма от тази на Библейските интерпретации, така че ако дадена интерпретация е основана на такава хипотеза,

тя може да помогне на хипотезата да се задържи на повърхността дълго след като тя е трябвало да бъде погребана и забравена.

Същевременно аз мисля, че всеки отделен човек би трябвало да направи всичко възможно, за да насити своя ум с обхвата, порядъка и единството на вселената и да носи в себе си тези идеи, когато чете такива пасажки като първата глава на Колосияни, точно както и разширените схващания за обхвата и единството на света на живота може да са ни от полза когато четем Псалм viii, Heb ii 6, и т.н.

Така Максвел проникновено критикува погрешното използване на непълно научно знание за интерпретиране на светото писание, да оставим настрана опитите да се подкрепя вярата посредством мнима хармонизация с най-новите научни идеи. Той не се нуждае от научни „доказателства“ за Християнството. Вместо това той изразява тревога, че неподходящите опити да се свържат научните теории с религията могат да представляват пречка за развитието на науката. И, разглеждайки връзката между науката и вярата, той поставя ударението върху способността на науката да засилва нашето удивление от величието на творението. Несъмнено, една много по-трайна тема от етера, който отдавна вече е забравен!



Фигура 9: Максвел в по-късните си години

През шестата година като Кавендишки професор се появили първите симптоми на неговата дълга и болезнена борба с рака на стомаха. Той я водел без оплаквания, без прояви на раздразнителност и без замъгляване на вярата. Свещеникът, който го посещавал редовно през последните му седмици, бил удивен от яснотата и огромната мощ и обхват на неговата памет, но коментира по-специално следното, [20]

..болестта му изцяло извличаше на повърхността сърцето, душата и духа на този човек: неговата твърда и непоколебима вяра във възплъщението и всички резултати от него; в пълната самодостатъчност на изкуплението; в работата на Светия дух. Той беше проумял и преценил всички философски схеми и системи и ги беше намерил за напълно кухи и незадоволителни – „неработещи“ ги назоваваше той – и се беше обърнал с проста вяра към Евангелието на Спасителя.

С приближаване на смъртта Максвел казал на един колега от Кеймбридж [20]:

Мислех си за това колко внимателно са се отнасяли винаги към мен. Никога не съм бил третиран грубо през целия си живот. Единственото желание, което мога

да имам, е като Давид да служи на своето поколение по Божията воля и накрая да заспя.

И той заспа на 5 ноември 1879 г. и след възпоменателната служба в Кеймбридж бил погребан в църковния двор на Пейтрън, недалеч от своя любим Гленлеър. Но научната му работа се оказала много по-дълготрайна отколкото неговото собствено поколение, откроявайки го като първокласен гений – формиран и отгледан в мислите, живота и смъртта от Християнската вяра.

Библиография

От биографичните материали за живота на Максвел, най-важният източник е работата публикувана от неговия близък приятел Люис Кампбел и колегата му Уилям Гарнет, *Животът на Джеймс Кларк Максвел* Лондон 1882г., която беше преиздадена за последен път през 1969 г. от Джонсън Репринт Корпорация, Ню Йорк. Нейната втора част, посветена на Максвеловите научни приноси, е по-малко полезна, освен като пример за недостатъчното разбиране на работата му от неговите съвременници. Включена е също подборка от негови стихове. (Благодарение на усилията на Джеймс Раутио, съществува вече и електронна версия в мрежата на адрес <http://www.sonnetsoftware.com/bio/maxwell.asp>).

Мартин Голдман, *Демонът на етера, Историята на Джеймс Кларк Максвел* (1983) Издателство Пол Харис, Единбург, е най-новата подробна биография и също така най-научната. Тя включва важен допълнителен материал за Единбургската Академия и философията на Единбургския Университет от времето на Максвел и предлага едно отлично съвременно описание на Максвеловата наука.*

Иван Толстой, *Джеймс Кларк Максвел, Биография* (1981) Издателство на Чикагския Университет. Написана увлекателно и много четима, тя се опитва (прекалено) да се противопостави на тенденциите в Кампбел и Гарнет свързани с житията на светците. Съдържа полезна анотирана библиография.

Ц. У. Ф. Еверит, *Джеймс Кларк Максвел, Физик и естествен философ* 1975, Чарлс Скрибнър, Ню Йорк, отделя три четвърти от своя текст на изложение на Максвеловата наука, но съдържа и една по-рано непубликувана дискусия за връзката, която Джеймс имал със своята братовчедка Лизи (с удоволствие подхваната от Толстой като потенциален скандал).

Е.Гарбър, С.Г.Бръш и Ц.У.Ф.Еверит, (Ред.) *Максуел за молекулите и газовете* (1986) MIT прес, Кеймбридж, Масачузетс. Колекция на понякога труднодостъпни Максвелови трудове, по-специално за молекулите.

Пол Тиърман, Am. J. Phys. **54**, 312 (1986) *Джеймс Кларк Максвел и религията* е една статия, фокусирана специално върху Максвеловата религия, която обединява голяма част от материала в Кампбел и Гарнет, отнасящ се до тази тема.

През 2006 г. е 175та годишнина от Максвеловото рождение и по този случай е създаден уеб сайт <http://www.maxwellyear2006.org/>

* Откъси от тази книга бяха публикувани в „Светът на физиката“, том 26 (2003 г.), „Четиво с продължение“. Бел. ред.

Цитирания

- | | |
|---------------------|-------------------------------|
| [1] К.&Г., стр.27 | [12] К.&Г., стр.309 |
| [2] Голдман, стр.31 | [13] К.&Г., стр.338 |
| [3] К.&Г., стр.120 | [14] Гарбър, стр.74 |
| [4] К.&Г., стр.158 | [15] Nature, 8 (1873) 437-442 |
| [5] К.&Г., стр.178 | [16] Гарбър., стр.242 |
| [6] Толстой, стр.59 | [17] К.&Г., стр.345 |
| [7] К.&Г., стр.191 | [18] Голдман, стр.123 |
| [8] К.&Г., стр.173 | [19] К.&Г., стр.393 |
| [9] К.&Г., стр.189 | [20] К.&Г., стр.416 |
| [10] К.&Г., стр.163 | [21] К.&Г., стр.421 |
| [11] К.&Г., стр.218 | |

James Clerk Maxwell and the Christian Proposition, Ian Hutchinson
MIT IAP Seminar: The Faith of Great Scientists, Jan 1998, 2006
<http://silas.psfc.mit.edu/m>

Превод от английски: С. Рашев

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

ЗА ВРЪЗКАТА МЕЖДУ РЕЗУЛТАТИТЕ НА УЧЕНИЦИТЕ ПО ЧОВЕКЪТ И ПРИРОДАТА И МАТЕМАТИКА ОТ ВЪНШНОТО ОЦЕНЯВАНЕ ПРЕЗ 2011 Г.

Милен Замфиров

Увод

Настоящата статия представлява анализ на взаимовръзката между резултатите от външното оценяване на постиженията на учениците по Човекът и природата и математика в четвърти клас, проведено през месец май, 2011 г. с представителна извадка. Броят на учениците в извадката покрива максималните изискванията по показателя брой деца в паралелка (за предмета Човекът и природата) – 12 669. Едно дете в извадката представлява 5 (4,75) деца от генералната съвкупност. [1]

До момента статистически анализ беше извършван само върху постиженията на учениците по предмети. Сега за първи път се прави оценка на взаимовръзката между постиженията на учениците по два предмета – Човекът и природата и математика в 4. клас.

Предметите Човекът и природата и математика в 4. клас

Човекът и природата

Предметът Човекът и природата се изучава от 3. до 6. клас. Това е интегрален по своя характер учебен предмет от основната образователна степен, чрез който се изграждат основни представи за обектите и явленията в живата и в неживата природа, за човека и неговото здраве [5]. С него в четвърти клас завършва началният етап от изучаването на културно-образователната област “Природни науки и екология” и учениците се подготвят за изучаването в прогимназиалния етап на същия учебен предмет в 5. и 6. клас и на учебните предмети “Биология и здравно образование”, “Физика и астрономия”, “Химия и опазване на околната среда” в 7. и 8. клас. Тази подготовка има два аспекта [8]. Първият е свързан с усвояване на терминология и понятия от съответните научни области, както и с овладяване на методи за изследване и изучаване на природната среда [9]. Вторият е насочен към създаване на интереси и положително отношение у учениците към природата и науките, които я изучават [10]. Учебният предмет има интегрален характер, което се определя от факта, че учебното съдържание не разкрива основите само на една наука, а съчетава в себе си информация и методи на познание от различни природонаучни области [11]. Те са взаимно свързани и интегрирани помежду си, като продължава изграждането на единна картина на природата и мястото на човека в нея. Едновременно с това непрекъснато се обогатяват екологичната култура на учениците и позитивните междуличностни отношения, като се отчита тяхното етническо и религиозно многообразие [12].

Математика

Учебното съдържание по математика в 4. клас е организирано в четири ядра (“Числа”, “Равнинни фигури”, “Измерване”, “Моделиране”). [6]

Основен дял в учебното съдържание заемат аритметичните знания, които са разпределени в темите: числата над 1000; събиране и изваждане на числата над 1000; умножение и деление на числата над 1000 с едноцифрено число; умножение и деление на числата над 1000 с двуцифрено число. В единство с тях се усвояват и геометрични знания, като понятието окръжност се въвежда при числата над 1000; измерване на ъгли – при събиране и изваждане на числата над 1000, а намиране лице на правоъгълник – при умножение и деление на числата над 1000 с едноцифрено число [6].

Задълбочават се и разширяват знанията за мерките и действията с еднородни мерни единици. Изучават се и нови: за ъгъл – градус, за лице – квадратен милиметър, квадратен сантиметър, квадратен метър, квадратен километър и декар.

Външно оценяване

През годините, както по света, така и в България, непрекъснато са се търсили различни варианти на обективно оценяване на учебните резултати на учениците.

През учебната 2006/2007 г. се започва прилагането на Национална програма „Система за национално стандартизирано външно оценяване“. След тази дата ежегодно се провежда външно оценяване на учениците в България. [4]

Наличието на национална система за външно оценяване позволява да се съизмерват постиженията на учениците от един випуск в различните училища (изводи за качеството на преподаването в училището, както и за качеството на работата на отделния учител) и да се съпоставят резултатите на учениците от различни випуски (изводи за тенденциите в развитието на качеството на образованието в национален мащаб). [1]

Основна цел на провежданата в България Национална програма „Система за национално стандартизирано външно оценяване“ е задължителното оценяване на знанията и уменията на учениците в края на всеки образователен етап (IV, VII, XII клас) чрез национални стандартизирани изпити.

Последователно през учебните 2006-2007, 2007-2008, 2008-2009, 2009-2010, 2010-2011 г. е осъществено външно оценяване в края на IV, V, VI и VIII клас с интензивно изучаване на чужд език, с цел да се провери доколко степента на овладяване на отделните знания и умения от учениците отговаря на заложеното в държавните образователни изисквания.

Системата за национално стандартизирано външно оценяване гарантира постигането на следните резултати: [4]

а) обществото ще се информира за състоянието на образователната система и ще може да постави нови изисквания към нея;

б) държавата ще установява актуалното състояние на училищното образование, ще проследява тенденциите в неговото развитие; така контролът ще се превръща в коректив на провежданата образователна политика;

в) учителите ще получат възможност за самооценка и коректив на работата си въз основа на резултатите на учениците;

г) родителите ще имат реална представа за нивото на подготовка на своите деца;

д) учениците ще бъдат в условия на равнопоставеност при провеждането на стандартизирано обективно оценяване.

Подобно на много страни по света, външното оценяване в България, в това число и държавните зрелостни изпити, се провежда във формата на стандартизиран тест.

Основна цел на Националната програма за развитие на училищното образование и предучилищното възпитание и подготовка е осигуряването на равен достъп и на качествено образование за децата. Постигането ѝ е възможно чрез осигуряване на условия за развитие на системата на училищното образование. Едно от най-важните от тях е функционирането на модерна, ефективна и обективна система за контрол и оценка на качеството на постигнатите в образователния процес резултати. За да се подобри действащата, но недостатъчно ефективна система за вътрешно оценяване, трябва да се преодолеят традиционните и недостатъчно ефективни методи за проверка и оценка на знанията и на уменията, които предопределят наизустяване от страна на ученика и влиянието на субективните фактори при оценяването от учителя. [13,14,15]

Точност на измерването

Избрана бе точност на измерването, равна на тази използвана в международните образователни изследвания TIMSS, PIRLS и PISA, а именно 95% доверителен интервал за статистическа оценка на средна стойност, процент и коефициент на корелация, както следва: [7]

Средна стойност: $m \pm 0,1s$, където m е статистическата оценка на средната стойност и s е статистическата оценка на стандартното отклонение;

Процент: $p \pm 5\%$, където p е статистическата оценка на процента на ниво ученик;

Корелация: $r \pm 0,1$, където r е статистическата оценка на корелационния коефициент на ниво ученик.

За да се получи максимално ниска грешка на измерването бе използва много-стъпкова, стратифицирана, клъстърна извадка. *Много-стъпкова*, защото става с последователно избиране на училища и след това на паралелки в тези училища; *стратифицирана*, защото предлага възможност за разделяне на училищата (съответно учениците) на отделни групи в зависимост административно икономическите региони; *клъстърна*, защото се избират цели клъстери от ученици, в случая – паралелки.

Базовите данни за направената извадка са посочени в таблица № 1.

Таблица 1. Базови данни за направената извадка

Показатели	Математика	Човекът и природата
Училища	1886	1887
Паралелки	3381	3381
Ученици	61408	61718
ученици/паралелка	18,2	18,3
Вътрешно паралелкова корелация	0,36	0,40
брой въпроси в теста	20,00	20,00
Средна аритметична	14,97	16,85
Стандартно отклонение	3,93	3,56
Брой ученици равностоеен 400 случайно избрани ученика	2877	2876,8
Брой паралелки за точност 5% на 50% дял	346	347
брой деца според броя паралелки в извадката	6284,3	6334,3

Заради необходимостта от контролна група за проверка на факторни модели извадката беше удвоена. Броя на децата в извадката покрива максималните изискванията по показателя брой деца в паралелка (за предмета Човекът и природа) – 12 669. Едно дете в извадката представлява 5 (4,75) деца от генералната съвкупност.

Хипотези

1. За успешно усвояване на знанията и уменията по предмета Човекът и природата е необходим някакъв минимален праг от знания и умения по математика.

2. Поради това, че знанията и уменията в 4. клас са на базисно ниво (не са толкова абстрактни), очакваме, че максималният брой точки в теста по Човекът и природата може да бъде достигнат и от 3-те групи ученици.

3. Учениците с максимални резултати по Човекът и природата ще имат високи резултати (знания и умения) по математика.

4. Знаейки резултата по математика, можем да предскажем резултата по Човекът и природата по-точно, отколкото обратното.

Анализ на взаимовръзката между резултатите в теста по Математика и Човекът и природата.

Резултатите от теста по математика бяха групирани до 3 групи: „средно“, „под средно“ и „над средно“. Групата „под средното“ е с най-нисък брой точки и обхваща 33,3% от учениците с най-ниски резултати Групата със „средни“ резултати обхваща следващите 33% процента от резултатите (от 34 до 66% от разпределението). Групата

„над средното” обхваща учениците с най-висок брой точки. Тя също обхваща 33,3% от учениците (но тези в горната трета на разпределението).

В следващата таблица са посочени резултатите на тези три групи ученици в теста по Човекът и природата

Таблица 2. Резултати на три групи ученици в теста по Човекът и природата

Точки Човекът и природата	Математика (под средното)	Математика (средно)	Математика (над средното)
Средно аритм.	13,42	17,66	19,30
Медиана	14,00	18,00	20,00
Ст. Отклонение	3,914	2,486	1,185
Минимум	0	0	6
Максимум	20	20	20

Таблица 3. Разпределение на точките в теста Човекът и природата според резултатите в теста по Математика (3 групи)

ТОЧКИ Човекът и природата	Математика (под средното)	Математика – среден резултат	Математика (над средното)
0	0,2%	0,0%	0,0%
1	0,0%	0,0%	0,0%
2	0,1%	0,0%	0,0%
3	0,3%	0,0%	0,0%
4	0,7%	0,0%	0,0%
5	1,0%	0,1%	0,0%
6	1,9%	0,1%	0,0%
7	3,6%	0,2%	0,0%
8	4,8%	0,3%	0,0%
9	5,4%	0,5%	0,0%
10	6,7%	0,7%	0,1%
11	7,0%	1,2%	0,0%
12	7,9%	1,8%	0,2%
13	8,6%	2,7%	0,2%
14	8,6%	3,8%	0,4%
15	8,9%	5,4%	0,8%
16	9,1%	7,8%	1,7%
17	8,7%	11,1%	3,8%
18	7,5%	16,6%	9,2%
19	5,6%	22,2%	22,7%
20	3,6%	25,5%	61,0%
Total	100%	100%	100%

От таблиците (2. и 3.) се вижда, че групата с резултати „под средното” в теста по математика е решила вярно средно 13 задачи в теста по Човекът и природата. В групата със „средни резултати” – броят на вярно решените задачи е 18 и в групата с резултати „над средното” средния брой вярно решени задачи е равен на 19. В проценти това представлява 65%, 90% и 95%.

Стандартната грешка на измерването показва, с колко точки трябва да се различават два резултата от теста за да бъдат статистически значимо различни. В нашият случай (за теста по Човекът и природата) това са 1,44 точки или 7,20%. Разлика над 1,44 точки или 7,2% наблюдаваме между групата с резултати „под средното” в теста по математика и останалите 2 групи. Това потвърждава предварителната ни хипотеза, че за успешно усвояване на знанията и уменията в Човекът и природата е необходим някакъв минимален праг от знания и умения по математика.

