

УЧАСТИЕТО НА БЪЛГАРИЯ В ЕКСПЕРИМЕНТА CMS НА LHCВ CERN И ТЪРСЕНЕ НА HIGGS БОЗОН

Владимир Генчев

1. Стандартен Модел (СМ)

Физиката на високите енергии посрещна ХХІ век с реализацията на гигантски проект LHC (Големия Адронен Колайдер). Този уникален, нямаш по своите мащаби и сложност научен проект, в който е привлечена Международната общност физици от повече от 40 страни в света на базата на Европейския център за ядрени изследвания (CERN), Женева, Швейцария, трябва да реши основните проблеми на съвременната фундаментална физика.

Целта на изследванията, към която Международната общност от физици интензивно се готвеше през последните двадесет години, е критическата проверка на най важните предсказания на съвременната теория на елементарните частици, така наречения Стандартен Модел (СМ), търсене и изследване на недостигащите звена в иначе стройните представления на тази теория.

С бъдещите изследвания, които ще се провеждат на Големия Адронен Колайдер са свързани и надеждите за възможното намиране на нови физични явления и закономерности извън пределите на предсказанията на СМ, разширяващи границите на нашите знания в опознаване на света и неговото единство – от пределно достижимите знания за микросвета до границите на нашата Вселена.

Важна роля в развитието на СМ са изиграли принципите на симетрията и методите на теорията на групите, позволяващи да се съпостави на определена група от частици със подобни свойства мултиплети, или така наречените неприводими представяния на групите на симетрията в зарядовото пространство. Или казано с други думи, на координатните точки на зарядовото пространство съответстват дискретните значения на обобщените заряди или квантовите числа на частиците – електрически (Q), барионен (B), лептонен (L) заряд, изотопически спин (I) и други, такива като „цвят“ и „поколения“.

В основата на СМ лежи представата за лептони и кварки, като фундаментални съставляващи на материята (табл. 1).

Лептоните и кварките, имат полуцяло значение на собствения вътрешен ъглов момент (спин) и се подчиняват на статистиката на Ферми – Дирак. Затова се наричат фермиони. Лептоните и кварките се групират в дублети, които съответстват на двете значения на проекциите на изотопическия спин $I_3 = \pm \frac{1}{2}$. В отличие от лептоните, кварките се появяват в три състояния, отличаващи се по „цвят“. Електрическите заряди на фундаменталните фермиони са свързани чрез просто съотношение ($Q = I_3 + 1/2Y$) с главното фермионно число (хиперзаряд Y), което заема значение 1 за лептони и 1/3 за кварки.

поколения	лептони		кварки	
I	e	ν_e	uuu	ddd
II	μ	ν_μ	ccc	sss
III	τ	ν_τ	ttt	bbb
ел. заряд Q	-1	0	2/3	-1/3

Табл. 1. Фундаментални частици – три поколения фундаментални фермиони с идентични квантови числа, отличаващи се по значението на масите и времена на живот.
Всяко поколение кварки има три “цвята”

Носителите на фундаменталните взаимодействия – електромагнитното, слабото и силното в СМ са калибровъчните векторни полета и съответните им промеждутъчни бозони (имащи спин 1). Тежките промеждутъчни бозони: заредените $W^\pm$, неутралният Z^0 и безмасовият фотон γ са носители на електрослабите взаимодействия, докато октета на цветните безмасови глюони са носители на силното взаимодействие. Квантовите числа на фундаменталните частици: електрическият заряд, хиперзаряда, изотопическият спин и октета на цветните заряди, играещи ролята на обобщени заряди, определят връзката на частиците със съответните калибровъчни полета, носители на взаимодействията. Едновременно те се явяват генератори на преобразованията на фундаменталната група на калибровъчната симетрия на СМ, действащи в обобщеното зарядово пространство. Тази симетрия, изразявайки се с езика на теорията на групите, съответства на производението на едномерната абелева група на унитарните фазови преобразования $U_Y(1)$ и две неабелеви групи: три параметричната група на унитарното въртене на изотопическия дублет $SU_I(2)$ и осем параметричната група на унитарното въртене на цветния триплет $SU_C(3)$.

Всичко написано дотук се опира на твърдо установени експериментално проверени факти. В същото време е известно, че в слабите взаимодействия, изотопическата симетрия се нарушава, а хиперзаряда и изотопическият спин, в отличие от електрическия заряд, по отделно не се съхраняват. Само от този факт следва, че само при някоя определена комбинация на унитарните преобразования на групата $U_Y(1)$ и групата $SU_I(2)$ съответства точна симетрия в природата, но не при всяка от тях по отделно.

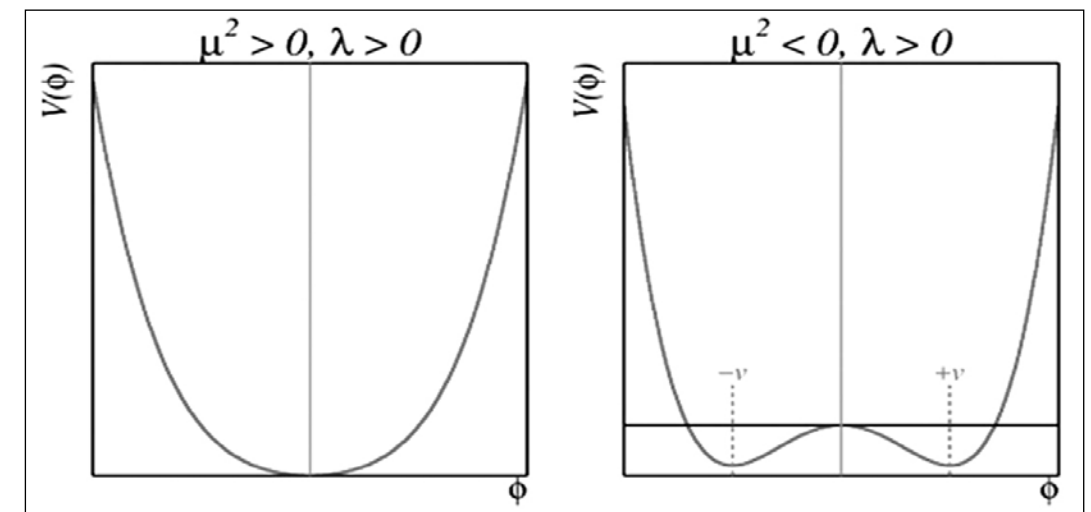
2. Higgs бозон и механизъм на Higgs

Съвсем естествен въпрос е откъде се взема масата на лептоните и кварките и как се обяснява огромната разлика между тях. Как са произлезли различните типове взаимодействия и огромните разлики в тяхната сила?

За да се обясни възникването на масата на лептоните и кварките, а също така и на носителите на слабите взаимодействия W и Z бозоните, са необходими допълнителни частици. И това е принципно нов елемент в теорията на електрослабите взаимодей-

вия, играещ важна роля в Стандартния Модел на което се гради цялата конструкция на теорията на фундаменталните взаимодействия. Този елемент е въвеждането на т.н. скаларно поле на Higgs и съответно появата в природата като допълнение към фундаменталните фермиони на нов тип частица – тежък скаларен бозон Higgs. Принципно важно за СМ е предположението, че значението на полето на Higgs във вакуума не е нулево и е от порядъка на 300 GeV. Това предположение води към представата за съществуването на своеобразно море на Higgs, запълващо в нормално състояние цялото пространство. Полето на Higgs, както и полето на фундаменталните фермиони, имат определени ненулеви квантови числа, такива като изотопически спин и хиперзаряд и следователно се подчинява на унитарното фазово и изотопическо въртене в зарядовото пространство. По такъв начин задаването на определено значение на полето на Higgs във вакуума нарушава калибровъчната инвариантност относно глобалните преобразования на по горе споменатите групи симетрии. В такива случаи се говори за „израждане“ на свойствата на вакуума, който се явява основното състояние на системата от квантовите калибровъчни полета и полета на материята с минимална енергия.

Представата за нарушаване на симетрията на състоянието с минимална енергия съвпада с приетите в настояще време концепции за възникване на Вселената. Всички родили се след Големия взрив частици и античастици, включително и Higgs бозоните, калибровъчните бозони и фермиони са безмасови. Броят на частици и античастици е еднакъв. Това съответства на съвършената симетрия на потенциала на Higgs (фиг. 1а). След това системата от частици се разширява и охлажда, при което потенциала си изменя формата и се образуват нови състояния с минимална енергия. В резултат на това полето на Higgs се видоизменя и придобива постоянна съставляваща $\pm v$ (попада в кондензатно състояние) (фиг. 1б).



Фиг. 1 Илюстрация на механизма на Higgs при спонтанно нарушаване на симетрията и генерация на масите на бозоните и фермионите

Въвеждането в теорията на скаларно поле на Higgs с различно от нула вакуумно значение в съответствие с принципа на спонтанното нарушение на калибровъчната инвариантност дава не само естествено обяснение на правилата на отбор на слабите взаимодействия, но и обезпечава механизъм за генерация на масите на тежките променливи бозони и фундаменталните фермиони, без нарушаване на изходната калибровъчна симетрия. Фермионите и калибровъчните бозони придобиват маса за сметка на появата на постоянна съставляваща на скаларното поле (вакуумен кондензат).

Решаването на този чисто теоретичен проблем преди близо 50 години е приличало на конски надбягвания. В един и същи том 13 през 1964 г. на Physical Review Letters са публикувани 3 статии по този въпрос, но единствено в статията на Peter W. Higgs се прави предположение, че като следствие от теорията следва съществуването на мултиплети от векторни и скаларни бозони. Останалите автори нищо не коментират за тяхното съществуване.

3. Българското участие в експеримента CMS

Експериментът CMS (Компактен Мюонен Соленоид) бе проектиран да работи на строящия се най-мошен ускорител с насрежни снопове протони LHC (Големия Адронен Колайдер) в Европейския център за ядрени изследвания (CERN), Женева, Швейцария. При високите енергии на насрежните снопове се предполага, че се раждат достатъчно количество Higgs бозони и в зависимост от тяхната маса, която за съжаление не може да се предскаже от Стандартния Модел, за обозримо време ще могат да се регистрират по техните разпади. Главната научна мисия на CMS е именно да открие и изучи механизма на нарушаване на електрослабата симетрия и възникване на масите на частиците, което е свързано евентуално с откриването на нова фундаментална тежка частица – Higgs бозон.

Български физици и инженери от ИЯИЯЕ при БАН и ФзФ на СУ “К. Охридски” участват в колаборацията CMS от самото и основаване през 1991 г. През изминалите години те имат съществен принос в разработването и конструирането на детектора CMS. Практическото участие в подготовка на експеримента започна с моделиране на CMS установката, нейната оптимизация и разработка на методи за възстановяване на енергията, отделена в калориметричната система на CMS. Проектирането на калориметъра и оптимизиране на неговите характеристики с цел максимално енергетично разрешение при минимални загуби на нерегистрирани частици (херметичност) е направено главно от българските специалисти.

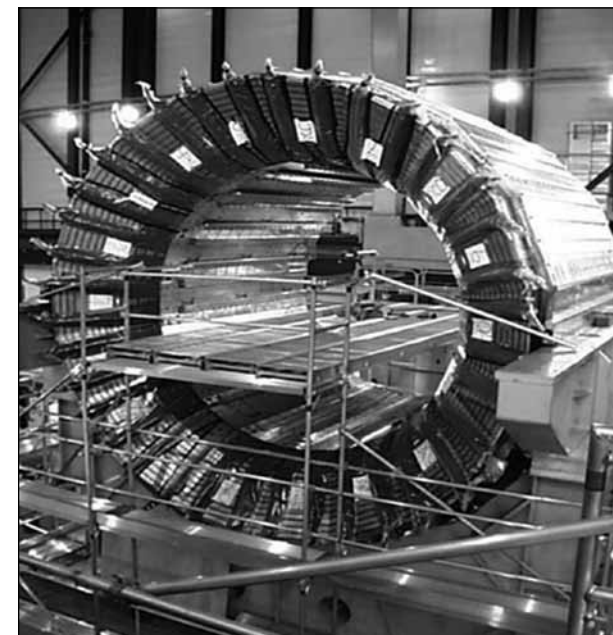
По-голямата част от месинговите плочки за абсорбера на централната част на адронния калориметър (700 тона) (фиг. 2) и част от абсорбера за крайните му части (около 30 тона) бяха произведени в България под качествения контрол от страна на български специалисти и отправени в Испания за допълнителна механична обработка.

Инженери от ИЯИЯЕ, БАН отговаряха за разработката и производството на компютърно управляема високоволтова (до 14 kV) система за захранване на хибридните фотодиоди на адронния калориметър. От тази система са изработени, настроени и до-

ставени в CERN 22 крейта с общо 125 четириканални модула (фиг. 3). За предните адронни калориметри бе разработена и произведена в България 72 канална система за захранване (до 2 kV) на общо 1728 фотоелектронни умножителя.

След приемането на страната ни за пълноправен член на CERN, нашето участие в изграждането на детектора бе разширено, като поехме допълнителни задължения свързани с производството на част от детекторите на мюонната система на CMS. През 1999 г. бе подписан “Memorandum of Understanding for Collaboration in the Construction of the CMS Detector” между Министерството на Образованието и Науката (МОН) на Р България и CERN, в който са указани различните подсистеми на детектора CMS в които участва страната ни, конкретните задължения и отговорности, както и сроковете за тяхното изпълнение. Въз основа на това съглашение бе подписан договор за финансиране на научно-изследователски проект на тема “Експеримент CMS на ускорителя LHC в CERN” между МОН и група специалисти от ИЯИЯЕ при БАН и ФзФ на СУ “Св. К. Охридски”. По такъв начин България за първи път участва в научната програма на CERN.

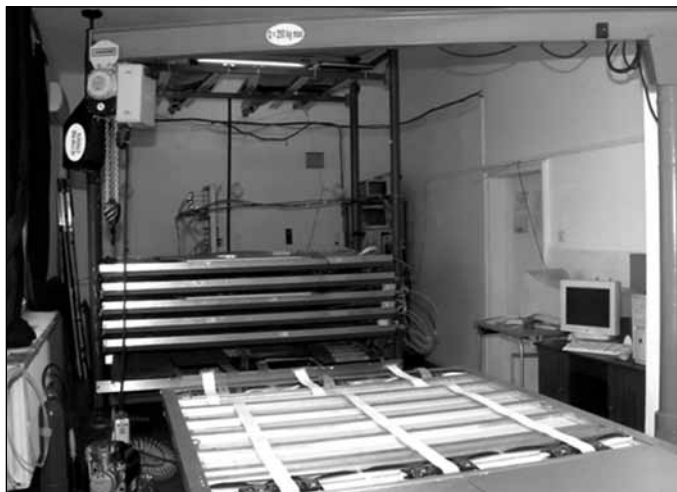
Около 30 българските физици и инженери (сред които 6 докторанти) поеха отговорността за производството на механичните компоненти на всички RPC (Resistive Plate Chambers) камери за централния мюонен детектор, както и за производството и тестването на 125 RPC камери от третата мюонната станция на CMS детектора, което представлява 25% от всички камери. По-



Фиг. 2 Половината от абсорберните плочи на CMS адронен калориметър бяха произведени в България



Фиг. 3 Високоволтовата система за захранване на адронния калориметър, изработена в ИЯИЯЕ, БАН в измерителния център на CMS



Фиг. 4 Лабораторията в ИИЯЕ, БАН за производство и тестване на RPC камери с космически мюони.

вече от 20 тона алуминиеви профили бяха произведени в “Стилмет” АД, София за поддържащите рамки на RPC камерите. Бе създадена необходимата инфраструктура в рамките на Лаборатория “Високи енергии” на ИИЯЕ, БАН за монтаж на камерите и тяхното тестване с помощта на космически мюони (фиг. 4). Тя включваше механичен стенд за разполагане на камерите, газова система, система за набиране на данните, тригерна система, нисковолтова и високоволтова системи за

захранване на камерите. Бе разработено необходимото програмно обезпечение, за измерване параметрите на изследваните камери, включващо ефективност, шум, ширина на кластера и визуализация на волт-амперните характеристики на камерите.

Параметрите на камерите, измерени при тестването им с космични мюони, напълно съответстваха на техническата спецификация на мюонната система на CMS, към която нашата група направи съществен принос. Съгласно нашите задължения, бяха сглобени и тествани успешно всички 125 RPC камери, транспортирани до ЦЕРН, инсталирани в свръхпроводящия магнит на детектора и пуснати в действие.

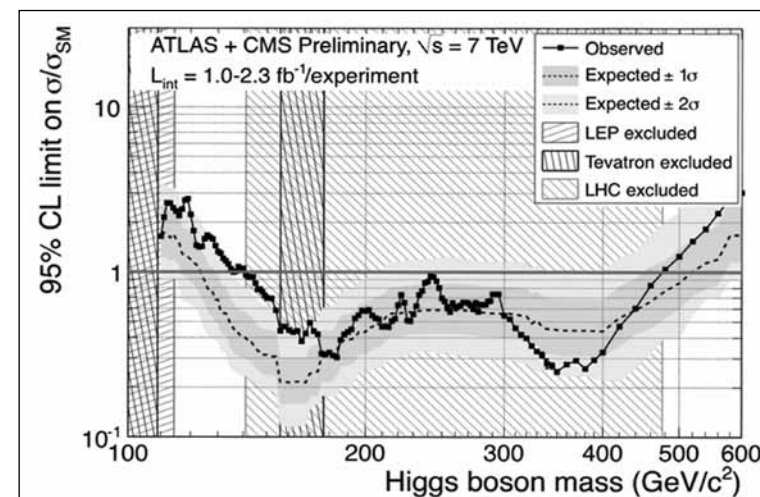
4. Търсене на Higgs бозон

В края на 2009 г. настъпи нова ера за физика на частиците с първите сблъсъци на LHC ускорителя в ЦЕРН при енергии в система на масите от 900 GeV и 2.36 TeV. Очакваните първи взаимодействия при 7 TeV се случиха на 30 Март 2010 г. През 2010 г. успешното набиране на данни надхвърли всички очаквания, като се достигна до планираната интегрална светимост две седмици преди срока. Нарастване на светимостта с пет порядъка за седем месеца от април до ноември е огромно достижение за цялата CMS колаборация. LHC заработи стабилно през 2011 г. през март и скоро след това CMS записа първите данни от протонни сблъсъци при 7 TeV и светимост $1.2 \times 10^{30} \text{ cm}^{-2}\text{s}^{-1}$. От тогава машината счути множество рекорди, довеждайки светимостта до много по високи нива, отколкото се очакваше през тази година. На 22 Април 2011 се постави нов световен рекорд за светимост за адронни колайдери, когато светимостта достигна до $4.67 \times 10^{32} \text{ cm}^{-2}\text{s}^{-1}$. Това превиши предишния световен рекорд от $4.024 \times 10^{32} \text{ cm}^{-2}\text{s}^{-1}$, който бе поставен от колайдера Tevatron (САЩ) през 2010 г. До края на 2011 г. колайдера LHC работеше при светимост от $3.54 \times 10^{33} \text{ cm}^{-2}\text{s}^{-1}$ и CMS сега може

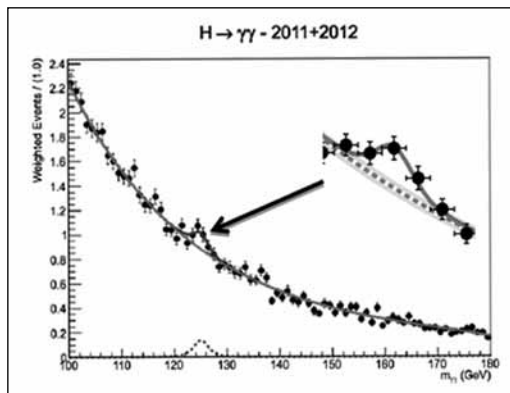
да записва толкова данни за един ден, колкото записа за цялата 2010 г. Това превиши два пъти всички очаквания за светимост за 2011 г. Набраната статистика от 5.2 fb^{-1} при 91% ефективност на детектора бе обработена и резултатите са публикувани в множество международни научни списания.

Може би най-очакваният резултат от LHC е търсенето на Higgs бозон, единствената предсказана частица от Стандартния модел, която не е открита експериментално. Higgs бозона обяснява как елементарните частици придобиват маса. Ако Higgs бозона, предсказан от Стандартния модел съществува, той ще се роди при LHC взаимодействията и ще се разпадне на различни добре познати елементарни частици, с доминиращи разпадни продукти, които ще зависят от неговата актуална маса. В CMS, в търсенето на Higgs бозона се използват голям кръг от разпадни продукти: два фотона, два τ -лептона, два W -кварка, два W -бозона и два Z -бозона. Анализирайки всички тези канали на разпад ни осигурява, че търсенето ще бъде чувствително при наблюдението на Higgs, независимо от неговата маса. Ние показахме, че ако Стандартния модел Higgs съществува, той може да има маса, лежаща в тясна област от 115 до 127 GeV (фиг. 5). Това може да означава, че или Higgs бозона е скрит в тази област или пък реалният Higgs бозон не е този, предсказан от Стандартния модел и притежава някакви екзотични свойства или пък просто той изобщо не съществува. Бе необходим голям обем от нови данни през 2012 г. за да се направи окончателно заключение.

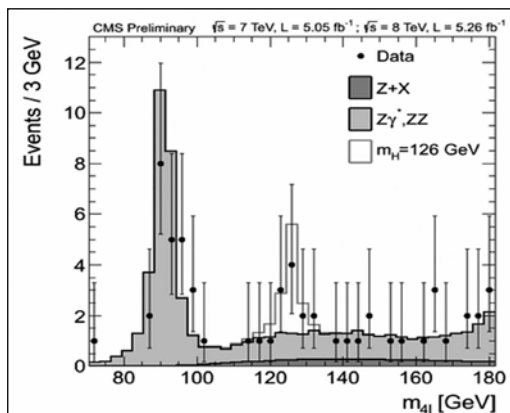
Набирането на тези данни започна през април 2012 г. и то при по-високи енергии на всеки един от двата насрещни протонни снопа – 4 TeV със светимост $6.8 \times 10^{33} \text{ cm}^{-2}\text{s}^{-1}$, което позволи до средата на м. Юни да се наберат толкова събития, колкото през цялата 2011 г. Трябваше да се получат нови резултати за достойното представяне на CMS Колаборацията на Международната Конференция по Физика на Високите Енергии, която се откриваше в Мелбърн, Австралия. На съвместен семинар, проведен на 4 Юли 2012 г. в ЦЕРН и Мелбърн, се представиха предварителните резултати по търсенето на Стандартен Модел Higgs бозон, по данни записани през 2012 г. CMS наблюдава избитък на събития с маса от около 125 GeV и статистическа значимост от пет стандартни отклонения над фона.



Фиг. 5 Поставиха се нови граници за съществуването на Higgs бозон (115-127 GeV)



Фиг. 6 Разпределение на двуфотонната ($\gamma\gamma$) инвариантна маса от данни, набрани през 2011 и 2012 г.



Фиг. 7 Разпределение на четири-лептонната реконструирана инвариантна маса за сумата от $4e$, 4μ и $2e2\mu$ канали на разпад от данни, набрани през 2011 и 2012 г.

Бел. ред. В първата, подготвена за публикация съобщение: “Observation of a new boson at a mass of 125 GeV with the CMS experiment at the LHC” (изпратена в Physics Letters B), в колектива от автори, изброени на 15 стр.(петнайсет - sic!) от 139 различни лаборатории и университети по света, български учени, съавтори в публикацията са: Л.Димитров, В.Генчев, С.Пиперов, М.Родозов, С.Стойкова, Г.Султанов, В.Чакалов, Р.Траянов, И.Ванков, М.Витова (ИЯИЯЕ, БАН), А.Димитров, Р.Хаджийска, В.Кожухаров, Л.Лютов, В.Павлов, П.Петков (ФФ, СУ) и Ч.Руменин, Р.Узунова, Р.Захариев (ИСЕР, БАН)

Вероятността флуктоациите на фона да дават този ефект е около едно на три милиона. Значимостта на сигнала е по-силна в двете крайни състояния с отлично масово разрешение – двуфотонно крайно състояние (фиг. 6) и състояние от две двойки заредени лептони (електрони или мюони) (фиг. 7). Това се интерпретира като наблюдаване раждането на ненаблюдавана досега частица с маса около 125 GeV.

Данните, получени от CMS експеримента, позволиха да се направи и окончателно заключение за изключване на съществуването на Стандартен Модел Higgs бозон в областта 110 – 122.5 GeV с ниво на достоверност от 95%.

В рамките на статистическите и систематическите грешки, получените резултати от различните до сега изследвани канали на разпад, съвпадат с тези очаквани от съществуването на Стандартен Модел Higgs бозон. От друга страна са необходими допълнително набирането на нови данни за да се изясни дали тази нова частица наистина има свойствата на Стандартен Модел Higgs бозон. До края на 2012 г. се очаква да се утрои статистиката, набрана до този момент. Тези данни ще позволят да се разясни природата на тази нова частица.

КВАНТОВ ЕФЕКТ НА ЗЕНОН

М. Бушев

В памет на моя приятел Асен Петров

„Лесно може да се покаже с помощта на стандартната теория, че ако една система първоначално е в собственото състояние на някаква наблюдаема величина и ако върху тази величина се осъществят N на брой измервания в рамките на 1 секунда, тогава даже ако състоянието не е стационарно, то вероятността системата да се окаже в същото състояние след, да кажем, 1 секунда, ще клони към единица при N клонящо към безкрайност, т.е. непрекъснатото наблюдение ще спре изменението. . .”

Нов парадокс?

Квантовата механика има своеобразен раздел, посветен на нейните парадокси. Може смело да се каже, че практически всички квантовомеханични парадокси са свързани по един или друг начин с проблема на измерването (квантова интерферометрия, парадокс на Айнщайн – Подолски – Розен или АПР ефект, парадокс на Шрьодингеровата котка, парадокс на Ааронов – Бом и др.[1]). Без да смущават практиците, тези проблеми добиват все по-растящо познавателно значение, а твърде възможно е в бъдеще те да доведат до важни практически приложения. Например използването на АПР ефекта за създаването на квантова криптография/информатика (вж. например [2]) убедително показва неочакваната приложна значимост на привидно тясноакадемичните фундаментални изследвания. Намек за това се съдържа в открития преди няколко десетилетия ефект при разпадащи се квантови системи, а именно, че достатъчно често повтаряната процедура на измерване може да забави и дори да замрази разпада. Една неустойчива система (напр. радиоактивно ядро, възбуден атом, неутрон и т.н.) може даже никога да не се разпадне, ако е подложена на непрестанно наблюдение.

Това парадоксално поведение на неустойчивите квантови системи първоначално е наречено „Квантов парадокс на Зенон” (Джордж Сударшан и Байдианат Мишра, Университета на Остин в Тексас, САЩ, 1977; вж. [3]), но впоследствие се налага терминът „квантов ефект на Зенон”..

Занапред ще използваме съкращението КЕЗ за квантов ефект на Зенон.

Кой е Зенон?

Зенон (V пр.н.е.) е един от най-видните представители на елеатската школа (гр. Елеа, днешна Южна Италия). Ученик е на Парменид, а по сведения на Диоген Лаертски [4] негови ученици са били основателите на атомистиката Левкип и (косвено) Демокрит. Аристотел[5] го сочи като създател на диалектиката и посвещава на апориите му (в опитите си да ги опровергае) почти половината от съчинението си *Физика* (Всъщност

благодарение на Аристотел до нас са дошли 9 от парадоксите на Зенон; а на места дори се срещат твърдения, че те са били общо 40.) По-късно Платон в диалога *Парменид* пресъздава философската дискусия между Сократ, Аристотел, Парменид и Зенон. В своята *История на философията* Хегел [6] дава подробно описание на достойния му живот и на героичната му смърт, вдъхновила съгражданите му да се вдигнат на бунт и да свалят от власт тирана. Хегел недвусмислено нарича Зенон „майсторът на елестската школа” и „основоположник на диалектиката”, като посвещава много страници на апориите му и на създадения от него метод *reductio ad absurdum*.

Апориите на Зенон

„Апория” е гръцка дума, която означава „безизходно положение”, труднорешим проблем, свързан с противоречието между сетивния опит и мисления анализ (подобно на знаменитите мисловни опити на Галилей и Айнщайн). По времето на Зенон древногръцката математика и философия са достигнали такава зрялост, че се изправят пред фундаменталния въпрос относно пространството и времето: трябва ли те да се разглеждат като неограничено делими (континуалност) или като съставени от някакви неделими малки, но крайни „атоми” (дискретност). Зенон показва, че и двете предположения водят до противоречие (апория). Апориите „Ахил” и „Дихотомия” показват, че е невъзможно движението в непрекъснато пространство-време, а „Стрелата” и „Стадионът” – в дискретно пространство-време.

За илюстрация накратко ще разгледаме някои от апориите.

В „Дихотомия” (буквално „преполовяване”) Зенон казва: „Преди да достигне целта си, движещото се тяло трябва да измине половината разстояние, но преди това – четвъртината, а преди това осмината и т.н.” Ясно е, че при безкрайна делимост на разстоянието то не съдържа никакво първо разстояние и поради това движението не само не може да завърши – то даже не може да започне. (Подобна е апорията „Ахил и костенурката”, но в нея безкрайната редица е насочена не към миналото, а към бъдещето: бързоногият Ахил никога няма да догони не само Хектор, но даже бавната костенурка, защото докато Ахил преодолява разделящото ги разстояние, костенурката ще отиде малко напред, докато Ахил пробяга и това разстояние, костенурката отново ще отиде напред и т.н. до безкрайност.)

„Стрелата” във всеки един момент на наблюдение заема равно на себе си място и е неподвижна в това място. Ако я видим да се движи, това значи, че в един момент от времето тя е „тук”, а в друг е „там”. Но това противоречи на неделимостта на отрязъците от пространството и на моментите от времето. Така че няма моменти от времето, когато стрелата се движи. Изводът е, че стрелата винаги е неподвижна и че движението е илюзия.

В наивна, но гениална форма Зенон улавя диалектиката на движението, на безкрайността и на съществуването. Потомците вече две и половина хилядолетия търсят разрешение на неговите апории, но на всяко „решение” и „опровержение” все липсва нещо „малко”, което става зародиш на нови трудности и противоречия (срв. [7]).

Класическа теория на разпадните процеси

Интересът към разпадните процеси възниква заедно с откриването на естествената радиоактивност (А.Бекерел, 1896) и на излъчваните при това частици (Ръдърфорд, 1899) – α -частици, γ -лъчи и електрони. Открити са и нови радиоактивни елементи – полоний и радий (М.Кюри, 1898). Това стимулира експерименталното и теоретично изучаване на разпадните процеси. Няма съмнение, че този проблем намира естествено си развитие в рамките на квантовата теория, в която типични ефекти, подобни на тунелния ефект, са особено подходящи за анализа на динамиката на неустойчивите системи.

Класическата теория на разпада е много проста. По същество тя е основана върху допускането, че радиоактивните ядра имат определена вероятност за разпад и че тази вероятност не зависи от предисторията на отделните разпадащи се ядра. С други думи разпадните събития са независими едно от друго и не пазят никакъв спомен за миналото. Оттук непосредствено следва, че изменението $dN(t)$ на броя $N(t)$ на радиоактивните ядра през инфинитезималния интервал от времето dt трябва да бъде пропорционален на $N(t)$ и на dt , т.е.

$$dN(t) = -(1/\tau) N(t) dt, \quad (1)$$

откъдето стигаме до експоненциалния закон за разпада:

$$N(t) = N(0)\exp(-t/\tau), \quad (2)$$

който дефинира τ като време на живот на радиоактивното ядро.

Това е феноменологично описание на процеса, доколкото не се поставя въпрос относно неговия механизъм. При все това уравнение (2) описва много добре експериментално наблюдаваните факти. Освен това от него ясно се вижда, че разпадът е еднороден във времето, т.е. вероятността се запазва за всеки произволно избран момент от времето.

Първото теоретично описание на разпадния механизъм (Гърни, Кондън, Гамов, 1928) представлява приложение на квантовата механика към проблема на ядрената стабилност. По същество то е основано върху тунелния ефект, при който вътре в ядрото α -частицата се намира в потенциална яма и може с ненулева вероятност да пресече бариера и да се излъчи.

Неустойчивите системи показват, както ще видим, краткотрайни отклонения от експоненциалния закон за разпад. Това явление е довело до предсказанието, че при чести измервания по време на неекспоненциалния режим разпадът на системата може да се забави и дори да се замрази – това е КЕЗ. И обратно, при някои по-различни условия на често измерване системата може да зесили своя разпад – Анти—КЕЗ.

Сега ще припомним някои основни неща относно квантовата механика и по-специално квантовото измерване.

Квантово измерване – обект и субект

Квантовомеханичният възглед за света е не само извънредно ефикасен за описанието на микросвета, но заедно с това доведе до радикални изменения на представите

за реалност, причинност, измерване и т.н. Без да навлизаме в тази голяма и все още неизучена докрай концептуална област (вж [1], [2],[8]) ще се фокусираме върху проблема на квантовомеханичното измерване, който е в пряка връзка с описанието на КЕЗ.

Наблюдението (измерването) е процедура на съпоставяне на сетивния опит с теорията. От времето на Декарт (средата на 17 в.) знаем, че наблюдаваните природни процеси протичат независимо от наблюдението. Това е възгледът за обективност на физическата реалност. Именно той ни дава основание да говорим за „Декартов рай“ на естествознанието [9].

Обаче още към 30-те години на 20 в. квантовата механика ни изправя пред една твърде деликатна ситуация: измерването се оказва активен фактор в квантовомеханичните процеси и в частност – в процесите на разпад. Изискването за обективност, което в продължение на столетия е приемано като предпоставка за всяко естествознание, в микрофизиката е ограничено от факта, че не е възможно пълното разделяне на наблюдаваното явление от наблюдателя. Така се нарушава класическото Декартово предположение за независимост на обекта от наблюдаващия субект. Нарушена е причинната връзка между поведението на обекта преди и след наблюдението. Субектът (заедно със своята апаратура) вече не е *безучастен* (detached) наблюдател – той влияе върху обекта със самия избор на експерименталната постановка (да се регистрират вълнови или корпускуларни свойства, координати или импулси и т.н.). В класическата физика наблюдателят е изолиран от обекта не защото не оказва никакво влияние върху него, а защото това влияние може винаги да се изключи с помощта на съответни детерминирани поправки. Но в микрофизиката характерът на природните закони е такъв, че всяко наблюдение създава неконтролируемо смущение както на обекта, така и на наблюдателните средства. Поради това наблюдението *нарушава* причинната връзка между явленията преди и след него. След наблюдението възниква непредсказуем резултат (срв. [1], [8], [9]).

Проекционен постулат

В квантовата механика едно взаимодействие се нарича „измерване“, когато неговият резултат може да се интерпретира в термините на класическата механика. Честото измерване забавя и дори спира прехода. Това може да бъде преход на частица от едно полупространство в друго, преход на фотон във вълновод от една мода в друга, преход на атом от едно квантово състояние в друго, поглъщане на фотон с определена дължина на вълната. Тези и други преходи могат да се разглеждат като реализации на КЕЗ. По своя характер ефектът възниква само в системи с различни квантови състояния и поради това е неприложим към класически явления и макротела.

Квантовомеханичното описание на една система се съдържа в нейната вълнова функция или вълнов вектор, $|\Psi\rangle$, който е дефиниран в абстрактното Хилбертово пространство. Динамиката на вълновата функция се управлява от уравнението на Шрьодингер

$$i \hbar (d/dt) |\Psi\rangle = H |\Psi\rangle, \quad (3)$$

където H е операторът на Хамилтън, а уравнението (3) е линейно и детерминистично.

Управляваната от уравнението (3) времева еволюция е унитарна, т.е. запазва големите на векторите, а затова и вероятностите (примери за унитарни трансформации са отраженията и ротациите).

В квантовата механика динамичните променливи или наблюдаемите се представят от линейни Ермитови оператори, които действат върху вектора на състоянието. Операторът $\hat{A}$, съответстващ на динамичната величина A има собствени стойности a_i и съответни собствени вектори $|\alpha_i\rangle$, образуващи пълно ортонормално множество. Произволен вектор на състоянието $|\Psi\rangle$ може, изобщо казано, да се представи като линейна суперпозиция на тези собствени вектори, т.е.

$$|\Psi\rangle = \sum c_i |\alpha_i\rangle. \quad (4)$$

Един основен постулат на квантовата механика, отнасящ се до измерването, гласи, че всяко измерване на величината A може да даде само една от собствените стойности a_i но резултатът не е определен, тъй като различни измервания за квантовото състояние $|\Psi\rangle$ могат да дават различни собствени стойности. Квантовата механика предсказва само, че вероятността за получаване на собствената стойност a_i е $|c_i|^2$. Средната стойност на оператора $\hat{A}$ се определя като:

$$\langle \hat{A} \rangle = \langle \Psi | \hat{A} | \Psi \rangle = \sum a_i |c_i|^2 \quad (5)$$

В квантовата механика е приет един допълнителен постулат, съгласно който измерването на дадена величина A , което дава (с вероятност $|c_i|^2$) една от собствените стойности a_i завършва с *редукцията* или *коллапса* на вектора на състоянието $|\Psi\rangle$ до чистото собствено състояние $|\alpha_i\rangle$. Това означава, че в линейната суперпозиция (4) се анулират всички членове с изключение на един. Но редукцията е неунитарен процес и следователно противоречи на унитарната динамика на квантовата механика, описвана от уравнението на Шрьодингер. Именно в това несъответствие се крие концептуалният квантовомеханичен *проблем на измерването*, произтичащ от т.нар. копенхагенска интерпретация. При все това редукционният (или проекционният) постулат е доказал своята практическа жизнеспособност и затова (а и по липса на нещо по-добро) той се привлича за описанието на КЕЗ. Нещо повече, именно редукцията на вълновата функция лежи в основата на КЕЗ. Така че теоретичното и експериментално изучаване на КЕЗ непосредствено се основава върху важния концептуален проблем за измерването и конкретно върху *проекционния постулат* (Фон Нойман, 1928; вж. [8])

Квантова теория на разпадните процеси

Макар описаният по-горе класичен модел на експоненциален разпад да е доказал своето практическо значение, редица теоретични изследвания, започнали през 60-те години на миналия век (Л. Халфин 1957, Mathews and Salam 1959, Schwinger 1960, Newton 1961 et al.; (вж. [10]-[12]) показаха, че в определени времеви мащаби на измерването могат да възникват отклонения от експоненциалния модел. Именно при специални времеви режими могат да се очакват прояви на КЕЗ. Първите експериментални изследвания на КЕЗ бяха осъществени през 90-те години на миналия век при квантово тунелиране на ултразвудени атоми.

Идея за ролята на времеви режим при квантовото измерване на разпаден процес ни дава следното упростено разглеждане. Нека Ψ_0 е неразпадналото се състояние на системата при $t = 0$, а $\Psi(t)$ да е състоянието в произволен по-късен момент t . Еволюцията на състоянието се управлява от унитарен оператор $U(t)$, където

$$U(t) = e^{-iHt}, \quad (6)$$

(тук е прието $\hbar = 1$) и

$$|\Psi(t)\rangle = U(t) |\Psi_0\rangle, \quad (7)$$

а H е Хамилтонианът на системата. Както посочихме по-горе, всяко наблюдение, показващо, че системата не е претърпяла разпад, ще причини колапс (редукция) на вълновата функция до неразпаднало се състояние. Вероятността $P(t)$ системата да не претърпи разпад, т.е. да остане в неразпаднало се състояние, ще бъде равна на квадрата от модула на амплитудата за запазване на състоянието, т.е.

$$P(t) = |\langle \Psi_0 | U(t) | \Psi_0 \rangle|^2. \quad (8)$$

От (8) и (6) разлагаме:

$$P(t) = 1 - t^2 (\langle \Psi_0 | H^2 | \Psi_0 \rangle - \langle \Psi_0 | H | \Psi_0 \rangle^2) + \dots \quad (9)$$

Ако означим:

$$(\Delta H)^2 \equiv \langle \Psi_0 | H^2 | \Psi_0 \rangle - \langle \Psi_0 | H | \Psi_0 \rangle^2 \equiv 1/\tau_z^2, \quad (10)$$

където τ_z е характерният – Зенонов – мащаб на времето, и при предположението за малки (спрямо τ_z) времена t , получаваме:

$$P(t) \approx 1 - t^2 \tau_z^2. \quad (11)$$

Този израз показва, че за къси спрямо Зеноновия мащаб времена на квантов разпад експоненциалният закон се заменя от полиномиален (квадратичен). Ясно се вижда, че тук вече няма еднородност по времето.