Поради това че знанията и уменията в 4 клас са на базисно ниво (не са толкова абстрактни), очаквахме, че максималният брой точки в теста по Човекът и природата може да бъде достигнат и от 3-те групи ученици.

От следващата графика се вижда че максималният брой точки в теста по Човекът и природата е достигнат от:

4% от учениците групата с резултати под средно в теста по математика,
25% от учениците групата със средни резултати в теста по математика и
61% 4% от учениците групата с резултати над средно в теста по математика

Фиг. 1. Процентно разпределение на точките в теста по Човекът и природата на трите групи резултати в теста по математика

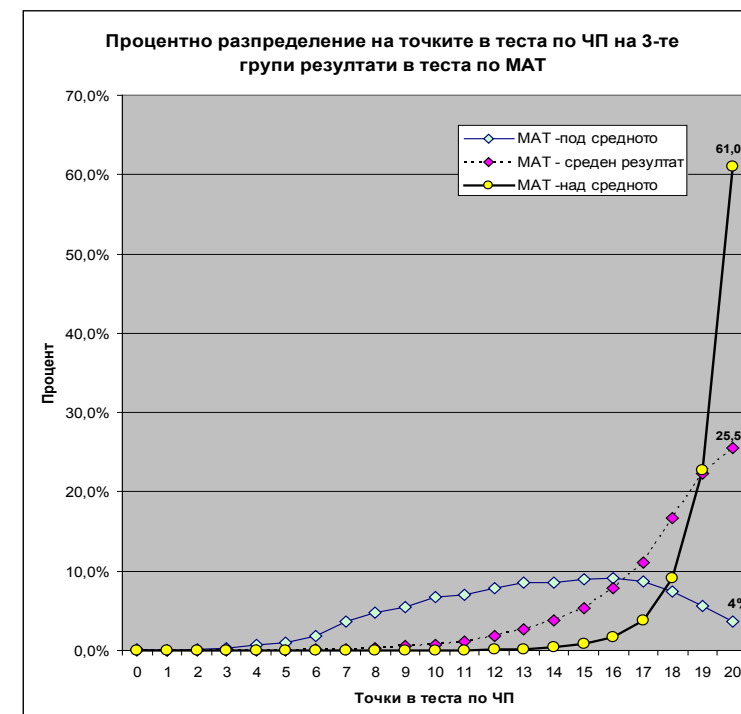


Таблица 4. Процент верни отговори на въпросите в теста
Човекът и природата според резултатите в теста по Математика (3 групи)

	Математика под средното	Математика среден резултат	Математика над средното
1. Какво ще се случи, ако поставим в чаша с вода кубче захар и кубче лед?	73,1%	89,7%	96,2%
2. В коя група има само неживи тела?	79,7%	95,8%	99,3%
3. Коя група включва само животни, живеещи в почвата?	71,2%	91,1%	97,3%
4. За какво служат хрилете на рибите?	60,1%	85,2%	95,4%
5. Игликата, синчецът и теменугата са представители на групата на:	66,1%	83,8%	94,7%
6. В коя група всички изброени животни са влечуги?	74,9%	91,4%	97,2%
7. Кои от небесните тела на схемата НЕ излъчват собствена светлина?	67,5%	92,5%	99,0%
8. Как се нарича жизненият процес, при който се създават нови организми?	70,8%	92,5%	98,7%
9. Каква енергия използва човек при бягане?	78,5%	94,7%	98,2%
10. Разгледай схемата. С коя стрелка е означен процесът на преминаване на водата от течно в газообразно състояние?	47,8%	76,1%	93,5%
11. Какво движение извършва моливът, който преминава последователно през точките от 1 до 7?	72,2%	86,3%	91,8%
12. Всяка сутрин Слънцето изгрява, а всяка вечер залязва. Коя е причината за това явление?	51,3%	77,3%	93,0%
13. Каква работа извършва посоченият със стрелка орган?	66,7%	91,5%	98,4%
14. В каква последователност протича процесът размножаване при човека?	57,5%	82,4%	94,3%
15. Как физическата активност и спортът влияят върху здравето на човека?	68,5%	88,7%	97,2%
16. Коя от изброените дейности на човека води до нарушаване на равновесието в природата?	52,1%	82,8%	96,3%
17. Как употребата на наркотици влияе върху човешкото здраве?	75,2 %	94,8 %	99,2 %
18. Кой е най-бързият начин да разделим железни стружки от пясък?	61,7 %	85,1%	95,7%
19. Какво се случва с коркова тапа, поставена в чаша с вода?	65,9%	88,5%	96,2%
20. Какво чуваш, когато говорят едновременно много деца?	81,1%	95,5%	98,7%

Минимум	47,8%	76,1%	91,8%
Максимум	81,1%	95,8%	99,3%
Средна	67,1%	88,3%	96,5%

Стандартната грешка на измерването показва, с колко точки трябва да се различават два резултата от теста за да бъдат статистически значимо различни. В нашият случай това са 1,44 точки или 7,20%.

Фиг. 2 Процент
решени задачи в теста
по Човекът и
природата за групите
с резултати под и над
средното в теста
по Математика



Разликата в процента ученици постигнали максимален резултата в теста по Човекът и природата за трите групи надхвърля поне 3 пъти стандартната грешка на измерването т.е. тя е статистически значима и потвърждава хипотезата ни, че учениците с максимални резултати по математика ще имат високи резултати (знания и умения) по Човекът и природата.

Във следващата таблица са посочени данните в теста по Човекът и природата за 3-те групи резултати в теста по математика по отделните задачи. В таблицата задачите са представени чрез наименованията на задачата според учебната държавните образователни изисквания.

Таблица 5. Данни в теста по Човекът и природата (ЧиП) за 3-те групи резултати в теста по математика по отделните задачи.

		Математика под средното	Математика среден резултат	Математика над средното
ЧиП 20	Човекът и неговото здраве	81,1%	95,5%	98,7%
ЧиП 02	Вещества, тела и организми	79,7%	95,8%	99,3%
ЧиП 09	Природни явления и процеси	78,5%	94,7%	98,2%
ЧиП 17	Човекът и неговото здраве	75,2%	94,8%	99,2%
ЧиП 06	Вещества, тела и организми	74,9%	91,4%	97,2%
ЧиП 01	Вещества, тела и организми	73,1%	89,7%	96,2%
ЧиП 11	Вещества, тела и организми	72,2%	86,3%	91,8%
ЧиП 03	Вещества, тела и организми	71,2%	91,1%	97,3%
ЧиП 08	Природни явления и процеси	70,8%	92,5%	98,7%
ЧиП 15	Човекът и неговото здраве	68,5%	88,7%	97,2%
ЧиП 07	Вещества, тела и организми	67,5%	92,5%	99,0%
ЧиП 13	Човекът и неговото здраве	66,7%	91,5%	98,4%
ЧиП 05	Вещества, тела и организми	66,1%	83,8%	94,7%
ЧиП 19	Вещества, тела и организми	65,9%	88,5%	96,2%
ЧиП 18	Вещества, тела и организми	61,7%	85,1%	95,7%
ЧиП 04	Вещества, тела и организми	60,1%	85,2%	95,4%
ЧиП 14	Човекът и неговото здраве	57,5%	82,4%	94,3%
ЧиП 16	Човекът и неговото здраве	52,1%	82,8%	96,3%
ЧиП 12	Вещества, тела и организми	51,3%	77,3%	93,0%
ЧиП 10	Природни явления и процеси	47,8%	76,1%	93,5%

Въпроси № 18, 4, 14, 16, 12 и 10 са „извън” профила на 13, 34 въпроса решени от групата с резултати в теста по Математика под средното.

Въпроси № 12 и 10 са „извън” профила на 17, 66 въпроса решени от групата със средни резултати в теста по Математика.

Групата ученици с резултати под средното в теста по математика е решила вярно:

- 8 от 11-те (72,7%) задачи от ядро Вещества, тела и организми,
- 2 от 3-те (66,7%) задачи от ядро Природни явления и процеси
- 4 от 6-те (66,7%) задачи от ядро Човекът и неговото здраве

Разликата между процента вярно решени задачи по отделните ядра е по-малка от 7,2% и не е статистически значима.

Тълкуваме този резултат като потвърждение на хипотезата за минимален праг на знания по математика, който е необходим за обучението на учениците по Човекът и природата.

Големината на този праг е по-малка от избрания от нас интервал за оценка на знанията от 33,33% и по тази причина не се наблюдава статистически значима разлика в степента на усвояване на ядрата по Човекът и природата (Изискванията по ДООИ за специфични знания по математика осигуряват добра база за останалите предмети).

Корелации между резултатите по човекът и природата и математика

Взаимовръзките между резултатите в тестовите Човекът и природата и Математика бяха проверени чрез корелационните коефициенти, изчислени на базата на комбинираната таблица на 3 те групи резултати: „Под средно”, „среден резултат” и „над средното” за съответните тестове. Избрахме този вариант защото той позволява проверка на хипотезата за асиметричност на взаимовръзката чрез коефициента на Somers (SPSS, Descriptive statistics, Crosstabs). Нашата предварителна хипотеза (№ 4) е, че знаейки резултата по математика може да предскажем резултата по Човекът и природата по-точно отколкото обратното.

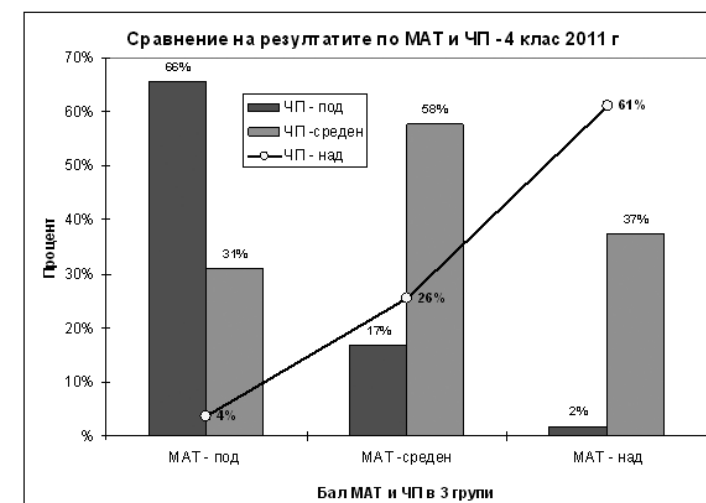
Таблица 6. Бал Човекът и природата – 3 групи *

Бал Математика – 3 групи Crosstabulation. % спрямо Бал МАТ – 3 групи

		Бал Математика – 3 групи			Total
		под средното	среден	над средното	
Бал ЧиП – 3 групи	под средното	66%	17%	2%	26%
	среден	31%	58%	37%	46%
	над средното	4%	26%	61%	28%
Total		100%	100%	100%	100%

От таблицата се вижда че в резултатите на двете крайни групи (под средното и над средното) имаме не повече от 5 % несъответствие:

- В групата с резултати по математика „под средното” само 4% от учениците са постигнали резултат по Човекът и природата „над средното”
- В групата с резултати по математика „над средното” само 2% от учениците са постигнали резултат по Човекът и природата „под средното”



Фиг. 3. Сравнение на резултатите по математика и Човекът и природата

Формалното потвърждение на наличието на статистически значима взаимовръзка между резултатите в тестовите по математика и Човекът и природата е посочено в следващата таблица.

Взаимовръзка между резултатите в теста по Човекът и природата и математика (хи-квадрат тест)

Хи-квадрат методът е пригоден за изследване на връзки от корелационен тип. Чрез методът се търси отговор на въпроса, доколко предполагаема зависимост (или някакъв друг тип връзка) съществува обективно, неслучайно и се проявява като такава сред изследвана съвкупност от единици [2]. Използването на метода предполага предварително едновременно групиране на единиците по значенията на онези признаци, чрез които са индикирани изследваните явления, т.е. да разполагаме с двумерни, тримерни или многомерни емпирични честотни разпределения под формата на таблици. Методът е конструиран така, че се основава на сравнението на две разпределения. Едното – емпирично, такова, каквото се наблюдава в действителността, а другото – теоретично, каквото бихме имали, ако между изследваните явления не съществува обективна връзка. От съпоставянето на тези две разпределения се изгражда критерий, въз основа на който се проверява наличието (респ. отсъствието) на изследваната предполагаема връзка.

Методът показва само дали съществува дадена предполагаема връзка, но не може да даде отговор на въпроса какъв е нейният характер – дали тя е от причинно-следствен или има друг характер. [2]

Резултатите от Хи-квадрат теста, посочени в следващата таблица показват наличието на статистически значима взаимовръзка между резултатите в теста по Човекът и природата и математика

Таблица 7. Хи квадрат теста Chi-Square Tests

	Стойност	Степени на свобода	Ниво на значимост
Pearson Chi-Square	23796,384 ^a	4	,0001

Проверката със симетричните коефициенти на корелация Кендал Тау-б и Тау –с показват наличието на средна по сила взаимовръзка между резултатите в тестовите по Човекът и природата и математика.

Таблица 8. Симетрични коефициенти на корелация

Порядкови скали	Kendall's tau-b	,53	,003	177,072	,000
	Kendall's tau-c	,50	,003	177,072	,000

Асиметричният коефициент на корелация за порядкови скали на Сомерс показва също наличие на средна по сила взаимовръзка.

Таблица 9. Асиметричният коефициент на корелация за порядкови скали на Сомерс

			Value	Стандартна грешка	Ниво на значимост
Порядкови скали	Somers' d	Симетричен	,518	,002	,000
		ЧП зависима променлива	,621	,003	,000
		Математика зависима променлива	,444	,002	,000

Коефициентът при зависима променлива резултата от теста по Човекът и природата и независима резултата от теста по математика е статистически значимо по-висок от този при зависима променлива математика и независима – Човекът и природата (0,62 и 0,44)... Точността на прогнозата на резултатите е по-висока за предсказването на резултата по Човекът и природата според данните от математика отколкото обратното.

Таблица 10. Комбинирана таблица на на 3-те резултати в тестовите по ЧП и МАТ % спрямо Бал ЧП – 3 групи

		Бал Математика – 3 групи			Total
		под средното	среден	над средното	
Бал ЧП – 3 групи	под средното	65%	34%	1%	100%
	среден	17%	66%	17%	100%
	над средното	3%	49%	48%	100%
Total		26%	53%	22%	100%

65% от учениците с резултат под средното по Човекът и природата имат резултат под средното и по Математика.

66% от учениците със среден резултат по Човекът и природата имат среден резултат и по Математика.

48% от учениците с резултат над средното по Човекът и природата имат резултат над средното и по Математика.

При база Математика верните отговори за същата група бяха 61. разликата е статистически значима.

Знанията и уменията стоящи зад 9-те въпроса от теста по математика позволяват по-добро разграничаване между ниските и високите постижения, отколкото средните.

Дискриминантен анализ

Целта на дискриминантния анализ е да „познае“ как се разпределят единиците от съвкупността в групи, формирани по значенията на някакъв качествен признак. Това „познаване“ става чрез използване на връзката между качествения признак и на-

бор от количествени признаци. След като методът предвиди в коя група попада всяка единица от извадката, може да се провери дали предвиждането е правилно и по този начин да се установи колко добре работи моделът на връзката. Ако моделът достатъчно добре „познава“ разпределението на единиците от извадката, той може да се използва за класифициране на единици, които не принадлежат към конкретната извадка. [3]

В нашето изследване допълнително беше определено кои от въпросите в теста по Математика дават най-висока прогностична „сила“ за резултата в теста по Човекът и природата (кои знания и умения измервани с теста по математика предпоставят овладяването на ядрата застъпени в теста по Човекът и природата на средно и над средното ниво)

1. Определени бяха 8 задачи от теста по Математика (№ 1, 4, 5, 10, 12, 13, 14, 16 и 18), с които може да се предскаже вярно резултатът от теста по Човекът и природата с 52 % точност. Те представляват ядрото на знанията и уменията (цялостни или частични), които учениците са използвали за успешното справяне с теста по Човекът и природата.

Таблица 11. Задачи от теста по Математика с които може да се предскаже вярно резултатът от теста по Човекът и природата с 52 % точност.

1	ЧИСЛА – четене, записване, сравняване	Познава числата над хиляда и може да ги записва; знае връзката между редовете в записа на числата в десетична позиционна бройна система.	Знание
4	ЧИСЛА – действия	Умее да изважда естествени числа над хиляда.	Разбиране
5	ЧИСЛА – действия	Умножава числата над 100 с едноцифрено число.	Разбиране
10	ЧИСЛА – числени изрази, дроби, неизвестна	Знае възприетия ред на действията.	Разбиране
12	ЧИСЛА – числени изрази, дроби, неизвестна	Умее да дели числата над 100 с едноцифрено число (третинка)	Разбиране
13	Измерване	Умее да прилага знанията си за действия с числа при пресмятане с еднородни мерни единици.	Знание
14	Равнинни фигури	Познава геометричните фигури (ъгъл) и елементите им.	Знание
16	Измерване	Умее да прилага знанията си за действия с числа при пресмятане с еднородни мерни единици.	Разбиране
18	Моделиране	Умее да моделира с числови изрази конкретни ситуации и да интерпретира съдържателно получени резултати.	Разбиране

Изводи

Със знанията и уменията, които стоят зад задачите по математика може коректно са предскажем:

1. 58% от резултатите в групата „под средното“ в теста по Човекът и природата;
2. 44% от средните резултати и
3. 58% от резултатите в групата „над средното“ в теста по Човекът и природата.
4. 66% от учениците с резултат под средното по Математика имат резултат под средното и по Човекът и природата
5. 58% от учениците със среден резултат по Математика имат среден резултат и по Човекът и природата.
6. 61% от учениците с резултат над средното по Математика имат резултат над средното и по Човекът и природата.