Нека сега предположим, че за периода от време $[0, T]$ правим през равни интервали от време N измервания, т.е. $T = N\tau$, където τ е интервалът от време между две последователни измервания. Приемаме, че измерванията се правят в моментите $T/N, 2T/N, 3T/N, \dots, (N-1)T/N$ и трайността на всяко измерване е нулева, т.е. измерванията стават мигновено. Това означава, че имаме поредица от унитарни еволюции с времетраене τ , всяка от които е последвана от редукция (според квантовомеханичния постулат). Вероятността след N измервания (или след време T) системата да се запази непроменена ще бъде:

$$P^N(T) = [P(\tau)]^N = (1 - T^2 \tau_z^2)^N. \quad (12)$$

Ясно е, че в границата на непрекъснати измервания, т.е. при $N \rightarrow \infty$, вероятността системата да се запази (да не претърпи разпад) след време T ще клони към 1, т.е. системата остава в началното си състояние. Това ни напомня апориите „Дихотомия” или „Стрелата” на Зенон: при постоянно наблюдение системата никога не се разпада (или според английския израз „a watched pot never boils” – „наблюдаваният чайник никога не кипва”).

Експериментално изследване за наличието на КЕЗ

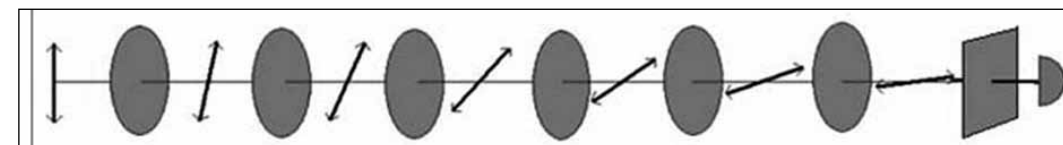
Може ли КЕЗ да се наблюдава? За съжаление при спонтанен разпад ефектът трудно може да се наблюдава поради възникването на конкурентен ефект (т.нар. Анти-КЕЗ),

за който ще стане дума по-нататък. Така че засега никой не е наблюдавал замразяване на разпада на нестабилни частици, каквито например са радиоактивните ядра.

При все това изследователска група от американския Институт по Стандарти и Технологии, Колорадо, САЩ, съобщи [13] за наблюдаването на КЕЗ при индуцирани преходи между две квантови състояния. За разлика от теоретичния анализ на Мишра и Сударшан, тук няма спонтанен разпад на неустойчива система, а индуциран преход между две състояния на една система (две свръхфини нива на берилиев йон) В опита е наблюдавано възпрепятстване на индуциран радиочестотен преход, причинено от чести измервания на населеността на нивата с използване на оптични импулси. Непрекъснатото прилагане на измерването води до замръзване на основното ниво. Дали обаче това е реален КЕЗ, след като става дума за индуцирана, а не спонтанна неустойчивост? Някои автори (Пригожин и др.[12]) смятат, че експериментът на Itano et al. може да се обясни в рамките на конвенционалната унитарна механика без привличането на нединамичния ингредиент на редукцията.

Експериментът на групата на Пол Кудейт (1995, Университета на Инсбрук, вж. [14]) създава вариант на КЕЗ, като използва посоките на поляризация на единични фотонни състояния. Разглеждаме плоскополяризирана светлина. Тя може да има две възможни посоки на поляризация, да ги наречем „вертикална” и „хоризонтална”. Известно е, че при преминаването на такъв лъч през оптично активна течност (напр. захарен разтвор) неговата равнина на поляризация се завърта на малък ъгъл (който зависи, например, от концентрацията на захарния разтвор). Разглеждаме фотон, който минава през поредица от такива „ротатори”, така че постепенно неговата първоначално вертикална поляризация може накрая да се превърне в хоризонтална. В края на тази поредица от ротатори фотонът попада върху поляризатор (напр. призма на Никол). Последният има свойството да пропуска фотони с един вид поляризация, но да поглъща фотоните с перпендикулярната на нея поляризация.

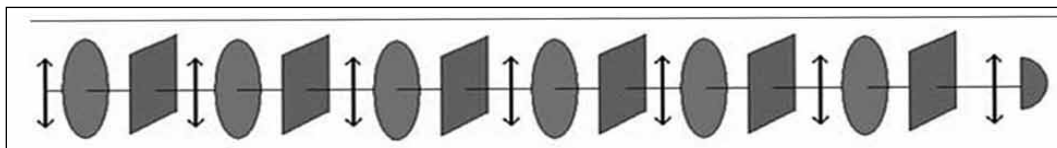
Нека експериментът е поставен с 6 ротатора, като всеки един от тях завърта равнината на поляризация на вертикално поларизиран фотон с 15° . В края на веригата имаме поляризатор, който пропуска само вертикално поларизираната светлина, която после попада върху детектор на фотони (Фиг.1)



Фиг. 1. Шестте ротатора завъртат поляризацията на 15 градуса при всеки етап, така че вертикално поларизираният фотон се превръща в хоризонтално поларизиран.

Ясно е, че при горното устройство фотонът никога няма да попадне върху детектора, доколкото неговата поляризация се е завъртяла на 90° и е станала хоризонтална. С цел да осъществят КЕЗ, експериментаторите търсят начин да спрат стъпаловидното

завъртане на поляризацията, т.е. еволюцията на състоянието на поляризация от вертикална до хоризонтална. За да приложат последователно измерване на поляризационното състояние, учените поставят зад всеки ротатор по един вертикален поляризатор (Фиг.2). Ако първият ротатор завърта поляризационната равнина на ъгъл α , то намиращият се зад него вертикален поляризатор ще пропуска фотона с вероятност $\cos^2\alpha$ (закон на Малюс: пропускането на светлина през поляризатор, поставен на ъгъл α спрямо анализатора, се изменя пропорционално на $\cos^2\alpha$), благодарение на което ще бъде възстановена първоначалната вертикална поляризация. Във втория ротатор поляризацията отново се завърта на ъгъл α , а после отново попада върху втория поляризатор, който отново пропуска фотона с вероятност $\cos^2\alpha$, така че вертикалната поляризация отново е възстановена. Това се повтаря до последния поляризатор, така че фотонът с вероятност $(\cos^2\alpha)^6$ преминава през всички поляризатори и попада върху детектора. Ясно е, че ако броят на етапите бъде увеличен, на всеки етап се намалява ъгълът на завъртане, а съответно расте вероятността да се пропусне фотонът до детектора. Ако броят на съответните етапи бъде увеличен до безкрайност, фотонът винаги ще преминава през тях и следователно завъртането на поляризационната равнина ще бъде съвсем спряно. А това е КЕЗ!



Фиг. 2. С поставянето на поляризатор след всеки ротатор се възпрепятства промяната на състоянието на поляризация.

В реалния експеримент групата на Кует създава единични фотонни състояния, като използва нелинеен кристал. По такъв начин, подобно на експеримента на Итано и група, също и при експеримента на Кует и др. е демонстрирано как честите измервания водят до възпрепятстване на еволюцията на система с индуцирани две неустойчиви състояния.

Как обаче стои въпросът с КЕЗ в спонтанно неустойчиви системи?

Анти-Зенонов квантов ефект (Анти-КЕЗ)

Горе обсъдихме експериментални резултати относно КЕЗ в индуцирани преходи между две квантови състояния. Но възниква естественият въпрос: ще може ли някога квантовият ефект на Зенон да се използва в реални лабораторни условия, за да се „замразяват“ процеси на радиоактивен ядрен разпад? През изтеклите 3-4 десетилетия изглеждаше, че отговорът е утвърдителен, при условие че е осигурена необходимата експериментална технология и достатъчно надеждна методика за осъществяването на последователни и „достатъчно чести“ измервания.

Неотдавна обаче няколко изследователски групи (на Г.Кърицки от Института

„Вайцман“ на Израел; на М.Райзен от Университета на Остин, Тексас) показаха [15], че подобно замразяване в действителност може да се окаже невъзможно. Причината е в предсказания от тези автори Анти-Зенонов квантов ефект (Анти-КЕЗ), който фактически усилва разпада на нестабилните частици, вместо да го забавя (а още повече да го замразява)! Анализът показва, че съществува т.нар. „време на запаметяване“ τ_m , представляващо интервала от време, изтекъл след квантовото събитие, в течение на който системата все още може да се върне в своето начално състояние. Например в случая на радиоактивен разпад времето на запаметяване τ_m е интервалът, в който лъчението все още не е напуснало атома, с което дава възможност на системата да „си спомни“ състоянието, предшестващо разпада. Оценката на величината τ_m показва, че тя е от порядък 10^{-18} sec (радиусът на атома, $r \approx 10^{-8} \text{ cm}$, делен на скоростта на светлината, $c \approx 10^{10} \text{ cm/sec}$). Но, преди да се стигне до такива интервали на измерването, трябва да се премине през по-големи времеви интервали. И тъкмо при такива времена между две последователни измервания неустойчивите системи проявяват тенденцията вместо да забавят или да замразяват изходното си състояние – обратно – процесът на разпад да се активизира. Това разрушава изходната система и прави безсмислен въпросът дали разпадът е замразен или не.

Обяснението на този изненадващ резултат може да бъде следното. Вътре в атома частицата (α -частица, неутрон и т.н.) се намира в потенциална яма с радиус от порядък 10^{-8} cm и съответно времето на запаметяване е от порядък $\tau_m \approx 10^{-18} \text{ sec}$. При малко по-голямо време, 5-6 пъти τ_m , частицата има шанс да премине през потенциалния бариер и затова с по-голяма вероятност може да излети, отколкото да се върне обратно в ядрото. Това показва, че измерването през по-големи интервали от време може с по-голяма вероятност да усилва разпадния процес, т.е. да предизвика Анти-КЕЗ. При още по-големи времена става валиден експоненциалният закон за разпад с еднородна зависимост от времето. Ясно е, че Анти-Зеноновият квантов ефект (усилването на разпада при чести измервания) може да възниква при всички разпадни процеси, докато КЕЗ (възпрепятстване и даже спиране на разпада) изисква значително по-редки условия за реализация.

Тези резултати, а особено за Анти-КЕЗ, още не са експериментално проверени при неустойчиви системи от вида на радиоактивните ядра. За сметка на това неотдашните експерименти на групата на Мак Райзен (Университета на Остин, Тексас) съобщи [16] за наблюдаван от нея КЕЗ и Анти-КЕЗ при тунелиране на свръхохладени атоми. Натриеви атоми са заловени в светлинна вълна. Оставена сама на себе си, такава система бавно се разпада посредством квантово тунелиране през енергетичен бариер. С помощта на хитроумна експериментална техника групата показва, че скоростта на тунелиране рязко намалява, когато системата се „измерва“ на всяка една милионна част от секундата, т.е. наблюдаван е КЕЗ. А когато същата система е подложена на измерване през всеки пет милионни от секундата, скоростта на тунелиране се увеличава – Анти-КЕЗ. Така идеята за КЕЗ прави пълен кръг, като започва теоретично и завършва експериментално в Университета на Остин, Тексас.

КЕЗ и Вселената

По думите на Л. Халфин „възможността за замразяване на физическите процеси с помощта на КЕЗ изглежда съвсем фантастична, но още по-фантастични са възможните приложения” [10].

На перспективите за прилагане на КЕЗ трябва да се посвети отделна статия. А тук, в качеството на илюстрация, ще посочим как някои космолози обсъждат възможното бъдеще на Вселената като резултат от действието на КЕЗ. Известният американски космолог Лорънс Краус (чиято книга *Вселена от нищото* [17] скоро ще излезе в български превод) казва: „На квантово равнище, когато наблюдаваме или измерваме едно явление, ние връщаме назад неговия часовник и спираме неговия разпад – нещо, известно като квантов ефект на Зенон. Нашите измервания от 1998 г. върху светлината от свръхнова, по която съдим за тъмната енергия, . . . биха могли да върнат до нулата часовника на вакуумния разпад – обратно до времето, когато т.нар „фалшив вакуум” с отблъскваща гравитация се разпада до ‘обикновен’ вакуум с нулева енергия”.

Твърде дръзко заключение. Според Макс Тегмарк, космолог от Масачузетския технологичен институт, „Квантовият ефект на Зенон не се нуждае от човешки същества, които да наблюдават светлината. . . галактиките са ‘наблюдавали’ тъмната енергия, много преди да се появим ние, и те са запечатали информацията за това”. А когато човекът наблюдава светлината от тези галактики, това не изменя нищо освен неговото знание.

Кратка историческа бележка

Внимателният читател вероятно е забелязал, че липсва името на автора, чийто цитат е приведен в мотото към статията. Сега ще разкрия, че авторът е Алън Тюринг, а написаното е от 1954 г. – годината на неговата ранна смърт (Тюринг е роден на 23. юни 1912 г. и е починал – самоотравяне (?) – на 7 юни 1954 г.; така че тази година се навършват 100 години от неговото рождение. Сп. *Светът на физиката* помести в рубриката *Четиво с продължение* за 2008 г. биографичната пиеса на Хю Уайтмор „Да разбиеш шифъра” и статията на Ходжис, излязла по случай 90-годишнината от рождението на Тюринг (вж. *Светът на физиката* № 4, 2008, [18]).

Цитатът в мотото недвусмислено показва, че Тюринг е предсказал много отдавна квантовия ефект на Зенон и затова редица автори (Ендрю Ходжис, Дъглас Хофстадър и др.) говорят за „парадокс на Тюринг” наред с „квантов ефект на Зенон”.

Интересът на Тюринг към различни области на физиката (относителност, квантова механика, статистическа физика, динамичен хаос и т.н.) е обусловен от стремежа му за все по-съвършена реализация на компютърния хардуер. Това именно го довежда до обсъждане на въпроси за скорост на операциите, обем на запаметяването, квантови неопределености, Планкови единици и др. От статията [18] (вж. с.503) научаваме, че към 1928 г. младият Тюринг е усвоил основите на квантовата механика под ръководството на Сър Артър Едингтън, а през 1932 г. е бил един от най-запалените читатели на излязлата по това време на немски език книга на Фон Нойман *Математически*

основи на квантовата механика. В същата статия на Ходжис се казва: „. . . какво би направил Тюринг, ако беше живял по-дълго? . . . вниманието му е било насочено към употреба на процеса на процеса на квантова редукция за *изпробване на бомби* (к.м.; не, няма грешка – Тюринг е обмислял и нещо наистина фантастично като „безопасно сапъорство!?) . . . измерване без взаимодействие, което сега се нарича „квантов ефект на Зенон”.

По-нататъшните коментари са излишни.

Заклучителна бележка

Изтекли се 25 столетия, откакто Зенон поставя под въпрос възможността за движение както в континуално (безкрайно делимо) пространство-време, така и в дискретно (атомизирано) пространство-време. Дошло от дълбините на вековете (Шрьодингер говори за „2400 години квантова теория” [19]), това послание днес изненадващо ни напомня за себе си в контекста на квантовата механика – процедурата на често повтаряното измерване. Дали това не подсказва, че измерването и пространство-времето са свързани по някакъв начин? И дали няма да се окаже, че измерването в квантовата механика е значително по-ефикасно средство за въздействие върху процесите във веществото, отколкото са кинематичните ефекти на релативистичната теория?

Проблемът на измерването все по-настойчиво ни напомня за себе си. Но, както Асен Петров обичаше да казва: „Някои проблеми във физиката не се решават, а много често просто отпадат като проблеми”.

Цитирана литература

1. А. Петров, С. Петров. *Квантова механика – интерпретации и алтернативи 1927-1987*. София, 1989.
2. М. Менский. (а) *Квантовая механика: новые эксперименты, новые приложения и новые формулировки старых вопросов*. УФН, **170** (2000) № 6.
(б) *Концепция сознания в контексте квантовой механики*. УФН, **175** (2005) № 4.
3. В. Misra and E.C.G. Sudarshan. *The Zeno Paradox in Quantum Theory*. J.Math.Phys., **18** (1977) № 4, pp. 756-763.
4. Диоген Лаертский. *О жизни, учениях и изречениях знаменитых философов*. „Мысль”, Москва, 1979 (книга IX).
5. Аристотель. *Сочинения в четырех томах*. Том. 3. „Мысль”, Москва, 1981 („Физика”, книга 5 – 8, Примечания).
6. Хегел. *История на философията*. Том 1. София, 1961 (Първи дял, С. „Елеатската школа”).
7. Г. Наан. *Понятие бесконечности в математике и космологии*. Сборник *Бесконечность и вселенная*. Москва, „Мысль”, 1969.
8. (а) И. Фон Нейман. *Математические основы квантовой механики*. Наука”, М., 1964. (б) М. Джеммер. *Эволюция понятий квантовой механики*. „Наука”, Москва, 1985 (& 9.2 “Наблюдение и измерение”); (в) R. Peierls. *Surprises in Theoretical Physics*. Princeton, New Jersey, 1979.

9. М.Бушев. *Ще загуби ли науката своя Декартов рай и какво ще последва?* „Светът на физиката”, № 2 (2003) с. 156.
10. Л. А. Халфин. *Квантовый эффект Зенона*. УФН **160** (1990) вып. 10; УФН **166** (1996) вып. 6.
11. L. Fonda, G. Ghirardi and A. Rimini. *Decay theory of unstable quantum systems*. Rep.Progr. Phys., **41** (1978), pp. 587-631.
12. T. Petrosky, S. Tasaki and I. Prigogine. *Quantum Zeno effect*. Physica **A170** (1991), pp. 306-325.
13. W. Itano, D. Heinzen, J. Bollinger and D. Wineland. *Phys. Rev. A* **41** (1990) 2295.
14. P.Qwiat, H.Wein, A. Zeilinger. *Quantum Seeing in the Dark*. <http://www.fortunecity.com/emachines/e11/86>.
15. A.Kofman and G. Kurizki. Nature, **405** (2000) 546
16. M.Fischer, B.Gutierrez-Medina and M. Raizen.. *Observation of the Quantum Zeno and Anti-Zeno Effects in an Unstable System*. Phys. Rev. Lett., **87** (2001) 040402.
17. Lawrence M. Krauss. *A Universe from Nothing. Why is there something from nothing?* Free Press, New York, London et al. 2012.
18. Ендрю Ходжис. *Алън Тюринг – логическата и физическата основа на разрешимостта*. „Светът на физиката”, том 31, № 4 (2008), с 486.
19. E. Schroedinger. *2400 Jahre Quantentheorie*. Ann.der Phys. **3** (1948), S. 43-48.

АБОНАМЕНТ И РАЗПРОСТРАНЕНИЕ

Абонамент за 1 година (4 книжки) – 16 лв., за пенсионери и студенти – 8 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
- Книжарница „Нисим“, София, бул. В. Левски 59
- Съюз на Физиките в България, Физически факултет, СУ “Св. Климент Охридски”: София 1164, бул. “Джеймс Баучър” 5, 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

Нобелови лекции

НОБЕЛОВА НАГРАДА ПО ФИЗИКА ЗА 1936 Г. *

По случай 100 години от откриването на космичното лъчение

Представяне от проф. Плейжсел, Председател на Нобеловия комитет за физика на Кралската академия на науките

Ваше величество, Ваши кралски височества, дами и господа,

Годината 1895 е повратна в историята на физиката: Ръонтген откри лъчите, които сега носят неговото име, непосредствено след това последваха откритието на радиоактивното излъчване от Бекерел и откриването на отрицателния електрон – един от фундаменталните елементи на атомния строеж.

Откритите от Бекерел радиоактивни лъчи станаха обект на изследванията на много научни работници, започвайки от съпрузите Кюри, които откриха веществото радий; тези изследвания завършиха естествено с откритието на Жолио-Кюри, че обикновените атоми могат да станат радиоактивни чрез външно въздействие.

Съществуването на ново, особен вид лъчение, т.е. космично лъчение, за откриването на което днес проф. Виктор Хес ще получи Нобеловата награда по физика, се прояви при търсенето на източници на радиоактивно излъчване. Мисля, че няколко думи за природата на радиоактивното излъчване няма да са неуместни. Това излъчване се появява при експлозията вътре в атомното ядро на субстанции с нестабилна структура. Както е общоизвестно, наименованието на лъчите идва от името на една от тези субстанции, т.е. радия. В процеса на експлозия на един атом, негови части се изхвърлят във всички посоки. Следователно, получените по този начин лъчи се състоят от тежки положително заредени части на ядрото и изключително леки отрицателно заредени електрони от атомната обвивка. Когато се освобождава енергия от атома, се появява, освен тези два вида лъчи, и силно проникващо лъчение, т.нар. гама лъчи, които имат същият характер като Рентгеновите лъчи. При експлозията на атома от тях се образуват други елементи. Следователно един елемент се превръща в друг. Присъствието на радиоактивни лъчи може да бъде регистрирано благодарение на обстоятелството, че излъчените лъчи разцепват молекулите на въздуха в положително и отрицателно заредени компоненти, които правят въздуха в непосредствена близост електропроводящ, т.е. йонизират го. Един електрозареден уред, напр. електроскоп, губи електричния си заряд във въздух, изложен на радиоактивно лъчение. Такъв уред може да бъде защитен от такова лъчение чрез граждане от оловни плочки със значителна дебелина.

През годините, последвали откриването на радиоактивните лъчи, беше проведено щателно търсене на радиоактивни вещества в природата: в земната кора, в морето, и в атмосферата; и е бил използван гореспоменатият уред – електроскопът. Установено е било наличието на радиоактивни лъчи навсякъде, където е било проведено изслед-

ването – във водата на дълбоки езера или във високи планини. Най-изненадващото откритие е невъзможността да се елиминира влиянието на лъчите, независимо от дебелината на оловните плочи, с които е обвит уреда. Това е необяснимо, ако лъчите се отделят от радиоактивни вещества на земята или в атмосферата, така че учените са били принудени да предположат, че съществува друг неизвестен ни източник на лъчение с изключително голяма проникваща способност.

В процеса на търсене на този нов източник на лъчение е очевидно да се изследва дали радиацията намалява с височината над земната повърхност. Подобни експерименти са правени от много изследователи, вкл. и някои измервания на Айфеловата кула. Експериментите показали известно отслабване на лъчението с увеличаване на височината над земната повърхност, но не очакваното, ако източникът се намира на земната повърхност. Наблюденията са разширени до по-големи височини чрез балони. При изкачване на височина 4500 м в някои случаи се наблюдава леко намаляване, но в други случаи йонизцията остава практически непроменена.

Макар че от тези изследвания не може да се стигне до определен резултат, те показват, че това присъстващо навсякъде лъчение не може да се обясни с радиация от радиоактивни вещества от земната кора.

Мистерията около произхода на това лъчение остава неразрешена докато проф. Хес не се заема с този проблем. Хес, чието мнение от самото начало е, че излъчването се дължи на много мощни гама-лъчи, пръв изследва детайлно начинът, по който тези лъчи отслабват при преминаване през плътен слой въздух. Той изследва също и източниците на грешка на използваните уреди. С изключителна експериментална сръчност Хес усъвършенства използваните в експериментите уреди и елиминира техните източници на грешка. След завършване на тази подготовка, през 1911 г. и 1912 г. Хес прави няколко издигания с балон на височини до 5300 м. Неговите систематични измервания показват, че до 1000 м тава намаляване на йонизацията, но след това значително се увеличава като на 5000 м лъчението е с два пъти по-висок интензитет отколкото на земната повърхност. Последователи на Хес след това реализират издигания с балони без хора и съоръжени със записващи устройства и те показват, че на височина 9300 м радиацията е с интензитет около 40 пъти по-висок, отколкото на земната повърхност. От тези изследвания Хес достига до извода, че съществува изключително проникващо лъчение от космоса, което влиза в земната атмосфера. Установено е, че това лъчение идва от всички посоки на космоса и затова е наречено космично лъчение. Естествено, изследванията на Хес предизвикват голям интерес, но и са посрещнати с голям скептицизъм от много хора. По време на Първата световна война не са провеждани редовни изследвания, но след нейното завършване те са подновени с ентузиазъм в Европа и в САЩ и след време съществуването на космичното лъчение е общоприето.

Новите лъчи превъзхождат по интензитет и проникваща способност всички известни дотогава източници на лъчение. Те са способни да проникнат през олово с дебелина един метър и са регистрирани на дъното на езера с дълбочина 500 м. Големият въпрос е: откъде идва това лъчение. При първите си издигания с балон Хес не забелязва осо-

бена разлика в лъчението през деня и през нощта и даже никакво специално влияние при издигане с балон по време на слънчево затъмнение. Следователно космичното лъчение не идва от слънцето.

По-късно Хес прави изключително чувствителни измервания на лъчите и установява, че те варират в дадено място с дневното въртене на земята, отнесено към фиксирани звезди. Вариацията е малка, само 0,1%. Междувременно, Комптън показва теоретично, че това изменение може да се дължи на движение на слънцето и следователно и на земята, в пространството. Като част от галактиката, слънчевата система участва във въртенето на галактиката, което придава на земята скорост от 300 км за секунда. В резултат от движението на земята се наблюдава явно увеличение на космичното лъчение от страната, към която се движи земята и явно намаляване от другата страна. Изчисленията на Комптън дават правилната стойност на този ефект и така се стига до заключение, че космичното лъчение не идва даже от нашата галактика, а от много далечни звездни системи.

Все още не ни е известно при какъв процес в далечния космос възниква това лъчение. Много теории са предложени, но нито една не е в състояние на даде детайлно обяснение как възникват тези лъчи – хиляди пъти по-мощни от най-силната радиоактивност. Когато в бъдеще така възникналата мистерия бъде напълно или частично разрешена, това със сигурност ще хвърли нова светлина върху взаимодействието между енергията и материята и върху произхода и разпадането на материята.

Професор Хес, благодарение на вашите целенасочени изследвания, свързани с ефектите на радиоактивното лъчение, проведени с изключително експериментално майсторство вие открихте неочаквано съществуващо лъчение, идващо от дълбините на пространството, т.нар. космично лъчение. Както вие показахте, това ново лъчение притежава непозната досега проникваща способност и интензитет, то стана мощно изследователско средство във физиката и вече ни даде важни нови резултати за материята и нейния състав. Съществуването на това космично лъчение ни предоставя нови важни проблеми върху формирането и разпадането на материята, проблеми, които разкриват нови области за изследване. Поздравяваме ви за вашите значими постижения.

За откритото от вас космично лъчение Кралската академия на науките ви присъди Нобеловата награда по физика и сега аз ви моля, професор Хес, да получите наградата от ръцете на негово величество краля.

* Нобеловата награда по физика за 1936 г. е поделена с американския физик Карл Дейвид Андерсен (1905 – 1991 г.) „за откриването на позитрона”

Нобелова лекция

НЕРЕШЕНИ ПРОБЛЕМИ ПРЕД ФИЗИКАТА: НЕПОСРЕДСТВЕНИ ЗАДАЧИ В ИЗСЛЕДВАНИЯТА НА КОСМИЧНИТЕ ЛЪЧИ

12 декември 1936 г.

Виктор Хес



Предвид огромния обем новооткрити факти през последните години в областта на физиката и по-специално в атомната физика, широката публика може да смята, че главните проблеми са вече решени и че е необходима само още малко работа за доуточняване. Това обаче е много далеч от истината, както се вижда от една от най-големите и най-важни новооткрити области на изследвания, с която аз съм тясно свързан, областта на космичните лъчи.

Когато през 1912 г. успях да покажа чрез серия полети с балон, че йонизацията в херметично затворен съд намалява с увеличаване на височината от земната повърхност (намалява влиянието на радиоактивните вещества в земята), но че тя значително се увеличава от 1000 м и нагоре, и на височина 5 км става няколко пъти по-висока от тази на земната повърхност, направих заключението, че йонизацията може да се обясни с проникване от извънземното пространство през атмосферата на досега неизвестно лъчение с изключително висока проникваща способност, което все още е способно забележимо да йонизира въздуха на земната повърхност. По това време вече търсех да изясня произхода на това лъчение, за която цел предприех издигане с балон по време на почти пълното слънчево затъмнение на 12 април 1912 г. Тогава направих измервания на височини от два до три километра. Тъй като по време на затъмнението не беше забелязано никакво намаление на йонизацията, реших, че по същество слънцето не може да е източникът на космичните лъчи, поне що се касае до неотклоняемите се лъчи.

Оттогава много бележити физици от Европа и Америка опитваха да решат проблемите за произхода на космичните лъчи. Флуктуациите на техния интензитет, случайно наблюдавани от мен още през 1912 г., бяха обстойно изучени с уреди, които постоянно се подобряваха и осъвършенстваха. Влиянието от определени области на небето, които отделни изследователи (1923-1927 г.) смятаха, че са намерили, не беше потвърдено по-късно.

През есента на 1931 г. успях да оборудвам и провеждам измервания в малка обсерватория за непрекъснато записване на флуктуациите в интензитета на космичните лъчи на 2300 м в планината Хафелекар край Инсбрук, Австрия. От там са получени много резултати, за които тук мога само бегло да изброя. Беше определена малка, регулярна дневна флуктуация на лъчението според положението на слънцето (максимално на обяд), която беше обяснена с влиянието на атмосферата, най-вече от електрични и магнитни ефекти в най-високите слоеве на атмосферата. Бяха получени и указания за още по-малки флуктуации в зависимост от

звездното време, които са в подкрепа на публикуваната преди година хипотеза на проф. Комптън, според която космичните лъчи идват от звездни системи, подобни на Млечния път, но много далеч от нашата галактика. Бяха също намерени указания за съществуването на едновременни дневни флуктуации (от ден на ден) от измервания, направени с две апаратури, отдалечени една от друга на 6 км и на височини 600 м и 2300 м (получени с йонизационни камери, както и с броячи).

На какво се основават нашите надежди за разрешаване на все още много съществуващи загадки, свързани с произхода и състава на космичните лъчи? Тук трябва да се каже, че преди всичко са нужни значителни средства, за да се постигне решителен прогрес. Трябва да се подобри методиката за изпращане на автоматично записваща апаратура на височина над 25 км с пилотирани балони, така успешно приложена от проф. Регенер от Щутгарт, но тя трябва да се разшири и усъвършенства. Много полезно би било съчетанието с автоматично радиотелеграфично предаване на регистрираните данни, както са опитвали в Америка при стратосферни полети. Може с основание да се каже, че отговорът на въпроса: от какво се състоят фактически космичните лъчи преди да произведат познатите ни явления от вторично излъчване в земната атмосфера? Отговорът може да бъде намерен само след многобройни измервания в стратосферата. Във връзка с това е необходимо и системно изследване на появата на т.нар. порои и Хофманови избухвания (освобождаване на грамадно количество йони вследствие процесите на разпадане) на космичните лъчи на различни височини като се очаква това да донесе нови познания за ефектите от тези лъчи. Освен това, много важни резултати ще бъдат получени, ако се проследи появата на тези „порои“ в дълбочина под земната повърхност, в мини и чрез потопяване на регистриращата апаратура на стотици метри под вода.

За да се постигне по-нататъшен прогрес, особено в областта на космичните лъчи, е необходимо обединението на ресурси и апаратура на всички групи; такива усилия още не са правени или поне много ограничено. Едновременното регистриране от системи от подредени едни над други йонизационни и Уилсънови камери или йонизационни камери и Гайгер-Мюлерови броячи, още не са провеждани. Голямо внимание заслужава опитът на проф. Уилкинс от Рочестер (САЩ) за наблюдаване следите на частиците от космичните лъчи във фотографски емулсии. А прилагането на силно магнитно поле ще позволи да се измери енергията на най-силно проникващите частици и този метод би могъл да се разшири и подобри. Изследването на възможни ефекти на космичните лъчи върху живи организми представлява също голям интерес.

Изследването на следите на космичните лъчи в силно магнитно поле в Уилсънова мъглива камера вече доведе до откриване на позитрона (положително зареден електрон). Тази нова частица се оказва една от неизвестните досега фундаментални съставни на материята; това откритие беше направено от проф. Карл Андерсън от Пасадена, който за тази работа получава Нобеловата награда през настоящата година едновременно с мен.

Много вероятно е по-нататъшните изследвания на „пороите“ и „избухванията“ на космичните лъчи да доведе до откриването на нови елементарни частици, като неутрино и отрицателни протони, чието съществуване беше постулирано през последните години от някои теоретици.

Превод: А. Минкова

ОПТИЧНИ ВЪЛНОВОДИ, ПОЛУЧЕНИ С ПРОТОНЕН ОБМЕН В LiNbO_3 И LiTaO_3

М. Кънева

Интегралната оптика (ИО) е важна област от науката и техниката, отнасяща се до методите и средствата за използването на светлината в системите за предаване, приемане и съхранение на информацията. Електромагнитните трептения в оптичния диапазон позволяват постигане на голяма плътност на информацията и пределно висока скорост на предаването ѝ, тъй като тяхната честота превишава 1000-10000 пъти честотата на СВЧ-лъчението. Това съответства на дължина на вълната от порядъка на десети от микрометъра (до няколко микрометра), каквито са и напречните размери на оптичните вълноводи, използвани в устройствата за управление на оптичното лъчение.

Оптичният вълновод представлява тънък диелектричен слой или ивица с висок показател на пречупване, заобиколен от среда с по-нисък показател на пречупване. Вълноводният ефект е резултат от пълно вътрешно отражение на светлинния сноп от граничните повърхности на слоя. В основата на интегрално-оптичните устройства лежи диелектричен оптичен микровълновод, интегриран с подложката.

Вълноводните слоеве трябва да отговарят на следните изисквания:

1) Възможност за контролиране на стойността и профила на показателя на пречупване (профил се нарича разпределението на показателя на пречупване (n) по дебелината на слоя);

2) Слабо поглъщане на светлината в областта на работната дължина на вълната;

3) Възможност за структуриране на повърхността (фотолитографските процедури и нанасянето на маски не трябва да променят качеството на повърхността).

Два от най-популярните и най-привлекателните за ИО сегнетоелектрични кристали са литиевия ниобат (ЛН) и литиевият танталат (ЛТ). Най-забележителното в тях, освен отличните оптични качества, са високите им електрооптични коефициенти ($r_{33} \approx 30.5 \text{ pm/V}$), които позволяват светлината да бъде лесно управлявана с помощта на приложено електрично поле (както е известно, електрооптичният ефект се изразява в промяна на показателя на пречупване под въздействие на електрично поле). И двата кристала са анизотропни и двойно лъчепречупващи, т. е. при нормално падане на неполяризирана светлина се наблюдава разпространение на два лъча с взаимно-перпендикулярни поляризации – обикновен (преминава през кристала без да се пречупва) и необикновен (претърпява пречупване). ЛН има по-силно изразено двойно лъчепречупване и с около три порядъка по-висока фоторефрактивна чувствителност (промяна на големината на показателя на пречупване при преминаване на светлина с интензитет над праговата стойност) във видимата област с прагова мощност 10 J/cm^2 . Точката на топене и температурата на Кюри са съответно 1255°C за ЛН, 1632°C и $1090\text{--}1210^\circ\text{C}$ за ЛН, $540\text{--}700^\circ\text{C}$ за ЛТ (в зависимост от стехиометрията).

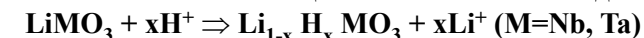
В структурно отношение двата кристала си приличат. Те принадлежат към тригоналната кристална сингония и са кристали с ромбоедрична/хексагонална структура. Елементарната клетка съдържа 6 плоски кислородни слоя, перпендикулярни на оптичната ос, която е насочена по Z. Кислородните йони от съседните слоеве образуват октаедрични кухни, които са запълнени $2/3$ с катиони и $1/3$ са с ваканции.

Дифузионните процеси се улесняват от наличието на голям брой ваканции (благоприятства както проникването и подвижността на чужди йони в кристала, така и подвижността на собствените метални йони) и от малките размери на литиевите йони, които са доста подвижни и при подходящи условия могат да дифундират към повърхността.

1. Протонен обмен

Протонният обмен (ПО) е една от двете наложили се технологии (алтернативна на титановата дифузия) за получаване на оптични вълноводи в ЛН и основната за получаване на оптични вълноводи в ЛТ. Създаден през 1982 г., като метод за получаване на оптични вълноводи в ЛН и ЛТ, ПО бързо достигна нивото на зряла технология.

ПО е резултат от химическа реакция, която се извършва в повърхностния слой на кристала, когато той е потопен в подходяща стопилка при подходяща температура. Дифузията в случая е с характер на химическо заместване, при което протони от стопилката дифундират в кристала, заменят част от литиевите йони, които от своя страна дифундират навън от кристала в стопилката. Подходящи за ПО стопилки са среднокиселинните (слаби киселини или хидратни съединения) с ниска точка на топене и висока точка на кипене, работната температура е в границите $160\text{--}250^\circ\text{C}$. Най-често използвана е бензоената киселина. Реакцията се описва със следното уравнение:



Най-важната информация тук се крие в стойността на x , която определя фазовия състав на протонирания слой. Стойността на x попада в концентрационните граници на възможните фази, описани от фазовата диаграма на вълноводите, получени с ПО.

$$\alpha \quad (x=0\text{--}0.12)$$

$$\kappa_1/\kappa_2 \quad (x=0.13\text{--}0.34)$$

$$\beta_1 \quad (x=0.35\text{--}0.44)$$

$$\beta_2 \quad (x=0.45\text{--}0.52)$$

$$\beta_3 \quad (x=0.53\text{--}0.64)$$

$$\beta_4 \quad (x=0.65\text{--}0.76)$$

В ЛТ тези фази са 5 (α' , α , β , δ , γ).

Всяка фаза образува свой собствен подслой с дебелина до няколкостотин нанометра в протонираната област. Дебелината на всеки фазов подслой зависи от технологичните условия. В границите на всяка фаза промяната на необикновения показател на пречупване (Δn_o) е линейна функция от концентрацията на протоните. Параметрите на решетката се различават при отделните фази. На границата между две фази се

извършва скокообразна промяна на Δn_e и на деформациите, перпендикулярни на повърхността, като в границите на всяка фаза Δn_e е пропорционално на x ; при преход от една фаза в друга Δn_e и деформациите, перпендикулярни на повърхността, се променят скокообразно.

Механизмът на дифузията и резултатите по отношение на вълноводните свойства на получените слоеве са аналогични при двата кристала, с няколко изключения: фоторефрактивната устойчивост, двойното лъчепречупване и големината на промяната в показателя на пречупване при дифузия на протони.

От създаването на технологията досега основните усилия са насочени към намиране на начини за контрол на фазовия състав, както и към търсене на методи за охарактеризирането на вълноводите от гледна точка на фазовия състав.

Предимствата на технологията са:

1) Ниската температура, при която протича дифузията (200-300 °C). Както е известно, алтернативната технология, титановата дифузия, се провежда при 4-5 пъти по-висока температура, която е близка до температурата на Кюри за ЛН и около 2 пъти по-висока от температурата на Кюри за ЛТ, което прави протонния обмен най-подходящата (ако не и единствената) технология за получаване на оптични вълноводи в ЛТ.

2) Получаването на вълноводите става бързо, лесно, безопасно и евтино. Технологичните установки, не са сложни, не са скъпи, стопилките не са токсични, самата дифузия продължава от минути до часове в зависимост от температурата и вида на стопилката, докато при титановата дифузия, например, са необходими даже дни, за да проникнат йоните на титана в кристала.

3) Вълноводният ефект в протонираният слоеве е много силен, тъй като промяната в необикновения показател на пречупване е доста висока – ($\Delta n_e = 0.12-0.15$) при дължина на вълната 0.633 μm , което е с порядък повече от промяната в показателя на пречупване, предизвикана от дифузията на титан. (Обикновеният показател на пречупване слабо намалява: $\Delta n_o = -0.04$). При ЛТ вълноводният ефект е по-слаб (около 5 пъти), но пък устойчивостта към фоторефракция е с няколко порядъка по-висока.

4) Тъй като се променя само показателят на пречупване на необикновения лъч, освен вълноводно, ПО-слоеве имат и поляризиращо действие.

5) Избягва се формирането на паразитен дълбок вълновод, дължащ се на обратна дифузия (обедняване на кристала откъм литий чрез дифузия на литиев окис през повърхността навън) при по-високи температури.