Заклучение

Провеждането на систематични анализи на взаимовръзките по различни предмети в различните класове (4., 7., 12. клас) би позволило далеч по-ефективното прилагане и анализиране на резултатите от външното оценяване. Това е така, понеже подобно анализиране на резултати от външното оценяване като систематична и регулярна методологична система, би осигурило на учениците по-справедлива и обективна оценка на постигнатите от тях резултати в процеса на обучението им в българското средно образование. От друга страна, подобен подход на анализиране на взаимовръзки между два предмета би дало на образователната администрация на всички равнища достоверна информация за съответствието между реалните знания и умения на българските ученици и определените в Държавните образователни изисквания за учебно съдържание, знания и умения, които те трябва да са придобили след завършване на определена образователна степен.

Благодарности. Авторът изразява своята голяма благодарност на г-жа Н. Кристианова, директор на Центъра за контрол и оценка на качеството на училищното образование, за оказаното съдействие.

Литература

- [1] Замфиров, М. Резултати от външното оценяване по Човекът и природата в четвърти клас за 2011 г. сп. Списание „Биология, Екология, Биотехнология“, 2011, 6
- [2] Калинов, Кр. Статистически методи в поведенческите и социалните науки. НБУ, 2001
- [3] Клаус, Г. и Х. Ебнер. Основи на статистиката за психолози, социолози и педагози. София, 1971 г.
- [4] Национална програма „Система за национално стандартизирано външно оценяване“ (свалено от http://www.mon.bg/opencms/export/sites/mon/left_menu/projects/national_programs/2011pr5_vanshno-otseniavane.pdf)

- [5] Учебна програма по Човекът и природата за IV клас (свалено от http://www.mon.bg/opencms/export/sites/mon/top_menu/general/educational_programs/4klas/priroda_4kl.pdf)
- [6] Учебна програма по математика за IV клас (свалено от http://www.mon.bg/opencms/export/sites/mon/top_menu/general/educational_programs/4klas/matematika_4kl.pdf)
- [7] Харалампиев, К. SPSS за напреднали. Унив. изд. „Св. Климент Охридски“, 2007
- [8] Цанова Н. Стандарти за учебно съдържание и аспекти на детерминиращата им функция в процеса на обучение по биология. Сп. Биология, екология и биотехнология, 2000, 3-4.
- [9] Цанова Н. Учебните програми по “Човекът и природата” (3. и 4. клас) – проблеми с продължение. Сп. Начално образование 2006, кн. 6
- [10]. Цанова Н. и колектив, “Човекът и природата” – учебник за трети клас, С., Просвета, 2004
- [11] Цанова Н. и колектив, Човекът и природата – учебник за 5. клас. С., Педагог 6, 2006.
- [12] Цанова Н. и колектив, Човекът и природата – учебник за 6. С., Педагог 6, 2007.
- [13]. Saeva, Sv. Direct Target Groups and their Situation in Europe All Inclusive Handbook (Disability and Migration), 2009
- [14]. Saeva, Sv. The education of deaf and hard-of-hearing children at special and mainstream schools in Bulgaria. Bildungschancen hörgeschädigter Schülerinnen und Schüler. Beiträge zur Bildungsdebatte. Wildemann, A. (Hrsg.), Germany, 2010
- [15]. Saeva, Sv. Casework, case management and English language for people with hearing loss. In: Case Work and Social Control in the 20th Century. Phoenix, 2010

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

БАНКОВА СМЕТКА НА СФБ
BG82CREX92601013508300
BIC: CREXBGSF
ТОКУДА БАНК АД

РАЗПРОСТРАНЕНИЕ И РАЗВИТИЕ НА ФИЗИКО-МАТЕМАТИЧЕСКИТЕ ЗНАНИЯ НА БАЛКАНИТЕ

Ганка Камишева

През 2011 година се навършиха 100 години от откриването на свръхпроводимостта, 115 години от рождението на патрона на Института по физика на твърдото тяло академик Георги Наджаков и кръгли годишнини на много видни физици. С решение на Научния съвет (протокол № 43 от 9 декември 2010 година) Институтът по физика на твърдото тяло при Българската академия на науките стана инициатор, организатор и домакин на симпозиума “Разпространение и развитие на физико-математическите знания на Балканите”, който се провежда за трети път в България [1-3]. Физическите и математическите науки имат обща история, която започва през 1889 година във Физико-математическия факултет на Софийския университет. Идеята на настоящия симпозиум беше не само да разграничи историята на физическите и математическите науки, но и да потърси общите и специфичните особености в разпространението и развитието им в отделните Балкански страни.

Съорганизатори на симпозиума станаха Институтът за Ядрени изследвания и ядрена енергетика, Институтът за Балканистика с център по Тракология при БАН и трите съюза на учените, на математиците и на физиците в България. В програмния комитет се включиха професор Георге Влахакис от Гръцкия отворен университет, акад. дмн Петър Попиванов, чл. кор. дмн Дамян Дамянов председател на Съюза на учените в България, чл. кор. дфн Лозан Спасов, професор дфн Никола Балабанов и доцент д-р Александър Костов. Благодарение на уелото ръководство на академик дфн Александър Г. Петров и съвременните форми за комуникация, както програмният, така и организационният комитети можаха да подготвят успешно провеждането на симпозиума. В работата на организационния комитет участваха: професор дфн Николай Тончев, доцент д-р Пламен Матеев, доцент д-р Милчо Цветков, Пенка Лазарова и гл. асист. д-р Милен Замфиров. За втори секретар беше определена гл. асист. Радостина Камбурова.

На поканата ни се отзоваха историци на науката, работещи в Гърция, Македония и Германия. В работата на симпозиума взеха участие 21 автори, които изнесоха 26 доклада.

Специален гост на симпозиума беше д-р Петер Мария Шустер [4], председател на групата по история на физиката към Европейското физическо дружество. Д-р Петер М. Шустер е роден във Виена. Учи история, японски, математика и физика във Виенския университет и се дипломира като доктор по физика през 1967 година. Специализира литература (1968), след което работи като индустриален мениджър, физик и търговски директор на Карл Цайс в град Оберхофен, Германия. По-късно основава и ръководи

търговско промишлено предприятие за оптика и лазерна техника във Виена (1976). Разболява се (1987) и след успешно лечение напуска компанията и се посвещава на литературата. Пише есета, поеми и новели. Открива къщата, в която е починал Кристиан Доплер (30.11.1803 – 17.03.1853) на улица *Riva degli Schiavoni № 4133* и гроба му на остров Сан Микеле във Венеция. На Доплер, живота, работата, принципът и светът след това д-р П. М. Шустер посвещава показаната по-горе монография [6]. Получил е златен медал от губернатора на Залцбург, Австрия на 16 ноември 2004 година и австрийската награда за литература (2006 – 2007). Избран е за член на научния съвет на фондация Кристиан Доплер в Залцбург (1999). От 2005 до 2007 година е президент на групата по история на физиката към Австрийското физическо дружество, а от 2007 година до сега е президент на групата по история на физиката към Европейското физическо дружество. Той е президент на дружество Виктор Франц Хес (от 2007 година), директор на Европейския център по история на физиката “Ехофизика” (от 2010 година) и на центъра за изследвания наследството на Виктор Франц Хес, които се помещават в замъка Пьолау близо до Хартберг в провинция Стирия – Австрия [7]. Д-р Шустер има шест деца: двама сина и дъщеря от първия си брак (родени през 1962, 1965 и 1966 година) и трима сина (родени през 1987, 1989 и 1992 година) от втория си брак с д-р Лили Уилмес, която е преводачка на монографията му за Доплер [6]. Д-р Петер М. Шустер поздрави домакините и гостите на симпозиума и разказа за работата на групата по история на физиката към Европейското физическо дружество, за изложбите, които европейският център по история на физиката “Ехофизика” организира и за предстоящите събития през 2012 година.

Д-р Петер М. Шустер беше председател на първата сесия на английски език. В нея професор Георге Влахакис и д-р Цвета Софрониева (от Макс Планк института за история на науката) показаха Петър Берон (1798 – 1871) като типичен за 19-ти век наднационален Балкански учен. Професор Виктор Урумов и доцент д-р Александър Гюрчиновски от Университета в Скопие, Македония анализираха присъствието на Балканските страни в модерните бази данни. Доцент д-р Мария Тердимоу разгледа навлизането на европейската математика в гръцкия интелектуален свят през 18 век.

Програмата на симпозиума включваше две сесии на английски език и четири сесии на български език. За пръв път по идея на академик Чавдар Палев беше поканен да изнесе пленарен доклад академик д-р Иван Тодоров, който разказа увлекателно за един забравен създател на квантовата механика Паскуал Йордан. Тематично сесиите бяха посветени на: а) историята на физиката и математиката през 16-19 век; б) 100 години свръхпроводимост; в) мемориална сесия за акад. Георги Наджаков; г) биографична сесия; и д) по конкретни научни въпроси.

Председател на сесията, посветена на 100 годишнината от откриването на свръхпроводимостта беше професор д-р Савчо Тинчев. От петте участника в тази сесия най-вдъхновено и силно бе въздействието от доклада на професор д-р Тодор Мишов, когото бяха дошли да слушат много студенти. За кратко зала 300 се препълни със слушатели. Интересен преглед на изследванията върху високотемпературните

свръхпроводници представиха професор Янко Димитриев за Химико-технологичния и металургичен университет в София и доцент д-р Тимур Нургалиев за лаборатория “Свръхпроводимост и криоелектроника” в Института по електроника при БАН. От Института домакин доцент д-р Васил Ловчинов представи историята на физиката на ниските температури, а доцент д-р Елена Назрова аргументира своя поглед върху историята на свръхпроводимостта в България.

Доцент д-р Надежда Нанчева от Русенския университет разгледа страници от обучението по физика в град Русе. Доцент д-р Пламен Матеев и доцент д-р Маруся Славчова-Божкова от Факултета по математика и информатика на Софийския университет бяха проучили историята на Математическия институт при Софийския университет.

Професор Никола Балабанов от Пловдивския университет представи единната теория на хърватския учен Руджер Бошкович по случай 300 годишнината от рождението му. Александър Карастоянов се обърна с лице към проблемите на века по случай 100 годишнината от рождението на академик Асен Дацев. За постиженията на професор д-р Разум Андрейчин разказа Лиляна Юркова. Емоционални спомени и оценки за академик Христо Янков Христов поднесе доцент д-р Недялка Стоилова от Института за ядрени изследвания и ядрена енергетика при Българската академия на науките. Малко известният създател на обучението по оптика и на оптичното приборостроене в България Петко Попов беше предмет на доклада на Александър Банков. Доцент д-р Екатерина Радева от Института по физика на твърдото тяло – БАН показва приложенията на синтезирани в плазма органосилициеви полимери в електролуминесцентни дисплейни структури.

В мемориалната сесия, посветена на академик Георги Наджаков, спомени за него разказаха доцент Крум Коленцов (асоцииран член на ИФТТ), доцент д-р Стефан Балабанов и Искрен Азманов. Наследниците на академик Георги Наджаков – дъщеря му доцент д-р Елка Наджакова и съпругът ѝ Никола Николов – подариха електронния вариант на създадения приживе документален филм за Георги Наджаков. Симпозиумът започна с прожектирането на филма и поднасяне на цветя пред бюст-паметника на академик Георги Наджаков.

Специални благодарности организаторите дължат на Института за ядрени изследвания и ядрена енергетика, който осигури озвучаването на залата и с това допринесе много за комфорта на участниците.

Съпътстващо мероприятие на симпозиума беше изложбата. Тя имаше за цел да покаже продуктите, които частни фирми създават с помощта на модерните физически технологии. В изложбата беше представена от ИСМА ООД нова разработка на “Коронарна стенд система” за лечение на сърдечно съдови заболявания [8].

Литература

[1] Н. Балабанов, Симпозиум “Развитие и разпространение на физическите знания в България”, Светът на физиката, **28** (3) 334-337 (2005)

[2] Развитие и разпространение на физическите знания в България, научен симпозиум, (Пловдив, 10 май 2005)

[3] Разпространение и развитие на физико-математическите знания в България, ред. А. Г. Петров, Г. Камишева, (ИФТТ, София, 2007)

[4] Dr. Peter Maria Schuster-8155, филм, http://youtu.be/lc_aBNb-Zhk

[5] Peter M. Schuster, <http://www.petermschuster.at>

[6] P. Schuster, *Moving the Stars Christian Doppler; His Life, His Works and Principle and the World After*; Translated by Lily Wilmes (Living Edition, Pöllauberg, 2005)

[7] Г. Камишева, Симпозиумът “Корените на физиката в Европа”, Светът на физиката (4), 435 – 440 (2010)

[8] <http://www.issp.bas.bg/museum/hps/hps3/hps03-page1.html>

АБОНАМЕНТ И РАЗПРОСТРАНЕНИЕ

На свое заседание УС на СФБ реши цената на списание „Светът на физиката” да е 4.00 лв. на книжка, съответно годишен абонамент – 16 лв., за пенсионери и студенти – 8.00 лв.

Ако желаете да се абонирате – пишете на worldofphysics@abv.bg

Броеве от списанието можете да намерите на следните места:

София

- Книжарницата на БАН: София 1000, ул. “15 ноември” № 1, тел. (02) 987 97 86
- Книжарницата на Математически факултет на СУ “Св. Климент Охридски”: София 1164, бул. “Джеймс Баучър” 5
- Съюз на Физиките в България, Физически факултет, СУ “Св. Климент Охридски”: София 1164, бул. “Джеймс Баучър” 5, Невенка Веселинова, GSM: 0885 812 473, e-mail: sofiiski_klon@abv.bg или Снежана Йорданова, тел. +359 2 62 76 60, e-mail: upb@phys.uni-sofia.bg

Благоевград

ЮЗУ „Неофит Рилски”, ул. „Иван Михайлов” № 66

Варна

Народна Астрономическа Обсерватория и Планетариум „Николай Коперник”, Приморски парк 4

РАДЕТЕЛЯТ НА ПРИЛОЖНАТА И ИНЖЕНЕРНА ФИЗИКА ПЕТЪР СТЕФАНОВ НАВЪРШИ 70 ГОДИНИ

Крум Коленцов

Петър Стефанов Стефанов е виден представител на приложната и инженерна физика в нашата страна, един от малцината бизнесмени, които прилагат ценни и забележителни високотехнологични разработки и постижения в производствената дейност на фирмата.

Петър Стефанов е роден на 4 март 1941 година в село Бошуля, Пазаджишка област. Потомък е на патриота Петър Бонев Тошев, възрожденски учител в Перушица и Пазарджик, участник в Белградската легия на Георги С. Раковски и ръководител на революционния комитет в Перушица, убит по време на Априлското въстание.

Петър Стефанов учи от 1 до 11 клас в 23 средно смесено училище “Антим I” в София, където учител по физика е известният преподавател и писател Георги Томалевски, съавтор на книга и учебник по астрономия. След казармата записва физика в Софийския университет, който завършва през 1967 г. със специалност “Микровълнова радиофизика и електроника”.

През 1970 година Петър Стефанов започва работа като технолог в Централния институт за елементи, директор на който е Йордан Касабов. По късно става ръководител на група по монтаж на електронни схеми, която започва разработка на специални електронни покрития и течнокристални дисплеи. Вече като началник на бюро в Института по микроелектроника той ръководи разработката и производството на 28 тънкослойни и пластмасови корпуси за монтаж на интегрални схеми. Петър Стефанов е автор и съавтор на статии, публикувани в наши и чуждестранни списания, както и в Сборници на научни прояви, на две изобретения – едното от които е за плазмен метод и устройство за получаване на наноматериали (2010) и на над 50 разработки, последната от които е в областта на медицинската физика (2010), внедрени в производството със забележителен ефект. Петър Стефанов е управител и едноличен собственик на капитала на “ИСМА” ЕООД. За своята творческа и организационна дейност Петър Стефанов е носител на редица награди на Министерство на машиностроенето и други организации.

За неговата дългогодишна и широкообемна приложна, инженерна и организационна дейност много подхожда мисълта на философа-стоик и римски император Марк Аврелий “Всеки има такава стойност, каквато е стойността на нещата, които го интересуват”!

„ВЪРХУ РАМЕНЕТЕ НА ГИГАНТИ. ВЕЛИКИТЕ ПОСТИЖЕНИЯ НА ФИЗИКАТА И АСТРОНОМИЯТА”

Л. Гурова



През 2010 г. на книжния пазар у нас се появи книгата „Върху раменете на гиганти. Великите постижения на физиката и астрономията” (издателство „Прометей – И. Л.”). Тя съдържа откъси от ключови текстове на петима от „гигантите” – Николай Коперник (1473–1543), Галилео Галилей (1564–1642), Йоханес Кеплер (1571–1630), Исаак Нютон (1643–1727) и Алберт Айнщайн (1879–1955), без които съвременната наука не би била това, което е. Тези текстове са:

„Върху революцията на небесните сфери” (1543)

„Беседи и математически доказателства относно две нови науки” (1638)

„Хармониите на света” (1618)

„Математически принципи на натуралната философия” [1] (1687)

„Принципът на относителността” [2] (1905–1917)

Част от тези съчинения се появяват за пръв път в превод на български език [3], което само по себе си прави книгата особено ценна. Но това, което я отличава от сходни колекции, е, че откъсите от съчиненията на „гигантите” са подбрани лично и снабдени с уводни бележки и коментари, изготвени специално за това издание, от живата легенда на съвременната теоретична физика – Стивън Хокинг. Българското издание възпроизвежда едно към едно като текст и полиграфично оформление англезичния оригинал, издаден през 2004 г. [4], който от своя страна представлява съкратено, но затова пък богато илюстрирано издание (книгата съдържа над 100 оригинални висококачествени илюстрации) на една по-ранна версия на същата колекция [5]. Ранната версия се различава от „подаръчния” си римейк по това, че в нея са включени пълните текстове на изредените по-горе произведения на Коперник, Галилей, Кеплер, Нютон и Айнщайн, но затова пък не съдържа илюстрации. Аз лично бих предпочела да имаме на български език пълните текстове на *Върху революцията на небесните сфери* и *Principia*, но и „подаръчното” издание си има своите достойнства, които не са за подценяване. На първо място, правят впечатление акцентите, които Хокинг поставя със самата селекция на части от пълните текстове. Бях приятно изненадана да видя, например, че сред избраните от него тридесетина страници (от общо 400) на Нютоновата *Principia*, наред с частта, в която са формулирани основните закони на движението, са намерили място и

Нютоновите „Правила за разсъждаването във философията”. Изборът на Хокинг едва ли е случаен. Той ни напомня, че ако Нютон с основание е обявен за един от бащите на модерната наука, то това не е само заради революционните промени във физиката, които се свързват с неговото име, но и заради промените, които благодарение на него се налагат в самите стандарти за научно мислене. (Всъщност големите революции в науката винаги са съпроводени и от не по-малко революционни промени в методологията). Така ако частта „Аксиоми или закони на движението” съдържа основните резултати от Нютонианската революция във физиката, то „Правила за разсъждаването във философията” ни представя резултатите от Нютонианската революция във философията и методологията на науката.

Присъствието на Хокинг в тази книга се усеща най-силно в уводните бележки към всеки един от петте класически текста. Тези бележки заемат около една трета от обема на цялата книга. В тях факти от личните биографии на учените са умело обвързани със собствено научната история в един цялостен, завладяващ разказ, който внушава, че постиженията на „гигантите”, на чиито рамене се крепи съвременната наука, се дължат не на някакви изключително благоприятни обстоятелства в техния живот, а тъкмо напротив, на тяхната воля да следват пътя, който са избрали въпреки обстоятелствата. Коперник работи години наред тайно върху ръкописа на „Върху революцията на небесните сфери” и се осмелява да го даде за печат цели 13 години, след като трудът е практически завършен. В годината, в която книгата излиза на бял свят, Коперник умира на 70-годишна възраст. Приблизително на същата възраст е бил Галилей, когато е изпратен на съд и принуден да се откаже публично от Коперниканските си идеи. Публичното разкаяние му спасява живота, но не му помага да избегне доживотната присъда. Така в условията на домашен арест, в изгнание и прогресивно ослепяващ Галилей работи над „Беседите”, части от които са публикувани в настоящата книга. Когато книгата излиза от печат, 74-годишният Галилей е вече напълно слеп. Умира след 4 години. Кеплер завършва „Хармонията на света” (1618 г.) след като е загубил съпругата си, любимия си син и поста на имперски математик и след като едва успява да отърве майка си (обявена за вещица) от изгаряне на клада. Непознаващият баща си (баща му умира преди неговото раждане) и отгледан от баба си Нютон, принуден да работи в столовата и почиства стаите в Тринити колидж, за да получи стипендия, която му позволява да завърши образованието си в Кембридж, написва тритомната *Principia* по време на Голямата чума само за 18 месеца. Трудът обаче е публикуван 20 години по-късно – години, изпълнени с нервни срывове, болезнени конфликти с колеги (Лайбниц, Хук) и лични загуби. Айнщайн, за когото един от учителите му в прогимназията бил казал „Той никога в нищо няма да успее”, очевидно не е успял да впечатли с нищо и университетските си преподаватели, защото след завършването на Цюрихската политехника започва работа като обикновен чиновник в патентно бюро срещу заплата от 600 долара на година, която е трябвало да стига и за издръжка на семейството му. При тези условия, Айнщайн публикува през 1905 г. четири статии, които променят посоката на развитие на физиката през 20 в. Може би не е излишно

да си спомняме за тези необикновени съдби, когато в днешните безспорно трудни за науката в България времена, обзети от чувство на безпомощност, оплакваме лошата си участ.

В коментарите на Хокинг се срещат и някои озадачаващи неточности. (Които само потвърждават едно от основните послания на самия Хокинг, че и „гигантите” в науката са живи хора, които грешат понякога).

Например, в общия Увод към книгата е написано, че „В труда на Галилей *Беседи и математически доказателства относно две нови науки* неговите герои Салвиати и Сагрето излагат убедителни аргументи в подкрепа на Коперник” (с.10). В действителност в „Беседите” изобщо не се обсъжда теорията на Коперник (както всеки може да се убеди от публикуваните откъси от това съчинение, а и както самият Хокинг, вече съвсем коректно, отбелязва в уводните си бележки, посветени на Галилей). Същите герои – Салвиати и Сагрето – обсъждат аргументите в подкрепа на Коперник в едно друго, предходно съчинение на Галилей (*Диалог за двете главни системи на света*) – същото онова, заради което той е осъден на доживотен затвор от Светата Инквизиция.

Друга неточност откриваме в главата, посветена на Айнщайн. Там можем да прочетем, че той, Айнщайн през 1927 г. „започва да разработва основите на квантовата механика заедно с датския физик Нилс Бор” (с. 203). Написаното е силно подвеждащо. По това време Айнщайн наистина общува с Бор (по време на Солвеевия конгрес, 1927 г.), но общуването им едва ли може да бъде окачествено като „съвместно разработване основите на квантовата механика”, защото Айнщайн никога не е харесвал тази теория [6] и по това време по всякакъв начин се опитва да докаже на Бор и неговите съмишленици, че теорията им е в най-добрия случай непълна.

Накрая, не мога да не отбележа, че „Върху раменете на гиганти” е едно красиво, полезно, но и скъпо (в буквалния смисъл) четиво – коричната цена на книгата е 50 лв. (което е около 10% от една средна асистентска заплата в БАН). И все пак, идват празници, и ако сте решили да направите скъп (не само в буквалния смисъл) подарък, няма да сбъркате, ако изберете тази книга – тя може да промени нечий живот завинаги.

Бележки

[1] Наричани често, включително и в настоящето издание, просто *Principia*.

[2] Под това общо заглавие в книгата са включени части от следните публикации на А. Айнщайн: „Върху електродинамиката на движещи се тела” (1905), „Относно влиянието на гравитацията върху разпространението на светлината” (1911), „Основите на общата теория на относителността” (1916) и „Космологични разглеждания в общата теория на относителността” (1917).

[3] До този момент на български са били превеждани само „Беседите” на Галилей (Галилео Галилей. *Избрани произведения*, т.2, ред. Марин Калинков, превод от италиански Симеон Тодоров. София: Наука и изкуство, 1985.) и статиите на Айнщайн (А. Айнщайн. *Избрани произведения*, съст. и ред. Матей Матеев, превод от немски Бойка Анева. София: Наука и изкуство,

1988.) В настоящата книга преводът от английски език на текстовете на Коперник, Галилей, Кеплер, Нютон и Айнщайн е на Васил Карлуковски, бележките на Хокинг са преведени от Надя Розова, а научен редактор на цялото издание е Михаил Бушев.

[4] Hawking, S. (2004). *The Illustrated On the Shoulders of Giants*. Philadelphia, PA: Running Press Book.

[5] Hawking, S. (2002). *On the Shoulders of Giants*. Philadelphia, PA: Running Press Book.

[6] „Не можеш да направиш теория от една купчина „може би”. Това е погрешно в самата си същност, дори емпирично и логически да изглежда вярно”. Така Паули цитира по-късно една от репликите на Айнщайн по време на дебата му с Бор през 1927 г. (Цит. по: Айзаксън, У. (2009). *Айнщайн. Неговият живот и Вселената*. София: Изд. „Жануа ‘98”, сс. 380-381).

Посетете нашия сайт
WOP.COINTECH.NET

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

КНИГА ЗА „РАЗВИТИЕТО НА ИДЕИТЕ ВЪВ ФИЗИКАТА”

(За книгата на професор Иван Лалов
„История на физиката от Възраждането до наши дни”, София,
Университетско издателство „Св. Климент Охридски”, 2011)



Преди няколко години от трибуната на един научен симпозиум проф. Нъшан Ахабабян категорично заяви: „Има 1000 причини за необходимостта от изучаване на историята на науката и живота на учените” (10 май, 2005, гр. Пловдив). Емоционалният му призив беше предизвикан от факта, че за разлика от другите страни, в специалностите по физика в българските университети няма „нито един курс (поне избираем или факултативен) по история на науката и физиката”.

Издадената в края на 2011 година книга на професор Иван Лалов „История на физиката от Възраждането до наши дни” (Университетско издателство „Св. Климент Охридски”) запълва една ниша, отдавна изоставена от физическата колегия у нас. Като изключим „Кратка история на астрономията” от проф. Г. Иванов (Уни-

верситетско издателство „Св. Климент Охридски” 1998 г.), това е първата книга за историята на физиката от български автор.

Още в предговора проф. И. Лалов уточнява, че „това е история на развитието на идеите във физиката, често родени трудно и наложили се в сблъсък с предубежденията от предишни периоди, с други идеи и концепции в човешкото познание”. Напълно одобрявам такъв подход за написване на историята. Именно великите физически идеи определят кулминационните моменти в развитието на физиката, а те от своя страна, представляват едновременно и най-важни жалони в духовната история на човечеството.

Проф. Лалов избира „Възраждането като изходна точка в книгата”. По това тя се различава от другите подобни издания, в които се отделя много място за древната история (например, в „Историята” на Ф. Розенбергер с отделен цял том за физиката през древността и средните векове). Авторът ни превежда през последните няколко столетия, достигайки до началото на ХХІ век. Напълно органично в съдържанието на книгата са вградени неговите академични слова („Двете лица на физиката” и „Революциите в оптиката”), както и докладът му „Физиката на границата на двете столетия”.

Неведнаж съм слушал проф. Лалов на конференции и на съвещания, а разбира се, и в лични, винаги интересни и полезни разговори. Познавам го като отличен лектор

и събеседник, влагащ емоции в своите изказвания и разсъждения, и страст в тяхното отстояване. Тези свои качества той е пренесъл и в книгата си – на няколко места не крие удивлението си от постиженията на физиката. Това е един от оригиналните елементи на неговата „История”, който повишава нейния емоционален фон.

Емоционалните елементи се допълват с общофилософски и методологични разсъждения. Това е естествено – физическата картина на света, чиято еволюция проф. Лалов проследява, заедно с развитието на физиката, представлява сплав от фундаменталните физически и философски идеи на дадена епоха.

Професорът включва в книгата си и „човешкия фактор”, без който „историята на науката може да се превърне в инвентарна книга на откритията”.

Както е отбелязано във Въведението, „историята на идеите е свързана с драмата в съдбите на техните откриватели”. Затова след всяка глава на книгата са поместени биографии на някои от най-видните физици, принадлежащи към съответната епоха. Включени са общо 50 биографии. Смятам това за сполучливо допълнение към съдържанието.

Верен на своя замисъл да върви по талвега на „реката” от идеи във физиката, проф. Лалов „заобикаля” 18-то столетие, като го нарича „сравнително спокойно” и „пролука” в историята. Разбира се, той уточнява, че това не е столетие на безделието, а на „осмисляне на резултатите от предишния период” и още – „което подготвя експлозивното развитие на идеите и теориите през ХІХ век.”

Съгласявайки се частично с това „заобикаляне”, смятам, че поне като известна компенсация, авторът би могъл към „Интермедия”-та да прибави биографиите на някои от творците, които той споменава в текста: Бернули, Ойлер, Д’Аламбер, Лагранж и Лаплас (а защо не и на Р. Бошкович, чиято 300-годишнина отбелязахме през 2011 година).

Сред достоинства на книгата ще отбележа и това, че нейният „център на тежестта” е пренесен към ХХ –то столетие. Съотношението между „новата” и класическата физика е приблизително 2:1. Нещо повече, дори в главите, посветени на класическата физика, авторът вмъква някои от идеите, родени през ХХ век.

Няколко колеги, които видяха книгата в ръцете ми, спонтанно се заинтересуваха има ли „българска следа” в нея. Отговарям – няма или почти няма. „Историята” на И. Лалов започва с думите на Найдено Геров за физиката като „широка и просторна наука”, загатва за участието на нашата сънародничка проф. Е. Карамихайлова в „търсенето” на неутрона и за приноса на българската група на Ал. Держански и А. Петров в изследванията на флексоелектричеството. Сигурно биха могли да се включат и други примери за приноси на български физици, но това по-скоро би било проява на завишен патриотизъм, в ущърб на „идейния проект” на автора. (С „ръка на сърцето” трябва да признаем, че в България големи идеи не са се раждали). Все пак книгата щеше още малко да спечели, ако към приложението бяха включени биографии на някои видни български физици. Струва ми се, че това би имало по-голям ефект, отколкото списъка на почетните доктори по физика на Софийския университет. Ще припомня, че в книгата

на Ю. М. Храмов „*Физиците*“, излязла преди 35 години, бяха включени биографиите на няколко български физици (Тук е мястото да отбележа, че като рецензент аз направих някои бележки и препоръки към проф. Лалов и съм доволен, че той е взел предвид повечето от тях. Така че тази закъсняла препоръка е за моя сметка).

Професор Лалов оставя на читателите да преценят дали е успешен неговият замисъл – да напише книга за физиката „без много формули и чертежи“. Като един от първите читатели на неговата „История“ категорично заявявам, че замисълът е напълно успешен. Според мен, книгата ще бъде полезна не само за студентите, тя би била много полезна и за преподавателите в училищата, борещи се с нарастващата отчужденост на младите от физиката, и особено за учениците от горните класове, които ще видят в нея канавата на нашата наука – нейните основни идеи.

В заключение, още веднаж ще се позова на проф. Н. Ахабабян, който в споменатия доклад заяви: „Осмислянето на миналото позволява да възприемем настоящето, а това, на свой ред, влияе върху нашето отношение към бъдещето“. От тази гледна точка, смятам за изключително полезно включването в края на „*Историята*“ на проф. Лалов посочените от В. Л. Гинзбург 30 ключови проблема на физиката и астрофизиката през ХХІ век. Това е чудесен завършек на книгата, тъй като нейното главно предназначение е да предизвика у младите читатели желание да продължат развитието на физиката.

Проф. Никола Балабанов

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

УЧЕБНИКЪТ „МАТЕМАТИЧНИ МЕТОДИ НА ФИЗИКАТА: ОБИКНОВЕНИ ДИФЕРЕНЦИАЛНИ УРАВНЕНИЯ И ВАРИАЦИОННО СМЯТАНЕ“ НА ДОЦ. Д-Р ПЛАМЕН ФИЗИЕВ

(Университетско издателство „Св. Климент Охридски“, София, 2011)

Предлаганият учебник по обикновени диференциални уравнения и основи на вариационното смятане се базира на лекциите по едноименната дисциплина за студентите от втори курс във физическия факултет на Софийския университет „Св. Климент Охридски“, които авторът чете повече от 20 години.

За научната общност е добре известно, че няма общоприета конвенция за това, какво трябва да съдържа един уводен курс по обикновени диференциални уравнения. Някои настояват, че единственият път към правилното и истинско разбиране на теорията е строгото построяване, стъпка по стъпка, в нейната абстрактна форма (независеща от приложенията), следвайки единствено логиката за напълното и точно описание на математическите структури и обекти, върху които се крепи самата теория. Другата основна тенденция при излагането на теорията на диференциалните уравнения се базира върху техните многобройни приложения във физиката и техниката – факт силно помогнал за развитието на самата теория през вековете. Този процес се усилва още повече в началото на ХХ век, когато развитието на естествените науки, в частност физиката, дава силен тласък на развитието на теорията на диференциалните уравнения и на общата теория на динамичните системи. За родоначалник на този подем се смята френският математик Анри Поанкаре. Мотивиран от изследванията си по небесна механика, той полага основите на качествената теория на диференциалните уравнения: без да се решава даденото уравнение, да се даде пълно описание на решенията му, изхождайки само от дясната му страна, за цялата дефиниционна област на решенията.

В българските университети строгото изложение на теорията на обикновените диференциалните уравнения се базира на станалия вече класически учебник [1]. Това е пособие, съобразено основно с програмите по едноименната дисциплина за математическите специалности в българските университети. В него се излагат и основите на качествената теория на диференциалните уравнения, като задачата за устойчивост на решенията, както и основите на геометричната теория. За студентите от физическите специалности, вече повече от 50 години, класически учебник е [2]. Там в глава IV се



разглеждат основните типове обикновени диференциални уравнения и методите за техните решения, а в глава X – основите на вариационното смятане.

През всичките години, откакто са излезли от печат споменатите две книги на български език, сме свидетели на бурното развитие на теорията на диференциалните уравнения и динамичните системи: Например, преди 40 години мощни компютри и компютърна графика са били практически недостъпни – имало ги е само във водещи университети, броящи се на пръстите на едната ръка, в думата *хаос* не се е влагал никакъв математически смисъл, а теорията на диференциалните уравнения и динамичните системи е представлявала интерес за малък и ограничен кръг от математици. Само за 20-25 години тази картина се е променила до неузнаваемост: сега мощните компютри са навсякъде, има голям избор от програмни пакети за решаване (точно и приближено) на диференциални уравнения. В резултат на това, изледването на нелинейни системи от диференциални уравнения е много по-достъпно, отколкото е било в миналото. Откритието на динамични системи с хаотично поведение, като например атрактора на Лоренц, е убедило научната общност, че устойчивостта или периодичността на решенията далеч не са най-типичните свойства на решенията на диференциалните уравнения. Красотата и достъпността на тези модели с хаотично поведение са мотивирали през последните десетилетия учените, работещи в различни области, да потърсят още модели с хаотично поведение. В наши дни, динамични системи с хаотично поведение се появяват почти във всички научни дисциплини: от моделите на Белоусов-Жаботински в химичната кинетика, елетричните вериги на Чуа, сложните движения на небесните тела, до математичните модели на екосистеми. Общото между всичките тези модели е тяхната нелинейност. Основен резултат от това развитие е, че потенциалната читателска аудитория на една книга по диференциални уравнения е доста по-голяма и разнообразна, отколкото е била преди 40 години. Това показва необходимостта от появата на български език на нови книги/учебници по диференциални уравнения, отчитащи нарастващите потребности от новите идеи и методи, появили се на бял свят през последните десетилетия. Настоящият учебник до голяма степен запълва тази празнина.