6) ПО повишава с около два порядъка фоторефрактивната устойчивост на вълноводния слой (фоторефракцията не е желан ефект при оптичните вълноводи),

7) Съвместимост на ПО с други технологии, т.е. възможност да се получават вълноводи в резултат на комбинация например от титанова дифузия и ПО или дифузия на редкоземни елементи и след това ПО и т.н.

8) Голям набор възможни модификации за контролиране на фазовия състав и параметрите на вълноводите.

Като основни недостатъци трябва да се споменат:

1) Сложен фазов състав на ПО слоеве (едновременно формиране на различни фази в слоя), от който произтичат и другите недостатъци:

2) Оптични загуби и известна нестабилност на параметрите във времето.

Загубите се получават най-вече когато разпространяващите се модове пресичат границите между отделните фази, затова обикновено при многомодовите вълноводи нулевият мод е с най-малко загуби. Ако вълноводът е многофазов и едномодов, загубите са обикновено много големи.

3) Загуба на сегнетоелектричните свойства при високи стойности на x (единствената сегнетоелектрична фаза е α -фазата, при по-големи стойности на x замяната на лития с водород води до силно намаляване на спонтанната поляризация и до практическа загуба на електрооптичните свойства).

4) Дифузията е силно анизотропна и зависи от ориентацията на кристала.

Недостатъците на протонния обмен могат да бъдат компенсирани отчасти за сметка на бързината, простотата и много високата стойност на Δn_e , като въпреки това тези предимства се запазват в сравнение с другите технологии за получаване на вълноводни слоеве в тези кристали.

Първоначалната еуфория, породена от предимствата на метода, отстъпи на систематични експерименти по борба с недостатъците му. Трябва да се отбележи, че Групата по интегрална оптика в ИФТТ реагира бързо и се включи в изследванията по протонен обмен сравнително рано и е една от няколко групи в света, които систематично работят по тематиката, давайки свой принос в разработването на технологията. Основните три направления в нашите изследвания са:

1. Избор на такива технологични условия, които да осигурят необходимия фазов състав, т.е. да се постави под контрол фазовия състав. Съществуват редица методи за настройка на x (буфериране на стопилката, т.е. добавяне на литиеви соли, които забавят дифузията и/или отгряване, използване на различни протониращи източници и т.н.).

2. Подбиране на методи, които позволяват фазовото охарактеризиране на вълноводите.

3. Проектиране на интегрално-оптични устройства, базирани на този тип вълноводи.

На Фиг.1 са показани съществуващите до този момент основни модификации на технологията, целящи контрол върху параметрите на вълноводите (например оптичен профил и фазов състав).

VPE – протонен обмен в пари (едностъпален процес)

PE – протонен обмен (едностъпален процес)

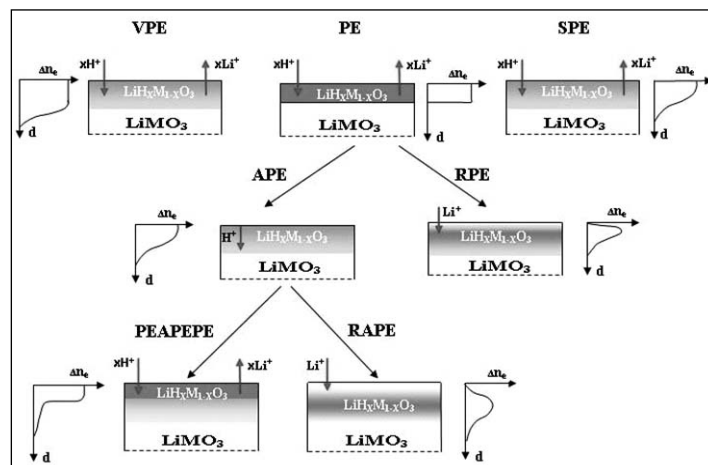
SPE – мек протонен обмен в буферирани стопилки (едностъпален процес)

APPE – протонен обмен с последващо отгряване (двустъпален процес)

RPE – обратен протонен обмен само в литиеви соли (двустъпален процес)

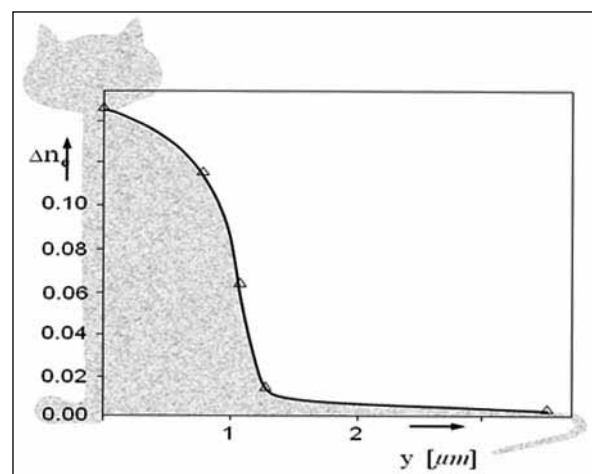
PEAPEPE – двустъпален протонен обмен с междинно отгряване (тристъпален процес)

RAPE – обратен протонен обмен в протонирани и отгряти слоеве (тристъпален процес)



Фиг. 1. Основни технологични модификации при получаване на оптични вълноводи с протонен обмен в ЛН и ЛТ.

кия ПО (поради структурните деформации, предизвикани от дифузията), затрудняващо получаването на качествени вълноводи, е неприятен ефект. Максималната дебелина на слоеве без разрушаване на повърхността на подложки Y-срез при едностъпален процес е 200 nm, което е недостатъчно за разпространяване на вълноводен мод. На следващата фигура (Фиг. 2) се вижда един оптичен профил на вълновод, получен с тристъпален процес. Дългата „опашка“, която се образува по време на отгряването (второто технологично стъпало) служи като своеобразен буфер между протонирания слой и чистия кристал. Постепенното въвеждане на напрежения в дълбочината на



Фиг. 2. Оптичен профил на вълновод в Y-срез ЛН, получен с тристъпален процес (PEAREPE)

кристала чрез кратък протонен обмен (много тънък протониран слой) и последващо отгряване, позволява следващият ПО да се извърши при вече пертурбирана решетка, без драстично въвеждане на деформации. По подобна схема се получават и вълноводи с двустъпален процес – обмен в пари (бавна дифузия и плавно въвеждане на напрежения в решетката) и последващ ПО в стопилка. Въпреки че технологичните стъпала са повече от едно, те като цяло изискват малко време и получаването на вълноводите става доста по-бързо, отколкото ако се използва мек ПО със силно буфриране на

От нашата група са предложени нискотемпературният вариант на първата модификация и предпоследната модификация, като засега PEAREPE е единственият възможен начин за получаване на дълбоки вълноводи с висока стойност на Δn_e в подложки Y-срез. Кристали с тази ориентация са особено важни за акустооптични взаимодействия и затова бързото ецване на повърхността им при пре-

стопилката. По този начин е възможно получаването както на пасивни елементи (APE+PE), така и на управляеми елементи (само чрез APE) върху една и съща подложка след подходящо фотолитографско структуриране.

2. Охарактеризиране на вълноводните слоеве

След получаване на слоевете, естествено идва процесът на тяхното охарактеризиране. То става чрез:

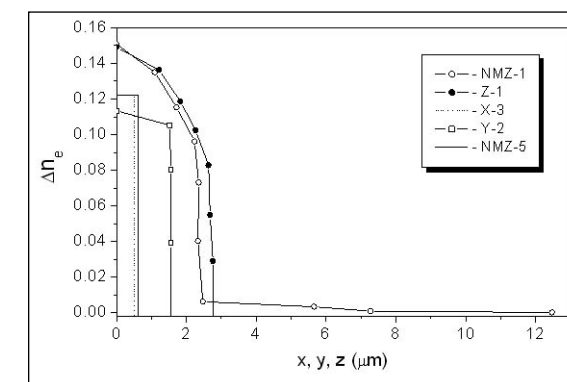
- 1) модова спектроскопия;
- 2) инфрачервена спектроскопия (абсорбционна и отразителна);
- 3) Вълноводна Раманова спектроскопия;
- 4) XPS (рентгенова фотоелектронна спектроскопия).

Използването на тези методи в комбинация позволява да се уточни и потвърди информацията, която всеки един от тях дава поотделно. Като резултат, това прави всеки един от методите по-самостоятелен.

2.1. Модова спектроскопия

Получаването на модовия спектър е основната част от характеризирането на вълновода. Както е известно, при разпространение на светлината във вълновод, електромагнитното поле във вълновода има модова структура. В геометрично-оптично приближение различните модове съответстват на лъчи, които се разпространяват под различен ъгъл във вълновода и на всеки един от тях съответства показател на пречупване, наречен ефективен показател. Обикновено светлината се въвежда във вълновода с помощта на призма и се извежда отново с помощта на призма. Модовият спектър се визуализира след втората призма. Ефективните модови показатели се пресмятат по формула, при известни показател на пречупване и ъгъл при върха на призмата и ъгъл на въвеждане на светлината в съответния мод. Модовият спектър позволява да се възстанови профилът на показателя на пречупване на вълноводния слой като се използва компютърна програма, използваща инверсен ВКБ метод.

На следващата фигура (Фиг. 3) е показан набор от профили на вълноводи, получени при различни технологични условия. Съответно и профилите се различават не само по дебелина на слоя, но и по форма и максимална стойност на показателя на пречупване. Създателите на фазовия модел [Korkishko Yu. N. and Fedorov V. A., 1996 *IEEE J. Select. Top. Quant. El.* 1-10] са установили известна зависимост между фазовия състав на протонирания слой, формата на профила и максималната стойност на Δn_e при различните кристални



Фиг. 3. Оптични профили на вълноводи с различен фазов състав

ориентации на подложката, така че от профила можем да направим предварителна приблизителна оценка за фазовия състав, която обаче не е еднозначна, поради което методът трябва да се използва в комбинация с друг метод за фазова идентификация.

Чрез промяната или липсата на промяна в оптичните профили може да се проследи стареенето на вълноводите и дълговременната стабилност на параметрите им. Например след един 11-годишен период, беше установено, че профилите на многофазовите вълноводи не съвпадат с първоначалните, докато при еднофазовите на практика няма промяна, т.е. параметрите на еднофазовите вълноводи са стабилни, докато многофазовите вълноводи стареят.

2.2. Инфрачервена (ИЧ) абсорбционна спектроскопия

При дифузия на протон в кристалната решетка и фиксирането му на мястото на литиев йон при ПО или пък като дефект при израстването на кристала, той образува ОН-група със съответен кислороден йон. Именно замаяната на литиеви с водородни йони, образуващи ОН-групи с кислородните йони в решетката, предизвиква силния вълноводен ефект на дифундираните слоеве, тъй като тази замяна предизвиква промяна на спонтанната поляризация, на молекулната рефракция и въвеждане на еластични деформации – трите фактора, определящи промяната на показателя на пречупване.

ОН групи съществуват и в непротонирани кристали, вследствие на остатъчна вода при израстването им. Характерно е, че техните абсорбционни ИЧ-спектри зависят от поляризацията на светлината и показват, че ОН-вързките лежат в кислородните равнини, перпендикулярно на оптичната ос. Кислородните йони в тези равнини са разположени на три различни разстояния един от друг и това обуславя наличието на три компоненти в ИЧ-спектр на изходните кристали, като съотношението между интензитетите на отделните компоненти зависи от стехиометрията на кристала, определяща различно обкръжение на ОН-групите. Тъй като при по-бедните на литий кристали се получава по-малка промяна на показателя на пречупване при равни други условия на протониране, очевидно е, че за да има повторимост на резултатите, стехиометрията на подложките е от голямо значение. Необходима е стехиометрична еднородност както от проба до проба, така и в рамките на един кристал, естествено. Затова ИЧ-спектрите са един важен инструмент за изследване дори на непротонирани кристали.

На фиг. 4 са показани спектри на ПО-вълноводни слоеве. ПО води до поява на силна, зависеща от поляризацията на светлината ивица с максимум при около 3510 cm^{-1} . При високи стойности на x , в спектъра се появява и една широка неполяризирана ивица (рамо) с максимум при около 3280 cm^{-1} . Тя съответства на ОН-вързки, образувани с водород в интерстициално (извън кислородните равнини) разположение. Хаотичното ориентиране на ОН-вързките в този случай е индикация за начало на аморфизация, което състояние се характеризира с висока степен на безпорядък. По-ниската честота на ОН-вързките означава по-голяма подвижност на водорода, което може да доведе до нестабилност на параметрите на тези вълноводи. Така, до известна степен наличието или липсата на рамо в ИЧ-спектр може да служи като критерий за стабилността и качеството на вълновода. Сложат, който е причина за тази ивица, обикновено е дебел

около 0.1-0.2 μm , разположен е на повърхността на вълноводния слой и може да се отстрани чрез отполиране, след което и рамото в спектъра изчезва.

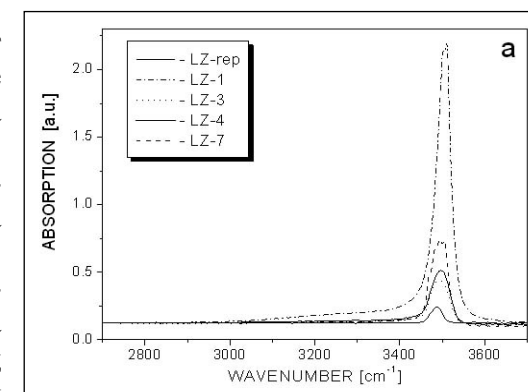
Спектрите могат да бъдат разложени на компоненти със съответна програма, като най-добро приближение до изходния спектр се получава при разлагане на Гаусови компоненти. Това е логично, тъй като вибрационните спектри на неподреденото състояние, каквото е характерно за ПО-слоеве, са с Гаусова форма. Тъй като всяка една от компонентите може да се свърже с присъствието на определена фаза, чрез построяване на хистограми може да се онагледят присъствието на различни фази, както и техните квоти в протонирания слой. Например при ЛН беше установено следното съответствие между компонентите в спектъра и фазите, съществуващи в ПО-слой:

- 3488 cm^{-1} (α)
- 3500 cm^{-1} (β_1)
- 3512 cm^{-1} (β_4)
- 3250-3280 cm^{-1} (β_i , $i=2-4$) – силно напрегната решетка, хаотично ориентирани ОН-вързки.
- 3488-3500 cm^{-1} (κ_1/κ_2) – спектроскопично неразличими

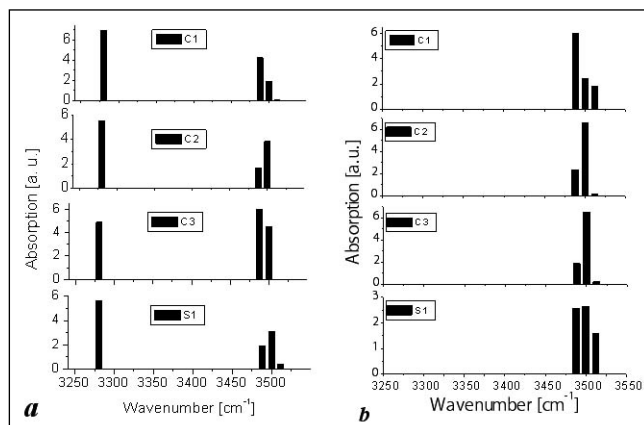
Поляризираната ивица при 3512 cm^{-1} е индикация за скъсяване на някои от ОН-вързките, лежащи в кислородните равнини, поради по-силно деформираната решетка.

Една друга възможност, която предлага ИЧ-спектроскопия, е проследяването на стабилността на вълноводите във времето. На следващата фигура (Фиг. 5) са показани хистограмите на образци от веднага след получаването на вълноводите и след 11-годишен период. При сравнението им се вижда, че през този период е налице известно преливане на интензитети от една ивица в друга, т.е. има някакво преразпределение на протони в рамките на вълноводния слой. Приносът на α -фазата и на κ -фазите се повишава, за сметка на фазите с по-висока стойност на x . Вероятно това е свързано с дифузия на по-слабо свързаните водородни йони, на които се дължи неполяризираната ивица – след 11 години тя силно намалява. Тъй като преразпределението оказва влияние върху оптичния профил (както беше коментирано по-горе), това означава, че и разпределението на оптичното поле се променя, а оттам – и параметрите на вълновода, т.е. многофазовите вълноводи стареят. Еднофазовите демонстрират доста по-добра стабилност на параметрите във времето.

Една интересна възможност за оценка на дебелините на отделните монофазни



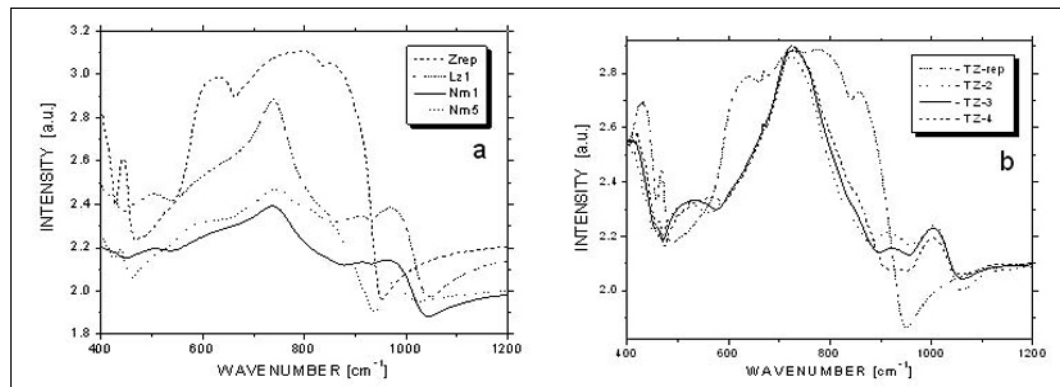
Фиг. 4. ИЧ абсорбционни спектри на протонно-обменени вълноводи в Z-срез ЛН, получени при различни технологични условия (с различен фазов състав). LZ-rep-подложка



Фиг. 5. Хистограми, получени от разлагането на ИЧ-спектри на вълноводни слоеве в Y-срез ЛН след получаването им (а) и 11 години по-късно (б)

2.3. Отражателна ИЧ-спектроскопия

Информацията, идваща от тези спектри, позволява да се определи коя е фазата, формираща най-горния слой на вълновода.



Фиг. 6. Отражателни ИЧ-спектри на протонно-обменени вълноводи в ЛН (а) и ЛТ (б)

Отражателните спектри, показани на Фиг. 6, са регистрирани под ъгъл на падане 70° спрямо нормалата към повърхността. Ъгълът се избира голям, за да може да се получи отражение от по-малка дълбочина и да се избегне влиянието на повече от един монофазен слой. Отражателните ИЧ-спектри на протонирани кристали съдържат нови ивици в сравнение с непротонирани в областта $890-1010 \text{ cm}^{-1}$, като всяка фаза се характеризира със свой собствен спектър. Установено беше, че новите ивици, които могат да се свържат с наличието на конкретни фази, са:

975 cm^{-1} – β_1 -фаза

подслоеве в един фазов многослойник, какъвто всъщност представлява в най-общия случай един ПО-слой, може да се направи като се комбинират резултатите от модовата и ИЧ-спектроскопия. Първата дава дебелината на целия слой, а втората (след разлагане на спектъра на компоненти) – относителния дял на всяка от ивиците в целия спектър. Тъй като всяка ивица се отнася към определена фаза, по този начин се оценяват дебелините на слоевете, формирани от всяка една фаза.

980 cm^{-1} – β_2 и β_3 фази

970 cm^{-1} – β_4 -фаза

От спектрите на фигурата може да се каже, че най-горната част от вълновода Nm5 е от β_1 -фаза, за Nm1 и Lt1 това е β_4 -фаза (за наличието на β_4 имаше индикации също от модовата и от ИЧ-спектроскопия). Техните спектри са и много подобни. Друго, което можем да видим е, че спектърът на ZN-5 е доста близък по форма със спектъра на подложката, което означава, че приносът на α -фазата е съществен в случая, т.е. вълноводът е леко потопен.

При ЛТ основните промени в отражателните спектри са в областта $850-1050 \text{ cm}^{-1}$. Промяната в линиите при 899 , 952 и 985 cm^{-1} се дължи на β -фази (899 cm^{-1} – β_1 , 952 cm^{-1} – β_2 , 985 cm^{-1} – β_3), а тази при 1000 cm^{-1} – на δ -фаза. Това е доминиращата линия в спектъра, т.е. на повърхността имаме δ -фаза и това се отнася за всичките образци ЛТ, тъй като спектрите им са почти еднакви.

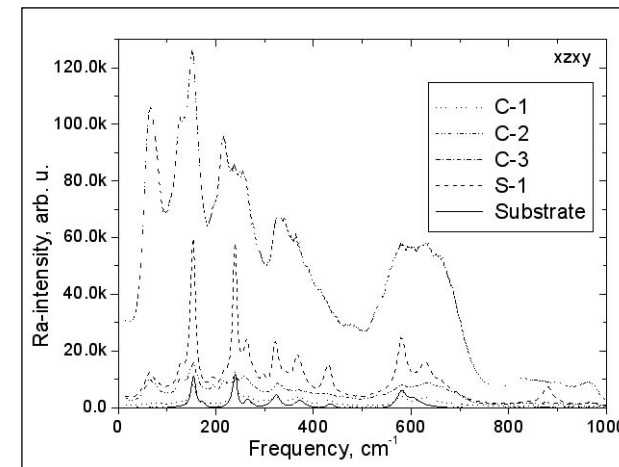
2.4. Раманова спектроскопия

Рамановата спектроскопия е един силен метод за изследване на структурните фазови преходи в твърдите тела, давайки информация за деформациите в кристалната решетка и промяната в разположението на атомите в нея. Особено ценен за изследването на ПО вълноводи е методът на вълноводната Раманова спектроскопия, разработен в нашата лаборатория. При него светлината се въвежда във вълноводен мод и се разпространява във вълновода.

Пример за така регистрирани Раманови спектри е Фиг. 7. Най-забележими са промените в интензитета на линиите в областта $200-500 \text{ cm}^{-1}$, възникването на широка ивица в интервала $520-750 \text{ cm}^{-1}$ (дължаща се на параелектрична фаза), появата на ивица с честота 690 cm^{-1} , която също е характерна за параелектричната фаза на ЛН и показва висока степен на протониране (β_i , $i=1-3$), което предполага промяна на ниобиевия октаедър към неполяризирано състояние, квазиаморфизация, загуба на анизотропията и на електро-оптичните свойства.

Съпоставянето ѝ с другите линии, свързани с наличието на висока стойност на x , както и с факта, че тя присъства в спектъра на вълновода, получен с пряк ПО – а както е установено, там може да присъства само β_1 -фаза – ни позволява да свържем ивицата при 690 cm^{-1} само с тази фаза.

Линията при 878 cm^{-1} идва от другата поляризация в резултат от деформациите на решетката



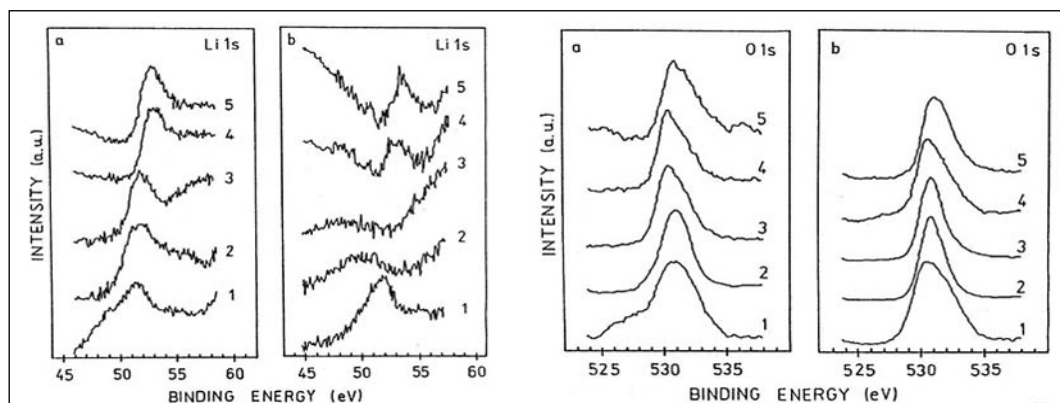
Фиг. 7. Вълноводни Раманови спектри на протонирани слоеве в Y-срез ЛН

и също показва, че стойността на x е висока. Една линия, която е изцяло нова и не присъства в спектрите на ЛН нито в сегнетоелектрична, нито в параелектрична фаза, а се дължи само на ПО, е тази при 69 cm^{-1} . Така присъствието или отсъствието на определени Раманови линии с честоти 127 , 194 и 214 cm^{-1} , както и интензитета на линията с честота 69 cm^{-1} позволяват да се определи стойността на x .

2.5. РФЕС (XPS)

Рентгеновата фотоелектрона спектроскопия (РФЕС) се използва за количествено определяне на химическия състав и химичните връзки и на повърхността (интерфейса вълновод-въздух) и приповърхностния слой (първите няколко атомни слоя). Това е метод за повърхнинен анализ; подходящ е за окиси, каквито са нашите кристали, като отчита промяната в енергиите на свързване при атоми в различни химични връзки. Методът позволява да се пресметнат концентрациите на елементите, изграждащи повърхнинния слой. Тъй като методът е деструктивен (с йонно разпрасване на изследваната повърхност), има смисъл от използването му само ако се очаква или трябва да се потвърди някаква особеност в състава и структурата на повърхността на вълновода, както например при буфериране на стопилката с различни количества литиева сол (0 , 1 и 2%). В този случай сравнителният анализ на повърхностите на образци на базата на литиевите ($\text{Li } 1s$) и кислородните спектри ($\text{O } 1s$), които са и най-изразителни (Фиг. 8) показва, че един много тънък слой от кристалната повърхност (около 3 – 4 атомни слоя при образци Х-срез) се различава по структура и/или състав от слоевете, разположени по-надълбоко. Както беше пресметнато, този слой има по-ниска степен на ПО и е сравнително по-богат на литий от лежащите по-навътре слоеве. По-ниската степен на ПО на повърхността вероятно се дължи на известна разлика в състава, структурата и параметрите на решетката на повърхността; тази разлика потиска до известна степен дифузията.

Принципно методът позволява концентрацията на литий на повърхността да бъде оценена от спектрите и по този начин да се получи зависимост между Δn_c и x на повърхността на протонирания слой.



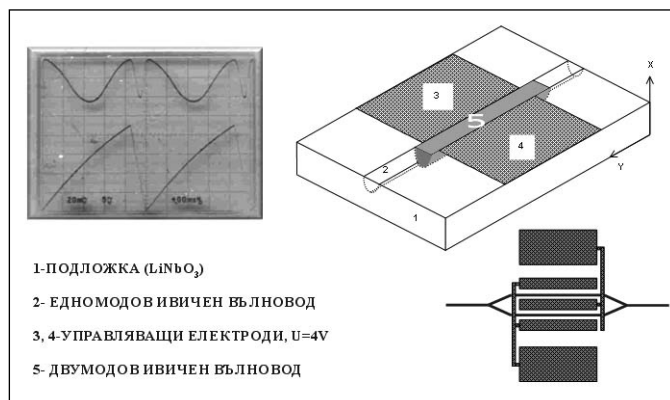
Фиг. 8. XPS-спектри на подложка LiNbO_3 (a) и протонно-обменен слой (b): 0 nm (1); 10 nm (2); 100 nm (3); 200 nm (4); 500 nm (5)

В заключение може да се каже, че един такъв комбиниран анализ, базиран на методите, които разгледахме досега, позволява идентификация на фазите, разпределението им в дълбочина, относителния дял на всяка от тях при многофазовите ПО-вълноводи, еволюцията на вълноводните параметри във времето, фазовите трансформации при отгряване и в крайна сметка води до събиране на информация за това как технологичните параметри при получаването на вълноводите влияят върху свойствата на тези вълноводи.

3. Приложения

ПО вълноводи намират приложение в редица вече промишлено произвеждани модулатори, представляващи основната част на съвременните оптоелектронни устройства. Трябва да се отбележи, че този тип вълноводи вече се получават с такава степен на надеждност на параметрите, че могат да бъдат използвани в ИО жирокопи за авиационните системи. Ясно е, че изискванията към уредите за навигация на въздухоплавателните транспортни средства са по-високи от тези към наземните, а модулаторите с ПО удовлетворяват тези изисквания. С интегрално-оптични жирокопи работят навигационните системи на някои модели „Боинг“ и космически совалки. Един от патентите, създаден в Групата по интегрална оптика при ИФТТ не случайно е на сайта на НАСА. През последните няколко години отново се възобнови интереса към ПО-вълноводи именно за използване в жирокопи.

Интегрално-оптичният Мах-Цендеров модулатор е ключов елемент за различни приложения в телекомуникациите и различни системи за контрол. Разликата в оптичните пътища в двете рамена на класическата конструкция се създава посредством електрооптичния ефект при прилагане на напрежение. Предложеният от нас модулатор представлява принципно нова конструкция Мах-Цендер (Фиг. 9). Идеята е следната: устройството се получава с ПО в подложка Х-срез ЛН (светлината се разпространява перпендикулярно на оста Z , за да може да се използва най-високата стойност на електрооптичния коефициент) и се състои от едномодов ивичен вълновод, чиято централна област има по-висока стойност на показателя на пречупване, по-дълбока е и поддържа два мода. Тази конструкция използва възможно най-простата електродна конфигурация, състояща се от два успоредни управляващи електрода. При достигане на централната област светлината се разделя в два мода, които се разпространяват независимо един от друг и след прилагане на напрежение върху електродите, фазата на всеки от тях се променя по различен начин, тъй като интегралът на припокриване на електричното и оптичното полета е различен за всеки от двата мода. При достигане на края на двумодовата област, двата мода интерферират и светлината продължава да се разпространява като един мод с интензитет, зависещ от фазовата разлика между модовете в централната област, т.е. от приложеното напрежение. По този начин се осъществява амплитудна модулация на светлината, с дълбочина на модулация пропорционална на управляващото напрежение. Поляризиращият ефект на ПО-вълноводите, който в случая е предимство, пречи да се възбуждат модове от другата поляризация при пертурбация.



Фиг. 9. Едноивичен Мах-Цендер модулатор, BG Patent № 63788 (2003). За сравнение под него е показана класическата конструкция с два Y-разклонителя и сложна електродна конфигурация.

ква голямо разстояние за добро разделяне на сигнала в двата канала (само дължината на Y-разклонителя е минимум 1.5 cm за да се разделят пространствено двата лъча, умножено по 2 и плюс дължината на успоредната част, която е 1 cm).

Експериментите показаха сравнително ниски оптични загуби (общо 3 dB) за честотна лента широка 1060 MHz и много ниско управляващо напрежение (4 V). Може да се положат още усилия за понижаване на управляващото напрежение и да се повиши дълбочината на модулация, която за момента е около 86-90%.

Този тип модулатори могат да се използват в датчици за биомолекули, например при контрол на замърсяванията, при лабораторна работа дори на нивото на лабораторен прототип, също така и при контрол на производствени процеси.

Както се вижда, технологията освен вълнуващо минало има и бъдеще, в нея са направени много инвестиции и е време да се ориентираме към дивиденди. Засега това са главно идеи, които доброто познаване на технологията може да породят. Би било добре, ако този кратък обзор на нашите изследвания провокира нечий интерес и желание за съвместна работа.

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

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

СЛАВА И ПАДЕНИЕ (Образът на Салиери на „сцената” на физиката)

Н. Балабанов

Встъпление

Неговият 150-годишен юбилей едва ли ще бъде отбелязан шумно. Не защото приносите му в науката са незначителни – неговото име е свързано с някои от най-големите открития на границата между XIX и XX век, годините, които приемаме като пролог в съвременната физика. Но той е имал неблагоприятното по-късно да застане на крайно реакционни политически позиции, с което е опетнил името си и спечелил неуважението на колегите от целия свят. Все пак за историята навярно е полезно да се припомнят събитията, свързани с този човек – един от големите и признати за своето време физици, станал жертва на политически и националистични пристрастия.

Неговото име е Филип фон Ленард (1862-1945 г.). В известна степен поведението му напомня на легендата, приписвана на печално известния композитор Антонио Салиери. Затова най-напред нека си припомним

Кой е Салиери

Антонио Салиери (1750-1825 г.) е италиански композитор, който след 1766 г. е живял и творил във Виена. Автор е на много опери. Бил е придворен композитор и изтъкнат музикален педагог. Негови ученици са били Л. Бетовен, Ф. Шуберт, Ф. Лист и др. За него има създадени много легенди, най-драматичната между които е свързана с отравянето на Моцарт (1756-1791 г.). Легендата гласи, че в изповедта преди смъртта си Салиери е признал, че е отровил младия и талантлив Моцарт. (Историята била описана в лайпцигския „Всеобщ музикален вестник”).

Това предание послужило като основа за написаната от А. С. Пушкин творба „Моцарт и Салиери”. Впечатлен от слухове за признанието на Салиери, поетът е замислил написването на пиесата почти веднага след неговата смърт. Но достоверно е известно, че той е работил върху нея през есента на 1830 г. в Болдино (знаменитата „Болдинска есен” – творчески взрив на Пушкин) и е завършил на 26 октомври с.г. На корицата на ръкописа авторът е написал като заглавие: „Завист”. Поетът разработил темата за завистта, защото болезнено я усещал върху себе си. Според него Салиери бил талантлив музикант, амбициозен и самолюбив. Но не и гениален. Той преживявал величието на Моцарт като тежък удар и не само страдал, но и се борил срещу него. От завист към таланта му, го отровил.

На темата за завистта ще се върнем по-късно. Преди това нека отдадем заслуженото внимание на

Ленард и неговите открития

Филип Едуард Антон фон Ленард е роден на 7 юни 1862 г. в Пресбург (днес Бра-



тислава, Словакия) (Кратките биографични данни за Ленард са взети от еднотомната енциклопедия „Нобелови лауреати“, издадена от БАН през 1994 г., защото в книгата „Физиците“, авторът и Ю. Хромов съвсем умишлено „заобикаля“ това име. Според мен, без основание!)

Ленард от дете се интересувал от физика и химия. Изучавал е физика в Хайделбергския университет при Роберт Бунзен (изобретателят на спектралния анализ, заедно с Кирхов) и в Берлинския университет при Херман фон Хелмхолц (един от първите изказали идеята за атомарното електричество).

През 1886 г. Ленард защитил докторат върху трептенията на водните капки.

През следващите години продължил изследванията си в тази област, като разработил метод за определяне на повърхностното напрежение на течности – т. нар. „метод на пулсиращи падащи капки“; теоретично и експериментално се занимавал с наелектризирането на течните капки. През 1892 г. открил наелектризирането на водата във водопадите и на обкръжаващия ги въздух. Изглежда за онова време тези изследвания са били актуални, тъй като са продължени от такива знаменити физици, като лорд Келвин и Дж. Дж. Томпсън.

От 1887 до 1890 г. Ленард бил асистент на Георг Квинке (специалист по молекулярна физика, акустика и оптика) в Хайделбергския университет, а през 1891 г. постъпил като асистент при Хайнрих Херц (университета в Бон), добил вече известност с откриването на електромагнитните вълни. Тук започнал най-плодотворният период в творчеството на Ленард. Заедно с Х. Херц той провеждал изследвания върху катодните лъчи, за изучаването на които има особено големи заслуги.

След смъртта на Херц (1894 г.) Ленард работил като професор последователно в университетите Бреслау (днес Вроцлав), Аахен, Хайделберг и Кил. От 1907 г. е професор по експериментална физика в Хайделбергския университет, а през 1909 г. – директор на Радиологичния институт към университета. Неговите големи приноси във физиката са свързани с такива върхови събития през периода 1895-1905 г. като: откриването на рентгеновите лъчи и на електрона, както и обяснението на фотоефекта. Наред с това той е откликвал и на други актуални за епохата проблеми: изясняване строежа на атома, обясняване на нарастването на масата на електрона с увеличаване на скоростта му и др.

През 1905г. Ф. Ленард получава Нобеловата награда по физика

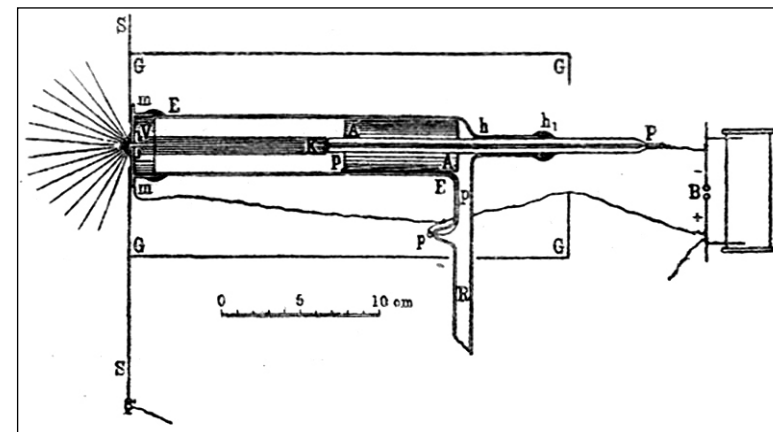
„За неговата работа върху катодните лъчи“

Затова по-подробно ще се спрем на тези изследвания.

Смята се, че „катодните лъчи“ (днес това название вече не присъства във физическата литература) са открити през 1858г от немския физик Ю. Плюкер и преоткрити 10 години по-късно от сънародника му В. Хиторф. Ю. Плюкер забелязва, че при електрически разряд в газове, стъклото на тръбата срещу катода започва да флуоресцира.

Следващите изследователи обяснили това явление като следствие на удрянето в стените на разрядната тръба на някакви „агенти“, излитащи от катода.

Голдщайн нарекол тези агенти „катодни лъчи“, считайки, че те имат същата природа, каквато и светлината, но за разлика от светлината, катодните лъчи се разпространяват праволинейно.



Фиг. 1. Схема на опита на Ленард

Почти едновременно с откриването на катодните лъчи са изказани две становища за обяснението на тяхната природа – вълнова и корпускулярна. В продължение на десетилетия всяка от позициите имала свои поддръжници, еднакво известни експериментатори. При това както обръща внимание А. Н. Вълцев, който подробно обсъжда историята на изучаването на катодните лъчи в своята монография [1], разделението на физиците на лагери отчасти имало национален характер. Мнозинството от немските физици (Ю. Плюкер, В. Хиторф и Х. Херц) били привърженици на вълновата теория, а английските (У. Крукс, В. Томсън, А. Шустер) – на корпускулярната.

През последните десетилетия на XIX век за свойствата на катодните лъчи били натрупани много сведения – за тяхното разпространение, взаимодействието им с веществото, поведението в електрични и магнитни полета. Въпреки това продължително време тяхната природа не била окончателно изяснена, било поради грешки в експериментите, било поради неправилни теоретични и методологични разбирания.

През 1892 г. Х. Херц показал, че катодните лъчи може да проникват през тънки алуминиеви прозорчета. По негова препоръка тези изследвания били продължени от Ф. Ленард. Ленард извел катодните лъчи от тръбата, като заменил малък участък от стъклото пред катода с метална пластинка, достатъчно здрава, за да издържи атмосферното налягане. Тази нова конструкция и проведените с нея изследвания наредили Ленард сред най-авторитетните специалисти в областта. Въведени били понятията „Ленардово прозорче“ и „Ленардови лъчи“. (фиг.1)

„Ленардови лъчи“ са наречени катодните лъчи, преминали през тънки метални листчета. Ученият показал, че „поглъщането на катодните лъчи от материалните тела зависи само от плътността на последните, но не зависи нито от агрегатното им състояние, нито от химическите свойства“ (Закон на Ленард). По-късно този закон се използвал за изясняване строежа на атома.

В своите експерименти Ленард се приближава до

откриването на нов вид лъчение

Интересно е съобщението, което той прави в своя статия през 1894 г., описвайки наблюденията си върху изведените през прозорчето катодни лъчи: „Катодните лъчи са фотоактивни. При достатъчно дълга експозиция може да се наблюдава тяхното действие върху фотографска пластинка. Върху пластинка, поместена под картонен лист се виждат ясно очертани зони на почерняване. Над картона бяха поставени различни метални пластинки, които в зависимост от степента на тяхната проникваемост за катодните лъчи изглеждаха повече или по-малко тъмни на фотопластинката. Само там, където металната пластинка имаше достатъчна дебелина, фотопластинката се оказваше неосветена. По такъв начин е установено, че катодните лъчи преминават през картона и метала.”