Съдържанието на книгата може формално да се раздели на три части: 1) методи за интегриране и основи на теорията; 2) качествена и геометрична теория; 3) основи на вариационното смятане. Материалът е разделен на 20 лекции, като 19 от тях са по диференциални уравнения, а последната – 20-та съдържа основите на вариационното смятане. Лекции 1-3, 5, 7-9 могат да се причислят към първата част, докато Лекции 4, 6, 10, 12-14, 18-19 – към втората част. Лекции 11, 15-17 съдържат както методи за интегриране, така и качествена теория.

Пред нас е книга с амбициозната задача да въведе читателя в една едновременно класическа и динамично-развиваща се област от математиката, с подчертан привкус към приложения във физиката. Материалът е илюстриран с множество примери: модел на Хенън–Хайлес за движение на звезда в осредненото гравитационно поле на галактика и модел на Лоренц на атмосферни конвективни потоци, смущението на орбитата на Меркурий в общата теория на относителността, верижка на Тода, геоде-

зични линии в тримерно евклидово пространство и в N -мерно риманово пространство, геодезични линии върху двумерна сфера, разпространение на оптични лъчи в среда с променлив коефициент на пречупване и др. Всички те са мотивирани от собствените научни интереси на автора: интегрируемост на динамични системи, симетрии и теорема на Ньотер, класическа и небесна механика, квантова механика и интегралите на Файнман, теория на гравитацията. Това, без съмнение е предимство, спомагащо за елегантността на изложението. Постигането на адекватен баланс между строгото изложение на теорията и описанието на приложенията е трудна задача – пред нас е един успешен опит в тази посока. Настоящият учебник съдържа единно изложение на общата и геометрична теория на обикновените диференциални уравнения, методите за тяхното интегриране, както и на редица специални въпроси, и дава необходимата основа за по-нататъшно задълбочено изучаване на общата теория [1,6,7,11], така и на качествената теория и динамични системи [3,4,8,9]. Той е много близък по дух на [5].

Като лек недостатък на книгата, следва да отбележим сравнително големият обем: трудно е да си представим учебник от 320 страници за 45-часов курс! Без съмнение, тук се съдържат и допълнителни въпроси, включени за пълнота и самосъгласуваност на изложението. Би било добре в евентуалните следващи издания да бъде отделен „допълнителният“ материал. Би било добре, също така, да бъде включен на края на книгата и списък (индекс) на основните термини, използвани в текста: това би направило възможно ползването на книгата и като справочник.

В заключение, учебникът, предназначен за студентите от Физическия факултет на Софийския университет „Св. Климент Охридски“ може да бъде ценно помагало за студентите от физическите специалности от други университети, за студенти от инженерни специалности. При изучаване на ОДУ, настоящата книга би следвало да се комбинира и със сборник от задачи, например [12], покриващ целия кръг въпроси тук (много богат източник на примери от различните приложения е и [10], превърнал се в стандартен учебник за уводен курс по диференциални уравнения в англо-езичния свят).

Литература

1. Тодор Генчев – *Обикновени диференциални уравнения*, Университетско издателство „Св. Климент Охридски“, София, 1995.
2. Хр. Я. Христов – *Математични методи на физиката*, Изд. „Наука и изкуство“, София, 1967.
3. Эрроусмит Д. Плейс К. *Обыкновенные дифференциальные уравнения. Качественная теория с приложениями*, Москва, Мир, 1987.
4. Ж. Палис, В. де Мелу – *Геометрическая теория динамических систем*, Москва, Мир, 1986.
5. А.П. Карташев, Б.Л. Рождественский – *Обыкновенные дифференциальные уравнения и основы вариационного исчисления*, Москва, Наука, 1980.
6. Ф. Хартман – *Обыкновенные дифференциальные уравнения*, Москва, Мир, 1970.
7. Э. А. Коддингтон, Н.Левинсон – *Теория обыкновенных дифференциальных уравнений*, Москва, ИЛ, 1958.

8. S. Wiggins – *Introduction to Applied Nonlinear Dynamical Systems and Chaos*, 2nd edition, (Texts in Applied Mathematics 2), Springer Verlag, Berlin – Heidelberg – New York 2003.

9. L. Perko – *Differential Equations and Dynamical Systems* (Texts in Applied Mathematics 7), Springer Verlag, Berlin – Heidelberg – New York 1994.

10. W. E. Boyce, R. C. Di Prima – *Elementary Differential Equations and Boundary Value Problems* (8th Edition), 2004.

11. В. И. Арнольд – *Обыкновенные дифференциальные уравнения*, Москва, Наука, 1984.

12. Е. Хорозов, Г. Караджов, Й. Йорданов – *Сборник от задачи по обикновени диференциални уравнения*, София, Университетско издателство „Климент Охридски“, 1984.

Георги Граховски

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

ИНТЕРЕСНИ УЕБ-СТРАНИЦИ

Уеб страниците в този брой се отнасят до два интересни експеримента, измерващи релативистични ефекти при обичайни скорости и разстояния. Първото от двете измервания е извършено с помощта на оптически часовници и освен другото показва нивото на точност, достигнато в последно време от този вид методика. Второто използва идеята за атомен интерферометър – реплика на прочутия експеримент на Майкелсон и Морли, в който се използват атоми вместо светлина. Третата уеб страница е посветена на критика на теоретичната интерпретация на втория от тези експерименти.

Оптични часовници тестват релативистични ефекти при ежедневни условия. В статията, излязла през септември 2010 г. в списание Science, Чоу, Хюм, Розенбанд и Уайнланд описват два експеримента. Авторите са от Секцията за измервания на време и честоти към Националния институт по стандарти и технологии, Боулдер, Колорадо. При първия успяват да регистрират релативистично забавяне на времето при разлика на две скорости, по-малка от 36 километра в час, чрез сравняване на хода на два оптични часовника, съединени с 75-метров, с ниски шумове, оптичен кабел. При втория експеримент се измерва релативистичното забавяне на времето при часовник, поместен в по-силно гравитационно поле. Забележителното в експеримента е: по-високият гравитационен потенциал идва от това, че вторият часовник е само с 33 сантиметра по-ниско от първия и въпреки това забавянето е регистрирано и измерено. (Ефектът, предсказан в рамките на Общата теория на относителността, е толкова малък, че часовник на височина 1 км би изостанал с 3 секунди за един милион години!) Оптичните часовници в експеримента използват лазерно охладени Al^+ йони и техника, развита за нуждите на квантовата информатика. Достигнатата честотна неопределеност е под 10^{-17} . С тази точност и чувствителност към малки вариации на гравитационните потенциали оптичните часовници биха намерили широко приложение в геодезията и хидрологията. <http://www.sciencemag.org/content/329/5999/1630.short>

Нов рекорд в прецизността на измерването на гравитационното червено отместване. В броя от 18 февруари 2010 г. на списание Nature X. Мюлер, А. Петерс и Ст. Чу докладват за експеримент, измерващ забавянето на времето в гравитационен потенциал, постигащ значително повишена относителна точност в сравнение с предишните измервания – 7×10^{-9} . Първият и третият от авторите са от Департамента по физика на университета в Бъркли и Националната лаборатория Лаурънс, Бъркли, Калифорния. Вторият е от Института по физика на Хумболтовия университет, Берлин. Стивън Чу работи и на трето място – като Държавен секретар (министър) на енергетиката в правителството на САЩ. Забавянето на времето в гравитационно поле е известно също като гравитационно червено отместване: честотата на една осцилираща система или „часовник“ се променя в зависимост от интензитета на гравитационния потенциал. До преди 2 години рекордът за прецизност се дължеше на експеримент с часовник, използващ водороден мазер и изпълнен в летяща ракета на разстояние 20000

км от Земята (Vessot, R. F. C. et al., Test of relativistic gravitation with a space-borne hydrogen maser, Phys. Rev. Lett., v. 45, pp. 2081–2084, 1980). Настоящото измерване се основава на нова интерпретация на интерферометричен експеримент с атоми и извършено в лаборатория на Земята. Лазерно охладени атоми се „подхвърлят“ вертикално във вакуум камера. В началото с помощта на два насрещни лазера с подходящо подбрани дължини и продължителност на импулсите половината от атомите се привеждат в квантово състояние с вертикален импулс k_1 , а другата половина – в състояние с импулс k_1+k_2 . Това разделя физически атомите на два снопа и играе ролята на полупропускливото огледало в знаменития експеримент Майкелсон-Морли. След време T лазерен импулс събира отново двата снопа, а след още един период T се измерва фазова разлика между тях. Последната се получава от това, че единият от двата снопа е летял по по-ниска траектория и Комптъновата честотата на вибрациите на атомите му в сравнение с другия ще е по-ниска. Удивителното тук е, че траекторията на втория сноп е била по-ниска само с 0.1 милиметра, но интерферометричният характер на експеримента позволява да се измерят честотни разлики между иначе недостъпни засега Комптънови честоти на атомите от порядъка на 1025 Hz. Това е и основен фактор за достигнатото огромно подобрение на прецизността при измерването на гравитационното червено отместване – около 10000 пъти! Читателят е добре да се запознае обаче и с критиката на интерпретацията на експеримента, за която „Светът на физиката“ пише в текста по-долу. <http://www.nature.com/nature/journal/v463/n7283/full/nature08776.html>

Правилен ли е анализът на експеримента за измерване на червеното отместване в атомен интерферометър? В писмо до Nature, публикувано на 2 септември 2010, петима физици от елитни френски институции оспорват интерпретацията на експеримента на екипа на Стивън Чу. Между тях се откроява името на Клод Коен-Танучи, нобелов лауреат по физика, разделил най-престижната научна награда през 1997 г. именно с Чу. Според тях, внимателният анализ на експеримента води до заключението, че разликата в „Комптъновите фази“, съответстващи на двете траектории в атомния интерферометър (виж текста по-горе), трябва да е нула. И това следствие е в сила не само в рамките на Общата теория на относителността, а за широк клас алтернативни теории за гравитацията, включващи всички метрични теории, много от неметричните, както и за много от идеите, на които се основава евентуално нарушение на принципа на еквивалентност на Айнщайн. В последвалите статии от същите автори се твърди нещо много по-силно. Идеята, че с атомните интерферометри може да се измери не само земното ускорение, но и гравитационното червено отместване, е в противоречие със стандартната квантова механика. Т.е. за да имаме една смислена интерпретация на експеримента, е необходима алтернативна формулировка на квантовата механика. В отговора на критиката, Мюлер, Петерс и Чу стоят зад резултатите си и обясняват защо. До момента на редакционното завършване на книжка първа на „Светът на физиката“ за 2012 г. ние не намерихме данни за разрешаване на дебата между двамата нобелисти и съавторите им. <http://www.nature.com/nature/journal/v467/n7311/full/nature09340.html>

Подготвил страницата: Олег Йорданов

БЯГСТВО ОТ ЛАЙПЦИГ

Харолд Фритц

Част първа

В памет на родителите ми Мариане и Ерих Фритц

ПРЕДГОВОР

Разпиляни по целия свят, група учени са ангажирани с изследването на сложните математически свойства на субатомните частици. Ние образуваме сплотено общество, виждаме се редовно по конференции и семинари и често съвместно пишем статии, в които изразяваме последните си виждания. Бележит член на това общество е Харолд Фритц, който става известен през 1971 г., когато пише статии в съавторство с Нобеловия лауреат Мъри Гел-Ман и други; статии в които полага основите на нов подход за разбиране на поведението на кварките вътре в протоните, пионите и други подобни частици. В този период кварките са все още противоречиво и хипотетично понятие, а неговите статии показват знания, които ни карат да вярваме, че авторът трябва да е бил привилегирован в миналото, което да му е дало шанс да се възползва от една от многото възможности, предлагани от най-добрите университети в Западния свят.

По него време малко хора знаят, че Харолд е избягал от Източна Германия само няколко години по-рано – през 1968-ма. Той е напуснал страна, оградена от стена и огради, направени практически непроходими от въоръжена охрана и полеви мини. Условията на живот са били тежки, а на студентите не е била позволявана дори и най-малката политическа свобода – да развиват и изразяват собствени идеи за това как би изглеждало идеалното общество.

Когато местните власти в градчето Лайпциг, където той е учел, решават да съборят една древна църква, за да построят прекрасен нов площад „Карл Маркс“, решението им се вижда прекалено за някои от студентите и местните жители – всъщност за всички онези, които все още са ценяли част от старата култура, различна от тогавашните комунистически идеали. В тази прекрасна книга авторът описва случващото се и последвалите събития. Неговите възражения го въвличат в беди и му се налага да напусне по един или друг начин. Той така или иначе е искал да замине на Запад, да изучава кварките и други загадки, за които е чел в малкото откъслечни научни преводи, до



които е достигнал и е желаел да тества някои от идеите си. Всичко – семейството му, приятелката му, приятелите му – е трябвало да бъде изоставено. Той не е имал избор и наистина му се е налагало да тръгне бързо, знаейки, че властите го търсят.

Тази книга е с историческа важност. Тя описва напрежението, създадено от един безжалостен режим, в едно общество без защита, чувството на безпомощност, както и изобретателността на тези, които са искали да променят нещо, а след това се е наложило да бягат, за да спасят живота си. По него време никой не е знаел дали дребните опити на протестиращите биха помогнали за каква да е промяна в една изглеждаща вечна ситуация и дали властващите автократи биха могли да задържат завинаги комунистическото управление. Всъщност, едва единици са могли да предполагат, че ще са необходими по-малко от две десетилетия, за да свърши студената война. Това, което се е случило не бива да бъде забравено. Личният принос – като този тук – са истински съкровища.

Джерард т Хофт
Институт по теоретична физика
Университет на Утрехт
Холандия

ВЪВЕДЕНИЕ

Светлинките проблясваха напред-назад в морето, а след това изгасваха. Може би бяхме късметлии, че не ни засякоха. Опитвахме се да се сгушим, колкото можем повече в лодчицата, която продължаваше да се пълни с вода. Изглеждаше като малка подводница, която се плъзга по водната повърхност. Над водното ниво се виждаха само главите ни и двигателите. От гледна точка на снайперистите, ние бяхме трудна мишена, заради вълнението.

Внимателно наблюдавахме брега. Почти бе мръкнало и можехме да разпознаем само откъслечни детайли от бреговата ивица. Щеше да е по-разумно да бяхме останали по-навътре в морето, далеч от снайперистите на сушата; но вълнението се усилваше, а ние вече имаме достатъчно вода в лодката, за да поемем риска за още. Около полунощ достигнахме до един залив, който бяхме забелязали преди часове. Бяхме тотално изтощени от положените дотук усилия. Разпознахме светлинки на хоризонта, които предположихме, че идват от селце. След като час след час си бяхме проправяли път сред вълните, усецахме че сме близо до брега. Внезапен шум отзад ме накара да се обърна, но бе прекалено късно. Върху нас се стовари водна стена и ни погребя. Заради тъмнината не бяхме забелязали, че вече сме толкова близо. Вълната ни сграбчи, заедно с обърнатата лодка, и ни изхвърли на брега.

Пропълзяхме по-навътре по плажа в крайно изтощение. След часовете, прекарани в лодката, имаме нужда отново да свикнем да използваме краката си. Тя също бе изхвърлена на сушата. Издърпахме я на плажа с последни сили. След около трийсет и три часа, пътуването ни през морето бе приключило.

Преоблякохме се. За наше щастие, някои от дрехите, които бяхме опаковали в

полиетиленови торби, все още бяха сухи. Опитвах се да изследвам околностите. Не стигнах далеч. Чух глас и се обърнах само за да погледна в лъча от фенерче. Срецу мен стоеше войник с насочено оръжие.

Попитах го дали говори руски: „Говорите по руский?“ Последва неразбираем отговор. Войникът повдигна карабината, карайки ме инстинктивно да вдигна ръце.

ЕСЕНТА НА 1967 г.

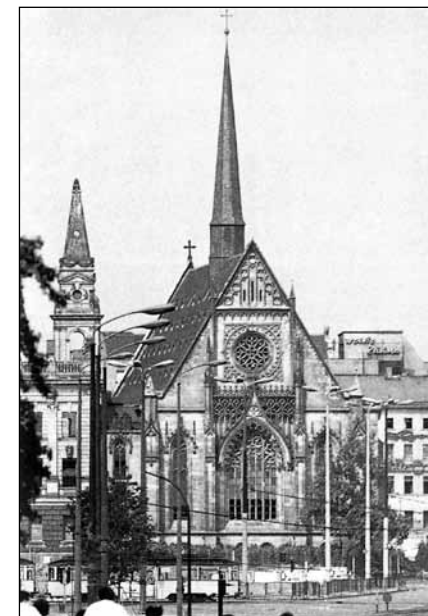
Започнах обучението си по физика и математика през зимния семестър на 1963 г. в Лайпцигския университет. Бях на двадесет. Между завършването на средното ми образование в СОУ „Герхарт Хауптман“ в Цвикау и началото на студентските ми години, работех като радист към армейските въздушни сили. Бях базиран в пилотското училище в град Каменц, близо до Дрезден.

Но историята в тази книга започва по-късно – през есента на 1967г. По това време се бях разболял от грип и не можех да участвам в бригадите, които бяха задължителни за всички студенти.