Приведеният цитат е взет от книгата „История на физиката” с автор Марио Льоци [2]. След този цитат авторът на „Историята” прави следният коментар: „По-критичното тълкуване на наблюдаваните явления би показало на Ленард, че се е натъкнал на нещо ново: забелязаните явления били обусловени не от катодните лъчи, а от рентгенови” [2].

Година по-късно (1895) същите изследвания са проведени от професора във Вюрцбургския университет Вилхелм Рентген. Той разбрал, че се е натъкнал на нов вид лъчи, които нарекъл Х-лъчи заради неясната им природа. По-късно лъчите били наречени „рентгенови”.

Може би това е първият голям пропуск на Ленард, макар че в историческата литература има различни тълкувания. В името на истината трябва да се посочи, че Рентген е знаел за наблюденията на Ленард. Нещо повече, през 1895 г. той е изследвал „ленардовите лъчи” с помощта на „прозорче на Ленард”, подарено му от самия Ленард [1]. Изглежда изготвянето на тези прозорчета, било свързано с определени технически трудности. Може би с това се обяснява обстоятелството, че в английските лаборатории първите опити с „лъчите на Ленард” са проведени едва през 1897 г. Тези факти изтъкват експерименталните достойнства на Ленард. Но както вече коментирахме, той изпуска шанса да стане автор на едно от най-големите открития в края на деветнайстия век.

Ленард никога няма да си прости за този пропуск, но с времето насочва недоволството си към Рентген. За съжаление му предстоят нови пропуски и разочарования, свързани с

откриването на електрона

В споменатите вече изследвания, проведени през 1894 г., Ленард установил, че средният свободен пробег на катодните лъчи във въздух при обикновено налягане е 0,5 сантиметра, докато за молекулите при тези условия пробегът не надвишавал стохиладни части от сантиметъра. Това било важно откритие, което той не успял правилно да интерпретира, поради „немския дух” в науката. Всички свои резултати той разглеждал, подобно на мнозинството немски физици, като потвърждение на вълновата хипотеза.

Обратно на Ленард, получавайки подобни резултати, английския физик Дж. Дж. Томсън ги приел като потвърждение на тезата, че катодните лъчи представляват поток

от частици. Затова Историята приписва откриването на електрона на Томсън, а годината на откриването – 1897. Но има и други мнения.

При отбелязването на 100-годишнината от това събитие, френският науковед Б. Льолонг изнася доклад „Никой не е откривал електрона” [3]. С този доклад авторът „прави опит да ексхумира съоткривателите на електрона, като посочва освен името на Томсън, още имената на А. Шустер, Е. Вихерт, В. Кауфман, П. Зеeman и др.”

Отново ще се позова на монографията на Вълцев, в която са направени подробни количествени изследвания и анализи по въпроса [1]. В книгата е посочен интересен факт от съдържанието на доклада, който Томсън изнася пред Кралския институт и изказва идеята за съществуването на субатомна частица (на 30 април, 1897 г., считана за дата на откриване на електрона). Идеята за съществуване на такава частица се основавала на опитите на Ленард, а резултатите от своите опити, Томсън разглеждал като потвърждение на тази идея.

Изглежда и този път Ленард прави решителен пропуск – изяснил е специфичните свойства на електрона, без да ги възприема като такива. Той отново става жертва на своите философски „покровители” – ярките антиатомисти Мах и Оствалд.

За да не опростяваме ситуацията, нека поне се опитаме да се ориентираме в атмосферата във физиката по онова време. Да припомним, че тогава в Европа се разразява истински „лъчев бум”. Освен за катодни, анодни, рентгенови и радиокативни лъчи, се появяват съобщения за лъчи на Гриц, на Ефи, на Блондло. Последните били резултат на недоразумение или шарлатанство, но за това се изисквало доказателства.

Именно по тази причина „откриването на електрона” се е разтегнало в много години. През 1906 г. Нобеловият комитет по физика присъдил наградата на Дж. Дж. Томсън не за откриване на електрона, а „за големите му заслуги в теоретичните и експериментални изследвания на протичането на електрически ток през газовете”. А предишната година Ленард бил удостоен с тази награда „за неговата работа върху катодните лъчи”. Твърде еднакво звучат мотивите за двете награди. Тогава да зададем въпроса:

Можем ли да смятаме Ленард за съавтор в откриването на електрона?

За да не предизвикам недоумение с този въпрос, бързам да цитирам Нилс Бор, който в нобеловият си доклад в Стокхолм, изнесен на 11.12.1922 г., казва: „Откриването на електрона и изясняването на неговите свойства е било резултат от работата на голям брой изследователи, сред които трябва особено да отбележим Ленард и Дж. Дж. Томсън” [4]. Не ми се иска да възприемам думите на Бор като някаква проява на пристрастие; както винаги той се опитва да внесе някаква точност (може би и справедливост) в неопределеността на този казус. Не ми е известно да е имало някаква реакция на тази оценка, дори от самия Томсън, който вероятно е присъствал на церемонията.

Отново ще се доверя на тълкуването, което А. Н. Вълцев прави в своята монография [1] въз основа на статистическия анализ на публикациите от последното десетилетие

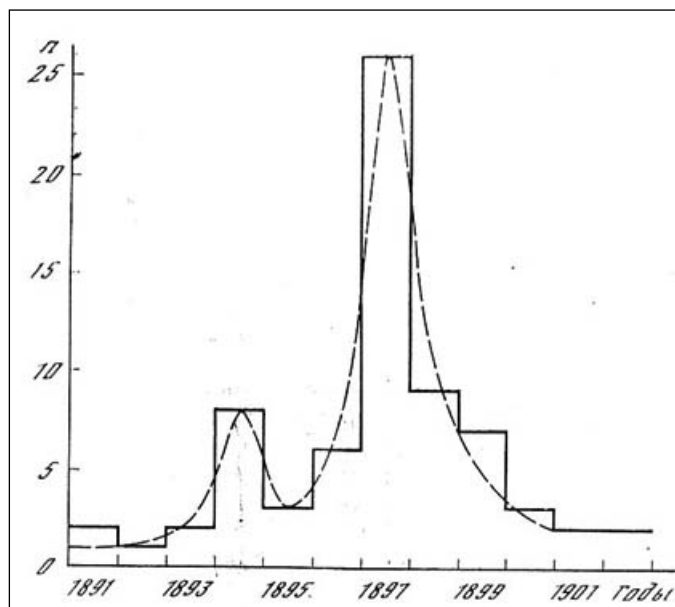
на XIX в., свързани с изследването на катодните лъчи. Авторът въвежда величина „елементарен влог“, като под това название разбира всеки резултат от измервания, идея, математическо пресмятане и изобщо всяка бележка, изпълняваща известна роля в разглеждания процес на познанието [1]. На фигура 2 е показана „диаграмата за откриване на електрона“, взета от цитираната книга. Общият брой „влогове“ е 70. За ролята и приносите на Ленард в откриването на електрона и за „съревнованието“ му с Томсън могат да се посочат следните факти:

1. Първият максимум във фигурата е обусловен основно от работите на Ленард (4 „елементарни влога“), а втория – от Томсън (10 „ел. влога“);

2. От общо 70 „влога“, 20 принадлежат на Томсън, 7 – на Ленард, следван от Ви-херт (6), Зеeman и Кауфман (по 5) и т.н.

Може би в този случай е подходяща концепцията за „незримия“ авторски колектив (появила се във втората половина на XX век) в откриването на електрона, в който Ф. Ленард е един от основните „съавтори“.

Естествено продължение на изследванията с катодните лъчи и тяхното взаимодействие с веществото било включването на Ленард в „съревнованието“ за построяване на атомен модел в началото на XX век (наред с Томсън, Лармор, Перен, Келвин, Нагоока, Щарк и Ръдърфорд).



Фиг. 2. Диаграма за изследване на електрона

незначителна част е запълнена с вещество. Съществуването на „диномиди“ не било потвърдено при по-нататъшните опити, но моделът на „пустия“ атом се потвърждава в експериментите по разсейване на α -частици.

Неговите изследвания върху поглъщането на катодните лъчи и сравнително голямата им проникваемост давали известно указание за вътрешния строеж на атома, различен от класическия модел на Томсън. Резултатите от своите опити Ленард се опитвал да обясни с представата, че по-голяма част от атомното пространство е свободно от веществото (1903). По-нататък той съвършено произволно запълвал „своя атом“ с рояк измислени материални зрънца, наречени „диномиди“ – електрически дублети с много малка маса и размери ($\sim 10^{-14}$ м), така че

Без да преувеличаваме значението на модела, предложен от Ленард, не може да не обърнем внимание, че и в тази актуална за началото на XX век тематика той не остава пасивен.

Приносът на Ленард в изследванията на явлениято фотоелектричен ефект

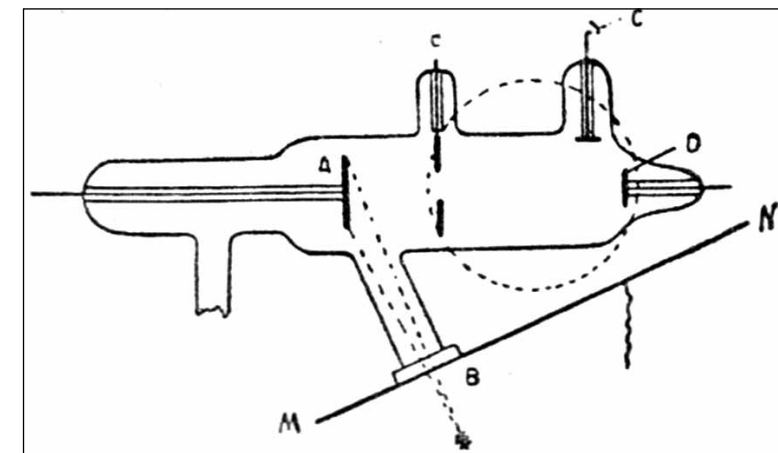
Фотоелектричният ефект е открит от Херц през 1887 г. Съществен принос в неговото изучаване имат А. Столетов, В. Халвакс и др. С идентифицирането на носителите на фотоелектричния ток през 1898 г. се занимават и Ръдърфорд и Томсън, който ги отъждествява с катодните лъчи. Това предположение било потвърдено от Ф. Ленард в серия от експерименти, проведени през периода 1898-1903 г. В своите опити той достигнал до рекордни за времето условия – най-висок вакуум и най-силен монохроматичен светлинен източник. Ленард доказал, че носителите на фототока са електроните и показал: 1) че тяхното изпускане става само в случаите, когато честотата на светлината става по-голяма от определена минимална честота (с което потвърждава резултатите на Столетов) и 2) че енергията на изпусканите електрони нараства с увеличаване на честотата, но не зависи от интензитета на падащата светлина. Ленард установил закон, който свързва енергията на електроните, освободени при фотоэффекта ϵ , с отделителната работа за съответния метал ϕ и задържащия потенциал U_3

$$\epsilon = \phi + eU_3$$

Схемата на неговата опитна постановка е показана на фиг. 3. Тези изследвания доставили нов и обилен експериментален материал, който позволявал да се търси надеждно обяснение на фотоэффекта. За съжаление вълновата теория, към която Ленард се придържал не била в състояние да обясни всички закономерности. За да излезе от затрудненията той предложил т.нар „спусъчен механизъм“, според който светлината „освобождава“ електрона от метала.

Правилното обяснение на установените закономерности дава през 1905 г. Айнщайн, който използва квантовата хипотеза за излъчване на светлината и предлага друго уравнение за фотоэффекта

$$\hbar\omega = \phi + eU_3$$



Фиг. 3. Опитна постановка на Ленард

Прилагайки квантовата хипотеза, Айнщайн „се справил” с обяснението на явлението. Но даже и след неговата публикация много от изследванията и тълкуванията на фотоелектричния ефект продължават в духа на представите на Ленард. Причината за това е, че със своето обяснение Айнщайн още повече се отдалечил от класическата физика. В уравнението, което той използва $\varepsilon = \hbar\omega$ се съдържа противоречие от гледна точка на класическата физика: отляво на равенството стои енергията на електрона, т.е. на частицата, а в дясно – честотата, която е характеристика на вълните. Трябвало да минат близо 20 години докато физиците разберат, че светлината е своеобразен „кентавър”, притежаващ вълнови и корпускуларни свойства.

Обсъждайки ситуацията около разглежданото явление възниква въпросът: дали не е прав А. Н. Вятцев, който в своята монография многократно споменава, че уравнението за фотоефекта е справедливо да бъде наричано „уравнение на Ленард– Айнщайн”. [1]

Ще си позволя да цитирам текст, написан през 1912 г. от големия руски физик А. И. Йофе и поместен в монографията на О. Д. Хволсон „Курс физики” [5]: „Теорията на фотоелектричния ефект още не е установена окончателно. Може да се предположи, че енергията на електроните или възниква за сметка на погълнатата светлинна енергия, или има вътрешноатомен произход, а светлината изпълнява само ролята на спусъчен механизъм. Първото предположение удовлетворително обяснява пропорционалността на ефекта от погълнатата енергия, но не обяснява независимостта на скоростта на електроните от интензитета, ако не се внесе допълнителната хипотеза за атомната структура на светлината или за ролята на квантите. Ако се направи и това последно предположение, всички основни свойства, в това число и зависимостта на скоростта от броя на колебанията, удовлетворително се обясняват. Приписвайки на светлината ролята на спусъчен механизъм, може да се обясни връзката на скоростта с броя на колебанията, с резонанса на електроните. Това допускане съвсем естествено обяснява селективния ефект, но не напълно се съгласува с универсалния характер на връзката между скоростта и честотата. От тази гледна точка не е напълно ясна и строгата пропорционалност на ефекта от погълнатата енергия.

Първата теория е изказана от Айнщайн, втората от Ленард; понастоящем мнозинството изследователи използват **теорията на Айнщайн, но тя съвсем не бива да се смята за установена**” [5].

Писаното от А. И. Йофе през 1912 година адекватно отразява настроеността на физиците по онова време. Ще припомним, че самият М. Планк, авторът на квантовата идея, е имал отрицателно отношение към хипотезата на Айнщайн. Едва ли е случайно, че нобеловата награда за обяснението на фотоефекта е присъдена на Айнщайн едва през 1921 година. Твърде продължително време е било необходимо на физиците да се отърсят от класическите представи за светлината.

Ленард – признания и терзания

Получил ли е Ленард признание за своите изследвания и открития? Отговорът е категорично положителен. Той бил признат от съвременниците си за голям учен, за

много добър експериментатор, казвали, че има „златни ръце”. Още преди да навърши 40 години той бил един от най-известните физици в Европа, с утвърдено име и приноси. Лондонското кралско дружество присъдило едновременно на Ленард и Рентген златен медал на името на Румфорд. Ленард бил един от първите нобелови лауреати по физика – след Рентген, Лоренц, Бекерел, Мария и Пиер Кюри (преди Дж. Дж. Томсън!)

Какво не е достигало на Ленард? Очевидно той е мечтаел за повече слава, за още по-големи признания. Очевидно честолюбив човек, той не можел да се примири с пропуските, които допуснал. Въпреки, че е имал всички необходими знания, той е изпуснал възможността да бъде автор на най-големите открития в края на XIX и началото на XX век. Не можел да се примири с факта, че Х-лъчите са наречени с името на Рентген и започнал да го обвинява в плагиатство. Опитал се да присвои и откритието на електрона. Мечтаел е Х-лъчите да се наричат „Ленардови лъчи”, електронът да бъде „Ленардов” електрон.

Можем да оправдаем донякъде това поведение на Ленард. Стремешът на учените към личен успех, закрепването на приоритета за научни идеи и открития винаги са били най-голяма награда за учения, за неговия труд. Известно е, че древногръцкият философ Талес казал на тиранина, пожелал да го наглади за научните постижения: „За мене би била достатъчна награда, ако ти не започнеш да приписваш на себе си това, което научи от мен, а да казваш навсякъде, че авторът на това откритие съм аз.”

При анализа на подобни ситуации не бива да се пренебрегва емоционалната страна на творческия процес, която в много случаи се оказва негов „задухисан диригент”. В съдбата на много научни открития емоционалната култура на учения, психологичната му настройка и морални устои са изпълнявали решаваща роля.

В реалния творчески процес често присъстват психологични бариери, които пречат на учените да намират адекватни обяснения на явленията. Огромното мнозинство сред изследователите се съобразява с авторитетите, с унаследените традиции. Малцина от тях притежават като изключителна „привилегия”, дадена им от Природата, способността да освобождават въображението си от „баналните реалности”, и да преодоляват теоретичните, експериментални, методологични, психологични и т.н. предрасъдъци, свързани със старите концепции. Може би е прав Вятцев като заключава, че „Ленард притежавал лоша интуиция и слаба реакция за духа на времето; догадката и прозрението в неговата работа изоставали от наблюденията и измерванията; той не притежавал онзи нюх, с който особено се гордеел Айнщайн” [1]

В историята на науката има много примери за несъстояли се или закъсняли открития, дължащи се на закостеняли тенденции и предубеждения. Ярък пример в това отношение са изследванията на Ампер за търсене на влиянието на магнитното поле върху електричния ток. Откриването на електромагнитната индукция, прославило Фарадей, се изплъзнало на Ампер, само заради неговото старание да свърже възникването на електрическите явления с наличието на магнитно поле (а в действителност то е свързано с изменението на магнитното поле).

Не ми е известно Ампер да е нападал Фарадей и да е имал претенции за съавтор

на неговото откритие. Той е бил изключително възпитан човек. Искан ми се да припомня друг пример от по-новата история на физиката и от близка до нас личност. Както много пъти е ставало дума, в началото на 30-те години на миналия век нашата сънародничка Елисавета Карамихайлова е изследвала реакцията при бомбардиране на берилиева мишена с α -частици. По същото време тази реакция са изследвали Фредерик и Ирен Жолио-Кюри. Но само Чадуик разбира, че като продукт на реакцията се получават нови частици – неутрони, което се дължи главно на неговия „нюх“, както и на новаторския дух в Кеймбридж. Неутроните са присъствали и в опитите на Ел. Карамихайлова, но тя „не ги е видяла“. За тези свои изследвания тя скромно споменава: „нямах късмет“. Никакви претенции, никакви скандали. Въпрос на възпитание, на психика, на морал. В лицето на нашия „герой“ Ф. Ленард на „сцената“ на физиката се появява

Сянката на Салиери – завистта

Впрочем тази сянка – завистта, според специалистите, „е почти вечен спътник в живота на хората. Особено активна, постоянна, почти масова е професионалната завист“. Тези и по-нататъшни определения и разсъждения заимствам от книгата „Завистта“ на моя колега от Пловдивския Университет професор Асен Карталов. [6]

„Завистта – пише А. Карталов – е не само ненавист на посредствените към успехите и славата на талантливите, но и чувство на монополизъм на самите талантливи. Това е завистта или по-точно ревността на едни талантливи към други талантливи, които ги настигат, лишават ги от положението на единственост, правят ги едни от многото, понякога дори ги изпреварват“.

Тази мисъл сякаш е написана по адрес на Ф. Ленард. Както видяхме, той е бил



М. А. Врубел: илюстрация към пиесата на Пушкин „Моцарт и Салиери“

талантлив учен, в някои изследвания е вървял преди останалите, но се появяват и други таланти (той става „един от многото“), които го изпреварват (Рентген, Томсън, Айнщайн).

Интересни са разсъжденията на есеиста Томас Ман за завистта. Според него тя е нещо неизбежно

и естествено между хората от една и съща професия. Основа на завистта е не само различието в успехите на хората, но и съперничеството между тях. И според Томас Хобс причините за завистта са в самата човешка природа, като подбудите са не толкова различните, колкото еднородните им способности. „В природата на човека – казва Хобс, ние намираме три главни причини за свада: Първо, съперничество; второ, недоверие, трето, **желание за слава**.“

След като цитирах мнението на авторитетни философи, ще се позова на не толкова интересното мнение на един голям руски физик О. Д. Хволсон (почетен член на съветската академия на науките), автор и съставител на 5-томен „Курс по физика“, продължително време приет като основно пособие за съветските студенти (Приятно ми е, че съм един от малкото притежатели на този епохален труд, благодарение на щастливата случайност да бъде забелязан захвърлен в един пункт за вторични суровини). Във въведението на „Курса“ професор Хволсон посочва трите могъщи лоста, които движат човечеството по пътя на неговото развитие – любознателност, стремеж към удобство и **стремеж към слава**.

Няма да се опитвам да противопоставям мнението на физика с това на философите. Според мене, в различията на разсъжденията и оценките се съдържа диалектическото единство на противоположностите: от една страна, стремежът към слава е една от причините за прогреса на човечеството, от друга – същият стремеж е причина за враждата между хората.

Дали тези естетични и философски разсъждения оправдават донякъде Ленард? За съжаление при него завистта се изражда в силна омраза и яростна борба срещу своите колеги, в националистични и политически действия и пристрастия.

Първите прояви на такова поведение у Ленард били забелязани още през първата световна война. Дж. Франк (известен с опитите си в потвърждение на дискретните състояния на атомите, за което получил Нобеловата награда през 1925 г.) споделил по-късно в едно интервю: „В армията аз получих писмо от Ленард. Той ни призоваваше с особено усърдие да бием англичаните, защото никога не го били цитирали с нужното уважение“.

След Войната реакцията в Германия все повече надигала глава. Шовинизмът и антисемитизмът добили крайно изострена форма. Все повече се разгаряла войната срещу Айнщайн и неговата теория на относителността. Един от главните вдъхновители в тази борба бил Ленард.

През 30-те години на власт в Германия дошъл Хитлер. Един от елементите в неговата програма бил ликвидирането на обективните критерии в науката – тя трябвало да се развива по диктуването от него критерии (И днешните властници не са лишени от такива претенции). Такъв критерий се оказал преди всичко расовата принадлежност на нучните концепции. В очите на нацистите теорията на относителността била крайно нежелателна. 70-годишният Ленард решил, че е дошло времето за реванш и с още по-голяма злоба продължил борбата срещу Айнщайн. В статия в някакво немско списание той заявявал: „Най-ярък пример за опасното влияние на еврейските кръгове

при изучаване на природата представлява Айнщайн със своите теории и математически пустословия, съставени от стари сведения и произволни добавки. Сега неговата теория е разбита окончателно” (по данни от [7]).

По-късно, в реч при откриването на нов физически институт, Ленард заявил: „Аз се надявам, че институтът ще стане опора против азиатския дух в науката. Нашият фюрер прогони този дух от политиката и политическата икономика, където той се нарича марксизъм. Но в резултат на комерческите машини на Айнщайн този дух запазва своите позиции в природните науки. Ние трябва да разберем, че е недостойно немецът да бъде духовен последовател на един еврейин. Науката за природата, в истинския смисъл, има изцяло арийски произход и днес немците трябва отново да намерят собствен път в неизвестното.” [7]

Разбира се, властта се отблагодарила на Ленард за привързаността му към идеологията на Хитлер. Нобелистът – нацист получил титлата „вожд на арийската физика” и станал личен съветник на фюрера.

В своята завист и злоба Ленард стигнал до крайни постъпки. Заради еврейският произход на своя учител Х. Херц, той преценил и работите си с него, въпреки, че те му „отворили” пътя в науката. Стигнало се до трагико-комични ситуации – Ленард забранил в неговия институт да се използва „Ампер” като единица за тока. Рентгеновите лъчи били наричани „Лъчи на Ленард”.

Шовинизмът на Ленард придобил болестен характер, преминавайки в шизофренизъм. Падението било пълно!

Епилог

Трудно е от дистанцията на времето да открием дълбоките причини за поведението на Ленард. Явно в неговата натура се е насъбрала много злоба към съперниците в научните изследвания, която е деформирала психиката му. Възможно е ученият да е страдал от комплекси, свързани с външния му вид. Някои от литературните източници го описват като човек с физически неприятен вид („Природата е била скъперница към Ленард”). Но и това може да е плод на пристрастие, породено от постъпките и характера му. По-скоро „душата” му е била изкривена.

Не бива да забравяме, че през всички времена в науката са творили хора, на които са били присъщи любовта и омразата, съперничество и взаимопомощ, които са били приятели или врагове, единомишленици или противници, относително спокойни или лесно поддаващи се на емоции. Героите на научните революции са били не само големи учени, но и хора с всички слабости и недостатъци, характерни за обикновения човек.

Отговор на зададения по-горе въпрос е дал Пушкин в своята творба „Моцарт и Салиери”:

„Да, геният и злодейството са съвместими!”

Животът, творчеството и поведението на нобелиста по физика и нацист по убеждение Филип Ленард са един от примерите за такава съвместимост. А за нас остават уроците на Историята.

Ползвана литература:

1. А. Н. Вяльцев, Открытие элементарных частиц, Электрон. Фотон, изд. „Наука”, Москва, 1981 г.
2. М. Люци, История физики, изд. „Мир”, Москва, 1970
3. Б. Льолонг, Светът на физиката, 1998, №4, с. 281
4. Нилс Бор, Избранные научные труды, т. I, изд. „Наука”, Москва, 1970 г.
5. О. Д. Хвольсон, Курс физики, Берлин, Петербург, Москва, 1923 г.
6. А. Карталов, Завистта, изд. „Макрос”, Пловдив, 1993
7. Б. Г. Кузнецов, Айнщайн, „Наука и изкуство”, с. 1980 г.

Допуснато досадно недоразумение в „Светът на физиката”, кн. 2, 2012 г.

Подведен от оригинала (*“Физика с допълнителными пространственными измерениями”*, М.Савина, С.Шматов, Сб. *“В глубь материи”*, Москва, 2009), с притъпена бдителност, преводачът на текста (Н.Ахабабян) е допуснал досадна грешка (стр. 159 на кн. 2), оставайки като автор, който *“развива и допълва тази идея, както и пресмята експерименталните следствия от нея, Феликс Клайн през 1924 г.”*; и за по-голяма убедителност е поместил и неговата снимка... Всъщност, автор на този (и други) значителни приноси не е великият немски математик **Феликс Клайн** (1849-1925), а известният шведски физик-теоретик **Оскар Клайн** (1894-1977).



Редколегията се извинява за допуснатия пропуск и благодари на проф. Генчо Скордев, който обърна внимание на това недоразумение. За утешение, сега вече знаем, че поне един читател е чел статията: един, но какъв! – дългогодишен читател и почитател на „Светът на физиката”...

Виновникът е наказан строго.

ДЖОН ФОН НОЙМАН

М. И. Монастирски

*Голяма част от математиците доказват каквото могат,
а фон Нойман – какво си иска.*
Популярно мнение



Джон фон Нойман

1. Въведение. XX век ще влезе в историята като разцвет на физико-математическите науки. Именно през него бяха създадени две фундаментални теории – теорията на относителността и квантовата механика, определящи не само развитието на физиката през XX век, но по същество и цялото по-нататъшно развитие на цивилизацията. Успоредно със забележителните постижения във физиката бяха получени и първокласни резултати в математиката. Физиките изразяват своите закономерности на езика на математиката, обаче взаимодействието на математиката и физиката е сложен и далеч не еднозначен процес.

Особеностите на всяка от тези науки – подход към проблема, различните интереси и стил, силно затруднява успешната дейност едновременно в

двете области. Затова учените, имащи големи постижения както в математиката, така и във физиката, са голяма рядкост. Сред изтъкнатите учени на XX век, чиито постижения са признати и от двете общности, Джон фон Нойман заема едно то най-почетните места. Само краткото изброяване на неговите резултати поражда с широкия си обхват и изключителна продуктивност. Но животът на Фон Нойман е интересен и поучителен от значително по-широка гледна точка.

Неговото участие в два от най-важните технологични проекта на XX век – създаването на атомното оръжие и разработването на принципите на действие на съвременните изчислителни машини – дават основание фигурата на Фон Нойман, – един от най-влиятелните учени на миналото столетие, практически да остане неизвестна за широката публика. Впрочем отношението към него на съвременниците му е било съвсем не просто. Въпреки, че той е признат за изтъкнат математик още след първите му публикации, неговите доста консервативни възгледи и активен антикомунизъм не предизвиква симпатии в „ляво“ настроените университетските кръгове. Обаче, историята от последния половин век показва, че по тези въпроси фон Нойман е бил значително по-далновиден от много свои колеги.

Джон фон Нойман умира относително млад, и днес все още са живи много хора,

които са го познавали добре. И интересът към неговата личност расте непрекъснато. За това свидетелстват редицата книги, издадени през последните години, включително и най-пълната биография на фон Нойман, написана от Н. Макрае [1]. В книгата на Николас фон Нойман [2] подробно са описани детските и юношески години на брат му. Съществуват и други книги, където са събрани интересни факти от живота на Фон Нойман [3-5]. Но най-важният източник за размисъл над творчеството му са неговите трудове. Почти всичките му публикувани работи са събрани в събраните му съчинения [6]. Това са 6 тома in folio, които дават пълна представа за забележителните резултати и фантастична работоспособност на Фон Нойман. Спектърът на неговите интереси е огромен: започвайки с теорията на множествата и завършвайки със строежа на човешкия мозък и проблемите на климатологията. Но най-добрият паметник на учения са трудовете на последователите му, развиващи идеите му. Работите на фон Нойман са позволили не само да се решат много трудни конкретни задачи, но са определили и развитието на много дисциплини чак до наши дни. Съдържателният анализ на трудовете на фон Нойман и оценката на тяхната роля в съвременната наука изисква работата на колективи от специалисти. Впрочем такъв анализ частично вече е направен [7,8]. Особено интересен е специалният брой на Bulletin of American Mathematical Society, издаден след смъртта на Фон Нойман, където са събрани статии на големи математици, познавали го от близо. На анализа на различни аспекти от дейността на фон Нойман в областта на математиката са посветени и трудовете на редица конференции [8,9]. Моята скромна статия, естествено, не може да замести тази внушителна литература. Ще се постарая само да разкажа за Фон Нойман, без да дублирам съществуващите книги, и ще се спра на някои особености от живота му, относително малко засегнати в тях, и които ми се струва, че може да заинтересуват съвременния читател.

2. Животоописание на Янош-Йохан-Джон фон Нойман. На 28 декември 1903 г., в Будапеща, в семейството на банкера Макс Нойман се ражда момченце, което наричат Янош. Семейството е доста състоятелно. Майка му, Маргарет Кан, принадлежи на стар еврейски банкерски род; през 1913 г., бащата му, за заслуги получава от императора Франц-Йосиф наследствено дворянско звание, което е отразено в приставката „фон“.

Унгария, през тези години влизаща в състава на Австро-Унгарската империя, се е ползвала с голяма автономия и е една от най-демократично устроените и процъфтяващи страни в Европа [10]. От 1867 г. до Първата световна война нейният брутен вътрешен продукт нараства с 6-10 % годишно. Страната се слави със своите забележителни музиканти, поети и артисти. Висок е и престижът на учените. Прекрасен е и професорският състав на Будапещенския университет.

На много високо ниво е и училищното образование. Като елитни гимназии в Будапеща се славят три: Лютеранската гимназия, гимназията на Минт и Реалната гимназия. Достатъчно е да се назоват само няколко имена на изтъкнати учени, випускници на тези училища: Т. фон Карман и Е. Телер (завършили гимназията Минт, основана от бащата на фон Карман), Л. Сцилард (Реална гимназия) и Д. Габор, Е. Уигнър и М. Поляни

(Лютеранската гимназия). Янош постъпва в Лютеранската гимназия на 10-годишна възраст, като преди това е получил много добро домашно образование. Тази гимназия се е славилa с прекрасна постановка на класическите предмети, включително гръцки и латински езици, като на много високо ниво се е водило и преподаването на естествено-научните дисциплини. Особено знаменит е учителят по математика Ласло Рац, който бързо разбира, че пред него е ученик с забележителни способности. Фактически фон Нойман се обучава по индивидуална програма. С него се занимават университетските преподаватели Л. Кюршак, Е. Съегьо, М. Фекете. Успехите на Янош се наблюдават внимателно от най-известния математик в Будапеща Л. Файер. Още преди завършването на гимназията ученикът вече е формиран професионален математик. Неговата първа работа, посветена на разпределението на нулите в полиномите на Чебишев, е написана съвместно с М. Фекете [11]. Тя е публикувана през 1922 г., когато Янош е 18 годишен. Янош е искал да постъпи в математичния факултет, но баща му считал, че математиката не може да му гарантира стабилна издръжка и настоявал на „по-практична” професия. Компромисът е постигнат по нетривиален начин. Яноши постъпва едновременно в две учебни заведения: по специалност „химична технология” в знаменитата Цюрихска политехника (Eidgenössische Technische Hochschule–ETH) и в математическия факултет на Будапещенския университет. Обучението в Будапещенския университет не изисква от Янош много време, той се завръщал обикновено в Будапеща в края на семестъра, за да полага изпитите си. Значително повече време му отнемала химията. Но така или иначе, към 1925 г. той вече има два диплома за висше образование, пет публикувани работи (основно по обосноваване на теорията на множествата) и доста добри контакти с известни математици от Германия.

На него обаче вече му е ясно, че оставането му в Унгария е безсмислено. Поражението през Първата световна война и разпадът на Австро-Унгарската империя завършва през март 1919 г. с комунистическа революция. Унгарските последователи на Ленин остават на власт четири месеца, но оставят след себе си тягостни спомени. Ейбрахам Пайс в книгата си [3] отбелязва резкия антикомунизъм на Фон Нойман и Уигнър, свързани с юношеските им впечатления. Знаейки за участието на главатарите на унгарската революция в гражданската война в Русия и в частност на вожда на Унгарската република Бела Кун, „прославил” се с разстрела на пленените унгарски офицери в Крим през 1920 г., можем да не се съмняваме, че те са успели не малко да натворят за четири месеца и в родината си. Но, както често се случва, махалото на историята тръгва в обратна посока и след комунистите на власт идва адмирал Хорти, отявлен фашист. В Унгария се установява фашистка диктатура с ярко изразена антисемитска насоченост. В частност, в университетите е била въведена аналогична на действащата в царска Русия „петпроцентова норма” (за приемане – бел.прев), но за разлика от Русия (където евреите са били дискриминирани по религиозен признак) в Унгария дискриминацията е имала расов характер. Ако към това се добавят и сериозните териториални загуби (според Трианонския мирен договор от 1920 г. Унгария губи две трети от територията си и в същата пропорция и от населението си), то се

получава, че само за няколко години Унгария от преуспяваща страна се превръща в мрачна провинция на Европа.

Историята е много поучителна. Спомняме си знаменитата фраза на Паскал: „Достатъчно е да се обезглавят 300 знаменити глави във Франция и страната ще се превърне в страна на идиоти”. Тази количествена оценка се изменя слабо от страна в страна и е вярна и до наши дни. Но все пак трябва да се отдаде дължимото на Хорти: границите не са били затворени и желаещите са могли да напуснат Унгария.

През 1926 г. Янош се превръща в Йохан фон Нойман и пребивава в Гьотинген като Рокфелеров стипендиант. Той се запознава с известни математици и физици и на първо място с Д. Хилберт, на когото става извънреден асистент. Това е фантастично време. В Гьотинген е школата на Макс Борн – там се ражда квантовата механика и Фон Нойман взема активно участие в нейната разработка. След година, пребивавайки в Берлин, той продължава активното си сътрудничество с гьотингенските математици и физици.

Но и в Берлинския университет работят силни математици. Силно влияние върху Фон Нойман оказва Ерхард Шмидт, известен специалист по функционален анализ. За кратко (две години), но фантастично по своята резултатност време, Фон Нойман публикува около 20 работи. Това са и чисто математични изследвания – включително и дисертацията му (Habilitationsschrift) „Die Axiomatisierung der Mengenlehre” [12], работите му по квантова механика и знаменитата статия Zur Theorie der Gesellschaftsspiele [13], откриваща нова област в математиката – теорията на игрите.

През 1929 г. той преминава в Хамбургския университет на длъжност частен-доцент. Но още през 1930 г. е поканен за година в Принстънския университет като гостуващ професор, на което той с радост се отзовава.

Покрай интереса към Америка, поне още две обстоятелства заставят Фон Нойман да приеме това предложение. Първото е свързано с тежкото икономическо положение на Германия и повдигащата се глава на нацизма. Нему, преживял режима на Хорти и болшевишката революция на Бела Кун, повече от други му е ясно, до какво може да доведе победата на нацистите в Германия. Второто съображение е по-прозаично. Положението на частен-доцент е крайно „неустойчиво”, не предвещава сериозна заплата и не устройва Фон Нойман, докато званието професор гарантира много почетна длъжност и сериозна заплата, съвсем нереалистична за Германия. Както казва Нойман „за три професорски места кандидатстват около 40 души и математическото очакване за успех е над 10 години”.

През 1930 г. фон Нойман заминава за Принстън, където е поканен за една година като гост-професор, но веднага след това получава постоянна длъжност. В Принстънския университет, станал вече (и завинаги) Джон фон Нойман, той работи до 1933 г., когато е открит Институт за висши изследвания и където първи професори в него са назначени А. Айнщайн и О. Веблен [14]. Заедно с тях в първата група е и фон Нойман, споделящ тази чест с Дж. Александър, Х. Вайл и М. Морс. Това е справедливо признание за заслугите на трийсет годишния учен. По това време той има редица първо-класни постижения. Освен вече споменатите работи по обосноваване на теорията на

множествата, са и цикълът от работи, свързани с математичните основи на квантовата механика, обобщени в фундаменталната монография “Mathematische Grundlagen der Quantum Mechanik” [15].

- работите на Фон Нойман от този период могат да се разпределят по теми:
- работи по квантова механика;
- работи по ергодична теория;
- работи по спектрална теория на линейните оператори;
- работи по теория на игрите,

които ще анализираме по-подробно по-нататък. Без съмнение, Джон фон Нойман е бил най-яръкият математик на своето поколение в Америка.

Останалата част от живота си Фон Нойман прекарва в Института за Висши изследвания. Той съвместява работата си в Института с множество други задължения, включително и многочислени консултантски услуги на различни комисии и военни ведомства. Но и с каквото и да се занимава Джон фон Нойман, включително и напрегнатата работа по атомната бомба (1943-1945), той винаги се завръща в Принстън, родния му институт и дом, където създава неповторимата атмосфера на европейски стил на живот. Именно в Принстън той прави забележителните си работи по теорията на фракталите и теорията на топологичните групи, пише заедно с приятеля си О. Моргенщерн книгата „Теория на игрите и икономическото поведение” [16] и построява знаменитата изчислителна машина „Джордж”.

За Фон Нойман са тесни рамките на академичния учен. Още от самото начало на работата си в Принстън той започва тясно сътрудничество с различни организации, занимаващи се с приложения. В частност, налага му се да консултира редица важни военни проекти, основно артилерийски. С неговия необикновено бърз и добре организиран ум той няма равен на себе си при обсъждането на различни въпроси. Във военните кръгове неговият авторитет е потресаващ. За него те казват, че той струва повече от една дивизия. Особено важни се оказват неговите заслуги при създаването на атомната бомба, където наред с познанията му по ядрена физика съществени се оказват и знанията му по хидродинамика, която „ядрените физици” не познават.

Фон Нойман, интересуваш се от проблемите на турбулентността още от средата на 30-е години, се оказва безценна находка за проекта. Работите на Манхатънския проект са описани в огромно количество книги и статии и аз едва ли мога да добавя нещо ново [17]. Бих искал обаче да обърна внимание на едно обстоятелство, довело до създаването на това толкова мощно оръжие, което определя и до ден днешен политиката на съвременния свят. Неголям брой първокласни учени, основно емигранти от Европа, се противопоставят на хитлеровата тирания. Ако не беше Хитлер, то атомната бомба още дълго време нямаше да я има. Но създали това чудовище, те не могат да спрат. Тук, разбира се, стъпваме на хлъзгавата почва на предположенията. Така или иначе, Фон Нойман се оказва в групата на учените, решили да стигнат до края, и след падането на Хитлер техен главен враг става Сталин. Фон Нойман е един от учените, които ненавиждат Сталин. Интересно, че до това отношение той достига не изведнъж.

Например, през 1936 г., предвиждайки вероятност за война в Европа и трезво оценяващ възможностите на Франция, той счита, че Хитлер може да бъде спряан само от Сталин.

Фон Нойман посещава Съветския Съюз през септември 1935 г., приемайки поканата за участие в знаменитата Московска топологична конференция. Тази блестяща по своят състав конференция, организирана от П. С. Александров, остава и последната за следващите близо три десетилетия голяма международна математична (а не само математична) конференция, проведена в Съветския Съюз. Съставът на съветските и особено – на чуждестранните участници прави изключително силно впечатление: практически всички знаменити тополози на този период (Дж. Александер, С. Лифшиц, Х. Хопф) и младите математици, станали знаменити по-късно (А. Вейл, Х. Уитни, Ж. де Рам, В. Гурвич) вземат участие в тази конференция. Дж. фон Нойман докладва за „единственост на мярката на Хаар”, по-късно напечатана в *Математически сборник*. Там са публикувани и голяма част от работите му по алгебрични конструкции в квантовата механика. Още една работа на Фон Нойман, отпечатана на руски в списанието *Трудове на Томския университет*, е посветена на изучаването на метричните свойства на пространства на безкрайномерните матрици. Донякъде загадъчното, на пръв поглед, място на публикуване на тази статия има следното обяснение и любопитна връзка с обсъжданите въпроси.

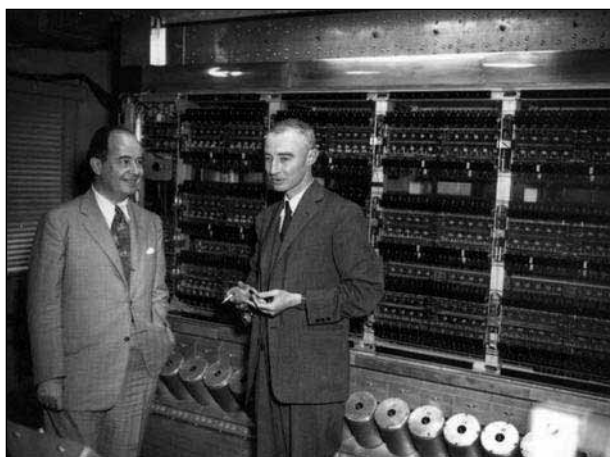
Още в началото на 30-е години, когато далновидните хора виждат реалната опасност Хитлер да дойде на власт, мнозина, и учените преди всичко, започват да се замислят за напускане на Германия. И Съветският Съюз, изглеждащ им доста прогресивен и с бъдеще държава, става едно от предпочитаните места за емигриране. Няма защо да споменаваме, че много от учените са заразени и с леви прокомунистически настроения. И доста известни немски математици от еврейски произход се преселват в Съветския Съюз. Достатъчно е да се споменат С. Е. Кон-Фосен, голям геометър, съавтор на Хилберт в книгата им *Нагледна геометрия*; Г. М. Мюнц, тополог; професорът от Ленинградския университет А. И. Плеснер, автор на забележителни работи по функционален анализ и в частност – на първия обзор на статии в тази област, публикуван в *Успехи математически наук*; Ф. И. Френкел, известен специалист по газова динамика.

Неголяма група ярки математици, включително Фриц Ньотер, брат на знаменитата Еми Ньотер, и Стефан Бергман, попадат в Томския университет, който навремето е смятан за един от най-добрите в Русия, а сега се превръща в активен математичен център. Една от активните и популярни дейности на университета става издаването на списание, в което се печатат статии на известни математици и се появяват интересни работи. За съжаление този период на разцвет се оказва кратък. Фриц Ньотер, с чието име е свързано важното понятие на съвременната теория на уравненията в частни производни – ньотеровост на оператора, е арестуван през 1937 г. и разстрелян през 1941 г. в „знаменития” затвор в Орел. Стефан Бергман, след ред приключения, успява през Тбилиси да избяга от Съветския Съюз. По-късно той става професор в Станфордския университет, където работи заедно с изтъкнати математици като Г. Сегьо (един от първите учители на Фон Нойман), с Д. Пойя и Д. Спенсер, както и с много

други, включително и с известния руски математик (емигрант през съветския период) академик Я.В. Успенски. Печалната съдба на немските емигранти в Съветския Съюз без съмнение е била известна на Фон Нойман.

Военните години са изключително продуктивни в научната кариера на Фон Нойман. Тези години той посвещава основно на приложни изследвания. Неговото участие в Манхатънския проект в научен аспект е свързано с разработването на числените методи за решаване на уравнения от газовата динамика. В частност, неговата работа, съвместно с Р. Рихтмайер, по описване на ударните вълни в уравненията на газовата хидродинамика, в която са разработени на крайните разлики за решаване на подобни уравнения, представляват класика и слага началото на цяло ново направление на изследвания, продължаващо и до днес. Независимо от изключителната заетост с приложни задачи, Фон Нойман намира време да подготви заедно със своя близък приятел Оскар Моргенщерн книгата *Теория на игрите и икономическо поведение* [16]. Тази книга решава идеи от негова стара работа [11]. По мнение на големи съвременни икономисти, тази книга е основата на всички математични методи, ползвани днес от икономистите. Без съмнение, ако Фон Нойман беше доживял до 1969 г. (от когато започват да се връчват награди и по икономика – бел. прев.), той би станал първият лауреат на Нобеловска премия по икономика.

Следвоенният период от живота на Фон Нойман е отбелязан с няколко обстоятелства. Неговите научни интереси са свързани основно със създаването на изчислителни машини. Той успява да уговори ръководството на Института за висши изследвания в Принстън да започнат строителството на нова, най-мощна изчислителна машина. Трябва да се посочи, че тази идея никак не устройва доста други професори, считащи, че появата на инженери, изчислителни и друга подобна публика, заедно с неизбежното при това строителство, ще сложи край на техният уединен и спокоен живот. Известно е, че когато този проект се е обсъждал от щатните професори в Института, знаменитият специалист



Фон Нойман и Р. Опенхаймер

по числени методи Карл-Людвиг Зигел на изказването на Нойман, че тази машина може да помогне сто пъти да се увеличи скоростта на изчисление, е казал, че на него това не му е нужно, защото ако той иска да знае някакъв логаритъм, той може да направи това и без помощта на таблици. Но така или инак, Фон Нойман успява да осъществи проекта си. Съществена роля при това изиграва поддръжката на директора на института Франк Ейделот и заместилният го през 1947 г. Роберт Опенхаймер.

В още една изследователска област – теорията на автоматите, фон Нойман успява да направи няколко фундаментални открития. Общият замисъл е: да се разбере, и по възможност да се моделира работата на мозъка. За съжаление, преждевременната смърт на фон Нойман му попречва да се заеме с този проблем по-детайлно. Принципиният въпрос, който той поставя, е следният. Зададен е набор от структурни блокове на някакъв автомат, функциониращ с някаква вероятността неизправност на отделен блок. Може ли да се построи произволно голям и сложен автомат, вероятността за неизправност на който можем да контролираме, т.е. да я направим произволно малка или поне по-малка от зададена стойност? Както казва сам той: може ли да се построи надежден автомат, съставен от ненадеждни елементи? Аналогията на такъв автомат с работата на мозъка е ясна. Добре известно е, че човешкият мозък продължава да функционира като цяло понякога и при значителни повреди на различни участъци в неговата кора. Подходът на Фон Нойман е забележителен, понеже преди конструкцията на изчислителните машини се е основавала на методика, в която ролята на всеки елемент е решаваща. Излизането от строя на кой да е блок води до спиране на цялата машина. Гениалната способност на Фон Нойман да формализира всеки проблем и да му предаде ясен математичен смисъл и тук се проявява с цялата си мощ. По същество той създава формална теория на автоматите, разработвайки цяла система прийоми, които и днес са основополагащи [18]. Още една интересна идея на Фон Нойман, свързана с автоматите – създаването на самовъзпроизвеждащи се автомати или създаване на автомати с увеличаваща се „сложност“ [19]. Идеята за еволюционизиращите автомати Фон Нойман излага на симпозиума в Пасадена през 1948 г. и развива в незавършен ръкопис. Съображенията на Фон Нойман в теорията за самовъзпроизвеждащите се автомати, са много актуални и днес. Например, проблемът за борба с компютърните вируси поставя задачи, много близки до теорията на Фон Нойман.

Успоредно с чисто научната дейност през следвоенните години Джон фон Нойман все по-активно се включва в работата на различни висши правителствени учреждения. Кулминация на служебната му кариера е избирането му за член на Комисията по атомна енергия (КАЕ) – висшият орган, планиращ дейността, свързана с атомната политика на САЩ. Тази комисия, съставена само от пет човека, се назначава от президента и се утвърждава от конгреса. Изказванията на Фон Нойман винаги се отличават с изключителната яснота на формулировките. Адмирал Л. Страус, председател на КАЕ през тези години е казвал, че след изказване на Фон Нойман вече няма нужда от допълнителни обсъждания.

През този период пред Фон Нойман възникват сериозни нравствени проблеми. Един от най-известните процеси, при който всеки голям атомен специалист е трябвало да заеме ясна позиция, е бил знаменитият „процес Опенхаймер“ – научният ръководител на Манхатънския проект е обвинен в антиамериканска дейност. Това е доста сложен процес, който ние няма да обсъждаме. Но, четейки показанията на Фон Нойман пред Комисията за разследване на антиамериканска дейност и отчитайки неговите сериозни разногласия с възгледите на Опенхаймер както за възможността

за създаване на водородна бомба, така и по политически въпроси, неговите отговори трябва да бъдат оценени като много достойни. Той, макар и не веднага, подписва писмото в защита на Опенхаймер. Той е на страната на онези, които отхвърлят опитите Опенхаймер да бъде обвинен в шпионаж или саботаж при създаване на водородната бомба по конюнктурни съображения. Но сам Фон Нойман е привърженик на развитието на военно-атомната промишленост и при обсъждане на атомната стратегия на САЩ защитава крайни позиции. Известно е, че той обсъжда и нанасянето на превантивен удар по Съветския Съюз. Тези възгледи от днешна гледна точка изглеждат доста диви, но не трябва да се забравя атмосферата в края на 40-е и началото на 50-е години. Това е период на агония на сталинския режим. И Фон Нойман като политически активен човек, при това запознат с историята, е бил наясно към какво може да доведат политически отстъпки на Сталин. Започналата през 1950 г. корейска война довежда света на ръба на пряк военен конфликт между САЩ и СССР. Напомняме тези известни факти само за да покажем, че е трудно да се взимат глобални политически решения. От друга страна, оценявайки едни или други изказвания, трябва да се отчита в каква обстановка са били правени те и как е еволюирало мисленето на отделния човек. Ще приведем само два примера.

Първият пример. Известният математик, философ, и към края на живота си – основател на Пъгушкото движение и борец за мир Бъртран Ръсел по същото време (когато и Фон Нойман) се изказва за нанасяне на превантивен удар на СССР. Когато след няколко години Ръсел сам става привърженик на разоръжаването и му напомнят за предишните му изказвания, той просто ги отрича. Наложило се да му показват изрезки от стари вестници с негови изказвания. Изменяйки възгледите си, той просто забравя старите.

Другият пример е от живота на А. Д. Сахаров [20]. През същите тези години той с увлечение обмисля план за унищожаване на САЩ чрез торпедна атака с водородна бомба, пренесена на подводна лодка. Предполагало се е тайно да се достигне



Станислав Улам, Ричард Фейнман, Дж.фон Нойман

до бреговете на САЩ и да се изстреля торпедо. Друг, не толкова екзотичен план, се основа на идеята за едновременно взрив на няколко мощни дълбочинни взривове на водородни бомби, които да създадат изкуствено цунами. Забележително е, че когато той споделя тази си идея с един адмирал, той благородно отхвърля идеята, заявявайки, че моряците не воюват с мирното население. Възможно е този отговор да е стимулирал процеса на еволюция

на възгледите на Сахаров в посока на истински демократ, в какъвто се превръща впоследствие.

Но да се върнем към Джон фон Нойман. В неговата фантастична работоспособност и желязно здраве се появяват пукнатини и през 1955 г. му е поставена диагноза – рак. Следващите две години минават в борба с тежката болест. Не е изключено една от причините за възникването на рака да е било участието му при изпитанията на водородната бомба на Бикини през 1954 г., където участниците в изпитанията не вземат достатъчно мерки за предпазване. Почти до последните си дни Фон Нойман продължава да работи, но умира на 8 февруари 1957 г. в правителствената болница във Вашингтон. Напуска живота един от най-блестящите умове на XX век, но остават неговите трудове, и това е щастливата особеност на живота на големите учени.

Да се освети, даже съвсем повърхностно, целият спектър от научни работи на Фон Нойман, а още повече – да се оцени влиянието им – е непосилна задача. Неговите работи са проникнали в цялото здание на съвременната математика, а много други идеи чакат своето развитие. Ще се спрем доста бегло на някои от тях, отчитайки, естествено и собствените интереси и възможности.

3. Научните резултати на Джон фон Нойман. Запълвайки през 1954 г. анкетата на Националната академия на науките на САЩ, в която е избран през 1937 г., на въпроса, кои свои резултати той счита за най-важни, Джон фон Нойман отделя три цикъла работи, първият от които са изследванията по обосноваване на квантовата механика. В другите два цикъла от главни постижения са работите по ергодичната теория и теорията на операторите. Всички тези резултати са много близки до интересите на физиците и имат дълбоко вътрешно единство. За тях заслужава да разкажем по-подробно.

3.1. Работи по квантова механика. Работите по математично обосноваване на квантовата механика, изпълнени по време на пребиваването му в Германия (главно в Гьотинген и Берлин), поразяват със своята дълбочина, мощ и проникателност. Целият този цикъл е изпълнен, когато авторът не е навършил и 30 години. Той е обобщен в монографията *Mathematische Grundlagen der Quantum Mechanik* [13], публикувана през 1932 г., и до днес остава основополагащ за този кръг въпроси.

Най-важният принципен резултат на Фон Нойман представлява доказателството на теоремата за невъзможност за въвеждане на „скрити параметри“ в структурата на квантовата механика. Това твърдение поставя надежден фундамент под вероятностната интерпретация на квантовата механика и показва, че е невъзможно да се изключат недетерминистичните елементи в процеса на измерване. Както добре е известно, проблемът на детерминизма в квантовата механика е бил повод за горещи дискусии веднага след нейното създаване. В него участват А. Айнщайн, Н. Бор, В. Хайзенберг и други основоположници на съвременната физика. Тези дискусии водят до дълбокото изучаване на фундаменталните въпроси на квантовата теория, включително и до създаването на теорията на квантовите измервания, активно развиваща се и в наше

време. Но основният резултат на Фон Нойман – невъзможността за построяване на напълно детерминирана квантова механика – остава ненадминат.

Още един резултат на Фон Нойман, получен през 1927 г., който има важно значение за статистическата квантова физика, е въвеждането на матрицата на плътността (незаменим апарат при описване не на отделни частици, и на система от частици); този резултат е получен от фон Нойман в най-общ вид и веднага е приложен в квантовата теория на измерването. Но тук той трябва да раздели славата с Лев Ландау, който няколко месеца преди това въвежда матрицата на плътността за специален случай – в задачата за затихване във вълновата механика [19]. Тази забележителна работа на Ландау, направена от него на 19-годишна възраст, се цитира от Фон Нойман. Изучавайки работите по квантова теория от 20-те години, покрай възхищението от забележителните резултати, не може да не се обърне внимание на две обстоятелства: скоростта на публикуване и информираността на участниците в събитията за работите на колегите си, а също и коректното цитиране. Да не забравяме, че голяма част от станалите днес класически резултати са получени от съвсем млади хора, и често това са техни първи работи.

Сред работите с реални физични приложения, заслужава да се спомене и цикълът статии (1927-1928 гг.), направени съвместно с приятеля му от детството Е. Уигнър [14]. В тези работи за пръв път са приложени методите на теорията на представянията на групите (симетрична и ортогонална) за класификацията на спектрите на атоми с много енергетични нива. Както си спомня впоследствие Уигнър, тези статии са писани непосредствено от него, но Фон Нойман му е оказал неоценима помощ, насочвайки го към работите на Г. Фробениус и И. Шур, които съдържат необходимия математичен апарат. Ценността на такъв род съвети при подобни общи задачи, безусловен специалистът може да оцени.

Покрай конкретните резултати не по-маловажно е обобщаващата работа на Фон Нойман, систематизираща изложението на квантовата механика на езика на хилбертовите пространства. Този подход практически се запазва във всички съвременни ръководства по квантова механика. Заедно с чисто методичните достойнства, прилагането на техниката на хилбертовите пространства довежда Фон Нойман до прецизното изучаване на операторите, действащи в хилбертовото пространство. Изучаването на линейните неограничени оператори, примери за които квантовата механика доставя в изобилие, става предмет на многогодишни изследвания на Фон Нойман. И той достига до забележителни резултати.

Заслужава да се отбележи, че при това на Фон Нойман му провървява необикновено. Ако неговите работи по квантова механика от 20-е години са стимулирани от контактите му с гьотингенските физици и математици, то математическите проблеми на теорията на операторите той е имал възможност да обсъжда, работейки по това време в Берлин с един от най-големите специалисти в тази област като Ерхард Шмидт [5]. Професор Шмидт е бил член на журито, присъдила на Фон Нойман докторска степен (Habilitation) за дисертацията му, посветена на аксиоматичната теория на мно-

жествата. Джон фон Нойман не забравя своя стар учител и му въздава заслуженото в своята последна статия по теория на операторите, публикувана в Festschrift през 1951 г., във връзка със 75-ия юбилей на Е.Шмидт.

3.2. Теория на операторите. 1929 г. е една от най-продуктивните в научната кариера на Фон Нойман. През тази година той публикува 10 работи и само две (за по-специални приложения във физиката) в съавторство със своят приятел Е. Уигнър. Две работи, посветени на теорията на операторите, оказват изключително влияние върху цялото по-нататъшно развитие на тази област от математиката.

В първата работа Allgemeine Eigenwerttheorie Hermitiescher Funktionaloperatoren той строи спектрално разложение за ермитови и по-общии нормални оператори. Успява да докаже теорема за спектралните разложения за неограничени оператори, включително и оператори с непрекъснат спектър. Тези резултати са съществен напредък в сравнение с класическите резултати на предшествениците му Д. Хилберт, Е. Шмидт, Е. Хеллингер, Х. Хан, Т. Карлеман, които разглеждат основно само ограничени оператори. Малко след това той, независимо от М. Стоун, построява теория на операционното пресмятане на подобни оператори. Забележителното е, че Фон Нойман предлага напълно нова идея. Изучаването на свойствата на конкретен оператор може да бъде значително опростено, ако се разгледат цяло семейство подобни оператори, притежаващи допълнителна алгебрична структура.

В работата Zur Algebra der Funktionaloperatoren und Theorie der normalen Operatoren той въвежда пръстени от оператори, които по-късно са наречени „алгебра на Фон Нойман”. *Алгебрата на фон Нойман* (W-алгебра) се нарича пръстен (или – в съвременната терминология – алгебра) на оператори, които наред със самия оператор включва и неговия спрегнат и всички гранични оператори в т.нар. слаба операторна топология. Основният резултат на тази статия е т.нар. теорема за двойния комутант, определящо условие при което вторият комутант на W-алгебрата съвпада със нея самата. Но, разбира се, главният резултат на тази работа е въвеждането на W-алгебрата.

През 1943 г. И.М.Гелфанд и М.А.Наймарк въвеждат по-широк клас операторни алгебри – т.нар. C*-алгебри, които включват W-алгебрите. Важността от въвеждане на операторните W-алгебри (покрай чисто математичния интерес към тях) е свързана с това, че те възникват естествено в теорията на представянето на групите и по такъв начин намират естествено приложение във физиката. Другият естествен клас, C*-алгебрата, това е алгебрата на наблюдаемите в квантовата теория на полето и квантовата статистическа физика.

Дълбоките вътрешни проблеми и възможностите за приложение на теория на операторните алгебри правят тази област на изследване актуална и в наше време. Но самият Фон Нойман, частично със своя сътрудник Ф.Мюррей, откриват напълно ново поле за изследвания, свързано с операторните алгебри. Той се връща към тази тематика по-късно, вече през пристънския период на своята дейност. В цикъл от четири работи, наречени *Пръстени от оператори. I-IV* и няколко свързани с тях статии, Фон Нойман и Мюррей подлагат на прецизно изучаване специален клас операторни алгебри, които

фон Нойман нарича „фактори“. *Фактори* се наричат пръстени от оператори W , центъра на които, т.е. $W \cap W'$, се състои само от скаларни оператори $\{\lambda E\}$. Как е построен такъв пръстен? В крайномерния случай не е трудно да се покаже, използвайки лемата на Шур [22], че такива пръстени ще бъдат алгебри на матрицата Mat_n , действащи в пространството R^n . Съответстващият инвариант, различаващи тези пръстени, $\dim(R^n)$ с размерността на пространството R^n . Обаче в безкрайномерния случай това съвсем не е така. Освен факторите от тип пълни матрични алгебри Mat_n , наречени фактори от типа I, съществуват още няколко класа фактори, притежаващи свършено други свойства.

Инвариантът, различаващ тези класове, е размерността на факторът – $\dim W$. Този доста груб инвариант позволява да се разделят факторите на четири класа. Размерността на фактора притежава редица необикновени свойства. За разлика от фактори от типа I, $\dim W$ може да приема всякакви реални стойности или да принадлежи на някакъв реален интервал, например, при съответстваща нормировка – на интервала $(0,1)$. Такива фактори се наричат *фактори от клас II_∞ или II_1* . Съществуват и *фактори от клас III*, където $\dim W$ има стойност 0 или ∞ . Във всеки клас фактори, с еднаква размерност, съществуват безкраен брой (почиствено) неизоморфни фактори.

Въвеждането и класификацията на факторите може смело да се отнесе към най-забележителните математически открития на Фон Нойман. За това на него са му били необходими не само виртуозното владение на техниката на операторите и хилбертовите пространства, но дълбоко познаване на теорията на множествата. За цикъла на изследвания на Фон Нойман по теорията на факторите, без съмнение може да се каже, че ако не беше той, неизвестно кога те щяха да бъдат открити.

Както всичко, което прави Фон Нойман, неговите работи са насочени не само към решаването на някаква трудна задача, но съдържат и по-широк замисъл. Освен приложенията към теорията на представяната на групите, Фон Нойман е разчитал на приложението на тази теория и в квантовата физика. Тези работи на Фон Нойман съществено изпреварват своето време. Интересът към теорията на факторите се възражда чак към края на 60-е години. По това време са получени нови фундаментални резултати в теорията на факторите, построени са серии неизоморфни фактори от типа III и са решени много проблеми, поставени от фон Нойман [15]. Но особени ярки приложения на тази теория в други области на математиката или физиката не са отбелязани. Пробивът е извършен през 1984 г. от младия математик Воган Джонс, който намира красиво приложение на теорията на факторите в теорията на възлите, строявайки с помощта на фактори от типа II_1 нов инвариант, различаващ нехомеоморфни възли [23]. Освен това, са наблюдавани любопитни връзки със статистическите решетъчни модели от типа Темперли-Либ.

Потвърждава се емпиричното правило: дълбоките и красиви математични теории никога не пропадат безследно. Както казва сам Фон Нойман: „Съвременната математика в края на краищата намира приложение. Предварително не е ясно, че трябва да бъде така [6].

3.3. Ергодична теория. През 1929 г., наред с теорията на операторите, Фон Ной-

ман се заема с друг много интересен проблем, свързан със статистическите свойства на макроскопическа система. Резултатите от неговите разсъждения довеждат до доказателството на ергодичната теорема в рамките на квантовомеханична система. Тази работа е широко известна и публикувана на руски език като приложение на книгата [13] и затова няма да се спираме на нея, а ще преминем към друга интересна тема, която е свързана с началото на американския период от живота на Фон Нойман. Става дума за доказателството на ергодичната теорема в класическата механика – проблем, вълнувал умовете на такива учени като Л. Болцман, У. Гибс и др. Независимо от усилията на много първокласни учени, не са били известни никакви подходи за решаване на този проблем. Неочакван успех възниква през 1931 г. и е свързан с ключовата забележка на американския математик Б. Купман. А. Вейл пише, че той също е обърнал внимание на този факт, обаче в печата се е появил само бележката на Купман. Нека напомним резултата на Купман.

Да разгледаме функцията $f(x)$, $x \in X$, и преобразованието $T: f(Tx) = g(x)$. Това преобразование индуцира оператора $U: f \rightarrow g$ в пространството на функциите. Ако T запазва мярката на преобразованието, то операторът U е изометричен. Ако добавим още и условието за обратимост на преобразованието U , то операторът U ще бъде унитарен.

Класическата ергодична хипотеза може да бъде формулирана за дискретни преобразования T^n като твърдение, че „времето“ на пребиваване на инерционна точка $x \rightarrow T^k x$ в E към общият брой разглеждани стойности k (т.е. $k < n$) има граница при $n \rightarrow \infty$. При това самото съществуване на границата в някакъв смисъл не е очевидно. Ако f е характеристична функция на множеството E , то нашата хипотеза може да бъде преписана като твърдение за съществуването на сходимост в средно на реда

$$\frac{1}{n} \sum_{j=0}^{n-1} f(T^j x).$$

Джон фон Нойман преформулира условието за сходимост в термините на унитарните оператори и доказва следната теорема (ще я приведем в малко по-общата форма, принадлежаща на забележителният унгарски математик Ф. Рис):

Статистическа ергодична теорема на Фон Нойман. Ако U е изометричен оператор в комплексно хилбертово пространство H и P е проектор на подпространството, инвариантно относно U , то

$$\frac{1}{n} \sum_{j=0}^{n-1} U^j f \rightarrow Pf \text{ за всеки вектор } f \in H.$$

Оригиналното доказателство на Фон Нойман се съдържа в бележката [24], а формулировката и доказателството на Ф. Рис е приведена в забележителната книга на ученика на Фон Нойман П. Халмош, *Лекции по ергодична теория* [25].

Теоремата на Фон Нойман говори за сходимост в средно (в смисъл на норма в L_2). Но както той показва в бележката в [26], това твърдение е достатъчно за доказване на ергодичната теорема. Тази теорема е доказана от Фон Нойман през октомври 1931

г., но е публикувана едва през януари 1932 г. в *Proceedings of National Academy of Science*. Но още през декември 1931 г. в *Proceedings* се появяват две бележки на Дж. Биркхоф, големият американски математик, съдържащи доказателство на по-силен резултат – индивидуалната ергодична теорема, утвърждаваща почти за всички точки (почти навсякъде) сходимост на времевите средни към пространствено усреднените функции. Този резултат е по-силен, а доказателството, използващо прецизни комбинаторни разсъждения, е по-сложно. Така че лаврите обира Биркхоф. Но в тази история съществува малко известен (особено на съвременната публика) нюанс, представляващ интерес от гледна точка на научната етика. „Следи“ от тази история могат да се открият сред доста дребните забележки, появяващи се в статии както на Биркхоф, така и на Фон Нойман, които обаче не говорят много за читател, не познаващ първопричините. За да се разбере случаят, трябва да напомним, че по това време Дж. Биркхоф е най-авторитетният и влиятелен математик в Америка и неговата дума е била достатъчна за получаване или не получаване на професорска длъжност в кой и да е университет. Джон фон Нойман, независимо от своята гениалност е бил млад човек, току-що получил място в Принстънския университет. През декември 1931 г., доказвайки своята теорема, той я разказва на Биркхоф. Биркхоф веднага оценява стойността на получения от Фон Нойман резултат и веднага се заема с доказването на усилената теорема на Фон Нойман. Той е бил добре подготвен за това, понеже е работил в близката област на динамичните системи вече не едно десетилетие. След много напрегната едномесечна работа той доказва индивидуалната ергодична теорема. И тук той прави сериозна некоректна постъпка. Това се вижда лесно, сравнявайки датите на постъпване на двете негови бележки. Първата бележка постъпва на 22 ноември, а втората – на 1 декември, като и двете се появяват още в декемврийската книжка на *Proceedings*. Бележката на Фон Нойман, за която Биркхоф споменава като непубликувана, се появява месец по-късно вече в началото на 1932 г. и се разглежда от мнозина като по-слаб вариант на работата на Биркхоф. Тази история не остава незабелязана и на Биркхоф даже му се налага да публикува (съвместно с Купман) още една бележка с красноречивото заглавие *Към историята на доказателството на ергодичната теорема*. [32]

Непривлекателната постъпка на Биркхоф е това, че той „задържа“ статията на Фон Нойман до публикуването на своята статия. За всички специалисти е разбираема важността на пробива в изглеждащия непристъпен проблем.

Въпреки, че като цяло Фон Нойман се е отнасял доста спокойно към въпросите за приоритет, тази история, като се има предвид важността на резултата, го е силно огорчила и той си спомня много години след това. В своите работи по ергодичната теория, свързани със спектралните характеристики на динамичните системи, Фон Нойман открива забележително явление: системи с различен набор от състояния могат да имат еднакъв спектър. Към такива системи се отнасят, например, динамични системи, построени като отместване на последователности на Бернули с различен брой състояния.

Възниква естественият въпрос: изоморфни ли са тези динамични системи? (В част-

ност, отместването в двоичната и в троичната система на Бернули). Фон Нойман предполага, че отговорът е отрицателен. Тази сложна задача е решена от А. Н. Колмогоров вече след смъртта на Фон Нойман. През 1958 г. той построява нов инвариант на динамичната система – ентропия – и я изчислява за системи на Бернули с различен брой състояния, доказвайки че те са различни; например, за отместване на двоична последователност тя е равна на $\log 2$, а за троична – $\log 3$. Ентропията на Колмогоров отрива напълно нови хоризонти в теорията на динамичните системи – една от най-активно развиващите се области в съвременната математика.



Джон фон Нойман

Появяването на името на Колмогоров в статия за Фон Нойман не е случайно. Тези двама големи математици на XX век са родени в една и съща година и добре познават и ценят трудовете си един на друг. При тях няма пряко съперничество при решаването на конкретни задачи, но много често всеки някак си продължава работата на другия. Сега, когато вече частично са публикувани дневниците и кореспонденцията на А. Н. Колмогоров, става известно колко внимателно той следи публикациите на Фон Нойман и даже се сравнява (тайно) с него. Даже в области, далеч от математиката, се забелязва сходство на интереси и вкусове между Фон Нойман и Колмогоров. Например – и двамата са дълбоки познавачи и ценители на „Фауст“ на Гьоте.

Фон Нойман добре познава работите на Колмогоров (особено от предвоените години). Той, в частност, прави прекрасен обзор на работите по турбулентност, където отдава дължимото на резултатите на Колмогоров [31]. Както е известно, класическите работи на Колмогоров по турбулентност, публикувани преди войната, не са били достатъчно известни на запад и по-късно са били преоткривани от такива големи математици като Л. Онзангер, В. Хайзенберг и К.-Л. Вайцекер. Последната, доста символична среща между Колмогоров и фон Нойман се е състояла на Международния конгрес по математика в Амстердам през 1954 г., където Дж. фон Нойман открива конгреса с доклада „Нерешените проблеми на математиката“, а А. Н. Колмогоров прави заключителния доклад „Обща теория на динамичните системи и класическата механика“.

Оценявайки приноса на Фон Нойман в науката на XX век, иска ни се да подчертаем няколко особености на неговото творчество, отделящо го на фона на многото забележителни математици, с който е така богат XX век.

Първото, което отличава Фон Нойман, е неговото възприемане на математиката като цяло. Сред учените от тази категория трябва да назовем Д. Хилберт, А. Поанкаре, Х. Вейл, а от живите – И. М. Гелфанд.

Второ. Има много прекрасни математици, които могат да решат трудна, но ясно поставена задача. Има математици, които могат да поставят и решават задачи, които

за съвременниците им не изглеждат да заслужават внимание. Тяхната важност става ясна едва след много години. Такива математици са малко.

И, както казват англичаните last but not least: има математици, които разглеждат математиката като част от цялата наука и намират и решават задачи, важни и интересни в най-различни области на знанието.

А когато разглеждаме сечението на всички тези „четири множества”, в него попадат само единици, сред които, без съмнение, ще бъде Джон фон Нойман.

Бележки и литература

1. Macrae N. *John von Neumann* (New York: Panteon Books, 1992)
2. Von Neumann N. *John von Neumann: As Seen by his Brother* (Private Printing) (Meadowbrook, PA, 1987)
3. Ulam S.M. *Adventures of a Mathematician* (New York: Scribner, 1976)
4. Пайс А. *Гении науки* (М.Ижевск: Институт компьютерных исследований, 2002)
5. Poundstone W. *Prisoner Dilemma* (New York: Doubleday, 1992)
6. von Neumann *Collected Works* Vols 1-6 (Ed.A.E.Taub) (New York: Pergamon Press, 1961-1963)
7. “John von Neumann, 1903-1957” *Bull.AMS* 64 (3, pt.2) (1958)
8. Gimm J, Impagliazzo J, Singer I (Eds) *The Legacy of John von Neumann* (Proc. of Symp. In Pure Math., vol. 50)
9. *Von Neumann Centennial Conf. Linear Operators and Foundations of Quantum Mechanics*, Budapest, Hungary, 1520 october 2003
10. През 1867 г. между Австрия и Унгария се сключва съглашение, според което, с изключение на финансите, армията и дипломатическите представителства, Унгария получава пълна държавна независимост. Едно от последствията от това съглашение е приемането на закон за пълно равнопоставяне на евреите. Това решително отделя Унгария от другите страни в Източна Европа и през този период, наред със САЩ, към нея се насочват емигранти от много страни, особено от Румъния и Русия.
11. М.Фекете [1886-1957], професор в университета в Будапеща, емигрирал от Унгария през 30-е години и починал в Израел в годината когато почива и неговият знаменит ученик. Сам Фекете е известен аналитик, посветил целият си научен живот на теорията на приближенията на функции с многочлени с цели коефициенти.
12. Von Neumann J. “Die Axiomatisierung der Mengenlehre” *Math. Z.* 27 669 (1928)
13. Von Neumann J. “Zur Theorie der Gesellschaftspiele” *Math.Ann.* 100 295 (1928)
14. Монастирский М И “IAS и IHES – история двух институтов” в сб. “Историко-математические исследования” (Вторая серия, вып6)
15. Von Neumann J *Mathematische Grundlagen der Quantenmechanik* (Berlin: J Springer, 1932)
16. Von Neumann J, Wigner E *Z.Phys.* 73 (1928); 844 (1928)
17. Kadison R V, Ringrose J R *Fundamentals of the Theory of Operator Algebras* (New York: Academic Press, 1983)

18. Von Neumann J, Morgenstern O *Theory of Games and Economy Behavior* (Princeton: Princeton Uni. Press, 1944)

19. Нека само споменем, че на Фон Нойман и Клаус Фукс принадлежи проникателната идея при създаването на водородната бомба – *радиационната имплозия*. За това откритие те получават патент, който не е разсекретен и до днес [20]. Понеже К. Фукс е главният съветски шипонин, този резултат без съмнение е бил известен и на създателите на съветската водородна бомба.

20. Rhodes R. *Dark Sun: the Making of the Hydrogen Bomb* (New York, Simon&Schuster, 1995)
21. Rhodes R *Dark Sun: the Making of the Hydrogen Bomb* (New York; Simon&Schuster, 1995)
22. фон Нейман Дж. “Вычислительная машина и мозг” *Кибернетический сборник (1)*, 1960
23. фон Нейман Дж. *Теория самовоспроизводящихся автоматов* (М: Мир, 1971)
24. Сахаров А. Д. *Воспоминания Т.1* (М: Права человека, 1996)
25. Landau L *Z.Phys.* 45 430 (1927)
26. Е.Шмидт е един от не многото големи немски математици, останал в хитлеристка Германия, който има напълно пристойно поведение. Затова сред авторите на Festschrift много от неговите „неарийски” колеги, запазват за него добри спомени. На Шмидт му е било съдено да проживее дълъг живот; той умира две години след смъртта на Фон Нойман.
27. Вейль Г *Класические группы, их инварианты и представления* (М:ИЛ, 1947)
28. Джонс В *Международный конгрес математиков в Киото, 1990* (М: Мир, 1996)
29. von Neumann J *Proc.Natl.Acad.Sci.USA* 18 70 (1932)
30. Халмош П. *Лекции пж эргодической теории* (М: ИЛ, 1959)
31. von Neumann J *Proc.Natl.Acad.Sci.USA* 18 263 (1932)
32. Birkhoff G D, Koopman B O *Proc.Natl.Acad.Sci.USA* 18 279 (1932)
33. Колмогоров А *Звуков сердца тихое эхо. Из дневников* (М: Физматлит, 2003)

Превод: Н. Ахабабян

Успехи физических наук, т.174, №12, 2004;

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

БАНКОВА СМЕТКА НА СФБ
BG82CREX92601013508300
BIC: CREXBGSF
ТОКУДА БАНК АД

КЪМ ВИСОКОЕФЕКТИВНИ СЛЪНЧЕВИ ФОТОЕЛЕМЕНТИ

Сънтек Пауър е най-големият световен производител на слънчеви панели, доставил над 20 милиона фотоволтаични панели в над 80 страни по света¹. Нейчър Фотоникс разговаря със Стюарт Уенхам, главен технолог в Сънтек Пауър, за да научи нещо повече за дейността и визията на компанията.

– Какъв тип слънчеви фотоелементи произвежда Сънтек и каква е технологията, на която се основават?

В настоящия момент силициевите слънчеви фотоелементи са основните ни търговски продукти и те се използват най-вече за приложения на открито, в промишлеността и домакинството. Произвеждаме модули със слънчеви фотоелементи за покриви на сгради както за всякакви местоположения, климати и географски ширини, така и за големи комерсиални системи, генериращи над 100 мегавата енергия. Продуктите ни се основават на нашата т. нар. “плутонова технология”². Технологията се базира на нов метод за метализация, позволил ни да произведем това, което наричаме слънчев фотоелемент със селективен емитер, като осигурява в същото време и самоподдържащи се метални контакти със силно допирани области. Електронният заряд, генериран при достигане на светлина до слънчевия фотоелемент, трябва да се пренесе до металните контакти, разположени на върха и гърба на устройството. От значение е металният контакт на горната повърхност да бъде проектиран така, че светлината да може да навлиза ефективно в силиция. Металните линии в плутоновата ни технология са с ширина само 25 микрона. Това ни дава съществено предимство пред конвенционалната ситопечатна технология, чиито метални линии са с ширина около 100 микрона. Минимизирането на ширината на металните линии намалява площта на засенчване на слънчевия фотоелемент. Тъй като размерът на засенчването във фотоелементите ни е много по-малък от този във фотоелементите, произведени по конвенционални методи за ситопечат, може да групираме металните линии много по-близо една до друга и следователно същите да бъдат в състояние да натрупват много по-ефективно целия електронен заряд, генериран в силиция от светлината. Плутоновата ни технология притежава и други новости, позволяващи слънчевите фотоелементи да улавят много ефективно светлината вътре в силиция. Това е от значение за по-големите дължини на вълните на светлината, които обикновено не се поглъщат добре в силиций. Към настоящия момент имаме две поколения плутонова технология. Първото поколение днес е в едромащабното производство и е достигнало ефективност на конверсия от порядъка на 19-19.5 %. Второто поколение в момента е в пилотното производство и неотдавна достигна световен рекорд на ефективност от 20.3 % за стандартни комерсиални подложки, получени по процес на Чохралски от р-тип.

– Какъв тип материали използва Сънтек за своите метални линии?

Среброто винаги е било особено атрактивно за употреба в слънчевите фотоелементи,

тъй като съпротивлението му е от порядъка на 1.6 микроома на сантиметър. Проводимостта на повечето други метали е много по-ниска. Медта е с проводимост, която е много близка до тази на среброто, среща се много по-често в природата и е много по-евтина. Медта обаче не е лесна за използване, защото може да проникне бързо в силиция, където предизвиква значителни повреди. Разработихме иновативен метод, който ни позволява да използваме мед на етапа на метализация без заплахата за силиция, като същевременно постигаме много висока ефективност. Това ни позволи да снижим съществено цената на слънчевите ни фотоелементи.

– Какви са стратегиите, които Сънтек прилага за снижаване цената на слънчевите си фотоелементи?