В онези дни всички студенти трябваше да прекарат две седмици от октомври, помагайки на фермерите да приберат реколтата от картофи. Не бих могъл да кажа, че бях особено ентузиазизиран да пътувам до Мекленбург за целта; но онези седмици благоприятстваха формирането на по-сплотено студентско общество. В картофените полета започвах дългогодишни приятелства, понякога дори довеждаха до брак, въпреки че лагерите не предлагаха особено удобни квартири.

Тъй като болестта ми не ми бе позволила да отида на полето, бях изпратен от ФКМ (Федерална Комунистическа Младеч) в Института по физика към Лайпцигския университет, за да свърша малко практическа работа в библиотеката. Когато се появих в офиса на библиотечната администрация, за моя изненада ми бе казано, че на следващия ден трябва да отида в университетската църква. Оказа се, че тази част от библиотечните архиви е складирана в страничните крила на църквата.

Университетската църква „Св. Павел“ бе наричана от повечето хора Полинеркирше. Тя се намираше на площад „Карл Маркс“, на север от Августеума – централната сграда на университета. Тя бе единствената университетска църква в Саксония, която не бе съборена. Църквата дори бе оцеляла след Англо-Американските въздушни нападения, в офанзивата на 4 декември 1943 г.,



Снимка 1. Университетската църква „Св. Павел“ в Лайпциг точно преди унищожаването



Снимка 2. Внушителната Готическа Арка в църквата „Св. Павел“

по време на Втората световна война. Тъй като покривите ѝ бяха построени като стръмни скакове, бомбите се озоваваха на съседните сгради и не бяха повредили вътрешността на църквата. Благодарение на смелите усилия на населението на Лайпциг, църквата бе оцеляла и по време на пожарите, опустошили по-голямата част от града.

Във вътрешността на църквата „Св. Павел“ все още имаше запазени части от сводестите галерии на Доминиканското абатство, основано през 1229 г.; по него време то е било разположено точно на границата на източната стена на града. Абатството е било завършено през 1240 г. и реновирано през XV век. Мартин Лутър го бе превърнал в Протестантска църква през 1545 г. От същата година е било използвано и като университетска аудитория.

В старите пътеводители за Лайпциг можете да прочетете: „Църквата „Св. Павел“ е известна като една от най-великолепните и добре запазени „отворени църкви“ [1] в Средна Германия. Тя е

отрупана с надгробни камъни, епитафии и други артефакти, преплетени с музиката на Йохан Себастиан Бах и история на Реформацията.“ По заповед на Правителството на ГДР, в пътеводителите за Лайпциг след 1968 г., нямаше включена никаква информация за университетската църква.

През първия ден от възложената ми задача, отидох с колело до сградата на площад „Карл Маркс“. След като няколко пъти бях натиснал входния звънец, госпожа Вернер – възрастна служителка към университетската библиотека – отвори една странична портичка. Тя ме поведе към спираловидно стълбище, което изкачихме, за да достигнем „нейното царство“ – доста забележителна библиотека, състояща се основно от стари, покрити с прах томове.

„Боже мой“, каза тя. „Те са те изпратили тук? Бих искала да знам на кого му е хрумнала тази глупост. Нямам работа за теб. Аз самата трябва да направя инвентарен списък на книгите.“

„Ами“, отвърнах аз, „май ще е по-добре да се върна в централния офис, може би те ще ме изпратят някъде другаде.“

„Недей. Знаеш ли, защо не останеш да ми правиш компания? Ще ти осигурия бюро и ще можеш да си донесеш книгите и да работиш тук. Ще е по-удобно отколкото в Националната библиотека. В края на престоя ти тук, ще подпиша формуляра, заявяващ на администрацията, че си работил две седмици, което дори ще е вярно.“

„Идеално, договорихме се“, ухилих се аз. „Ще дойда утре сутрин с книгите си.“

Последвалите дни в библиотеката бяха приятни. Г-жа Вернер ме оставяше да си върша работата, без да ме безпокои. Единственото условие беше често да пия кафе с нея. Правех го с удоволствие, защото кафето беше превъзходно – почти толкова добро, колкото това на хазайката ми в Лайпциг. Понякога търсвах из старите книги и четях Шекспир в оригинал, или Данте, имаше дори „Две нови науки“ на Галилей.

Библиотеката съхраняваше и исторически книги за университета: старият Universitas Litterarum Lipsiensis, е бил основан през 1409 г., превръщай го в четвъртия по старост университет от всички немско-говорящи университети по него време. Междувременно името му бе сменено на Университет „Карл Маркс“ през 1953 г. Това бе годината на въстанието срещу режима на СПЕД (Социалистическа Партия „Единство на Германия“ [2]). Промяната на името беше предложена от председателя Улбрихт [3] от правителството на ГДР и бе приета от партийния комитет. Много имена бяха сменени, също толкова абсурдни – например град Кемниц се превърна в град Карл Маркс. Карл Маркс никога не е идвал в Лайпциг и не е имал нищо общо с университета. Той е защитил докторантурата си в Университета на Йена – без дори и да е учил там.

Площадът, на който бе разположена църквата, се наричаше Август, наречен на крал Фридрих Август от Саксония, и бе преименуван на площад „Карл Маркс“. Възрастните хора в Лайпциг, като г-жа Вернер и моята хазайка, игнорираха новото име и продължаваха да го наричат площад „Август“. Един ден, по време на кафе пауза, г-жа Вернер каза с присмех, наричайки председателя Улбрихт „козя брада“ (неговият прякор сред народа), че на „козята брада“ можело да му хрумне да прекръсти университетската църква на църква „Карл Маркс“. Тя си нямаше представа, че партийният лидер имаше много по-зловещ план относно църквата.

Г-жа Вернер беше експерт по история на университета. Тя ми разказа, че между 1835 г. и 1873 г. „Августеумът“ е приютявал Института по физика. Това беше една прекрасна сграда в класически стил, завършена през 1835 г. Входната врата е била проектирана от известния немски архитект и художник Карл Фридрих Шинкел. Основното крило на сградата е било разрушено през Втората световна война, с изключение на главната фасада на църквата и дългите странични крила. Те са приютявали различни институти, библиотеки и лекционни зали.

Г-жа Вернер ентусиазирано разказваше за Лекционна зала 40 на „Августеума“, която за кратко е била интелектуалният център на Източна Германия. Лекциите на професор Ханс Майер в тази аудитория са били пословични, същото се отнасяше и за лекциите на философа Ернст Блох.

„Само си представете, г-н Фритц, какво е казал един ден Блох, когато е говорел за Имануел Кант: „Имануел Кант е бил роден, живял и починал в Калининград“. Ние силно се разсмяхме. Скоро след описанието на Блох за Кант, първият получил телеграма от Пол Фройлих, партийният лидер на ОСП в Лайпциг, в която последният заявявал, че Блох вече не е добре дошъл в Института. Блох заминал за Тюбинген. „В каква държава живеем.“

От г-жа Вернер научих също, че до 1930 г., много известни физици са изнасяли лекции в Августеума. Вернер Хайзенберг, световно известен от млад, получил позиция

по Теоретична физика през 1927 г. Друг лектор в Августеума е бил Лудвиг Болцман, бащата на съвременната теория за атомите и термодинамиката, който дошъл в Лайпциг през 1900 г.

Започнах да работя по докторската си теза през есента на 1967 г. Директорът на Института по теоретична физика, Герхард Хебер беше предложил директно да уча докторантура, без да минавам през степента „магистър”. Дисертацията ми разглеждаше проблеми от теория на гравитацията, която много ме интересуваше. Професор Ханс-Юрген Тредер, ръководител на катедрата по теоретична физика към Академията на науките в Берлин, вече беше проявил интерес към проекта ми и аз работех под негово ръководство. Тредер работеше в обсерваторията в Потсдам-Бабелсберг. От зимния семестър на 1967 г., бях докторант, който постоянно пътуваше между Лайпциг и Потсдам. Бях наел стая на приятна улица в старата част на Потсдам.

Докато все още довършвах работата си в църквата „Св. Павел”, прочетох една нова книга на Вернер Хайзенберг, който по него време беше директор на Института по физика „Макс Планк” в Мюнхен. В книгата си, Хайзенберг описваше идеите си за обединена теория на елементарните частици, а оттам и на цялата материя. Неговият специфичен интерес беше областта на силното взаимодействие между атомните ядра. От известно време експериментално бе доказано, че има много големи сили на привличане между нуклеоните – протоните и неутроните – вътре в атомните ядра. Произхода на тези сили бе напълно неизвестен по него време.

Хайзенберг вярваше, че тези сили биха могли да се опишат с помощта на просто математическо уравнение. Това уравнение бе наречено „Формула на света“, но не от Хайзенберг, а от пресата – име, което се оказа силно преувеличено. Имах много съмнения относно подхода на Хайзенберг към феномена на ядрените сили – все пак, известно време се бях занимавал с изследванията на Мъри Гел-Ман от Калифорнийския технологичен институт в Пасадена. В статиите си Гел-Ман защитава идеите си, че вътре в атомите съществуват много по-малки частици, които той наричаше кварки. (Името е взимствано от книгата на Джеймс Джойс „Бдение над Финеган“ [4]).

Аргументите на Гел-Ман ме убедиха, въпреки че в началото ми бе трудно да повярвам, че атомните ядра са съставени от частици по-малки от самите ядрени частици. Неговата смела хипотеза щеше да обясни серия от експериментално доказани феномени – между тях и някои модели на елементарни частици със странни симетрии. Само едно нещо оставаше необяснимо: въпросът за силите между кварките. Тези сили трябваше да са изключително силни, много по-силни от силите между ядрата. Предполагаше се, че ядрените сили не са нищо друго освен остатъците, след като силните енергии между кварките са сработили вътре в ядрените частици на ядрата.

Работих по въпроса през лятната ваканция на 1967 г., без да получа нови прозрения, освен онези, които открих в материалите на Гел-Ман. В книгата на Хайзенберг открих намек за нов подход към проблема как да се опишат силите между елементарните частици. Той първоначално е бил описан от двама американски теоретични физици: Ч. Н. Янг и С. Милс. Един ден изненадах г-жа Вернер, пристигайки с колелото си и

натоварен с огромна купчина от книги, включително един дебел том на американското списание *Physical Review*.

„Боже мой, г-н Фритц, какво ще правите с всички тези книги, сякаш вече нямате достатъчно?”

„За съжаление, тези не са подходящи, но не се притеснявайте, няма да ги чета всичките. Търся нещо конкретно.”

През следващите дни изчетох всичко, което успях да намеря за теорията на Янг-Милс в библиотеката на Института по физика и в Националната библиотека. За съжаление, не открих кой знае какво по темата. В една статия на Нобеловия лауреат Ричард Файнман – колега на Гел-Ман от Пасадена – прочетох, че теорията на Янг-Милс е много полезна при изучаване на тези неразрешени проблеми, които свързват квантовата физика с теорията на гравитацията. Всъщност, има паралели между идеите на Янг и Милс и теорията на гравитацията, която Айнщайн е създал през 1915 г.

Опитвах се да приложа идеите на Янг и Милс към силите между кварките. По време на престоя си в църквата „Св. Павел” изследвах серия от алтернативи, но спрях до там, защото видях, че няма възможност ясно да се разграничат различните версии. Щях да се нуждаю от нови експериментални прозрения за да продължа.

В този период въобще не подозирах, че три години по-късно, след бягството ми от ГДР, щях да започна от същата точка, до която бях достигнал през есента на 1967 г., но този път в Станфордския университет в Калифорния. През лятото на 1970 г. се запознах с Мъри Гел-Ман, който през 1969 г. получи Нобелова награда по физика за приноса си към физиката на елементарните частици, в Центъра по физика в Аспен, Колорадо. Нашите общи интереси във физиката ни събраха. Сприятелихме се и няколко години работихме заедно в Калифорнийския технологичен институт в Пасадена, както и в Европейския център по физика на елементарните частици (ЦЕРН) в Женева, Швейцария.

Малко преди да напусна Калифорния през пролетта на 1971 г., разказах на Гел-Ман за изследванията си в Лайпциг и опитите си да опиша силите между кварките, използвайки елементи от теорията на Янг-Милс. Той първоначално беше скептичен, но моите забележки го заинтересоваха. Срегнахме се отново през есента на 1971 г. за да работим заедно цяла година в ЦЕРН и продължихме да работим по темата. Едва през лятото на 1972 г. успяхме да намерим ключа към разбирането на силите между кварките. Всъщност се оказа, че това са сили, които могат да бъдат описани от теорията на Янг-Милс. Тези сили се дължат на „силови частици”, които ние нарекохме глюони.

В ретроспекция, изследванията ми в Лайпциг се оказаха доста полезни. Самата теория, която ние по-късно нарекохме „Квантова хромодинамика“, доказва, че е правилното теоретично обяснение на силите между кварките, а също и на силното взаимодействие вътре в атомните ядра. Тя е основно звено на съвременната физика. Лично на мен, тя винаги ще ми напомня за църквата „Св. Павел” в Лайпциг.

РАЙНСБЕРГ

Университетът отново се оживи в средата на октомври. Студентите се завърнаха от работата си в Мекленбург. Очаквах завръщането на една конкретна студентка по

медицина – Сузане Коциан. Бях я срещнал в Националната библиотека две години по-рано, където тя се подготвяше за предварителни изпити.

Понеже живеях близо до Библиотеката, ми стана навик да прекарвам доста време в читалнята ѝ. Изучавах монографии по физика и математика и решавах упражнения, но и четях доста книги по философия, история и литература.

Един ден забелязах изключително привлекателна млада дама. Когато я видях отново на следващия ден, се постарах да седна близо до нея. Томче на Бертран Ръсел, в съседство с всички книги по физика, я накараха да вдигне глава и започнахме разговор, който продължи до късно вечерта.

Сузане беше от южната част на Източна Германия – както и аз – от района на Анаберг в планините Ерцгебирге. Баща ѝ бил от Прага, Чехословакия, и се оженил за майка ѝ в Дрезден по време на войната. Починал там в началото на 50-те, вследствие на редица наранявания. Впоследствие майка ѝ се завърнала в родния си град, където имаше успешна медицинска практика.

Бързо се сприятелихме, защото имахме доста общи хобита – ходене по концерти, театър и четене на книги. Често излизахме с колелета или с мотор.

Сузане бе наела стая при г-жа Елсхаймер на ул. „Стотериц“, недалеч от моята квартира на ул. „Холстейн“ 26, в източната част на Лайпциг. При първото ми посещение при Сузане срещнах г-жа Елсхаймер и се оказа, че тя познава хазайката ми – г-жа Хемпел. И двете бяха на повече от шейсет. Хазайката ми била доста известна в тази част на града, защото съпругът ѝ Вилхелм Хемпел – за когото се омъжила много млада по време на Първата световна война – е бил капитан на немския национален отбор по футбол. Починал малко преди края на войната.

Г-жа Хемпел не се омъжила повторно. Тя винаги даваше под наем две стаи на студенти. Грижеше се за студентите все едно бяха нейни деца. Беше прекрасна хазайка, може би една от последните от нейния вид, който може би вече не съществува. Но тя имаше едно правило за наемателите си: никакви дами-посетителки след десет вечерта – без изключение.

Г-жа Елсхаймер не беше толкова строга. Сузане от време на време правеше уговорка и ние се наслаждавахме на прекрасното готвене на г-жа Хемпел, а след това пиехме кафе в г-жа Елсхаймер.

Двамата със Сузане се бяхме научили да работим бързо, но и интензивно, което ни даваше достатъчно свободно време да бъдем заедно. През лятото ходехме да плуваме в канала близо до Бургхаузен. По време на една от тези екскурзии Сузане ми чете „Райнсберг“, прекрасна история от Курт Тухолски. Бях чел историята и преди, но никога не я бях усещал по начина, по който я усетих него ден. Оттогава наричахме хълмчето „нашия Райнсберг“ и съм сигурен, че Тухолски би одобрил, въпреки че там нямаше замък като в историята.

Наслаждавахме се на множеството музикални събития в града. Концертите, изнасяни от оркестър „Гевандхаус“ или Оркестъра на радиото, се изнасяха основно в зала „Конгресна“. Тази зала щеше да изиграе специална роля в живота ми през лятото на 1968 г.

Малко след премиерата на всяко ново представление, посещавахме политическото кабаре „Ди Пфефермюле“ (мелница за черен пипер), разположено в съседство с църквата „Св. Тома“. Премиерите винаги бяха по време на Панаира в Лайпциг и никой не знаеше колко време ще мине, преди представлението да бъде забранено. Един ден, след Панаира в Лайпциг, актьор от „Ди Пфефермюле“ съобщи: „Вчера бяхме затворени, днес работим, но ако устите ни са прекалено големи, утре отново ще ни затворят“. Естествено, на следващия ден отново беше затворено.

Що се отнася до материалните ми нужди, бях доста по-добре от повечето студенти. Получавах стипендия като бивш войник, а освен това и пари от родителите си. Събираха ми се някъде толкова, колкото изкарваше един строителен работник. Удобната ми стая струваше много малко и нямаше такса за обучението. Водех един сравнително удобен живот.

През пролетта на 1967 г. поканих Сузане да се присъедини към планираното за лятото пътешествие със съгваемото ми кану. Имах намерение да отида от Краков или Варшава по река Висла до устието ѝ при град Гданск. Сузане не можеше да дойде, защото трябваше да е на практика в болницата. Един колега и приятел – Лотар Хил – дойде вместо нея. Това, което научих по време на пътуването, впоследствие бе решаващо за бягството ми през Черно море по-късно.

В ЗАЛИВА НА ГДАНСК – ЛЯТО 1967 Г.