Голямото предимство на силициевите слънчеви фотоелементи се състои в това, че те са относително евтини и лесни за изработка в сравнение с някои от по-сложните фотоелементи, като тандемните слънчеви фотоелементи. Постигнахме много успехи при снижаване на производствените разходи. Един от пътищата това да се постигне е чрез повишаване на ефективността на слънчевите фотоелементи; друг път е елиминирането на най-скъпоструващите материали и процеси, използвани в производствения процес. Както обясних по-рано, снижихме значително производствените разходи, като заменихме сребърните метални линии в нашите слънчеви фотоелементи с мед. Силициевите подложки също представляват скъпо струваща част от слънчевия фотоелемент, тъй като процесът на почистване за силиций е много скъп. Следователно може да снижим разходите, като изготвяме по-тънки силициеви подложки. Допреди няколко години нашите модули със слънчеви фотоелементи се продаваха за около 4 щатски долара на единица ват, докато сега цената им е около 1.5 долара W⁻¹. Очакваме това снижаване на разходите да продължи, тъй като Сънтек постоянно повишава ефективността на конверсия на фотоелементите си. В следващите 1-2 години плутоновите ни фотоелементи ще достигнат ефективност от порядъка на 20-21 %, която, съдейки по сегашните ни лабораторни резултати, по-нататък ще нарасне до 22-23 %. Това ще позволи ефективност на модулите над 20 %, при едновременното използване на по-нискоструващи материали и процеси в сравнение с използваните в производствените процеси понастоящем. Освен това, нашата “seeding casting” технология (на израстване от зародиш) ни позволява изработването на силициеви подложки, които са добри колкото подложките, произведени по процес на Чохралски, но с използване на същите нискоструващи процеси на леене, които се използват понастоящем в производството на поликристални силициеви подложки с по-ниско качество. Този метод предоставя значителен потенциал за по-нататъшно снижаване цената на подложките с едновременно повишаване ефективността на прибора.

– Сътрудничат ли си Сънтек с много университети?

Ши Женгронг, главен изпълнителен директор и основател на Сънтек, развиваше активна дейност за установяване на силни сътрудничества с водещи организации по света. Той често спонсорира фотоволтаични концепции от следващо поколение, които изпреварват сегашните технологии с 10-20 години. Ши Женгронг има особено силни сътрудничества с университетски изследователски лаборатории. Едно от най-важните сред тях е сътруд-

ничеството между Сънтек и Университета на Нов Южен Уелс в Австралия, положило началото на плутоновата технология. Сънтек сътрудничи и с други университети, като Суинбърнския технологичен университет във Виктория, Австралия. Тази дейност е насочена повече към новото ни поколение фотоволтаични технологии. Започваме да експериментираме с някои забавни неща в оптичния дизайн на нашите слънчеви фотоелементи в опита ни да повишим ефективността над тази на конвенционалната технология на базата на силициевы подложки. Друг пример е сътрудничеството с Армин Аберле, директор на Института за изследвания на слънчевата енергия на Сингапур. Имаме и силни връзки с няколко европейски и китайски групи. Имаме почти пълна готовност да спонсорираме работата на тези институции, когато те провеждат върхова изследователска дейност, пряко свързана с развитието на технологиите ни в Сънтек.

– Съществуват ли други интересни материали, които да се използват в слънчевите фотоелементи?

В момента, в областта на тънките слоеве, интересът ни към силиция все още е много голям. Имаме доста активна изследователска програма за разработка на тънки силициевы слоеве върху стъкло, които са с дебелина под 5 микрона и могат да се произвеждат на много ниска цена директно върху стъкло. Друга област е израстването на много тънки висококачествени силициевы слоеве, които могат да се повдигнат и после да бъдат привързани към стъкло – разработваме и технология, която да подхожда за този тип тънки силициевы слоеве. В момента все още виждаме най-големия потенциал в силициевите материали, но същият се измества към тънкослойните изпълнения на технологията. Възможно е да има и други материали, подходящи за поевтиняване и повишаване ефективността на слънчевите фотоелементи, но ако се огледаме в момента наоколо, ще видим, че нито една от сегашните технологии, по наше мнение, не ще успее в широк мащаб. Други технологии, достъпни в момента, като кадмиевия телурид, никога няма да достигнат мащаби, които да бъдат достатъчни да допринесат за удовлетворяване на световните нужди от енергия. Не смятаме, че кадмиевия телурид е жизнеспособен вариант. Другата алтернатива, която се разглежда понастоящем, е медно-индиевият галиев селенит. Но отново не смятаме, че този тип технология може да има голям принос в удовлетворяването на световните енергийни нужди, тъй като просто няма достатъчно количество наличен индий, което да позволи тези фотоелементи да достигнат търсените ниски цени. Независимо от това вярваме, че тънкослойната технология, може би базирана на силиций или някакъв друг материал, като например кестерит, занапред ще се развива. Преобладаващата технология ще се основава на материали, които са евтини, нетоксични, с широко разпространение в природата и безопасни за околната среда. Това са критериите, които трябва да бъдат удовлетворени, ако влиянието на която и да е отделна фотоволтаична технология световните потребности от енергия стане значително. Смятаме, че единствените два материала, които реално могат да постигнат това, са тънкослойните силициевы прибори и тънкослойните кристални прибори.

– Кое е следващото предизвикателство пред Сънтек?

Истинското предизвикателство, стоящо пред индустрията, е развитието на технологията до положението, където да предлага евтина алтернатива на електричеството, генерирано

от изкопаеми горива. Основното предизвикателство пред Сънтек е да намали значително разходите, така че целият свят да се възползва от слънчевата енергия. Ето защо Сънтек има повече от четиристотин души персонал в областта на изследователската и развойната дейност по света. Повишаването на ефективността е от особено значение не само за снижаване цената на генерираното електричество на слънчев фотоелемент, но и за снижаване баланса на разходите на фотоволтаичните системи. Тези разходи включват земята, необходима за разполагане на слънчевите панели, електрониката на интерфейса, монтажните рамки за модулите, транспортните разходи и разходите за свързването на всички слънчеви панели заедно. Много от тези разходи зависят от площта. Ако сте в състояние да произведете по-ефективни слънчеви панели, ще ви е необходима по-малко площ за генериране на същото количество електричество, което води до снижаване на системните разходи. Това е най-голямото дългосрочно предизвикателство пред фотоволтаичната индустрия. Целта на Сънтек е да използва модерна технология за подпомагане решаването на проблемите на глобалното затопляне и изчерпването на енергията. Друго важно предизвикателство пред индустрията, при достигане на мрежов паритет (т. е. ценова конкурентоспособност) в много страни, е съхранението на енергията. При нарастване процента на електричеството, генерирано по фотоволтаичен път в света, съхранението на енергията ще придобива все по-голямо значение.

– Как, според Вас, ще се променя нуждата от слънчеви фотоелементи за в бъдеще?

Имам много малки съмнения относно това, че в следващите 5-10 години технологиите на базата на силициевы подложки ще продължат да доминират много силно във фотоволтаичното производство и цената им ще продължи да пада. С падането на цената пазарът ще се разраства. Очаквам след 10 години пазарът да бъде на порядък по-голям от сегашния. Ще продължаваме да наблюдаваме много бързо нарастване на пазара. Често пренебрегваме факта, че към края на века световните нужди от енергия ще бъдат четири пъти по-големи. Невъзможно е изкопаемите горива да изместят този вид енергия. Понастоящем фотоволтаиците са в много силна позиция да задоволят тази нарастваща нужда и изследванията, направени в Европа, предвиждат, към края на века, фотоволтаиците да задоволяват приблизително 70 % от световните нужди от енергия. Мисля, че това е постижимо, на базата на скоростта, с която се развива технологията и начина, по който разходите се снижават в момента. Очевидно пазарът накрая ще се насити, но това няма да се случи в близко бъдеще – не и преди повечето хора по света да получат достъп до технологията. Считаю, че в следващите 40 години ще видим фотоволтаичният пазар да се разраства до грубо 100 пъти от обема си днес.

– Кое предопределя растежа на фотоволтаичната индустрия?

Пазарът на фотоволтаици се управлява и определя от политиката на правителствата, субсидиите и зелените тарифи, което прави нещата много трудни за индустрията. Целта е широко разпространение на фотоволтаиците по света към 2015 г., без да се разчита на правителствени субсидии и щедри зелени тарифи. Постигането на това ще подпомогне развитието на индустрията съгласно простите взаимоотношения на търсене и предлагане и независимо от изкривяванията, породени от правителствените политики. Тогава индус-

трията ще се управлява от обичайните пазарни лостове, определящи как да се развиват повечето индустрии. След като веднъж сме достигнали до този етап, естественото снижаване на цената и развитието на технологиите ще доведат до нарастване в търсенето без вмешателство на правителствените политики. Пазарите ще станат много по-предвидими и ръстът на пазара на този етап ще бъде много бърз, тъй като за много от страните по света фотоволтаиците ще са се превърнали в най-евтиния начин за генериране на електричество. Въпреки че подкрепата на правителството и субсидиите са важни, те водят до хаотични и непредвидими пазарни сили.

– **Ще можем ли, в края на краищата, да разчитаме на фотоволтаиците като на наш първи източник на енергия?**

Първо ще трябва да решим проблема как да съхраняваме енергията, генерирана от слънчеви панели. Слънчевите фотоелементи генерират електричество само докато слънцето ги огрява, но светът се нуждае от електроенергия 24 часа в денонощието. Това поставя въпроса за съхранението на енергията. Как можем да съхраняваме ефективно енергията през деня, за да я използваме през нощта? В тази област предстои да се извърши много повече изследователска и развойна дейност. Въпреки че количеството на свършената работа е огромно, все още не е намерен добър отговор. Хидроелектрическите и микрохидроелектрическите схеми са добри примери, които могат да дадат известен поглед как да бъде решен проблемът. В тези случаи електричеството, генерирано от фотоволтаици през деня, може да се използва за изпомпване на вода в язовири, като по този начин то се съхранява като потенциална енергия, която да се използва през нощта.

Интервю на Нориаки Хориучи

Превод: Елена Кръстева

Nature Photonics, vol. 6, March 2012, 136-137

Бележки:

1 – Сънтек Пауър (Suntech Power) основана от д-р Ши Женгронг (Shi Zhengrong) през 2001 год. Основателят, който е президент и главен изпълнителен директор на компанията е завършил образованието си в Университета на Нов Южен Уелс, Австралия, където и се намира една от основните изследователски и развойни лаборатории на компанията. Счита се, че д-р Ши Женгронг е първият “зелен” милиардер. Главното управление на Сънтек е съсредоточено в град Вукси, провинция Жионгсу, Китайска Народна Република, но фирмата поддържа офиси и лаборатории в САЩ, Германия, Швейцария, Япония, Австралия, Италия и Испания. Преди да стане публична, т.е. преди да започне да се търгува на борсата през 2005 год., Сънтек се финансира от консорциум от няколко частни инвеститора (equity firms), между които личат имената на гигантите Actis Capital и Goldman Sachs (Бел. Ред.).

2 – Технологията е създадена в резултат на шестгодишна развойна дейност в Университета на Нов Южен Уелс, Австралия и успешно комерсиализирана от Сънтек (Бел. Ред.).

АНАЛИЗ НА РЕЗУЛТАТИТЕ ОТ МАТУРИТЕ ПО ФИЗИКА И АСТРОНОМИЯ ЗА 2008–2011 Г.

М. Замфиров

Увод

През последните години темите, свързани с матурите бяха белязани повече от емоции, а не толкова от хладен анализ. Независимо от това, матурите станаха фактор в живота на учениците – за някои успешно положената матура се превърна в изход от училището, за други – вход в университета.

Самата матура по Физика и астрономия (ФА) показва изборът на учениците за втория държавен зрелостен изпит (ДЗИ). По този начин тя изразява второстепенните желания на зрелостниците, но съдържа и данни за личните предпочитания на учащите се към определени предмети, към които те проявяват персонален интерес. Тази информация може да послужи и за оценка на общото обучение през годините.

В този смисъл са любопитни тенденциите при матурите по физика.

История на матурата в България

Матури са проведени за първи път в България преди повече от 120 години, като зрелостниците в различни периоди е трябвало да полагат между 2 и 6 писмени и 5 – 6 устни изпита. Учебните предмети, върху които зрелостниците най-често са държали изпити, са: български език, математика, различни чужди езици, физика, химия, история.

За учебната 1895/1896 година в Държавен вестник е публикуван “Правилник за държавните изпити в мъжките и девическите гимназии”, съгласно който всички държавни зрелостни изпити са задължителни, но различни за различните видове училища (табл. 1 и табл. 2).

Табл. 1. Из правилника за държавните изпити в мъжките и девическите гимназии, 1895/1896 година

Гимназии	Писмени изпити	Устни изпити	Общо изпити
Мъжки класически	български, латински, гръцки, френски или немски, математика	български, латински, гръцки, математика, физика, история	11
Мъжки реални	български, математика, френски, дискриптивна геометрия	български, математика, физика, химия, естествена история	9
Девически	български, френски, Фробелова метода	педагогика, антропология, химия, стопанство, практ. изпит по Фробелова мет.	8
Педагогически	български, педагогика, математика	български, педагогика, математика, физика, история, практ. изпит	9

Табл. 2. Резултати от зрелостните изпити през учебната 1895/1896 г.

Гимназии	Абитуриенти, явили се на матура	Абитуриенти, издържали матурата
Мъжки	249	103 (41 %)
Девически	355	286 (81 %)
Педагогически	457	159 (35 %)
Общо	1061	548 (52 %)

През 1898 г. Фердинанд I утвърждава Закон за признаване в Княжеството на дипломите от чуждестранни висши училища, в който се казва следното:

**1898 г.
УКАЗЪ
НИЕ ФЕРДИНАНД I**

съ божия милостъ и народна воля княз на България,
Обявяваме на всички наши верноподаници:

IX Обикновено народно събрание, във втората си редовна сесия, в XXX си заседание, държано на 8 декември 1897 г, вотира и прие,

Ние утвърдихме и утвърждаваме следния

Закон За признаване в Княжеството дипломите от чуждестранни висши училища



Фиг. 1. Указът на Фердинанд I

Чл. 1. Лица, които притежават диплом от чуждестранни висши училища, се признава, че са с висше образование, ако имат и зрелостно свидетелство от някоя местна или чуждестранна гимназия, или свидетелство за завършен курс от някое специално средно училище, от вида на висшето училище, което са завършили.

Чл. 2. Лица, които не притежават свидетелство за средно образование, трябва да държат изпит за зрелост, при някоя гимназия, или изпит за завършен курс в специално средно училище от вида, по който са придобили висшето си образование.

Чл. 3. Изпитът трябва да се направи най-късно три години от деня, в който лицето иска да се ползва от дипломата си по реда, който предписват правилниците за изпит при респективните училища. Княз Фердинанд I

Зрелостниците са полагали и писмени, и устни изпити години наред. Матурите са били задължителни за всички, завършили от 1892 г. до 1965 г.

През 1998 г. в Закона за народната просвета като условие за придобиване на средно образование се въвеждат държавните зрелостни изпити. Редица обстоятелства водеха до тяхната отмяна през годините.

До 2002 г. беше възможно освобождаването от зрелостни изпити при условие, че зрелостниците са завършили успешно последния гимназиален клас с оценка най-малко Много добър (5) и имат средноаритметична оценка от годишните оценки по съответния учебен предмет най-малко Много добър (5).

Пробни държавни зрелостни изпити (матури) са провеждани през 2002 г., 2003 г., 2004 г., 2005 г., 2007 г. [2]

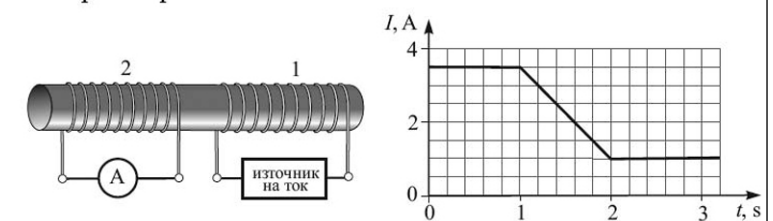
Държавен зрелостен изпит (ДЗИ) по физика и астрономия (ФА) (за 2011 г.)

Продължителността му е четири астрономически часа. Състои се в решаване на 50 тестови задачи, композирани в три части.

Първата част съдържа 20 тестови задачи от затворен тип с четири възможни отговора, от които само един е верен (фиг. 2) [4]. Ето и някои конкретни примери:

17. Върху желязна сърцевина са навити две намотки от покрит с изолация проводник (вж. рисунката). През първата намотка се пропуска ток I , който се изменя с течение на времето t , както е показано на графиката. През кой интервал от време амперметърът ще регистрира протичането на ток през втората намотка?

- А) от 0 s до 1 s
Б) от 1 s до 2 s
В) от 2 s до 3 s
Г) през цялото време



Фиг. 2. Тестова задача от първа част на ДЗИ по физика и астрономия (2011 г.) [2]

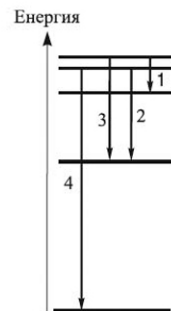
Тези задачи са на равнище знание (дефиниране на понятия, формулиране на закони и принципи, описване на свойства, изброяване на факти, характеристики и др.)

Верните отговори на задачите от първа част се оценяват с 1 точка.

Втората част също съдържа 20 тестови задачи от затворен тип с четири възможни отговора, от които само един е верен (фиг. 3). Например:

33. На схемата със стрелки са означени преходи между енергетични нива на водородния атом. При кои от тях се излъчват фотони, съответстващи на една и съща спектрална серия на водородния атом (серия на Балмер)?

- А) 2 и 3
Б) 1 и 3
В) 2 и 4
Г) 3 и 4



Фиг. 3. Тестова задача от втора част на ДЗИ по физика и астрономия (2011 г.) [2]

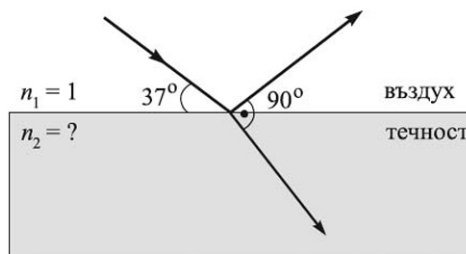
Тези задачи са на равнище разбиране (осмисляне на информацията и осъзнаване на връзките между отделните ѝ елементи) и приложение (прилагане на зависимости, решаване на физични проблеми, пресмятане на величини по зададени данни, построяване на графики) [3].

Верните отговори на задачите от втора част се оценяват с 2 точки.

Третата част включва 10 тестови задачи от отворен тип. При този тип задачи ученикът сам формулира отговора си (фиг. 4.):

48. На чертежа е показан светлинен сноп, част от който се пречупва, а останалата част се отразява на границата въздух-течност.

- А) Определете ъгъла на падане α_1 и ъгъла на пречупване α_2 .
Б) Пресметнете показателя на пречупване n_2 на течността. Показателят на пречупване на въздуха е $n_1 = 1$.



Полезни данни: $\sin 30^\circ = \frac{1}{2}$; $\sin 37^\circ = \frac{3}{5}$; $\sin 53^\circ = \frac{4}{5}$; $\sin 60^\circ = \frac{\sqrt{3}}{2}$; $\sin 90^\circ = 1$.

Фиг. 4. Тестова задача от трета част на ДЗИ по физика и астрономия (2011 г.) [2]

Всяка задача от част III се оценява с различен брой точки в зависимост от броя на съдържащите се в нея компоненти и относителната им трудност. Максималният брой точки е 4. Ако отговорът е верен, но не е пълен, оценката е съответна част от максималния брой точки, определен за тази задача

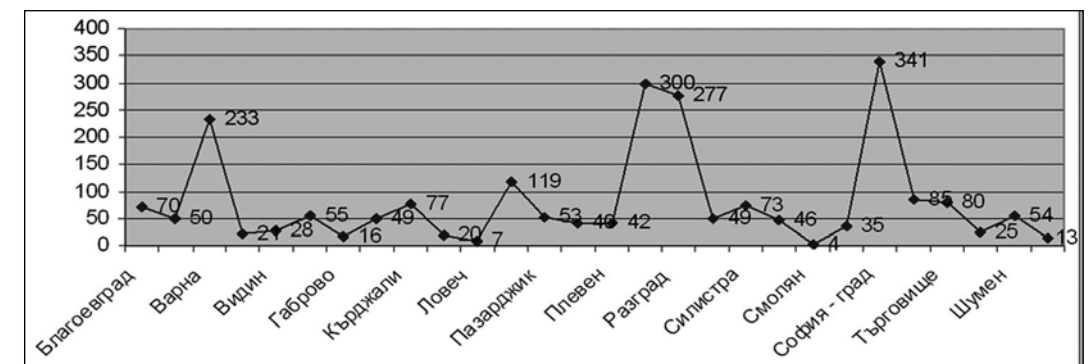
Общият брой точки е 100.

Учебното съдържание, включено в тестовите задачи, е само от задължителната подготовка по предмета в гимназиалния етап. Това е съдържанието на учебните програми по физика и астрономия – I равнище за IX и X клас. [4]

Анализ на резултатите

Интересно е да се анализира как стои въпросът с явилите се на ДЗИ по ФА. Анализът обобщава данни от годината, в която официално матурата става задължителна – 2008.

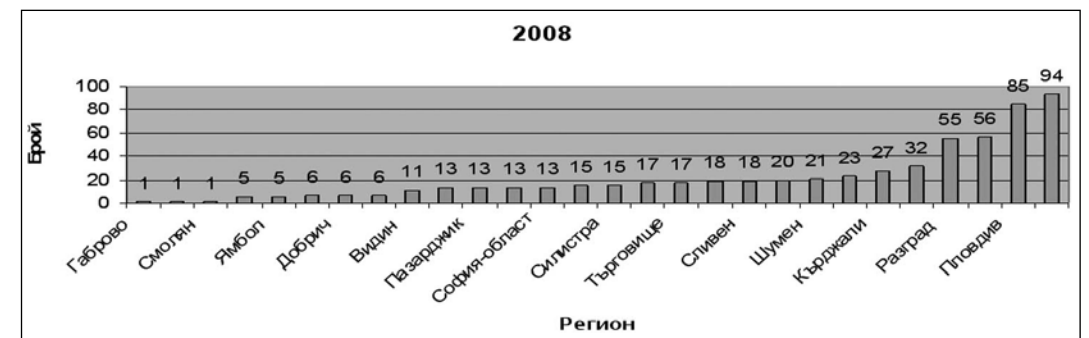
Анализът показва, че само в 5 региона броят на явилите се на матура по ФА за последните четири години е над 100 – София – град (341 ученика), Пловдив (300 ученика), Разград (277 ученика), Варна (233 ученика) и Монтана (119 ученика) (фиг. 5).



Фиг. 5. Брой явили се зрелостници за четирите години по региони.

Разбира се, тези числа са абсолютни стойности. За да се види тежестта на всеки регион, пресметнахме броят на явилите се на матура по ФА спрямо общия брой явили се на матури за всеки регион. Така графиките придобиват следния вид:

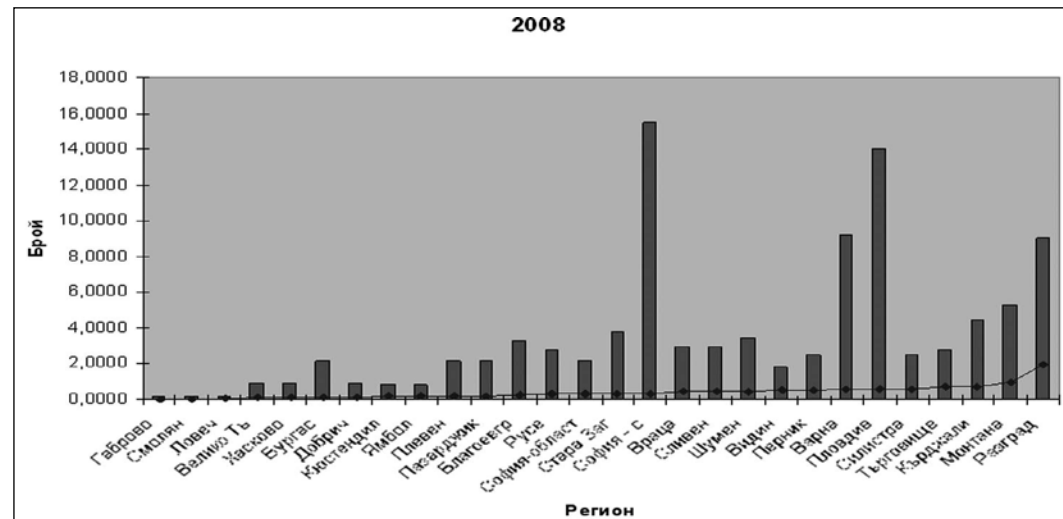
ДЗИ по ФА 2008 година



Фиг. 6. Брой явили се по региони за 2008 г. (подредени възходящо)

От графиката (фиг. 6) се вижда, че през 2008 г. са се явили най-много на матура по ФА в София-град (94 ученика), следван от Пловдив (85 ученика), Варна (56 ученика) и Разград (55 ученика).

Но отнесат ли се тези данни към общия брой, явили се на всички матури за регионите се получава следната картина (фиг. 7):

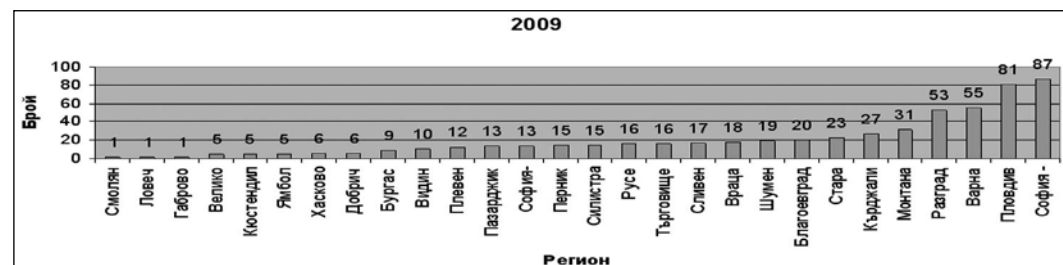


Фиг. 7. Процент и брой явили се по региони за 2008 г. (подредени възходящо по процент)

Оказва се, че регионът с най-голям брой явили се – София-град отива едва на 13 място, вземайки се предвид общия брой явили се на матура – 94 спрямо 27 390. С най-добър коефициент (брой явили се по ФА към общ брой явили се на матури) е Разград – 55 явили се на ФА спрямо 2 756 общ брой явили се на всички матури, следван от Монтана – 32 на 3 229, Кърджали – 27 на 3 699, Търговище – 17 на 2 449 и т.н.

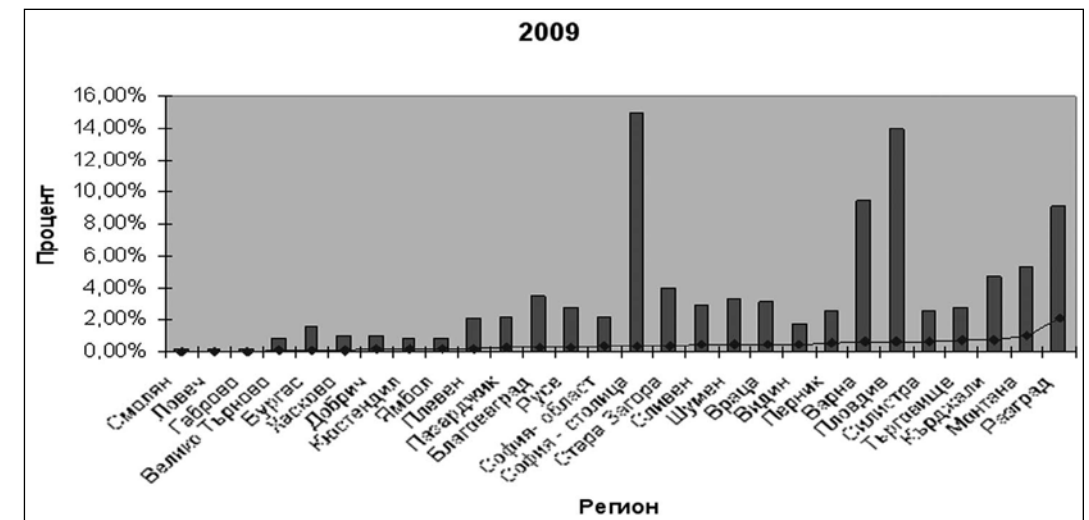
ДЗИ по ФА 2009

През 2009 г. картината се запазва – на първо място са градовете с най-голямо население – София-град с 87 явили се (фиг. 8), следван от Пловдив 81, Варна – 55 и на четвърто място е Разград с 53 явили се.



Фиг. 8. Брой явили се по региони за 2009 г. (подредени възходящо)

Останалите градове са с под 50 човека, като прави впечатление ниския брой в градове като Смолян, Ловеч и Габрово – само с 1 явил се зрелостник, както и Велико Търново, Кюстендил и Ямбол – с по 5 зрелостника.



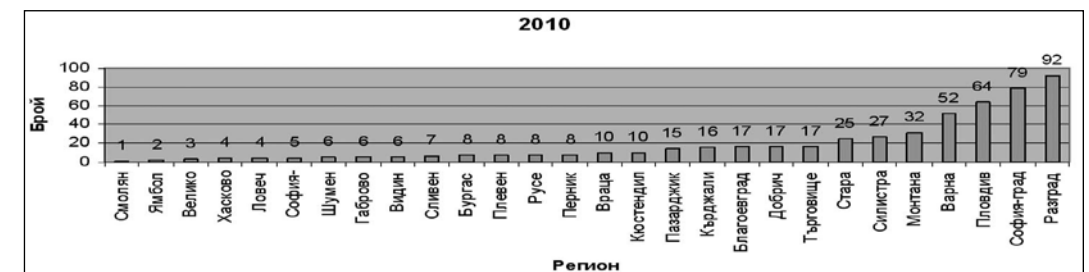
Фиг. 9. Процент и брой явили се по региони за 2009 г. (подредени възходящо по процент)

Каква е картината на броят явили на ФА се спрямо общия брой зрелостници по всички матури?

Оказва се, че регионът с най-голям брой явили се – София-град отива едва на 13 място, вземайки се предвид общия брой явили се на матура (фиг. 9). С най-добър коефициент (брой явили се по ФА към общ брой явили се на матури) е Разград – 53 явили се на ФА спрямо 2 563 общ брой явили се на всички матури, следван от Монтана – 53 на 2 563, Кърджали – 27 на 3 486, Търговище – 16 на 2 310 и т.н.

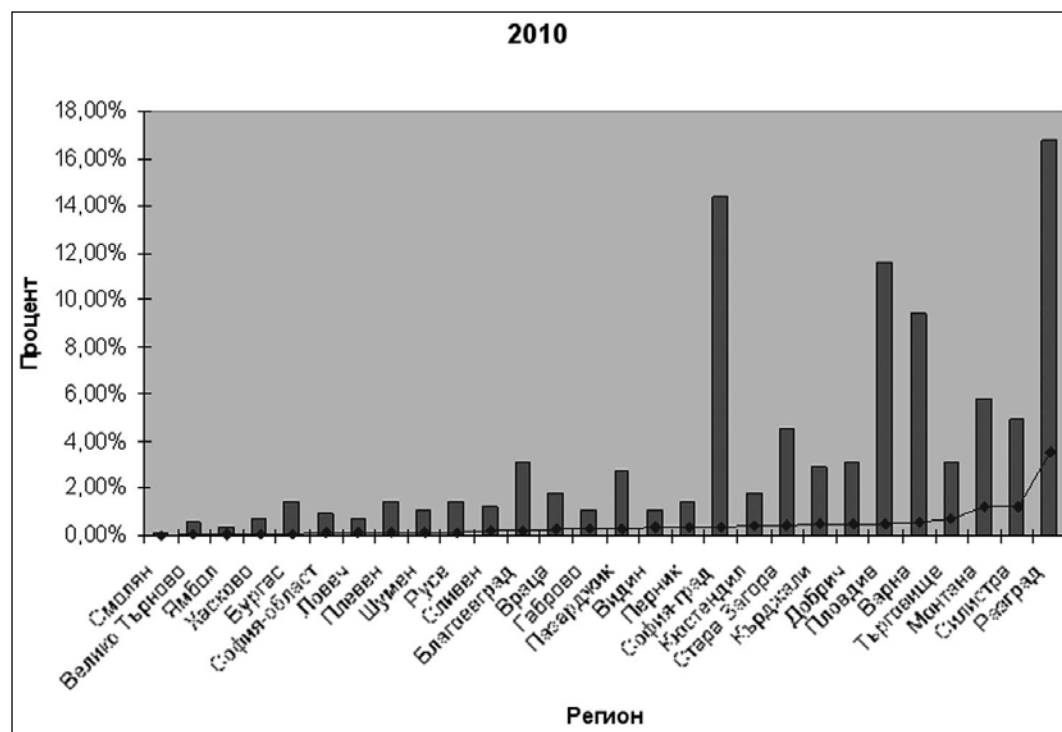
ДЗИ по ФА 2010

Интересна е картината за 2010 г. За първа година на челно място по брой явили се излиза град, който е с население приблизително 10 пъти по-малко като население от втория (Пловдив) и третия (Варна) град в България, а именно Разград (фиг. 10).



Фиг. 10. Брой явили се по региони за 2010 г. (подредени възходящо)

Така на първо място за 2010 г. е Разград с 92 явили се зрелостника, следван от традиционните София-град с 79, Пловдив – 64, Варна – 52. На последно място отново са Смолян с 1 явил се, Ямбол – 2, В. Търново – 3, Хасково и Ловеч по 4 зрелостника.

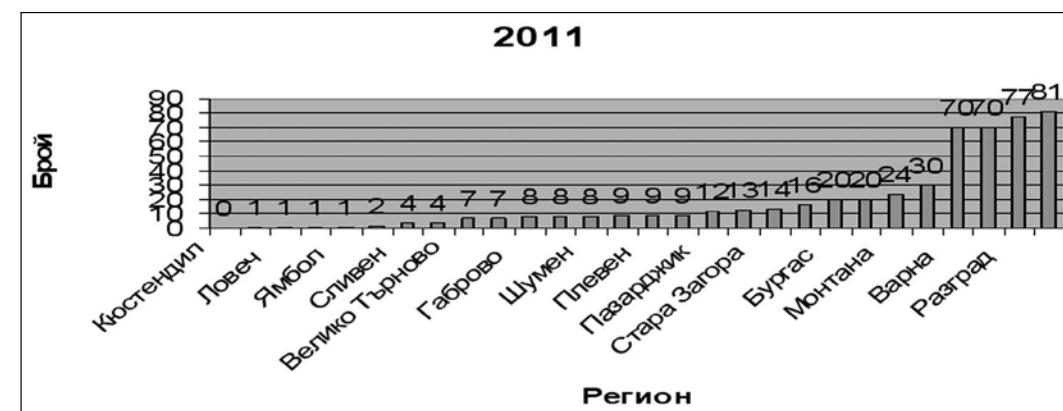


Фиг. 11. Процент и брой явили се по региони за 2010 г. (подредени възходящо по процент)

Както може да се очаква, картината на броят явили на ФА се спрямо общия брой зрелостници по всички матури се запазва същата, както през 2009 г. На първо място е Разград 92 на 2 566, следван от Силистра 27 на 2 178, Монтана 32 на 2 635, Търговище 17 на 2270 и Варна 52 на 8510, София-град (с 79 зрелостника) и Пловдив (с 64 зрелостника), независимо от високите стойности на явилите се зрелостници по ФА, остават извън челната петица, заради големият брой явили се на останалите матури 22 422 за София-град и 11 923 за Пловдив.

ДЗИ по ФА 2011

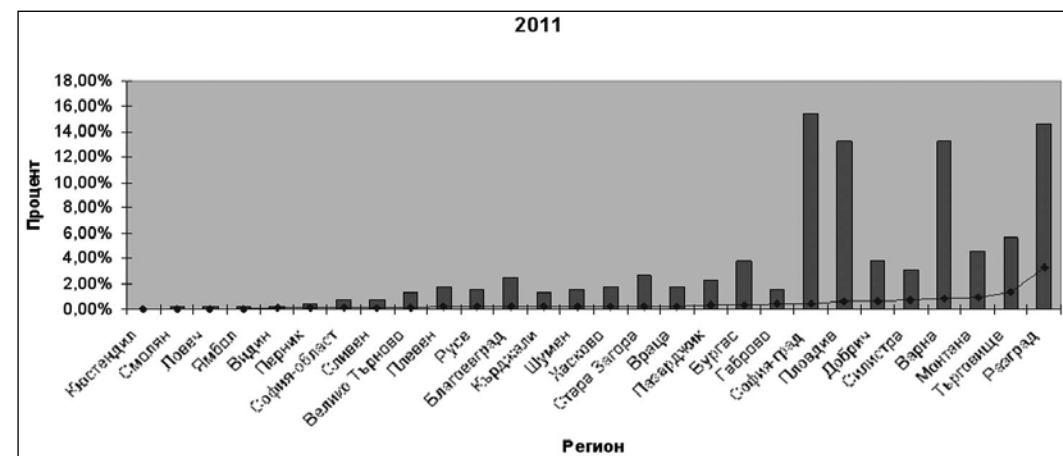
През 2011 г. на първо място по брой явили се е София-град – с 81 зрелостника, следван от Разград – 77, Пловдив и Варна по 70. Останалите региони имат по –малко от 50 явили се (фиг. 12).



Фиг. 12. Брой явили се по региони за 2011 г. (подредени възходящо)

Тревожна е постоянната тенденция на минимален брой явяващи се от региони като Видин – 1 явил се, Ямбол, Смолян – всички с по 1 зрелостник, а в Кюстендил няма нито един явил се.

На първо място е Разград с 77 на 2366, следван Търговище 30 на 2 186, Монтана 24 на 2569 и Варна 70 на 8515 и от Силистра 16 на 2 212. София – град е на осмо място (с 81 зрелостника на 21 513), а Пловдив на седмо (с 70 зрелостника на 11 514).



Фиг. 13. Процент и брой явили се по региони за 2011 г. (подредени възходящо по процент)

Като обобщение може да се каже, че има градове, които успяват да поддържат относително висок брой на явяващи се на матура по ФА като Разград и София-град.

Същевременно е редно да се отбележи, че съществуват региони, в които или броят на явяващите е много нисък – Ямбол, Видин, Смолян (във всичките изброени градове има или обсерватория или планетариум, или и двете) – с по 1 зрелостник всяка година. Има и региони, като Кюстендил, в които през изминалата година не се е явил и 1 зрелостник.

Анализ по училища

С цел по-детайлна информация, извършихме анализ на броя училища, от които са се явили най-висок процент зрелостници по ФА за периода 2009 – 2011 г.

Табл. 3. Брой училища по години

Година	Брой училища
2009	170
2010	148
2011	148

През 2009 г. учениците, които са се явили на матура по ФА, са били от общо 170 училища, през 2010 и 2011 г. училищата вече са 148, т.е. може да се говори за стабилизиране след спад (табл. 3).

След проверка се установи, че има 49 едни и същи училища в страната, от които има всяка година зрелостници по ФА през 2009, 2010 и 2011 г. (поне по 1 човек) (табл. 4).

Табл. 4. Брой училища и ученици по години

Година	Брой ученици	Брой ученици от 49-те училища	Процент ученици от 49-те училища
2009	580	361	62%
2010	550	369	67%
2011	526	320	61%

Видно е от таблица 4, че за 2009 г. учениците, които са се явили на матура по ФА от тези 49 училища, формират 62 % от всички явили се на матурата по ФА.

Тези 49 училища формират 28,82 % от всички училища през 2009 г., явили се по физика (170 на брой), т.е. вижда се, че грубо 1/3 (28,82 %) от описаните училища дават малко под 2/3 (62 %) от явяващите се на матура по физика и астрономия.

За 2010 г. тези 49 училища формират вече 33 % от всички училища (148 училища), следователно се отчита, че отново приблизително 1/3 от училищата формират вече над 2/3 (67 %) от явяващите се на матура по физика и астрономия.

2011 г. тези 49 училища формират отново 33 % от всички училища (148 училища), като пак може да се каже, че приблизително 1/3 от училищата формират 61 % от явяващите са на матура по ФА.

Резултати по региони за училища, явили се на последните 3 матури по ФА с над 10 ученика

След като анализирахме участвалите на матура по ФА по региони, е редно да се проследи и каква е успеваемостта на взелите участие.

В следващите таблици са анализирани резултатите на училищата, явили се на последните 3 матури по ФА с над 10 ученика. Те са подредени по 3-степенна оценъчна скала спрямо резултатите на цялата популация.

Тук анализът не като брой, а като успеваемост, показва малко по-различна картина.

Оценките са агрегирани както следва – от 1 до 1,5 – под средното, от 1,5 до 2,49 –

средно, 2,5 – до 3 над средно. Броят точки от тестовите е подреден и разделен на три части – най-ниски 33%, средни и високи 33%.

На първо място излизат вече училища от регион Пловдив, София-град, Варна (табл. 6. а). Пловдив показва устойчиво добър резултат и през трите години, докато региони, излизачи начело в таблиците по брой явили се, тук са на дъното по успех – Търговище, Силистра и Кърджали (фиг. 14).