Познавах Лотар Хил от военната ми служба като радист във Въздушните сили в Каменц. Запознах се през 1962 г., когато Лотар трябваше да прекрати обучението си за пилот по политически причини. Един ден той се появи в моята част. Често говорехме за физика, която той също искаше да изучава, както и за философия, а по-късно и за политика.

Той се бе присъединил към армията като убеден комунист, целящ да стане офицер и боен пилот на „МиГ“, но постоянната политическа индокринация бе предизвикала обратния ефект. Той премисляше нещата много по-внимателно от останалите и като резултат в мислите му бяха пропъзляли съмнения за господстващата Марксистко-Ленинска доктрина. Когато започнал открито да изразява съмненията си в клас, бил придумван – напразно – да мисли по политически правилния начин. Тогава той по-молил да бъде освободен от пилотското училище, за да изкара остатъка от военната си служба като обикновен войник. След бурни дискусии командващите офицери изпълнили желанието му.

Разговорите ни постепенно добиваха опасен характер. И двамата осъзнавахме празнотите в господстващата държавна идеология и свободно разговаряхме за тях, а не бе безопасно. Бяхме много внимателни да не ни подслушат, въпреки че никога не бяхме сигурни на територията на казармите.

Уредихме често да ни слагат двамата заедно да охраняваме самолетите. Това ни даде възможност да сядаме в някой ъгъл през нощта и да слушаме малко радио на батерии, настроено на БиБиСи и РАС (Радио в Американския сектор) – свободна радио-станция

от Западен Берлин. Излишно е да казвам, че беше забранено да се слушат каквито и да е западни радиостанции. Всяко нарушение щеше да доведе до жестоко наказание.

Няколко пъти през първата зима на военната ми служба бях разпределен да давам пост на портала на Пилотското училище в Каменц. Прекарвах времето си, слушайки радио с миниатюрни слушалки, които бяха незабележими под металните каски, които трябваше да носим. Един ден, докато слушах новините по РАС, генерал Кеслер дойде на посещение в нашата част. Неговата луксозна съветска лимузина внезапно спря пред портата и нямах време да махна слушалките и да изключи радиото. Трябваше да док-ладвам, докато в ушите ми звъняха новините. Генерал Кеслер, който него ден беше в добро настроение, излезе от колата и започна разговор с мен за ежедневните проблеми в казармата. Бях късметлия, че той не разбра, че ми бе трудно да го чувам. Не искам и да си мисля, какво би се случило, ако той беше открил причината за лошия ми слух.

Една вечер, когато с Лотар отново бяхме наряд, се срещнахме в края на летището. Самолетите – стари съветски витлови машини – ясно се виждаха на лунната светлина. Облегнахме автоматите „Калашников“ на щайгата, на която бяхме седнали, и имах възможност да задам на Лотар въпрос, който дълго бях отлагал: „Границата с Бавария е на 200 км от Каменц. Мислиш ли, че бихме могли да стигнем до Бавария, ако тайно подготвим един от тези самолети за полет?“ Лотар ме погледна изумен. „Наясно ли си колко е опасно? Ако ни хванат – Бог да ни е на помощ. Ще се равнява на петнайсет години във военния затвор Бауцен II.“

„Наясно съм, но кой би спрял бягството ни, щом веднъж сме седнали в самолета? Не виждам причина, поради която ти с твоя лиценз за пилот да не можеш да го пилотираш до Бавария. Ще бъде възможност да избягаме на Запад, която едва ли би ни се отдала повторно в близкото бъдеще.“

„Хайде да го обсъдим още веднъж след няколко дни. Междувременно ще посъбера информация от пилотското училище.“

С тези думи тайната ни среща приключи. Точно навреме, защото видях фигура, която се промъкваше покрай самолетите. Предположих, че е рутинна проверка от офицера, наблюдаващ охраната. Вдигнах автомата и в съответствие с правилата извиках: „Спри! Кой е там?“

Офицерът отговори и всичко изглеждаше наред. Той продължи да върви към другия край на летището и няколко минути по-късно чух Лотар да вика: „Спри! Кой е там?“

Въздъхнах с облекчение. Седмица по-рано наблюдаващият офицер ме бе хванал да спя на крилото на един самолет. Последствието бе два дни арест, но на мен не ми пукаше особено. Използвах времето да поработя по въпроси от физиката.

Седмица по-късно с Лотар имахме нова възможност да обсъдим плановете си за бягство. Той междувременно бе успял да поговори с приятел от пилотската школа на бойните летци на „МиГ“-ове. Приятелят му беше обяснил в детайли за сигурността на въздушното пространство на Източна Германия. Нямах начин да избягаме със самолет. Бавна витлова машина, като нашата, неизбежно щеше да се появи на радарите, настроени да прихващат съветските изстребители. Те постоянно патрулираха

западните граници – около половин час преди който и да е да достигнал границата. Щеше да е чудо да не бъдем уцелени от противосамолетна ракета. Информацията ни бе недостатъчна, за да отложим плановете си.

През лятото на 1962 г., малко преди Кубинската криза, която доведе света до ръба на ядрена война, нашата военна част бе изпратена на летен лагер в планините Ерцгебирге близо до Анаберг. От там до границата с Бавария бяха само 80 км. Те се равняваха на 25-минутен полет.

Едва от няколко дни в лагера, аз отново обмислях възможността за бягство през нощта с някой от самолетите. Вярвах, че имаме голям шанс да успеем, защото можехме да летим ниско през долините на планинската верига. Но това означаваше, че Лотар, който бе останал в Каменц, трябваше специално да дойде в планините Ерцгебирге. Заради напрегнатата политическа обстановка беше невъзможно да получиш отпускат, освен при изключителни обстоятелства. Накрая изоставих плана си за бягство и реших първо да довърша обучението си в Лайпциг.

Днес, когато си мисля за времето прекарано в Народната армия, осъзнавам, че много малко от другарите ми са се замисляли за бягство на Запад. Предвид този факт, дори и най-налудничавите планове бяха обречени. Спомням си, че по време на престоя на частта ни в Мекленбург, по време на есенната жътва, срещнах двама войници от бронебойната дивизия, разположена близо до границата Потсдам. Ние сериозно обсъждахме възможността да вземем една бронирана машина и да пробием през границата до Западен Берлин. Това ни действие на границата, предвид напрегнатите политически времена, щеше да доведе до продължителна битка с несигурен край.

С Лотар се опитахме да изчислим как да построим балон с хелий, който бихме могли да използваме, при благоприятни условия, да избягаме на Запад. Бързо се отказахме от идеята, защото нямаше как да намерим необходимите ни материали, както и изискваното количество хелий (или друг заместващ го газ). Продължихме да правим планове, които си оставаха само на хартия. Никой от тях не попадна в ръцете на ЩАЗИ (Министерство на държавната сигурност – Източно-Германската тайна полиция) или информаторите ѝ.

След като се уволних от армията през пролетта на 1963 г., няколко месеца останах при родителите си в Рейнсдорф, близо до Цвикау. Лекциите ми в Лайпцигския университет нямаше да започнат преди есента. По него време не можех да реша дали да уча физика или математика, така че учех двете паралелно. Бе решение, което отлагах цели пет семестъра, докато накрая избрах да уча само физика. Осъзнах, че интересите ми са насочени повече към природните феномени отколкото към изкуствените структури на математиката.

В университета отново срещнах Лотар. Оказахме се в една и съща група. Заедно отидохме на няколко екскурзии в междусеместриалните ваканции – една от тях бе пътуването до Полша през лятото на 1967 г.

Имах сгъваемо кану, което лесно можеше да се побере в две чанти. В края на юли хванахме влака за Варшава и два дни къмпингувахме на брега на Висла. Разгледахме забележителностите на столицата на Полша. След това започнахме пътуването си,

гребейки към Гданск. Още на първия ден срещнахме един много висок поляк от Краков, който също искаше да стигне до Гданск с кану. Ние се присъединихме. Името на придружителя ни беше Стефан Попович – лектор по машиностроене в Университета на Краков. Той поел сам на пътуването, защото приятелката му не дошла.

Стефан ни разказа, че вече повече от десетилетие, всяка година предприемал дългото плаване надолу по реката от Краков до Гданск, придружен от някоя студентка. Никоя от тях не издържала на цялото пътуване – повечето се отказвали преди да стигнат до Варшава. Той бил решил, че ще се ожени само ако срещне жена, която успее да издържи на цялото пътуване.

Вечер палехме големи лагерни огньове до реката и Стефан ни разказа много за Полша и ежедневието в университета. По време на една от тези вечеринки ние разговаряхме за брега на Балтийско море и той спомена, че в залива на Гданск е разрешено да се излиза в открито море с малки лодки. Двамата с Лотар бяхме много скептично настроени, защото подобно нещо би било немислимо по бреговете на Източна Германия. Решихме да проучим въпроса щом стигнем до Гданск.

Отне ни десет дни. За малки лодки, като нашата, не бе разрешено да излизат от залива в океана поради мерки за сигурност. Наложих ни се да поемем по приток на реката към пристанището на Гданск. В този момент гранична полиция засече лодката ни. Една бърза полицейска лодка ни спря. След като провериха документите ни, ни обясниха, че не можем да продължим да гребем покрай брега. Искяхме да стигнем до морското пристанище Собот на север от Гданск и да къмпингуваме там. Мърморехме, но нямяхме избор, освен да сгънем лодката и да хванем автобуса за Собот.

Там останахме почти цяла седмица. Къмпингът беше на юг от града, недалеч от прекрасен плаж с пясък, на който сглобихме лодката си. Искях да установя дали нашето малко сгъваемо кану бе достатъчно стабилно за море. Подобен експеримент бе възможен само извън границите на ГДР. В Източна Германия, по плажовете, не бе позволено да се използват дори и надуваеми гумени лодки. Всяко нарушение водеше до затвор, защото се приемаше като опит за бягство от страната.

Разказах на Лотар история, която бях чул в Лайпциг, малко преди да тръгнем. Предното лято един студент се опитал да избяга със сгъваемо кану към Дания от полуостров Дарс – добре обрасъл природен резерват. Сглобил лодката си през нощта, но когато се опитал да я внесе във водата бил хванат от граничната охрана. На въпроса какво правел отговорил, че се разхождал.

„Ами лодката? Не знаеш ли, че е забранено да се носят лодки на плажа?“ Студентът отговорил, че нямал намерение да я използва; той искал само да се поразходи с лодката. „Хоби ми е и със сигурност не е забранено.“ По-късно съдията решил, че отговора, който дал на гранични патрул бил много нагъл и отсъдил три месеца допълнително към стандартната присъда за опит за бягство от страната.

Приблизително по същото време със Сузана бяхме организирали пътуване до Балтийско море и се възползвахме от възможността да проучим бреговата ивица край Дарс. Идеята за опит за бягство отпадна, след като видях значителната охрана на границата.

С Лотар всеки ден тренирахме с лодката, дори в бурно море, и това ми помогна да направя едно забележително откритие. Дори и при вълни с височина от метър можехме да се справяме с лодката при условие, че вълните не ни заливаха. Нашето сгъваемо кану бе с дължина шест метра и можеше да се регулира според формата на вълните; с внимателна навигация почти нямаше опасност от преобръщане.

Практическите упражнения потвърдиха теоретичния ми опит за сгъваемите канута при бурно море, които внимателно бях проучил в Националната библиотека. Библиотекарката сигурно е била изумена, че освен книгите по физика наемах и книги за сгъваеми канута. Изчетох с голям интерес за първото пресичане на Атлантическия океан с кану през 1920 г. Поне научих, че тези канута са много по подходящи за бурни морета, отколкото хората си мислеха.

Веднъж навлязохме доста навътре в залива Гданск и една патрулна лодка ни приближи с проблясващи сигнали. Те ни заповядаха веднага да обърнем и да се върнем на брега. Докато гребяхме обратно казах на Лотар „Ако патрулните лодки ги нямаше, бихме могли да продължим да гребем в открито море чак до Швеция.“

Отговорът на Лотар бе кратък: „Да, ако...“

„Хайде да предположим, че пробваме през нощта. Няма да ни видят. Можем да маневрираме между лодките без да ни забележат и да отидем в Швеция. Лодката ни е толкова малка и няма метални части, така че би била незабележима за радара.“

„На радара няма да се види нищо, но на инфрачервените детектори...“

Не бях помислил за тях. Лотар бе прав. Като бивш офицерски кандидат, той бе добре запознат с триковете на граничния патрул. Аз също бях чувал за инфрачервените устройства, които държаха цялата брегова линия на Балтийско море в ГДР под наблюдение. Всяко нещо на вода, което бе по-топло от водата, например плувец, можеше да бъде засечено – дори и през нощта. Двама мъже в кану веднага биха били забелязани.

Попитах го: „Мислиш ли, че има инфрачервени детектори по бреговата ивица на всички източно-европейски държави?“

„По брега на Балтийско море със сигурност. По-скоро – съмнявам се, че руснаците имат детектори по безкрайната ивица на Сибир. Предполагам, че там не са необходими. Или искаш да си занесеш сгъваемото кану във Владивосток?“

„Не, но си мисля за Черно море. Чувал съм, че в Румъния и северната част на България можеш да вземеш лодка, дори и по-голяма и да излезеш в морето без проблем. Подобно нещо не е позволено в южна България или в Източна Германия. Може би в северна България няма инфрачервени детектори, защото едва ли някой си мисли, че съществуват достатъчно луди, за да се опитат да стигнат до Турция в „орехова черупка“.“

„Знаеш ли? Ако е вярно, ще е интересно откритие.“

„Без догадки. Беше само хрумване. Но ще е добре да погледнем Черно море.“

Тази вечер с Лотар обсъдихме бъдещето си край лагерния огън. Не бяхме говорили за конкретни планове за бягство от Източна Германия от периода на военната ни служба. Избягах темата с приятелите в университета, освен в най-абстрактен и хипотетичен вариант. Бе ясно. Дори и най-малкото подозрение за планиране на бягство

можеше да доведе до арест или поне разпит от Тайната полиция (ЩАЗИ). Знаехме, че има информатор във всяка студентска група.

Все пак, от дълго време планирах да се измъкна от Източна Германия, след като приключи обучението си. От дванайсетгодишен бях решил да уча физика и математика, за да се занимавам с фундаментални изследвания. Родителите ми бяха от средната класа – баща ми бе строителен предприемач и успяваше да опази фирмата си въпреки всички трудности, породени от бюрокрацията на Департамента по планиране. Единственият начин да правя кариера в научната сфера, при тази система, бе да се присъединя към Младежка Комунистическа Група, а по-късно към ОСП (Обединена Социалистическа Партия) [5]. Аз определено не исках да го правя.

Важен фактор за решението ми да напусна страната, взето преди да навърша четиринайсет, беше и постоянната дискриминация срещу децата на бизнесмени, лекари на свободна практика или деца на занаятчии. Когато един от учителите ми ме бе попитал какъв искам да стана, аз отговорих, че имам намерение да уча математика или физика. Той ми се изсмя и рече, „В такъв случай трябваше да си избереш друг баща. Само децата на фермерите и работниците продължават с обучението си в нашето общество – набий си го в главата.“

Учителят, който макар и едър, бе приятен и много умен мъж, нямаше намерение да се държи лошо – той само отразяваше преобладаващото мнение, а то ме шокира. От този момент нататък започнах да обръщам по-голямо внимание на политиката; поставих си за цел и тайничко да слушам западни радиостанции. Когато Съветската армия потуши въстанието в Унгария през 1956 г., бях сигурен, че трябва да напусна Източна Германия, преди да завърша средно образование.

През лятото на 1961 г., когато бях на осемнайсет, скоро след като бях получил дипломата си за средно образование в Цвикау, отидох с колело до границата на Източна Германия – близо до град Плауен. Пътуването, което се проведе малко преди границите на Източна Германия да бъдат затворени и тухлена стена да бъде издигната около Източен Берлин, бе с проучвателни намерения – за да видя как изглежда една граница. Вече бях планирал да избягам от там преди началото на военната ми служба през октомври.

За съжаление бях хванат от граничния патрул в широката пет километра гранична зона и отведен в граничния пункт. За първи път в живота ми – и бих добавил, единствен – се озовах в затворническа килия. Държаха ме няколко часа и накрая ме разпитаха. Аз, естествено, отрекох какви да е намерения за бягство и им показах повиквателната за армията и студентската си книжка за университета в Лайпциг. Те бяха впечатлени и вечерта бях отведен от двама офицери до Плауен, където ме качиха на влака за Цвикау.

Екскурзията, която приключи доста късметлийски, ме научи, че да се опитам да пресека границата от Източна в Западна Германия щеше да е много по-трудно, отколкото си мислех. Реших да изкарам военната си служба и обучението си, и да избягам на Запад след като завърша.

Днес осъзнавам, че рано взетото решение да напусна Източна Германия, е оказало огромно влияние на бъдещото ми развитие. Бях, така да се каже, гражданин на Източна

Германия „по документи“. Така можех да мисля за кариерата си извън ограниченията на системата. Често изразявах свободно мислите си по време на политическите дискусии в университета, но без да съм провокативен.

Преди всичко, исках бързо да завърша следването си. Лидерите на Младежката комунистическа група и ОСП смятаха, че съм студент с по-различни убеждения, но все още не съм изгубен за каузата. Няколко пъти се опитаха да ме направят по-активен и по политически коректен. Усилията им бяха напразни.

Проучвах различни варианти за бягство през между-срочните ваканции, понякога сам, понякога с приятели. С Лотар отидохме на екскурзия с мотоциклет през Бохемската гора по дължина на границата на Чехия с Австрия и Западна Германия, за да опознаем по-добре района. Продължителните преходи ни позволиха да съставим подробна картина на охраната на границата, която не се оказа в наша полза. Веднъж бяхме спрени от чешки граничен патрул близо до границата с Австрия и няколко часа ни разпитваха. След като записаха данните ни, ни освободиха – нямаше доказателства, че правим нещо лошо.