Табл. 5. а). Трестепенна оценка спрямо резултатите за страната				Табл. 5. б). Брой ученици, явили се на ДЗИ по региони				
	2009	2010	2011		2009	2010	2011	Средно
Пловдив	2,37	2,64	2,51	Пловдив	68	56	51	58
София – столица	2,27	3,00	2,27	София – столица	40	36	48	41
Варна	1,79	2,14	2,12	Варна	41	39	33	38
Разград	2,55	1,63	1,65	Разград	52	69	86	69
Монтана	1,87	1,67	1,67	Монтана	30	14	27	24
Търговище	1,47	1,61	1,57	Търговище	13	27	14	18
Силистра	1,38	1,55	1,55	Силистра	13	10	10	11
Кърджали	1,63	1,36	1,36	Кърджали	16	5	14	12

Специално трябва да се отбележи отново присъствието на регион Разград, който е в челната тройка по брой явили се (табл. 5. б), но успеваемостта е по-ниска от останалите региони (табл. 5. а и фиг. 14).



Фиг. 14. Разпределение на резултатите по ДЗИ ФА за последните три години по региони

Резултати на училищата, участвали в последните 3 години по ДЗИ ФА (с 10 и повече ученика)

В следващите три таблици са дадени резултатите на няколко училища от страната, анализирани по брой ученици (не по-малко от 10 за всяко училище) и успех – под средния, среден и над средния. Дадена е и средната стойност за училището.

Важно е да се отбележи, че в таблиците попадат висок процент от всички участвали ученици – 40, 17% за 2009 г., 46 % за 2010 г. и 37, 64% за 2011 г.

Самите училища са посочени към кой регион, община и населено място принадлежат, както и самото име на училището. Това би спомогнало на различни анализатори да потърсят евентуално добри практики сред тези училища.

През 2009 г. с най-висока средна стойност (2,82) е Професионална гимназия по електротехника и автоматика – София. Учениците, явили се на матура по ФА, са общо 11, но 9 от тях дават резултат над средния, а под средно няма нито един ученик.

На второ място се явява ГПЧЕ „Е. Йосиф“ от Пловдив със средна стойност 2,63 и общо 16 явили се ученика, от които 12 дават резултат над средния на изпита, а по 2 са дали резултат под среден и среден. На трето място идва ГПЧЕ „Ромен Ролан“ от Казанлък със средна стойност 2,31 (табл. 6).

В средата на таблицата специално внимание трябва да се отдели на СОУ „Йордан Йовков“ от Разград, от което училище са участвали и най-много ученици през 2009 г. – 50 на брой. Това представлява 8,6 % от всички ученици, явили се на матура по ФА през посочената година. Средният резултат на училището е 2,10, формиран заради броя ученици, дали резултат над средното – 19, 17 са дали среден и 14 под среден резултат.

Друго училище със сходен резултат е СОУ „Ал. Иванов – Чапай“ от Монтана. От това училище са участвали 30 ученика на матура, но средната стойност за училището е 1,87 (табл. 6).

На последно място идва Софийска професионална гимназия по електроника “Джон Атанасов”. Независимо от броят явили се – 13 човека, средната стойност за училището е 1,31, формирана главно на резултатите, дадени от учениците под средно ниво – 9 (табл. 6).

Табл. 6. Резултати на училищата, участвали през 2009 г. ПО ДЗИ ФА (с 10 и повече ученика)

Регион	Община	Населено място	Училище	Брой ученици според резултатите спрямо цялата популация (всички участвали във матурата по ФА)				Средна стойност на успеха за училището
				Под средния резултат (първи 33%)	Среден резултат (средни 33%)	Над средния резултат (най-високите 33%)	Брой ученици общо	
София-град	Столична	София	ПГЕА	0	2	9	11	2,82
Пловдив	Пловдив	Пловдив	ГПЧЕ „Е. Йосиф“	2	2	12	16	2,63
Стара Загора	Казанлък	Казанлък	ГПЧЕ „Ромен Ролан“	1	7	5	13	2,31
Пловдив	Пловдив	Пловдив	ПГМТ „Проф. Цв. Лазаров“	7	6	13	26	2,23
Разград	Разград	Разград	СОУ „Йордан Йовков“	14	17	19	50	2,10
Варна	Варна	Варна	ПТГ – Варна	7	8	6	21	1,95

Пловдив	Пловдив	Пловдив	СОУ „Св. Кл. Охридски“	5	2	4	11	1,91
Монтана	Монтана	Монтана	СОУ „Ал. Иванов – Чапай“	7	20	3	30	1,87
Кърджали	Кърджали	Кърджали	ПГЕ „Христо Ботев“	6	10	0	16	1,63
Сливен	Сливен	Сливен	ПГЕЕ – Сливен	8	5	0	13	1,38
Сливен	Сливен	Сливен	ПГ по КТС	9	4	0	13	1,31
София-град	Столична	София	СПГЕ	9	4	0	13	1,31

За 2010 г. на първо място отново е училище от гр. София, а именно Националната природо-математическа гимназия „Акад. Любомир Чакалов“. Средната стойност е 3,00 и тя е формирана заради факта, че всички явили се ученици (11) са показали успех над средния (табл. 7).

На второ място е СОУ “Свети Патриарх Евтимий” от Пловдив със средна стойност 2,93.

На трето място е Професионална гимназия по електротехника и електроника, отново от Пловдив с 2,44 средна стойност за училището (табл. 7).

В средата на таблицата отново е училище от Разград – ПТГ “Шандор Петьофи”. Тук интерес предизвиква главно от големия брой, участвали в матурата – 81! Това дава цели 14,72 % от всички явили се на матура по физика през посочената година. За съжаление училището отива в средата на таблицата основно заради големият брой ученици, показали среден и нисък резултат – съответно 31 и 39, а едва 11 ученика са показали резултат над средния (табл. 7).

На последните две места са Професионална гимназия по механоелектротехника от София със средна стойност за училището 1,47 и ПГЕЕ „Кап. Петко Войвода от Кърджали с 1,36.

Табл. 7. Резултати на училищата, участвали през 2010 г. по ДЗИ ФА (с 10 и повече ученика)

Регион	Община	Населено място	Училище	Брой ученици с резултат спрямо цялата популация				Средна стойност за училището
				Под средно (първи 33%)	Среден резултат (средни 33%)	Над средното (най-високите 33%)	Брой ученици общо	
София-град	Столична	София	НПМГ	0	0	11	11	3,00
Пловдив	Пловдив	Пловдив	СОУ „Св. Патриарх Евтимий“	0	1	13	14	2,93
Пловдив	Пловдив	Пловдив	ПГЕЕ	2	5	9	16	2,44
Варна	Варна	Варна	ПГЕ	2	10	5	17	2,18
Пловдив	Пловдив	Пловдив	СОУ „Цар Симеон Велики“	2	11	0	13	1,85

Стара Загора	Казанлък	Казанлък	ПГ „Ив. Хаджи-енов“, Казанлък	4	9	1	14	1,79
Монтана	Монтана	Монтана	ПГЕ „Хр. Ботев“	10	16	1	27	1,67
Разград	Разград	Разград	ПТГ „Шандор Петьофи“	39	31	11	81	1,65
Силистра	Силистра	Силистра	ПГМТ „Владимир Комаров“	9	11	0	20	1,55
Търговище	Търговище	Търговище	ПТГ „Цар Симеон Велики“	6	4	1	11	1,55
София-град	Столична	София	ПГМЕ	8	7	0	15	1,47
Кърджали	Кърджали	Кърджали	ПГЕЕ „Кап. Петко Войвода“	9	5	0	14	1,36

За 2011 г. отново на първо място е Националната природо-математическа гимназия „Акад. Любомир Чакалов“. Средната стойност отново е 3,00, формирана този път от 18 ученика и всички дали резултат над средното (табл. 8).

На второ място излиза ПТГ „Цар Симеон Велики“ от Търговище със средна стойност, 2,18, формирана от 17 явили се ученика.

На трето място, (както и миналата година), е Професионална гимназия по електротехника и електроника, от Пловдив с 2,13 средна стойност за училището.

В дъното на таблицата са училищата ПГЕЕ „К.Фотинов“ от Бургас, ПГТЛП от гр. Попово и ПТГ „Шандор Петьофи“ от Разград. Любопитно е, че независимо, че отново от ПТГ „Шандор Петьофи“ от Разград са участвали най-много ученици от всички училища – 67 (12,73 %), средната стойност на училището е 1,58, дължащо се на високия брой ученици, дали среден или под среден резултат – 38 под средния и 19 среден, спрямо едва 10 над средния (табл. 8).

Табл. 8. Резултати на училищата, участвали през 2011 г. по ДЗИ ФА (с 10 и повече ученика)

Регион	Община	Населено място	Училище	Брой ученици с резултат спрямо цялата популация				Средна стойност за училището
				Под средно (първи 33%)	Среден резултат (средни 33%)	Над средното (най-високите 33%)	Брой ученици общо	
София-град	Столична	София	НПМГ „Акад.Л.Чакалов“	0	0	18	18	3,00
Търговище	Търговище	Търговище	ПТГ „Цар Симеон Велики“	1	12	4	17	2,18
Пловдив	Пловдив	Пловдив	ПГЕЕ	6	15	10	31	2,13
Варна	Варна	Варна	ПГЕ	5	12	2	19	1,84

Монтана	Монтана	Монтана	ПГЕ „Х.Ботев“	6	7	1	14	1,64
Силистра	Силистра	Силистра	ПГМТ „Вл. Комаров“	5	4	1	10	1,60
Разград	Разград	Разград	ПТГ „Ш.Петьофи“	38	19	10	67	1,58
Търговище	Попово	Попово	ПГТЛП	9	1	0	10	1,10
Бургас	Бургас	Бургас	ПГЕЕ „К.Фотинов“	11	1	0	12	1,08

Анализ на кандидат-студентите във Физически факултет (ФЗФ) на Софийски университет

С оглед проверка доколко матурата по ФА представлява дългосрочна перспектива за учениците, а именно да следват физика, направихме сравнение на кандидат-студентите в СУ „Св. Климент Охридски“ спрямо техните желания, посочената матура като вход и явилите се на конкурс.

Предположението ни е, че посочилите физика като първо желание¹ кандидат-студенти представляват общият брой кандидат-студенти, а сборът от посочилите матура по ФА и явилите се на кандидат-студентски изпит е приблизително равен на общия брой кандидат-студенти за Физическия факултет на СУ „Св. Климент Охридски“ (табл. 9 и 10).

Табл. 9. Посочено ДЗИ като вход за университета и явилите се на конкурс

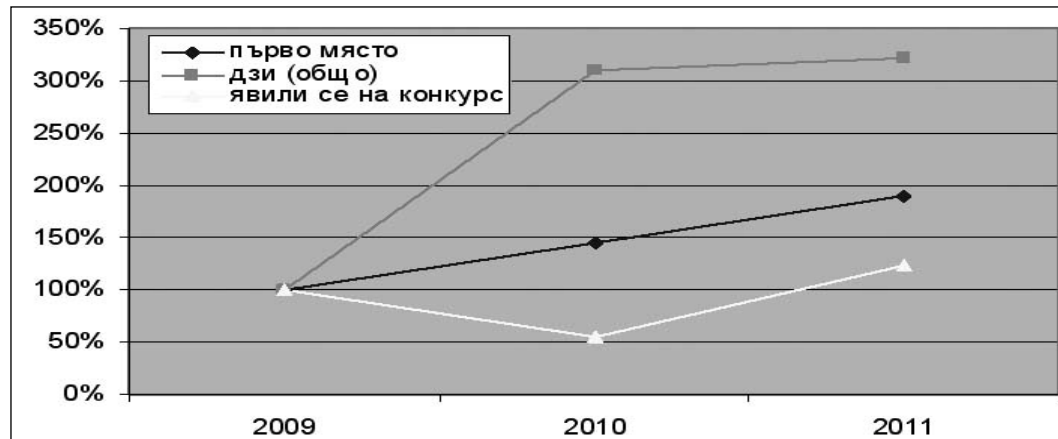
Година	Първо място	Посочен ДЗИ	Явили се на конкурс
2009	142	41	109
2010	206	127	60
2011	269	132	135

По-малкото число, получено от сумата на ДЗИ + явили се на конкурс, се дължи най-вероятно на кандидат-студентите, участващи само по документи, например при зъори от различни национални и международни олимпиади.

Табл. 10. Процентно разпределение на кандидатствалите във ФЗФ на СУ през годините 2009, 2010 и 2011 г. на база брой от 2009 г

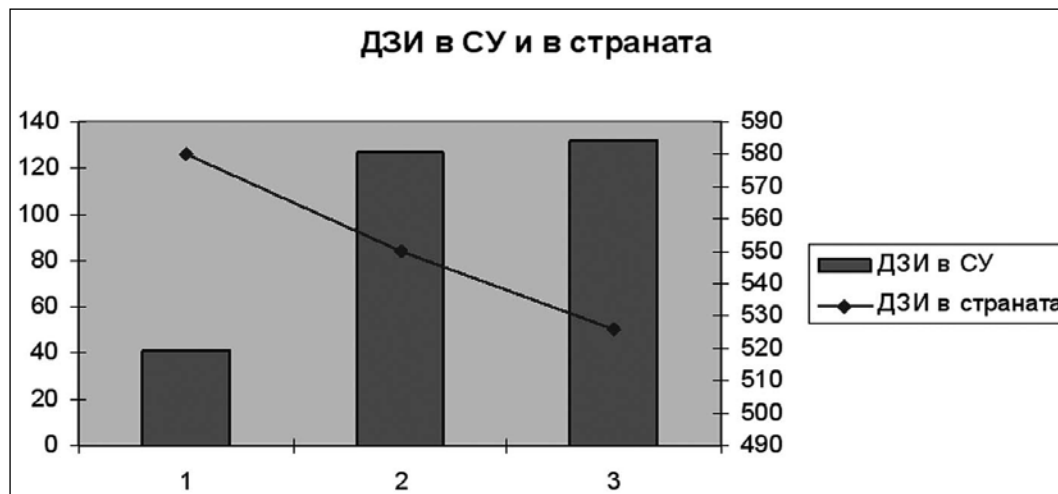
	2009	2010	2011
Първо място	100%	145%	189%
ДЗИ (общо)	100%	310%	322%
Явили се на конкурс	100%	55%	124%

Логично, най-голям интервал се отчита между заявления ДЗИ като вход за СУ и конкурсния изпит през 2010 г. (фиг. 15). Тогава като вход с ДЗИ са посочили 127 човека, съответно явилите се на конкурс са 60 (табл. 10).



Фиг. 15. Сравнение между заявите ДЗИ като вход за СУ и участниците в конкурсните изпити през 2009, 2010 и 2011 г.

Интересно се развива положението при посочването на матура като вход спрямо общия брой явили се на матура по ФА в страната (фиг. 16). Докато общият брой за страната постепенно намалява, то посочената матура като вход за СУ се увеличава – 41 през 2009, 127 за 2010 и 132 за 2011 г.



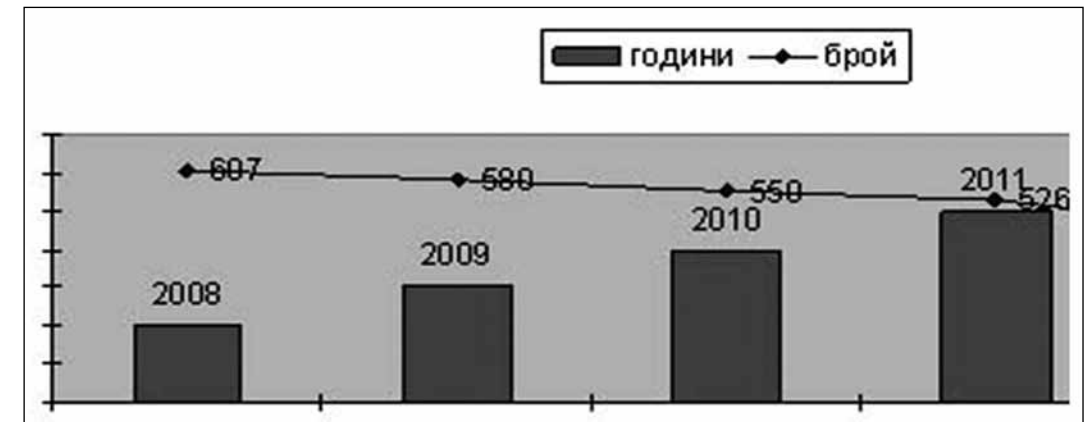
Фиг. 16. Посочването на матура като вход в СУ спрямо общия брой явили се на матура по ФА в страната

Тези стойности показват устойчив резултат, който кореспондира с предположението, че явяването на матура по ФА е с дългосрочна цел в съзнанието на учениците.

Същевременно трябва да се направи и предположението, че подобна устойчивост е до известна степен и химерна, понеже общият брой на явяващите се на матура по ФА намалява.

Основни изводи и обсъждане

Очевидна е тревожната тенденция броят на явяващите се да намалява с всяка изминала година – от 607 ученика през 2008, 580 – 2009, 550 – 2010 и 526 – 2011 (фиг. 17).



Фиг. 17. Брой явяващи се през годините на матура по ФА

Броят на зрелостниците, явяващи се на матура по ФА през всяка от годините, в които се провежда зрелостен изпит, е изключително ниска – 0,8 % през 2008 г., 0,39 през 2009 г., 0,8 за 2010 и 2011 г. (табл.11. а) и 11. б.)

Табл. 11. а) Процент явили се на матурата по ФА спрямо останалите матури 2008 г.

Изпит	Процент
География и икономика	45,0%
Математика	15,5%
Биология и здравно образование	10,7%
Английски език	10%
История и цивилизация	8,7%
Философски цикъл	3,3%
Немски език	2,0%
Френски език	1,3%
Химия и опазване на околната среда	1,0%
Руски език	0,8%
Физика и астрономия	0,8%
Испански език	0,5%
Италиански език	0,2%

Табл. 11. б) Процент явили се на матурата по ФА спрямо останалите матури 2009 г.

Изпит	Процент
География и икономика	21,91
Математика	8,13
Английски език	5,40
Биология и здравно образование	5,35
История и цивилизация	4,37
Философски цикъл	1,65
Немски език	1,01
Френски език	0,72
Химия и опазване на околната среда	0,49
Руски език	0,40
Физика и астрономия	0,39
Испански език	0,28
Италиански език	0,08

По-малък брой желаещи за явяване на матура има само за два чужди езика (италиански и испански), които традиционно са с по-ниска популярност от останалите чужди езици, като английски, френски и немски език. Единствено през 2011 г. има друг предмет, свързан с природните науки – Химия и опазване на околната среда, който е с по-нисък резултат – 0,7 % (440 зрелостника) (табл. 12 а и 12 б.).

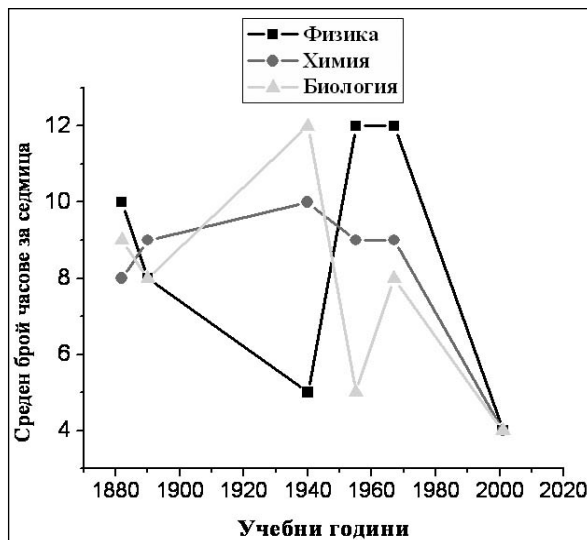
Табл. 12. а) Процент явили се на матурата по ФА спрямо останалите матури 2010 г.

Изпит	Процент
География и икономика	44,8%
Английски език	13,1%
Биология и здравно образование	12,6%
Математика	10,4%
История и цивилизация	8,8%
Философски цикъл	4,1%
Немски език	1,8%
Френски език	1,3%
Руски език	0,9%
Химия и опазване на околната среда	0,8%
Физика и астрономия	0,8%
Испански език	0,5%
Италиански език	0,2%

Табл. 12. б) Процент явили се на матурата по ФА спрямо останалите матури 2011 г.

Изпит	Процент
География	33,3%
Биология и здравно образование	18,8%
Английски език	15,3%
Математика	9,5%
Философски цикъл	8,8%
История и цивилизация	7,8%
Немски език	1,8%
Френски език	1,4%
Руски език	0,9%
Физика и астрономия	0,8%
Химия и опазване на околната среда	0,7%
Испански език	0,6%
Италиански език	0,2%

Като екстраполираме, то дори след около 3 години броят на явилите се ще е около ~ 350, т.е. очевидно е, че ако не се предприемат различни радикални мерки, то следвайки тенденцията след няколко години явяващи се на матура по ФА просто няма да има. Следствията от това ще са няколко и нито едно от тях няма да е приятно: часовете по физика и астрономия в училищата ще бъдат изключително уязвими на редуциране. И подобна редукция би била защитима, примерно от МОНМ, като просто бъде посочен ниския брой на желаещите за явяване на матура по ФА спрямо общия брой часове на



Фиг. 18. Сравнение на часовете по природни науки от 1880 досега

седмица по физика и астрономия в училищата, сравнявайки ги по броя часове по останалите предмети заедно с броя на желаещите да се явят по тях.

Тази тенденция не бива да се игнорира, предвид факта, че часовете по природните науки в училищата по сегашния учебен план в сравнение със старите учебни планове са достигнали най-ниското си ниво [1] от Освобождението от турско робство досега (фиг. 18).

Оттук възможността физическите факултети да бъдат захранени със студенти по физика ще падне драстично, водейки след себе си невъзможност за покриване на

хорариума на преподавателите, което означава и рестрикции (ранно пенсиониране, намалена заплата) на преподавателите по физика в университетите.

Намаляването на учениците, респективно на студентите по физика, ще доведе и до невъзможност да се намерят научни кадри и за физическите институти на БАН.

Тревога буди и фактът, че на територията на региони, в които има или действащи обсерватории на БАН (Видин), или планетариуми (Ямбол), или и двете (Смолян) няма изобщо явили се (Видин), или има по 1 явил се всяка година.

На тази тревожна тенденция трябва да се обърне сериозно внимание от всички заинтересовани страни.

Препоръки

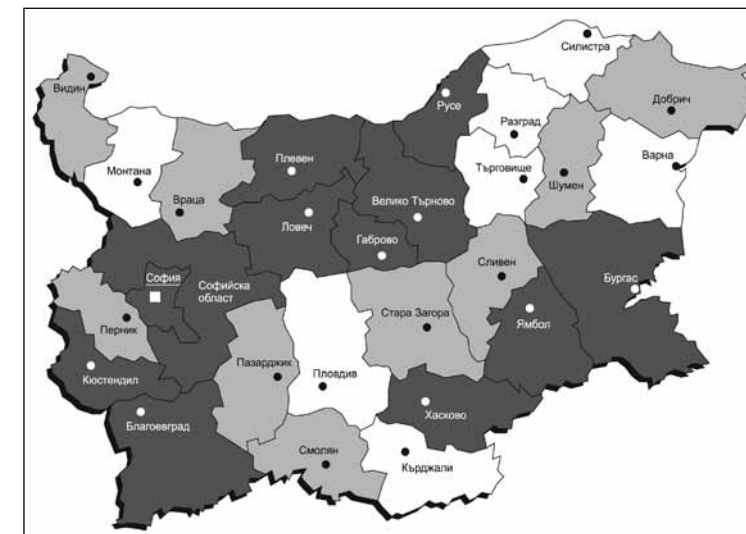
Като някакъв изход може да се посочи активизирането на клоновете на Съюза на физиците, които в регионите с ниско участие на ученици на матура по ФА, да развият по-активна дейност (популяризиране на физиката, демонстрации и пр.).

До известна степен може да подпомогне евентуални дейности в тази посока, предложената по-долу карта (фиг. 19).

На нея с различни оттенъци са показани региони в зависимост от процента явили се през годините на матура по ФА.

С тъмен цвят са дадени регионите с най-ниско участие през години, със сив – среден резултат явили се, с бял най-висок.

Също така е редно да се обърне специално внимание на онези училища и по-специално на учителите в тях, благодарение на които има все още явяващи се ученици



Фиг. 19. Карта на страната по осреднен процент за четирите години явили се на матура о ФА

на матура, особено на онези училища, които генерират, и очевидно добре мотивират, най-голям брой явяващи се.

Например ПТГ „Шандор Петьофи” – Разград, СОУ „Йордан Йовков” – Разград, СОУ „Ал. Иванов – Чапай” – Монтана, ПГМТ „Владимир Комаров” – Силистра. Професионална гимназия по електро-техника и електроника – Пловдив и ПГМТ „Проф. Цв. Лазаров” – Пловдив.

Тук трябва да се посочи, че във въпросните училища е възможно да се открие и анализира добра училищна практика, която би могла да бъде приложена и сред останалите училища.

Същевременно Съюзът на физиците би могъл да се ангажира с ежегодни учителски награди, които да бъдат не само морални, но и материални.

Като начало би било добре учителите по физика, в чиито училища има най-голям брой явяващи се ученици на зрелостен изпит по физика, да бъдат насърчени в дейността си като бъдат номинирани за участие в някои от учителските конференции, например в Дубна или ЦЕРН. Изпращането на учители в Дубна от страна на Съюза на физиците е напълно реализируема дейност, предвид факта, че именно СФБ номинира пред Агенцията за ядрено регулиране всяка година двама учители по физика от страната.

Доколкото от миналата година участниците в учителската конференция в ЦЕРН за учители се определя от МОМН, Съюзът на физиците може да подкрепи финансово един участник, независимо от финансирането от МОМН.

Посещението и обмяната на опит би възнаградило поне малко усилията на онези учители, които с все повече и големи усилия успяват да мотивират своите ученици.

Също така усилията на Съюзът на физиците биха могли да се насочат към кандидатстването с различни образователни проекти пред различни институции. Например Съюзът на математиците има разработен и спечелен проект с името „Ученически институт по математика и информатика“, като отпуснатите пари от Фондация „Америка за България“ са на стойност 206 500 лв за период от три години [5]. В резюмето на проекта се посочва, че „Фондация „Америка за България“ ще подкрепи УЧИМ, за да продължи да привлича и мотивира ученици от 8 до 12 клас за самостоятелна творческа работа чрез разработване на проекти под научното ръководство на учители, университетски преподаватели и научни работници. Лекции и семинари, водени от изтъкнати специалисти, ще запознават учениците с последните достижения в сферата на математиката и информатиката. Под ръководството на своите преподаватели, младите математици ще работят върху изследователски проекти и ще докладват своите разработки на национални научни форуми. Всяка година 40 ученика, подбрани въз основа на представените от тях проекти, ще участват в летни изследователски школи и работни семинари.“ [5]

Друг успешен пример е проектът на фондация Фондация „Миню Балкански“, който отново е финансиран от Фондация „Америка за България“ с 30 000 лева за период от 10 месеца [6]. В резюмето на проекта се посочва, че „Проектът ще обучи 50 учители за работа с таланти деца в сферата на математиката, физиката и информатиката. Курсовете ще се водят от преподаватели от Софийския университет, БАН и водещи специалисти. <> Квалифицираните учители ще допринесат за още по-добрите постижения на учениците при участията им в национални състезания и олимпиади и ще спомогнат за развитието на техните умения и заложби.“ [6]

Какво пречи и нашият Съюз на физиците да разработи и управлява проекти с подобни цели? Това е особено наложително, понеже се натрапва изводът, че можем точно да посочваме образователните проблеми, но други да стават част от решението им.

Заклучение

Разбира се, тук е мястото да се посочи, че основна роля в овладяването и решаването на подобни образователни проблеми пада върху държавата и че една неправителствена организация, независимо колко е голяма, няма да има силите да се справи сама с посочените проблеми. А снизходителното отношение на държавата е очевидно!²

Например след фиаското на лятната олимпиада в Лондон се оказа, че българската държава е заделила премии за спортистите, които възлизат на 1 260 000 лв., като това са пари само за премии за класиране. Шокиращо е, че премии ще бъдат раздадени и на спортисти, заели и пето място – от 20 000 до 50 000 лева. [7].

Отделно има „инвестирани“ точно 32 103 285 милиона левове за 2011 г. в подготовката на спортистите само по програма „олимпийска подготовка“! [8].

На този фон МОМН реализира национална програма, с името „С грижа за всеки ученик“, в която има модул „Осигуряване на обучение на талантиливи ученици за участие в ученическите олимпиади“ [9]. Бюджетът на модула...е: 800 000 лв., в т. ч. средства за мониторинг, а учениците са 3 000. Т.е. ако разделим заделената сума на броя ученици, ще се окаже, че на един ученик се падат точно ...266,66 лв.

За сравнение Фондация „Америка за България“ финансира (отново!) Сдружението на ръководители на българските олимпийските отбори по природни науки с 1 190 000 лв., за „подготовката и участието на българските олимпийски отбори по природни науки в международни олимпиади и състезания за срок от три години“ [10], т.е. парите, отпуснати от една неправителствена организация, надхвърлят парите, отпуснати от държавата.

Горчиво заключение

В заключение може да се направи следната съпоставка: налети милиони в спортните федерации в България, резултат – 2 медала от тазгодишната лятна олимпиада. За информация броят на спечелените медали от българските спортисти на летните олимпийски игри в Сидни (2000), Атина (2004), Пекин (2008) Лондон (2012) и зимните олимпиади в Солт Лейк Сити (2002), Торино (2006) и Ванкувър (2010) са точно 34 [11]. А българските ученици само за период от един месец – от 4 юли до 4 август 2012 г. – са спечелили на 8 олимпиади общо 55 медала – 23 златни, 17 сребърни и 15 бронзови!²

Така например българският отбор по информатика е с най-висок резултат в 19-ата централно-европейска олимпиада. [13]

С три медала се завръщат участниците в международната олимпиада по химия във Вашингтон, с 273 състезатели от 72 страни.

С два златни и един бронзов медал се завръщат победителите в X Международна олимпиада по математическа лингвистика в Словения [12].

Със седем медала – 4 златни, 1 сребърен и 3 бронзови, са отличени младите математици на международната олимпиада в Тайван.

Две шампионски купи, 8 златни и 8 сребърни медала печелят ученическите ни отбори на международното състезание в Хонконг (Китай) с участието на 40 отбора от цял свят. [13]

Злато, сребро и бронз завоюва и средношколският ни тим на Международната олимпиада по физика в Талин, Естония. Конкуренти са отбори от 82 държави. [13].

Два сребърни и два бронзови медала печели ученическият отбор на България печели и четири медала на Олимпиадата по астрономия и астрофизика в Рио де Жанейро. [14].

Като говорим за снизходително отношение, срамен (поне за автора на статията) е фактът около “награждаването” от МОМН на участниците в 22-рата международна олимпиада по биология в Тайван. На олимпиадата нашите ученици завоюват един сребърен и два бронзови медала сред 227 участника [15]. За награда министърът на образованието дарява ръководителите на отбора и учениците ...с по една флашка.

Изводите може всеки сам да си ги направи...

Забележки

1– Има се предвид специалностите, по които се приемат студенти във ФзФ на СУ „Св. Климент Охридски” – астрофизика, метеорология и геофизика, инженерна физика, квантова и космическа теоретична физика, комуникации и физична електроника, Медицинска физика, оптометрия, физика, физика и информатика, физика и математика, фотоника и лазерна техника, ядрена техника и ядрена енергетика

2 – Данните за медалите на учениците ни са към 16 август, 2012 г.

Литература

[1] Замфиров, М. Педагогически подходи в обучението на ученици със специални образователни потребности по Човекът и природата. Университетско издателство, София, 2012

[2] МОМН. Държавен зрелостен изпит по физика и астрономия 19 май 2011 г. – Вариант 2 (свалено от mon.bg/opencms/export.../dzi2011/DZI_phizika_19mai_2011.pdf)

[3] Матури са проведени за първи път в България преди 130 години (свалено от <http://www.zamaturite.bg/>)

[4] Държавен зрелостен изпит по физика и астрономия (свалено от <http://www.zamaturite.bg/help-advice/Darzhaven-zrelost-en-izpit-po-Fizika-i-astronomiya.html>)

[5] Ученически институт по математика и информатика (свалено от <http://www.americaforbulgaria.org/grants/view/w6nrd9mG>)

[6] Подготовка на учители за работа с таланти деца в областта на математиката, физиката и информатиката (свалено от <http://www.americaforbulgaria.org/grants/view/ySpuuWJ>)

[7] 750 000 лева премия за волейнационалите (свалено от <http://www.sportal.bg/news.php?news=380859>)

[8] Отчет за степента на изпълнение на утвърдените политики и програми на Министерство на физическото възпитание и спорта за 2011 г. (свалено от http://mpes.government.bg/Documents/Ministry/2500_PROGRAMEN_OTCHET_2011.pdf)

[9] Национална програма „С грижа за всеки ученик” (свалено от http://www.mon.bg/opencms/export/sites/mon/left_menu/projects/national_programs/2011pr7_grizha-vseki-uchenik.pdf)

[10] Български олимпийски отбори по природни науки (свалено от <http://www.americaforbulgaria.org/grants/view/j0osbN42>)

[11] Програма за олимпийска подготовка 2011 (свалено от http://mpes.government.bg/Documents/Programs/Programa_Olimpijska_podgotovka.pdf)

[12] Успехи на българските ученици и на международната олимпиада по математическа лингвистика (свалено от http://www.minedu.government.bg/news-home/2012/12-08-06_IOL.html)

[13] Горещите! Много са медалистите (свалено от <http://m.trud.bg/Article.aspx?Id=1500624>)

[14] Български астрономи взеха четири отличия (свалено от <http://www.cross.bg/1322235>)

[15] Нови успехи на български ученици от международни състезания (свалено от http://www.minedu.government.bg/news-home/2009/11-07-19_uspehi_sustezania.html)

Благодарности

Авторът изразява своята голяма благодарност на г-жа **Н. Кристанов**, директор на Центъра за контрол и оценка на качеството на училищното образование и на **Д. Бабамов**, заместник-директор на Университетски изчислителен център, за оказаното съдействие.

Посетете нашия сайт
WOP.COINTECH.NET

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

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

ТЪГАТА НА ФИЗИКА

„Познаването на много науки ни е от полза дори когато разискваме на други теми; то проличава и изпъква дори там, където най-малко сме очаквали”

Публий Корнелий Тацит (56-117)

„Диалог на ораторите”



Преди няколко месеца, в разгара на истеричните „защити” на съдбата на БАН, един по-млад колега задъхано подкрепи каузата с факта, че се е появила книга със заглавие „Физика на тъгата” на Георги Господинов (Изд. Жанет 45, 2012). По случайно стечение на обстоятелствата аз вече си я бях купил и се наслаждавах на текста.

Спомням си, че в началото на 90-те години на миналия век (звучи ефектно – „миналия век”!) появяването на нов седмичник – „Литературен вестник” беше събитие. А когато „шайката” млади автори (така бяха наречени в един ретрограден седмичник), изявявайки се като млади бунтари, се превърнаха в едно от кондензационните ядра на демократичните тенденции сред мислещата интелигенция – това вече беше обществено значимо явление... Изявена фигура сред тях беше и авторът на

спомената книга. Днес Георги Господинов (р. 1968 г.) е вече известен и утвърден литературен творец с няколко романа, поезия, пиеси и множество преводи в чужбина. Или, както бихме казали днес ние („научните работници”, както бяхме наричани в онези времена) – с висок Impact Factor!

През последните две десетилетия в сравнително буйния поток от стойностни преводни книги, признавам, следях техните изяви епизодично, с периферното си внимание. А пък с годините моят хоризонт се стесни, техните интереси се разшириха и преляха в широката съвременна европейска проблематика на хуманитарните науки, а пък, както е естествено, всеки от тях тръгна и продължи по отредената му жизнена и творческа траектория. Не съм *литературен специалист за експертиза* и съм далеч от претенции към такива занимания и сега нагаждането ми в тази почва е обоснован повече от емоционални подбуди, а като оправдание мога да посоча непредпазливостта на възрастовите особености. Казано е, *има някаква граматика на остаряването. Детството и младостта са пълни с глаголи. Не те свърта на едно място. Всичко в теб расте, блика, развива се. После глаголите постепенно се сменят със съществителните на средната възраст. Деца, коли, работа, семейство – съществителните неща на съществителните. Остаряването е прилагателно. Навлизаме в прилагателните на старостта – бавни, безбрежни, мъгливи, хладни или прозрачни като стъкло.*

Нека обаче подчертая, че въпреки поколенческата разлика, съпреживяването при четенето на книгата беше за мен удоволствие. Следвайки съвета на Свети Августин, Ге-

орги Господинов смело навлиза в полята и ширните обиталища на паметта, където се намират съкровищата от неизброими образи ... А що се отнася до физиката, във *Физика на тъгата*, слава богу, в книгата няма много физика, а когато авторът се позовава на нея (физиката) – метафората е напълно сполучлива. Но пък колко много сочна тъга има, каква ароматна меланхолия ... Да не говорим за иронията – младите знаят защо (и има за какво) ...

Ех, най-накрая изплюх думата: **метафора**. И сега искам да изплача мъката си по нейната употреба (и злоупотреба), пък и да оправдая този мой орус. Тя, темата е голяма, широка и дълбока, не е за моята уста лъжица, но щом съм загребал с черпака ...

Метафора (от гръц. *metaphor* = пренасяне) е стилна фигура, при която качествата на одушевени предмети се пренасят на отвлечени неодушевени, и обратното, при което въз основа на сходство или близост се пренасят качествени характеристики, разширява се смисловия обем на думата за сметка на възникването и засилване на експресивните му свойства; метафорите помагат на мисълта, събуждайки видими образи.. Тя е дефинирана още от Аристотел и е основен елемент в поезията и художественото творчество. Да споменем, че юдо-християнската религия (Стария завет) е изграден в основната си част чрез метафорични разкази... Да не говорим за Източната философия (будизъм, конфуцианство) потопена в метафорни образи и съотнасяния. Може да се каже, че метафората може да се разглежда като своеобразен „концентрат” на информация.

Както е известно, без конкретна хипотеза никой учен не е в състояние да се приближи към нови територии на познанието. А по своята същност хипотезата е упражнение на въображението и то от най-висок порядък, така че при формирането на хипотезата не рядко „зараждаща” роля играе стилистичното литературно средство, наречено метафора. Физиците отдавна умело жонглират с нея и често тези бляскави и ефектни попадения преминават в дълбоките пластове на културата; с времето те се осмислят и рационализират в термините на гносеологията, стават популярни и отново се връщат в културния фон на човечеството. Всички знаем (и използваме, къде на място, къде не) прочутите Ян и Ин, с които Нилс Бор „изяснява” принципа си на допълнителност; „стила на мислене” на Макс Борн или „културния фон” на Ервин Шрьодингер, свързани с непреходните ценности, създадени от човечеството; „архетипите” на Волфганг Паули, свързани с безсъзнателните вродени идеи и тенденции на насока на мисленето... Като добавим крилатата фраза на Айнщайн: „Бог не играе на зарове”, спомним си „кварките” на Мъри Гел-Ман или „окосмените черни дупки” на Стивън Хоукинг и гарнираме с „Частицата-Бог” на Леон Ледерман – не е нужно да търсим повече ... Нека само отбележа, че авторите на останалите в историята на науката метафори, често след това се оказват ... Нобелови лауреати по физика.

Че физиците, обяснявайки явленията в микромира или астрофизиката, отдалечени от нас на невъобразими пространствени и времеви разстояния, описвани от сложни математични абстракции и логически конструкции, са принудени да употребяват понятия, изковани – по образ и подобие на света в който живеем, е тривиална и непреодолима истина. Но, това разбира се, не оправдава физиците, които често злоупотребяват с метафорите: все пак и учените са живи хора и не са равнодушни към модни увлечения, нито застраховани от „засечките” на гения, когато обаче то не е преминало в перчене с ерудиция, недоразу-

мения или плиткоумия. Но научните теории не са романи и техните термини имат точен смисъл, който се отличава от тяхната обикновена употреба и които се осмислят единствено в контекста на теоретико-експерименталната им обоснованост. Науката не е „текст” и учените рискуват, когато повърхностно използват готови метафори, употребявани в областта литературата или хуманитарните науки, често извлечени далеч от контекста.