По време на няколкоседмично обучение в Ленинград предприех продължителни пътувания на север, за да изследвам възможностите да избягам през Карелия към Финландия. След като разговарях с местните фермери, научих достатъчно, за да разбера, че е невъзможно да се премине през граничната зона, която е с ширина 50 км. Дори и местните се затрудняваха да я пресичат, без да бъдат забелязани. Но дори и да успея да я пресекат – преминаването през истинската граница щеше да е много опасно.

Много по-късно, в края на 70-те години срещнах един физик евреин в Харвард, който наистина бе пресякъл границата от Съветския съюз до Финландия и обменихме опит. Отнело му няколко седмици. Пътувал само през нощта и бавно напредвал към границата, без да бъде забелязан. Единствената му храна били гъбите и дивите плодове по пътя.

Да се върнем към нашето проучване на Полша: в същата онази вечер на плажа Собот, открито говорих на Лотар за възможността да избягам от Източна Германия. Той ми отговори резервирано. Оказа се, че бе убедил себе си, че е възможно да бъде постигнат истински социализъм. Той даде пример с повишаващата се демократизация на политическия живот в Чехия. Нещата в Полша също се бяха раздвижили: по време на пътуването си бяхме забелязали, че хората се чувстват много по-свободни и с много по-малко ограничения отколкото в Източна Германия.

Аз оставах скептичен и не предвиждах никаква възможност за ново начало в Източна Европа в този период. Държавите зависеха прекалено много от Съветския съюз, а в него нямаше знаци за промени.

Лотар отвърна: „Хайде да изчакаме и да видим какво ще се случи в Прага до следващото лято. По-късно винаги можем да избягаме. Смятам, че това, което каза за Черно море е много интересно. Трябва да го огледаме, може би следващия семестър.“

На следващия ден сгънахме лодката и хванахме влака за Лайпциг.

НА РАЗУЗНАВАНЕ В БЪЛГАРИЯ – НОЕМВРИ 1967 г.

В началото на зимния семестър на 1967 г. с Лотар вече бяхме определили точната

дата за пътуването ни до България. Бяхме доста напреднали с материала и трябваше да посетим само някои лекции и упражнения. Решихме да пътуваме през втората половина на ноември. Не казахме на никой от приятелите ни за плановете си.

Един приятел от България ни осигури частна покана за София – нуждаехме се от нея, за да получим виза за пътуването. Както вече казах – потеглихме в края на втората седмица от ноември. Хванахме влака и два дни по-късно пристигнахме в Букурещ – столицата на Румъния, през Прага и Будапеща. Той бе първата планирана спирка от пътуването ни.

Сутринта, в която пристигнахме, първо подсигурихме нощувката си, а след това отидохме до посолството на Западна Германия, което се намираше в предградията. Искане да се информираме за граничната охрана по продължение на румънската част от Черно море. Щом наближихме посолството осъзнахме, че няма да е възможно. Вилата, в която посолството бе разположено, бе заобиколена от полиция и всички посетители трябваше да се легитимират. Двата с Лотар бяхме разочаровани, тръгнахме си и се утешихме с наистина много вкусно похапване в ресторант в центъра на града.

На следващия ден продължихме пътуването си и пристигнахме в София – столицата на България – която бе и целта ни. Отседнахме в апартамента на приятел – Борис Славов [6] – когото познавахме от Лайпциг. Той беше учил физика в Лайпциг.

През следващите няколко дни разгледахме забележителности из целия град заедно с Борис и посетихме близката планина Витоша. В друг от дните отидохме до посолството на Западна Германия в София, но то също беше заобиколено от полиция. Борис ни обясни, че посетителите в посолството не е необходимо да се легитимират.

Когато портиерът разбра, че сме от Източна Германия, влезе обратно в сградата и доведе един служител, който ни насочи в правилната посока. След няколко намека от наша страна, той осъзна, че целта на посещението ни е мотивирана от план за бягство. Направи ни жест да пазим тишина. Тихомълком го последвахме до втория етаж и в една огромна стая, в която имаше и една малка стаичка без прозорци.

„Тук вече можем да разговаряме“, каза той. „Съжалявам, че Ви вкарах в тази стаичка, но трябваше да я монтираме. Тя е изолирана звуково и електронно. Преди две години българските тайни служби се разположиха на отсрещната страна на улицата и оттогава ни наблюдават със специални средства. Е, какво искате?“

Обяснихме му, че искаме да научим подробности за граничната охрана по крайбрежието на Черно море и в частност за инфрачервените устройства. Скоро осъзнахме, че човекът нямаше идея какво представляват инфрачервените системи; а може би не искаше да разберем какво знае. Във всеки случай стана ясно, че няма да получим никаква полезна информация от него.

Продължихме още малко разговора си и той се заинтересова от плановете за пътуването ни. Предупреди ни да не се опитваме да бягаме по суша към Югославия или Турция. От българските гранични патрули се страхуваха даже повече, отколкото от тези в Източна Германия. Човешкият живот за тях струваше много малко и те използваха пушките си без уприсания.

Накрая се отправихме обратно към апартамента, но внимавахме дали някой не ни следи. На следващия ден започнахме втората част от пътуването си. Борис ни придружи до ж.п. гарата. За няколко часа влакът ни откара до Варна – пристанищен град в северната част от страната.

На североизток от Варна се намира старо ваканционно селище наречено „Дружба“ [7]. Малко по-нататък беше „Златни пясъци“ – дълга плажна ивица, която по него време бе лесно достъпна. Днес тя е покрита с хотели. Един шофьор на такси ни откара до „Дружба“. Той говореше немски и ни препоръча приятен хотел до морето. Бе ноември и хотелите бяха почти празни и получихме голяма прекрасна стая с балкон, която гледаше към плажа.

Когато започнахме работата си, бе късен следобед и слънцето плавно залязваше. Използвахме бинокли, произведени от Цайс, със значително оптично увеличение. С Лотар се редувахме да наблюдаваме лодките на хоризонта. Те бяха разположени на около два километра една от друга и изглеждаха неподвижни. Подредбата им ми напомни за веригата от лодки, която бях забелязал край бреговете на Дарс и Рюген на Балтийско море. Единствената разлика беше разстоянието между тях – сега то бе по-голямо – едно малко утешение. Отбелязахме позициите на корабите на един лист и слязохме да вечеряме.

След вечеря се разходихме по плажа. Опитвахме се да запомним местоположението на хотелите и на съседния къмпинг, който бяхме открили. Прибрахме се около девет вечерта и продължихме наблюдението си. Както и очаквахме, лодките почти не бяха помръднали. Определено бяха граничен патрул.

Наблюдавахме и движението на лодките, идващи от пристанище Варна. По-големи и по-малки кораби влизаха и излизаха. Не видях нищо вълнуващо и си легнахме.

Изгряващото слънце ме събуди. Осъзнах, че Лотар вече е станал и стои на балкона. „Време ти беше да се събудиш. Вече изкарах една смяна на пост.“ Попитах сънливо „Как са лодките? Все още ли са там?“ „Няма ги. Събудих се малко преди изгрев и веднага се опитах да ги наблюдавам, но си бяха заминали. Предполагам, че са тръгнали преди зазоряване.“ Отлично, това може би означава, че през деня никой не си прави усилието да наблюдава движението по вода. Не е зле, във всеки случай изглежда доста по-добре от Балтийско море. Трябва да отбележа, че Черно море започва да ми харесва.“

След закуска се разходихме на север с намерение да научим малко повече за граничната охрана. Оставихме хотела зад гърба си и вървахме по плажа. Отвъд залива видяхме къщите на съседното селище, наречено Балчик – малък риболовен град. Докато гледах през бинокъла, си спомних, че бях забелязал голяма радарна инсталация на хълма. Очевидно задачата ѝ беше да наблюдава преминаващите оттам кораби в Черно море.

„На ти сега“, рече Лотар. „С тази инсталация те искат да разпознаят лодките, които биха се опитали да тръгнат през нощта.“

„С нея няма да видиш сгъваемо кану“, отвърнах аз. „Дори и лодка с малък извънбордови двигател ще мине незабелязана. Наоколо няма инфрачервени инсталации.“

„Съмнявам се, че въобще има инфрачервени инсталации в този район на морето.“

Може би имат само на патрулните лодки. Но и за това се съмнявам. Всъщност – има смисъл. Ако искаш от тук да избягаш към Турция, ще ти трябва по-голяма лодка, защото дотам са повече от 200 км. Сигурен съм, че никой не би помислил, че някой ще се пробва да стигне до Турция с малко сгъваемо кану. Ще е налудничава авантюра.“

Разказах му история, която бях чул от приятели в Цвикау. Братя-близнаци, синове на лекар от планините Ерцгебирге, се опитали да избягат с гумена лодка от български град на юг от Ахтопол, който е разположен близо до границата с Турция. Граничния патрул открил лодката им с инфрачервените устройства точно преди да пресекат граничната линия. Изстреляли гранати към лодката, убивайки и двамата братя.

Не виждах смисъл да се опитваме да бягаме от град в южна България. На север, евентуално, имахме шанс. Граничните инсталации биха могли да бъдат заобиколени навътре в морето. Районът на Варна, който е доста на север, изглеждаше добра отправна точка за бягство.

През следващите два дни останахме във Варна и ги използвахме, за да проучваме околностите. Опитавме се да се свържем с местните, разговаряйки с тях на развален руски, в опит да научим повече за охраната на брега. Цялата информация водеше до едно и също заключение: охраната на българската граница зависеше от радарното наблюдение в северната част и мрежата от патрулни лодки през нощта.

Новините бяха добри. Тръгнахме си от Варна оптимистично настроени. Два дни по-късно бяхме обратно в Лайпциг.

Бележки

[1] отворени църкви – Протестантски църкви, допускащи в тях служби и от другите деноминации на Християнството.

[2] бившата Източно-Германска партия на социалистическото единство.

[3] Валтер Улбрихт (30.6.1893 – 1.8.1973) – функционер на германското и международното комунистическо движение. В периода 1950-1953 г. е генерален секретар на ЦК на ГЕСП, а от юли 1953 г. – първи секретар на ЦК на ГЕСП. От 1960 г. едновременно е и председател на Държавния съвет на ГДР. През 1971 подава оставка от всички заемани постове „по здравословни причини“.

[4] Става дума за тайнствената песен на чайките на брега на Клонтарф, Северен Дъблин, от третата част на романа на Джеймс Джойс „Бдение над Финеган“: – *Three quarks for Muster Mark! // Sure he hasn't got much of a bark! // And sure any he has it's all beside the mark.* (James Joyce, *Finnegans Wake*, Penguin Classics, 2000.)

[5] Източно-Германската Комунистическа партия.

[6] Проф. Борислав Славов – дългогодишен преподавател в катедра „Ядрена техника“, два мандата декан на Физическия факултет на СУ „Св. Климент Охридски“.

[7] днес – „Св.св. Константин и Елена“.

Превод от английски: Цветалина Байкушева

Нашиите автори:

Чавдар Стоянов – чл. кор. ИЯЕЯЕ, БАН

Е. Назърова – доц. д-р, ИФТТ, БАН

В. Рубаков – акад. РАН

Г. Камишева – гл. ас., ИФТТ, БАН

Л. Гурова – доц. д-р, НБУ

Н. Балабанов – проф. д-р, ПУ „Паисий Хилендарски“

Джероен ван Донген – доцент в университета в Утрехт

Доналд Нелсън – почетен професор по физика в Политехническият институт в Уорстър, Масачузетс

Роберт Колинс – почетен професор по електроинженерни науки в Университета на Минесота, Миннеаполис

Волфганг Кайзер – почетен професор по физика в Техническият университет в Мюнхен, Германия

В книжка 2/2012 г. на “Светът на физиката” четете:

Д. Динев – За силата на „слабото“ измерване

Х. Ванков – 100 години от откриването на космичното лъчение

М. Савина, С. Шматов – Физика с допълнителни измерения

М. Н. Монасирски – Джон фон Нойман

В. Пономарьов – Атомната енергия и човекът

В. Захаров – Науката в Русия и съвременния свят

М. Замфиров – Нестандартните задачи в училище

Четиво с продължение – Х. Фритц – Бягство от Лайпциг, II част

СВЕТЪТ НА ФИЗИКАТА 1'2012 THE WORLD OF PHYSICS 1'2012

СЪДЪРЖАНИЕ CONTENTS

НАУКАТА

- Ч. Стоянов – Диполни преходи в атомните ядра
- Е. Назърова – История на свръхпроводимостта в България
- В. Рубаков – Тъмната енергия във Вселената

ИСТОРИЯ

- Д. Донген – Реакционери се оплъчват срещу славата на Айнщайн (част I)
- Д. Нелсън, Р. Колинс, В. Кайзер – Bell Labs и рубиновият лазер

НАУКА И ОБЩЕСТВО

- Н. Саркози – Стратегически поглед към фундаменталната наука

ФИЗИКА И МЕТАФИЗИКА

- Ян Хътчинсън – Джеймс Кларк Максвел и християнската парадигма

ФИЗИКА И ОБУЧЕНИЕ

- М. Замфиров – За връзката между резултатите на учениците по Човекът и природата и математика от външното оценяване през 2011 г.

СЪЮЗЕН ЖИВОТ

- Г. Камешева – Разпространение и развитие на физико-математическите знания на Балканите

PERSONALIA

- К. Коленцов – Радетелят на приложната и инженерна физика Петър Стефанов навърши 70 години.

КНИГОПИС

- Л. Гурова – „Върху раменете на гиганти. Великите постижения на физиката и астрономията.”
- Н. Балабанов – Книга за „Развитието на идеите във физиката”
- Г. Граховски – за учебника „Математични методи на физиката: обикновени диференциални уравнения и вариационно смятане” на доц. д-р Пламен Физиев

ИНТЕРЕСНО

- О. Йорданов – Интересни уеб-страници

ЧЕТИВО С ПРОДЪЛЖЕНИЕ

- Х. Фритц – Бягство от Лайпциг – част I

THE SCIENCE

- Ch. Stoyanov – Dipole transitions in atomic nuclei 1
- E. Nazurova – History of Superconductivity in Bulgaria..... 7
- V. Rubakov – The Dark energy in Universe 16

HISTORY

- Jeroen van Dongen – Reactionaries and Einstein’s Fame (part I)..... 31
- D. Nelson, R. Collins, W. Kaiser – Bell Labs and the ruby laser..... 44

SCIENCE AND SOCIETY

- N. Sarkozy – A strategical view towards the fundamental science..... 56

PHYSICS AND METAPHYSICS

- I. Hutchinson – James Clark Maxwell and the christian proposition..... 61

PHYSICS AND TEACHING

- M. Zamfirov – On the connection between students’ achievements in Man and Nature and Mathematics in external assessments in 2011 78

UNION

- G. Kamisheva – Dissemination and development of physical and mathematical knowledge on the Balkans..... 93

PERSONALIA

- K. Kolentsov – The partisan of applied and engineer physics P. Stefanov turned 70 years 97

BIBLIOGRAPHY

- L. Gurova – On the Shoulders of Giants. The great achievements of physics and astronomy..... 98
- N. Balabanov – Book for “Development of ideas in physics” 102
- G. Grahovski – Book review: Mathematical Methods in Physics: Ordinary Differential Equations and Calculus of Variations, by Plamen Fiziev 105

INTERESTING

- O. Yordanov – Interesting web-pages 109

SERIAL

- H. Fritzsche – Escape From Leipzig – part I 111

СВЕТЪТ НА ФИЗИКАТА

том XXXV, кн. 1, 2012 г.

Издание на Съюза на физиците в България

http://old.inrne.bas.bg/wop/wop_1_2012/

(със спомоществователството на Българска академия на науките)

РЕДАКЦИОННА КОЛЕГИЯ

ГЛАВЕН РЕДАКТОР

Нъшан Ахабабян <ahabab@inrne.bas.bg>

ЗАМЕСТНИК ГЛАВЕН РЕДАКТОР

Михаил Бушев <m_bushev@abv.bg>
Олег Йорданов <oleg.yordanov@gmail.com>

ОТГОВОРЕН СЕКРЕТАР

Милен Замфиров <worldofphysics@abv.bg>

ЧЛЕНОВЕ

Валери Голев <valgol@phys.uni-sofia.bg>
Георги Граховски <grah@inrne.bas.bg>
Людмил Вацкичев <Lyuvats@phys.uni-sofia.bg>
Никола Балабанов <Balaban@pu.acad.bg>
Светослав Рашев <rashev@issp.bas.bg>
Ганка Камешева <gkamish@issp.bas.bg>

ТЕХНИЧЕСКИ СЕКРЕТАР

Снежана Йорданова <upb@phys.uni-sofia.bg>

ВОДЕЩ БРОЯ: Георги Граховски

АДРЕС НА РЕДАКЦИЯТА:

1164 София,
Бул. Джеймс Баучер № 5 ☎ 862 76 60
e-mail: worldofphysics@abv.bg

EDITORIAL STAFF

EDITOR-IN-CHIEF

Nashan Ahababjan

VICE EDITOR-IN-CHIEF

Michael Bushev
Oleg Yordanov

EXECUTIVE SECRETARY

Milen Zamfirov

MEMBERS

Valeri Golev
Georgi Grahovski
Liudmil Vatzkitchev
Nicola Balabanov
Svetoslav Rashev
Ganka Kamisheva

TECHNICAL SECRETARY

Snejana Iordanova

EDITORIAL OFFICE ADDRESS:

5, James Bouchier Blvd,
1164 Sofia

ПРЕДПЕЧАТНА ПОДГОТОВКА: Д. Денчева

Дадена за печат на 6 март 2012 г.

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

бул. Цариградско шосе 72

ISSN: 0861–4210