Сега искам да използвам повода (без книгата на Георги Господинов да е дала каквито и да са основания за това!) да обърна внимание на обратната тенденция – пренасянето на понятия от точните науки в хуманитарните без каквото и да е концептуално обоснования или емпирична аргументация.

XX век се характеризира с разцвета и безапелационното налагане на съвременната наука, и скоро хуманитарните и социални дисциплини започват да претендират за статуса на природните науки. И често се позовават на принципи, методи или закономерности от конкретни научни области, доколкото те успяват да овладеят. Наистина смислената аналогия между две значими понятия може да бъде плодотворна, обаче що се отнася до рационалното мислене, преносът на качества от един предмет на друг, мисленето по аналогия, е нещо твърде рисковано, защото в науката метафорите се използват не само за аналогия или илюстрация, а за търсене на по-дълбок смисъл. Ролята на метафората, като правило, е да поясни непонятното, свързвайки го с по-известно.

Могат да се приведат безкрайно много блестящи сполучливи примери на гениални литературни или философски творби, използващи „природонаучни” метафори. Романи, който се градят по маниера на паралелните или пресичащи се траектории, паралелни вселени, огледални отражения, мрежи, разклоняващи се вериги или лабиринти, логическите операции, геометричните конструкции, шахматни партии ... Достатъчно е да се споменат Хорхе Луис Борхес, Хулио Кортасар, Итало Калвино, Роберт Музил, само няколко имена, които в момента ми идват на ума, ... Обаче, раздразнението на математици и физици по въпроси на професионалната им компетентия при използването на специфични термини от философи, водещо до мистификации, беше огромно. Те категорично отхвърляха претенциите на хуманитарите да разсъждават за предмети, които са усвоили в най-добрия случай до ниво на примитивна вулгаризация и поднасяно като някакъв (всякакъв) „постмодернизъм”. Обикновено това бяха метафори, приведени, съзнателно или не, за да подсилят фундамента или увеличат убедителността на аргументите им. Обаче стремежът да се използва престижа на точните науки, за да се придаде блясък на собствените разсъждения често преминаваше в закичване с лъжлива ерудиция, жонглиране с фрази, лишени от смисъл и игра с думи, преля чашата. Не всичко което е непонятно винаги е дълбокомислено, а да се формулират провокационни тезиси е ефектно, но непродуктивно. Злоупотребяване с научните концепции и терминологии необосновано, извън контекста, често водеше до интелектуален миш-маш и ... интелектуални капани. (Само един скромен пример: „*ерекционния орган като квадратен корен на отрицателна единица*” (Ж. Лакан)). Те бяха обвинени в демонстрация на мнима ерудиция, интелектуална недобросъвестност и епистемологична обърканост. Призоваха да не се имитират точните науки – и при тях има достатъчно много неразбрани и неясни до момента факти и явления... Разбира се, метафорите са безвредни, ако не се вземат толкова

на сериозно, но трябва да се има предвид, че предложените аналогии са често по-неясни, отколкото оригиналните явления, които би трябвало да пояснят. Достатъчно е метафорите да не се форсират отвъд границите на тяхната полезност.

Няма съмнение, и хуманитаристите могат да имат претенции, и вероятно основателни, към физици (и други „природоизпитатели”), които смело, но не винаги удачно, използват като метафора изковани и употребявани от тях думи, понятия и образи. Например, кварковите характеристики, наричани „красиви”, „чаровни”, „ароматни”... ; пък и колко физици са чели „Бдение над Финеган” на Джеймс Джойс за да осмислят метафората на Гел-Ман... Наистина, може да се посочи и обратната реакция: когато по времето на Великата френска революция Лавуазие (преди да бъде гилотиниран!) въвежда термините „карбонат”, „нитрат”, „сулфат” и пр., френските пуристи застават на нокти за „варварските слова, дразнещи слуха и нямащи нищо общо с духа на френския език ...

Все пак, за да не остане някой с невярното впечатление за търсене на някакъв антагонизъм или ревност между физици и лирици, нека за уверение цитирам големия американски поет Робърт Фрост: „Хората на науката и на изкуството, събрани на едно място, често се тревожат пред загатката в какво се различават. И едните, и другите работят с това, което знаят. Аз обаче подозирам, че най-съществената разлика е и начинът, по който се добиват до своето знание. Учените получават своето посредством съзнателна изчерпателност в строго проектираните коридори на логиката; поетите – уж разбъркано, както е казано и писано в книгите. Съзнателно те не се придържат към нищо, но допускат към тях да се задържат всякакви неща, сякаш вървейки из полето събират по себе си репей.” И конгениалният му колега-физик Шрьодингер го потвърждава: „Без метафори и науката, и изкуството са лишени от духовност”. Амин! [2]

А бе, май че колегата, който размахваше книгата на митинга беше прав: феодални старци като нас, *подгизнали от меланхолия* по отминалата ни младост или не толкова далечното минало на любимата ни БАН, използват всякакви поводи, основателно или не, да ронят сълзи, търсят (и оборват) опоненти и ревниво бранят извоюваната територия.

Но, моята тъга ще бъде още по-голяма, ако не опровергаете това, което Георги Господинов е подметнал на стр. 286, 3-и ред отгоре надолу в превъзходната си книга...

Н. Ахабабян

Бележки

[1] – Неслучайно преди близо две десетилетия възникна терминът „сокализъм”, след солената провокацията на Алан Сокал „*Нарушавайки границите: към трансформативната херменевтика на квантовата гравитация*” (*Transgressing the Boundaries: Toward a Transformative Hermeneutics of Quantum Gravity*), публикуван през 1996 в *Social Text*, v.46/47.

[2] – Като потвърждение на тази мисъл трябва да призная, че не разбрах много от тезите на някои отзиви за тази книга, появили се в няколко наши постмодерни седмичници, попаднали ми случайно под ръка ... Предполагам с основание и литератори от същата гилдия ще отминат с презрение и моите писания, ако случайно им попаднат пред окото. Да се надявам – не в устата...

СВЕТЪТ НА ФИЗИКАТА НА КОЛЪО БАЛАБАНОВ

проф. Н. Балабанов на 75 години!

Светът на физиката на Никола Балабанов е богат и плодотворен, защото знанията му са задълбочени, интересите – разнообразни, а хоризонтът му – широк. За своите конкретни научни приноси той е получил съответните научни степени, за многогодишната си преподавателска дейност е удостоен с полагащите му се научни звания, а за успешната административна дейност е получил заслуженото признание.

Не по-маловажни са, обаче, и неговите заслуги при популяризирането на природонаучните знания и специално на физиката у нас. За това говори обширната библиография на неговите научно-популярни опуси и най-вече – многогодишното му активно и плодотворно участие при списването на *Светът на физиката*, за което сега искам да свидетелствам. Всъщност, той участва – още през 80-е години – при бабуването на тогавашния *Бюлетин на СФБ*, превръщайки го в началото на 90-е в списание *Светът на физиката* – негов кръстник и пръв главен редактор. И ако тогава текстовете, нерядко представяни в ръкопис, се препечатваха на пишеща машина и след това размножавани на циклостил, се оформяха като *Бюлетин*, на вестникарска хартия, 32 стр. на книжка, 4 броя на година, в тираж стотна бройки. Вече близо две десетилетия *Светът на физиката* излиза редовно като прилично оформено списание, всяка книжка от 125 стр., богато илюстрирана в тираж 500 бройки. И това – с активното авторско участие на проф. Никола Балабанов. През всичките тези години той е бил и си остава един от носещите столери в редакционната колегия на списанието на Съюза на Българските физици.

Въпреки, често пренебрежителното отношение към тази дейност – писането на научно-популярни текстове и разпространението на научните знания, тя е достойна за уважение и признание. Всички, които са чели автобиографиите на големи учени, без съмнение си спомнят, с какво умиление те говорят за възникването на първите им интереси към науката, получени от четенето на, понякога случайно попаднало в ръцете им, научно-популярно четиво. Сега не е необходимо да обосноваваме тази теза, а и повечето от нас, ако си сложат ръка на сърцето, вероятно, ще трябва да признаят, че това били и повелите за първите им стъпки към попрището на научна или преподавателска дейност. Наистина, не всеки, който чете научно-популярни книги става голям учен, но много от големите учени са започвали така ... и впоследствие сами написали шедеври в този жанр.

Разбира се, оттогава до днес научно-популярната литература се е разгънала в доста широк спектър. Такава е и характеристиката на творчеството на проф. Балабанов в тази област: множеството интересни текстове – от актуалните съвременни научни изследвания до биографии на големи учени – от древността до наши дни, както и спомени и впечатления от видни наши съвременници, с които той е имал възможността да се среща или работи. По-голямата част от тях, първоначално публикувани в „Светът на

физиката”, впоследствие събрани в отделни книжки, той раздава щедро на колеги, преподаватели, студенти и ученици.

Независимо че в съвременния ускоряващо развиващ се свят, навлизащ стремително в информационната цивилизация, и този сегмент на културата променя своя облик: светът на Стив Джобс не е светът на Гутенберг. Ако интернетът ни доставя информация и справочни данни, то четенето ни подтиква към съпреживяване, размисли и познание. Защото това са дълбоките корени на научното знание. И проф. Балабанов си остава верен приятел на напечатаното слово. За съжаление, въпреки непрестанните безуспешни усилия да увеличим интереса към списанието, все пак „Светът на физиката” намери достатъчно *свои* постоянни читатели, които да подкрепят нашите усилия.

Не знам дали сред многобройните национални награди, ордени и титли, раздавани така щедро у нас, съществува и такава за популяризиране на науката. Но ако има – безспорно я заслужава проф. Никола Балабанов! А до тогава той може да се радва на признанието на многобройните си читатели и благодарностите на приятелите му от редколегията на списание *Светът на физиката*.

Н. Ахабабян



Изнесено заседание на Редколегията на "Светът на физиката", Гюлецица, 31.05.2008 г.

ОСНОВАТЕЛЯТ НА НАЦИОНАЛНАТА АСТРОНОМИЧЕСКА ОБСЕРВАТОРИЯ ПРОФЕСОР ДФН БОГОМИЛ КОВАЧЕВ НА 80 ГОДИНИ



На 17 август 2012 год. професор Богомил Ковачев ще отбележи своята 80-годишнина. По повод на този хубав юбилей е добре да си припомним, а по-младите читатели на „Светът на физиката“ да научат за постиженията на професор Богомил Ковачев. Много малко учени у нас имат такива големи заслуги към науката в България, като основаването на Националната Астрономическа Обсерватория (НАО Рожен) и на Института по астрономия при БАН.

Професор Богомил Ковачев е завършил физика в Софийския Университет „Климент Охридски“ през 1955 год. Същата година постъпва като редовен аспирант по астрономия във ФИ на БАН. Със заповед на Ръководството на Академията от 1958 год. той е

командиран в АН на СССР на дългосрочна специализация „за да се запознае с най-новите методи на астрофизиката и ги приложи в България“. По-късно Богомил Ковачев е на специализация повече от 3 години и във ФРГ. Той защитава кандидатска дисертация през 1961 год. и докторска дисертация през 1976 год. От постъпването му във Физическия институт на БАН през 1955 год., впоследствие в Секцията по астрономия той заема последователно длъжности на научен сътрудник III, II и I степен. От 1968 год е старши научен сътрудник II степен, а от 1983 год. е старши научен сътрудник I степен. Тук не е възможно и не е необходимо да се изброят всички многобройни длъжности и функции, които е изпълнявал професор Богомил Ковачев през 57 годишната си работа в БАН. Ще отбележа само, че от 1977 год. е директор на Националната Астрономическа обсерватория (НАО). В периода 1982 до 1989 год. е директор на Самостоятелната секция по астрономия с НАО и национален представител в Международния Астрономичен Съюз.

Както беше вече отбелязано по-горе неговите най-значителни постижения са основаването на Националната Астрономическа обсерватория (НАО Рожен) и на Института по астрономия при БАН. Още през 1962 год. Богомил Ковачев става инициатор за построяването на Национална Астрономическа Обсерватория с двуметров огледален телескоп. Построяването на НАО е предшествувано от значителна работа по избор на най-подходящото място за строителството. За тази цел той организира 12 станции и тригодишно изследване на астроклимата в България. Заедно с немски и съветски специалисти професор Богомил Ковачев изготвя заданието и за оборудването на обсерваторията. Предвидено е оборудването ѝ с 3 телескопа с куполи, сложни допълнителни съоръжения както и съвременна, често уникална за социалистическите страни приемна и обработваща данните от наблюденията апаратура. Най-крупният инструмент е 2-метровия огледален телескоп от нов тип, произведен в заводите на Карл Цайс в Йена, ГДР. В проектирането му участва активно професор Богомил Ковачев заедно с най-добри немски и

съветски специалисти. След построяването на двуметровия телескоп са проведени по приета негова програма прецизни изпитания, които показват някои негови дефекти. Следват тежки преговори с фирмата Карл Цайс, ръководени от професор Богомил Ковачев като представител на БАН, в резултат на което се сменя два пъти 2-метровото огледало на телескопа до постигането на зададените параметри. През цялото време професор Богомил Ковачев ръководи от българска страна научните въпроси свързани със строителството, монтажа и изпитанията на техниката в НАО. А тази техника освен оптичните телескопи включва и модерна приемна апаратура – проектирания от него уникален спектрограф, фотокамери и фотоприемници. За обработка на резултатите от наблюденията и управление на телескопите е доставен за първи път в социалистическа страна мощен компютър PDP-11/34.

След откриването на обсерваторията през 1981 год. професор Богомил Ковачев организира в нея наблюдателната дейност и научните изследвания. Получените резултати намират бързо международно признание. НАО като най-голямата астрономическа обсерватория в Югоизточна Европа става желан партньор в многобройни двустранни и многостранни сътрудничества с много страни, които няма да изброявам тук. Изграждането на обсерваторията е оценено от Председателя на БАН академик Ангел Балеvски „като едно от най-големите постижения на академията“ по време на неговото ръководство. Оценявайки добрата дейност на обсерваторията през 1987 год. Президиумът на БАН преобразува ССА с НАО в Институт по астрономия. Голямата заслуга за това е на професор Богомил Ковачев.

С тези няколко реда не е възможно да се опише напълно обширната, ползотворна 57-годишна дейност на професор Богомил Ковачев в БАН. Не може обаче да не се отбележат неговите научни постижения. Те са многостранни: от класическата сферична астрономия, физика на звездите, откриването на десетки нови галактики до намиране на нови методи за астрофизични наблюдения и изследвания. Те са публикувани в повече от сто научни публикации високо оценявани от наши и чужди учени.

Плодотворната научна и организационна дейност на професор Богомил Ковачев е високо оценена. Той е носител на „Златна значка на БАН“, медал „100 години БАН“, на орден „Червено знаме на труда“ и „Кирил и Методи I степен“. През 1986 год. той е удостоен със званието „Заслужил деятел на науката“. Сега той е номиниран в обявения конкурса за академици на БАН.

Научната работа на професор Богомил Ковачев получава високо признание и от колегите му в чужбина. От астрономическата обсерватория в Брюксел е предложено да се наименува новооткрит астероид на името на Ковачев. Ще отбележа още само, че немската фондация „Александър фон Хумболдт“ предоставя многократно стипендии на професор Богомил Ковачев за научна работа в Германия общо за период от 3 години. Освен това той получава като дарение от фондацията за НАО и Института по астрономия на научна апаратура и оборудване на стойност повече от 110000 ДМ, а от Астрономическия институт в Потсдам голям 50/70 см Шмидт телескоп за НАО. Професор Богомил Ковачев е активен член на Хумболдтовия съюз в България обединяващ бившите стипендианти на фондацията „Александър фон Хумболдт“.

Проф. Савчо Тинчев

Зам. председател на Хумболдтовия съюз в България

ЧЛ.-КОР. ЙОРДАН КАСАБОВ – ВИДЕН ПРЕДСТАВИТЕЛ НА ПРИЛОЖНАТА ФИЗИКА (по случай 20 години от смъртта му)



Приложната физика се развива и утвърждава в БАН и в нашата страна през 60-те и 70-те години на миналия век. Особена заслуга за нейното развитие и утвърждаване на високо ниво има чл.-кор. проф. дфн Йордан Касабов (1928-1992).

Той е роден на 16 август 1928 г. в село Троица, Шуменска област. Завършва специалността “Физика” в Софийския университет през 1952 г. Като студент е отговорник на кръжока по опитна физика при катедрата, ръководена от акад. Георги Наджаков, на когото е аспирант през периода 1952-1955 г. Йордан Касабов работи по физичните принципи на действие на селенови токоизправители. През 1955 г. публикува първите си

научни работи, а през 1956 г. защитава дисертация на тема “Структура на запиращия слой на селенови изправители”. Неговите изследвания и резултати в областта на физиката на селеновите изправители довеждат до създаване на технология, която намира приложение в предприятие на “Елпром” – София. През 1956 г. Йордан Касабов започва работа в областта на селеновите токоизправители във Физическия институт (ФИ) при БАН.

След специализация в Германия през 1960 г. Йордан Касабов се насочва към изследване на силиция и силициевите полупроводникови прибори като ръководител на лаборатория и секция “Силиций” и на Проблемната лаборатория по планарно-епитаксиални прибори и твърди схеми. В тази област Йордан Касабов осъществява първите си публикации и изобретение (1962), както и значителен брой научноприложни разработки за инсталации, апаратура и прибори, изработени в Базата за развитие и внедряване на Института – апаратура за безтегловно зонно топене на силиций, апаратура за рязане на силициеви монокристални, вакуумна апаратура за изтегляне на силициеви монокристали с висока чистота по метода на Чохралски, направа на редица силициеви прибори – планарно-епитаксиален транзистор, мощен високочестотен транзистор за приложение в телевизионното производство. През 1974 г. Йордан Касабов защитава втората си докторска дисертация на тема “Върху някои проблеми на МОС транзисторите и МОС интегралните схеми”.

Освен многостранната научноизследователска и приложна дейност на чл.-кор. Йордан Касабов в БАН и извън БАН, особено ценна и плодотворна е неговата организационна дейност. Той е ръководител на лаборатории, сектор, секция и проблемни лаборатории в БАН, директор е на Централния институт за елементи (1967-1974) и на Института по микроелектроника (1974-1979), зам. ген. директор на ДСО “Електронни елементи” – Ботевград (1973-1974), зам. директор на Единния център по физика при БАН (1982-1988), гл. редактор на научно-популярното списание на БАН “Природа” (1989-1992), директор на Централна лаборатория

за външни запомнящи устройства към Института по информационни и изчислителни технологии (ИИИТ) – БАН (1984-1989), член на Европейското физическо дружество (1978).

Ценна и ползотворна е и неговата преподавателска дейност в Софийския университет – от 1959 г. във Физико-математическия факултет и от 1963 г. във Физическия факултет, където изнася лекции по физика на полупроводниците и полупроводниковите прибори, както и по микроелектроника. Той създава голям брой специалисти и докторанти, които допринасят за развитие и утвърждаване физиката на полупроводниците и микроелектрониката у нас и в чужбина.

Чл.-кор. Йордан Касабов като учен, създател и организатор на микроелектрониката допринася нашата страна през втората половина на миналия век да разполага с модерна и съвременна технологична и научно-изследователска база и с екип от превъзходни специалисти за разработка и производство на полупроводникови и МОС прибори, както и на интегрални схеми, с което нашата страна заема достойно място в световната електроника.

Чл.-кор. Йордан Касабов е автор и съавтор на 112 публикации в наши и чуждестранни списания и сборници на научни прояви у нас и в чужбина. Негови 16 изобретения, като тези за сензори, са патентовани в Англия, Италия, Франция и Русия. Създал е 12 отраслови нормали за различни МОС интегрални схеми. Автор е на монографиите “Полупроводници и полупроводникови прибори” (1964), “Физика на повърхностните явления в полупроводници и МОС структури” (1977), “Физически основи на полупроводниковата микроелектроника” (1981), “По-ценен от диаманта” (1983), както и на голям брой научно-популярни статии и над 60 разработки, внедрени в практиката. Чл.-кор. Йордан Касабов участва активно при създаване и изграждане на двете промишлени предприятия – Завода за селенови токоизправители в София и Завода за МОС интегрални схеми в Ботевград.

Особено ценна и ползотворна е изобретателската дейност на чл.-кор. Йордан Касабов. Неговите 16 изобретения са отнасят до разработка на устройства и на методи за изготвяне на полупроводникови прибори и интегрални схеми и са ценен принос в областта на микроелектрониката и сензориката. Разработена и изготвена е вакумна инсталация за пречистване на силиций, както и устройства за провеждане на дифузия на бор в силиций, за метализация на полупроводникови структури с трудно топими метали, за контрол на параметрите на полеви транзистори и сензори върху силициев чип, за метализация на полупроводникови структури, за определяне на температурата на чипа на МОС интегралната схема в работен режим, за изготвяне на метал-металоксиден слой за фотомаски, за странична изолация на силициеви чипове, за направа на магнито-транзистор и МОС-транзистор за дозиметър за йонизиращи лъчения.

Чл.-кор. Йордан Касабов е носител на редица награди и отличия като “100 години БАН” (1969), награда по физика и математика на Съюза на научните работници в България (1973), орден “Кирил и Методий” – I степен (1985) и е почетен член на Института по физика на твърдото тяло “Акад. Георги Наджаков” – БАН.

Крум Коленцов, ИФТТ – БАН

**ПРОФ. ДФН РУМЯНА ГЕОРГИЕВА
КАЛПАКЧИЕВА
(1946–2012)**

Завършила висше образование по физика в Софийски университет „Св. Климент Охридски“ през 1970 г. тя скоро след това (1973 г.) е командирована в Обединения институт за ядрени изследвания в Дубна (Рус. Федерация) и до края на живота си с малки изключения (1982 – 1988) остава да работи там. През 1980 г. защитава докторска (PhD) дисертация, а през 2009 получава научната степен „доктор на физическите науки“. Кариерният и ръст е впечатляващ, тя достигна до длъжността Зам. Директор на Лабораторията по ядрени реакции на ОИЯИ Дубна.

Румяна Калпакчиева имаше големия шанс да бъде в самото сърце на ядрената наука в една от световно водещите лаборатории по изследване на ядрената материя. Тя работеше в една много трудна област на ядрената физика в Лаборатория, където високото ниво и сериозния труд са задължителни. В лабораторията по ядрени реакции на ОИЯИ Дубна, която разполага с ускорители на тежки йони, снопове радиоактивни частици и други уникални инсталации тя има своите успехи в изследване на механизма на ядрените реакции, възбудени от тежки йони, експерименталните изследвания на характеристиките на слабо възбудени тежки делящи се ядра, на процеси съпътствани от излъчване на бързи леки заредени частици, реакции с радиоактивни йонни снопове, на свойствата на леки неутронно обогатени екзотични ядра. Резултатите от многогодишната плодотворна изследователска дейност на Румяна Калпакчиева са отразени в 120 публикации в международни научни журналы, 3 големи научни обзора и естествено 2-те успешно защитени докторски дисертации. Тя е съавтор в 6 научни награди на ОИЯИ. и е най-награждавания български учен в Дубна.

ДФн Румяна Калпакчиева беше много популярна в международната научна общественост. Тя беше незаменен участник в оргкомитета на популярните международни конференции организирани от Лабораторията по ядрени реакции и тези на ОИЯИ провеждани в България, в Банско и Албена. Тя беше много образована и ерудиран учен: и се прояви като истински физик-професионалист, експериментатор, активен до края своя живот. Тя беше истински учен – с много висока квалификация, брилянтно познаване на теоретичната база, постоянна готовност да развива методиката на експериментите и самоотвержено да участва в измерванията. За нея нямаше черна или недостойна работа, тя с огромно търпение и постоянство извършваше всичко, което беше необходимо и беше готова да работи независимо от времето на денонощието, тежките климатични особености, в делник и празник. Тя си отиде от нас, дни след като навърши 66 години, в апогея на своята научна и социална активност. Със своя живот и научни резултати тя доказва, че е възможно такъв учен още повече жена да се роди и изгради и в нашата страна.

**Асен Петров
(1939–2012)**

На 30 май 2012 г. на 72 години почина д-р Асен Петров, научен сътрудник в групата по елементарни частици на Института за ядрени изследвания и ядрена енергетика (ИЯИЯЕ) при Българската академия на науките.

Роден в гр. Айтос, Асен прекарва детството си в различни градове на България, където работата се случва да отведе баща му агроном. Това нестабилно и не особено щастливо детство го кара цял живот да търси една ярка независимост, която води със себе си както самота, така и смели, оригинални научни и философски идеи. В търсене на едно смислено съществуване, той успява да се отърси от всичко негативно и се обръща към света с неуморим хуманизъм и воля за намиране на смисъл в човешкото – човешките идеи, език, изкуство и литература. Още от детските и студентските си години той открива магията на театъра и литературата, която остава с него до края и захранва интереса му към философията, литературната критика и изобразителното изкуство. По-късно той самият твори, създавайки художествени творби и литературни текстове.

Под влияние на по-големия си брат, Сава Петров, Асен се насочва към физиката, и през 1963 г. завършва Физическия факултет на Софийския университет с дипломна работа в областта на ядрено-магнитния резонанс. През 1967 г. става редовен аспирант в Лайпциг, където защитава дисертация върху асимптотични свойства на групата на Поанкаре, а от 1971 г. работи в групата по елементарни частици към ИЯИЯЕ. През този период Асен публикува множество научни и философски статии в *Reports on Mathematical Physics*, *Physics Essays*, *Lecture Notes in Physics*, *Философска мисъл* и други списания. Венец на научното му творчество е издадената през 1989 г. книга в съавторство с неговия брат, философът проф. д-р Сава Петров, „Квантова механика – интерпретации и алтернативи 1927-1987.“ Тази монография дори днес, след повече от 20 години, не губи своята актуалност, получавайки нов прочит в ерата на квантовата информатика и квантовите компютри.

През последните години Асен продължава да работи неуморно върху идеите, които считаше за своето интелектуално наследство – рedefинирането на математическия модел на квантовата механика. Той вярваше, че едно преосмисляне на математическите основи на квантовата механика, и в частност замяната на квантовата некомутативност с мултикомутативност, ще открие път за съществено нови теоретични възможности. Тези идеи са развити в няколко статии, една от които е от 2008 г.: “Ten Reasons for Pursuing Multi-Commutative Quantum Theories” (<http://philsci-archive.pitt.edu/4089/>).

Асен имаше свое виждане за прогреса в науката, което той нарича „интелектуална политика.“ С нарастването на ролята на субекта през последния век, материалният свят вече не може да гарантира неизменен линеен прогрес в науката. Пътят на науката може да се разклонява, в зависимост от това накъде човек насочва вниманието

си (например, дали да използва един или друг математически модел в квантовата механика). Всеки избор ще доведе до различен резултат, и различно бъдеще за науката, и затова се налага внимателно приоритизиране на научните проблеми. Ролята на интелектуалната политика е човек да осъзнае, че има избор, да прецени и осмисли всички алтернативи, и да поеме отговорност за направения избор. Интелектуалната политика се характеризира с един по-широк поглед върху бъдещето на теорията отвъд локалните теоретични вариации, които човек може да преосмисля и променя, за да постигне онези по-дългосрочни цели, които си е поставил.

Ще помним Асен с неговата изключителна всеотдайност към науката и живия му интерес към фундаменталните философско-мирогледни основи на физиката. Винаги ще си спомняме с уважение за неговата пословична скромност и непретенциозност. Истински мислител, космополит и аристократ на духа, той не позволяваше на тривиалните неща да отвличат вниманието му от философските идеи, в които намираше своя смисъл.

Редколегията на списание *Светът на физиката* се гордее с факта, че Асен Петров беше именит автор, ревностен читател и щедър спомоществовател на списанието.

БЯГСТВО ОТ ЛАЙПЦИГ**Харалд Фрич****Част трета****В СЛЕДВАЩИТЕ ДНИ**

Случката с плаката се разпространи из Източна Германия като горски пожар. Още същата вечер, новинарските канали, както от Западна Германия, така и от други държави, коментираха събитието. Един журналист погрешно съобщи за инцидента от зала "Конгресна", казвайки че е била детонирана бомба с часовников механизъм.

По-късно чухме, че обстоятелствата не бяха в наша полза. Паул Фрьолих, секретар на Източно Германската комунистическа партия в Лайпциг, спряган заедно с Хонекер за вероятен наследник на Улбрихт, не бе присъствал на концерта. След като бе научил за случилото се, той избухнал в ярост и наредил незабавен арест на виновниците. Това не бе лесна задача и доведе до вълнения между Държавната Тайна Служба и полицията.

Носиха се слухове, че Фрьолих бе получил сърдечен удар, от който никога не се бе възстановил напълно. Разбира се, партията пазеше това в тайна. Всъщност, няколко месеца по-късно Фрьолих почина. Той и Улбрихт бяха едни от най-безмилостните тирани в източна Германия. Той беше пратил по затворите стотици хора, някои от които в последствие се самоубиха. Той беше "изчистил" Университета, пращайки на заточение Ернст Блох и Ханс Майер. Това, заедно с разрушаването на църквата беше последното му дело.

Улбрихт беше незабавно предупреден за евентуални протестни действия. Той нареди залавянето на отговорните за инцидента, както и тяхното наказание, да бъде с най-висок приоритет. Механизмът на Държавната Тайна Служба беше превключен на най-висока предавка.

По същото време, Улбрихт може би вече бе мислил за своя наследник. Тъй като Фрьолих не би могъл да поеме длъжността, поради болестта си, пътят към най-престижната длъжност в Източна Германия беше отворен за Хонекер.

Във всеки случай, беше по-добре за източна Германия Хонекер да наследи Улбрихт. Под неговото управление, източна Германия се радва на значително икономическо пробуждане през седемдесетте. Прекаления политически натиск от страна на полицията и тайните служби беше премахнат. Политическото напрежение се покачи отново чак през осемдесетте. Ако беше Фрьолих на власт, развитието щеше да е в по-лоша посока – той щеше да увеличи диктатурата на Улбрихт. Което, от своя страна, щеше да доведе държавата до същата криза, до която Чаушеску доведе Румъния не много по-късно.

В деня след концерта, бях със Сузана в университетското кафене. Тогава й казах за плаката в зала "Конгресна". Разбира се, без да споменавам моята роля. Хранехме се сами на дълга маса, докато двама наши състуденти не ни видяха и не се присъединиха. Не толкова заради мен, колкото заради красивата ми женска компания. Знаех,

че единият е вероятен доносник, а другият активен член на партията. Внезапно някой извика името ми зад гърба ми, дойде до масата и ме потупа по рамото. Беше приятел от факултета по немска филология, който не бях виждал от известно време. Той беше винаги в добро настроение и не приемаше нещата прекалено на сериозно.

“Хей, Харалд, това което се случи снощи в зала “Конгресна”, би могло да носи твоя почерк.”

Едва не се задавих. Сузана ми каза по-късно, че съм пребледнял като платно и съм изглеждал, като че ли ще припадна всеки момент. Човекът на масата срещу мен подскочи като попарен, когато зала “Конгресна” беше спомената. Аз се преструвах, че наистина съм се задавил с храната. Изкашлях се няколкократно преди да кажа:

“Ох, ти ли си? Следващия път ме предупреди преди да ме удариш по рамото докато се храня. За какво говориш? Имаш предвид вчерашния концерт и плаката ли?”

“Разбира се, какво друго? Целия град говори за него. Имаш ли някаква представа кой може да го е сторил? Вероятно е бил някой от богословския факултет. Дочух, че вчера вечерта, доста студенти по богословие не са били по стаите си. Когато хванат виновниците, само гледай какво ги чака.”

Опитах се да сменя темата: “Как си? Кога най-после ще си вземеш изпитите?”

“Нещата започват да се нареждат. Воденицата във факултета по филология се върти бавно, но сигурно. Не се притеснявай. Добре, довиждане, до следващия път.”

Поех си въздух с облекчение. Надявах се, че всичко е минало добре. Момчето, което стоеше срещу мен ме гледаше внимателно. Минах в офанзива, като им разказах с подробности за посещението ми на концерта и по-специално за плаката. Говорих като безпристрастен наблюдател. Той би трябвало да си е помислил, че съм бил обикновен посетител в зала “Конгресна”.

Малко след това, Сузана и аз станахме и тръгнахме с велосипедите си към Университетския площад. Седнахме на една пейка в малка градинка срещу Института по Анатомия.

“Харалд, това което току що се случи в кафетерията беше наистина странно. Сигурен ли си, че нямаш нищо общо с плаката? Целият пребледня и имах чувството, че нещо не е наред с теб.”

“Глупости, вярвай ми, нямам нищо общо с плаката.”

“Добре, да допуснем че ти вярвам. Но със сигурност си способен на това.” И тя тръгна към лабораторията по анатомия.

Не можех да забравя случката в кафенето. Беше ли моя състудент наистина подозрителен? И ако да, би ли ме издал? Отново се прокрадна страх, и то не само за мен самия. Вероятно и Сузана можеше да бъде в беда.

Така и не разбрах дали моя състудент, който беше много интелигентен и опитен наблюдател, някога е мислил че аз имах общо с плаката. Дори и да е било така, той не ме издаде. Не всеки доносник е предател.

През този следобед научих повече подробности. По случайност плаката е паднал в момента когато пианистът и органистът получавали наградите си. Следователно тайната полиция е предположила, че може би има връзка между плаката и американ-

ския органист. Мислили са, че това е можело да бъде направено само от някой, който е знаел точното разписание на събитието. Освен тайната полиция, само църковните служители са знаели за точната програма. Първите арести и разпити са били насочени към студенти и преподаватели от богословския факултет.

Тази информация изключително ме депресираща. Разпитването на невинни хора и осъждането им за кратък период от време, не беше това, което исках да се случи. От друга страна, това означаваше, че тайната полиция беше временно на погрешна следа. Но Щефан и аз знаехме, че беше само въпрос на време да хванат правилната. Така започнахме нашето съревнование с времето.

Същата вечер срещнах Щефан и за пръв път обсъдихме какво би могло да се случи, ако тайната полиция ни надуши.

“Ти и Лотар бяхте в България миналата година,” каза Щефан. “Той ми каза, че сте проучили няколко възможности за бягство.”

След като казах на Щефан всичко което знаех, той рече: “Не звучи толкова зле да избягаме със сгъваемо кану през Черно море в Турция. Предлагам бързо да си вземеш изпитите и да пътуваме към България в края на юли, за да опитаме. Може да проработи. Ако ли не, ще опитам да избягам през Балтийско море през лятото.”

СБОГОМ ЛАЙПЦИГ

От там насетне, със Щефан постоянно обмисляхме детайлите по пътуването ни до България. Кандидатствахме за необходимите пътни документи, като използвахме фиктивен частен адрес в България. Без посочен адрес на пребиваване, нямаше да получим от властите необходимите документи. Посочването на фиктивен адрес беше нарушаване на закона и ако бяхме хванати, това щеше да доведе до няколко месеца затвор.

Прегледах си кануто и купих допълнителни части, като например извънбордови мотор. Нямаше възможност да изпитам мотора преди заминаването ни. За да проверя дали мотора изобщо работеше, трябваше да го пробвам на балкона на госпожа Хемпел. След няколко опита мотора изрева като диво животно. Обаче имах малък проблем. Тъй като предавателния механизъм не изпитваше водното съпротивление, моторът превключи бързо на високи обороти. След като разбрах как се изключва, моторът замлъкна. След този не особено тих опит го опаковах. Не го изпробвах повече преди да стигнем България, където заработи прекрасно.

Приключих с изпитите си в края на юни. След тях, де факто бях завършил, но щях да си получа дипломата чак през септември.

Сузана и аз шофирахме няколко поредни дни до Райнсберг. Имахме късмет, че времето беше хубаво. В следобед на последния ни ден при канала, Сузана и аз обсъдихме вероятно бягство. Тя не знаеше, че със Щефан щяхме скоро да пътуваме до България и че това пътуване беше запланирано с цел събиране на информация за по-късно бягство. Не бяхме обсъждали вероятността да пътуваме заедно, тъй като Сузана трябваше да остане цялото лято в Лайпциг, заради лабораторната си работа. Говорейки за ново начало в Западна Германия или САЩ, опитах да я убедя да напусне източна Германия.

“Мисля, че го приемаш прекалено лекомислено Харалд” – възрази тя. “Знам, че нямам право да те съдя. Всеки човек трябва да бъде свободен да избере къде да отиде. Лошото е, че това е невъзможно в нашата страна. Вземи майка ми за пример. Тя можеше да отиде в западна Германия много отдавна, много преди стената да бъде построена. Можеше да бъде успешен лекар там. Разбираш ли, да бъде тук в родния си град с родителите си, тя смяташе за нейния дълг, за нейния живот. И аз мисля по същия начин. Моля те, остани тук. Всеки един от нас е нужен. Ако всички свободомислещи и независими хора биха заминали, то нищо не би се променило в тази страна.”

Прекалено добре знаех тези аргументи. Бях ги обсъждал често с моя братовчед Гюнтер. Той също искаше да остане в източна Германия, търпеливо чакайки по-добрите времена. Замлъкнах за момент. В края на краищата, имаше ново движение в Прага. Но чувствах, че то нямаше голям шанс. Ако Съветската армия щеше да напада, то това щеше да е през лятото. Освен това, трябваше всекидневно да мисля за вероятността от арест, поради участието ми в протестите и работата ми в опозицията.

“Да допуснем, че бъда арестуван от тайната полиция. Трябва ли да ги чакам докато не се появят някоя ранна сутрин в апартамента ми, за да ме арестуват?”

“Защо питаш? Това би било различно. В такъв случай е ясно какво трябва да направиш. Трябва да заминеш незабавно. Мислиш ли, че бих искала да си затворен за дълго в затвора Бауцен?”

“Тогава би ли дошла с мен, или ако е твърде опасно, да ме последваш когато бих могъл да помогна от Запад?”

Сузана ме погледна изпитателно. “Какво ти става? Каж ми честно. Направил ли си нещо за което могат да те спипат? В крайна сметка беше ли въввлечен в историята с плаката? От известно време чувствам че криеш нещо от мен.”

“Не, не, това всичко беше само предполагаемо. Но има вероятност тайната полиция да разбере за мен, а може би дори вече знае. В крайна сметка, направих няколко неща, които биха били достатъчни за обвинение – вземи политическите ни срещи или връзката ни с Прага. Достатъчен е само един доносник по между ни.”

“Ако отидеш на запад, вероятно бих те последвала, ако изобщо е възможно. За сега, нека отидем да поплуваме за последен път днес. Кой знае кога пак ще сме тук.”

И наистина, това беше последния ни път в Райнсберг.

Със Шефан решихме да пътуваме до България в средата на юли. Седмица преди това отидох до деканата, за да си взема удостоверение за завършване. То беше важно, тъй като ми позволяваше да обменя повече валута от обикновено. Когато си получавах удостоверението, внезапно ми хрумна идея: “Има още нещо. Ако обичате, бихте ли също вписали и оценките ми?”

“Защо? След няколко седмици ще си получите дипломата която съдържа всичките ви оценки. Мислите ли, че някой в банката се интересува от оценките ви?”

“Знам, но родителите ми се интересуват. Утре се прибирам вкъщи и бих искал да им покажа оценките си.”

Секретарката, която беше възрастна жена, ме изгледа изпитателно. Без да каже нито дума тя взе удостоверението, вписа оценките и ми го върна подпечатано. Тя се

усмихна, “добре, вярвам че това е достатъчно за родителите ви. Желая ви приятно пътуване и довиждане до септември. Не забравяйте, че трябва лично да си получите дипломата. Няма да стане по пощата.”

Излизайки погледнах назад. Секретарката ми кимна доброжелателно. Беше ясно, че тя подозираше причината поради която исках оценките. По-късно стана ясно, че това удостоверение бе много полезно, тъй като тайната полиция бе конфискувала дипломата ми след бягството. Никога не я получих. Вместо това, за диплома ми служеше безобидното удостоверение от деканата, което представих пред Народната Банка на ГДР. То беше в последствие унищожено от морската вода по време на бягството. Ако секретарката някога прочете тези редове, бих искал да изразя закъснялата си благодарност към нея.

Вечерта, преди да отпътувам за дома на родителите ми, имаше концерт в зала “Конгресна”. Отидохме заедно със Сузана. След паузата Светослав Рихтер и оркестъра на Гевандхаус изсвириха концерта за пиано в ре-минор от Сергей Рахманинов. Взех билетите за концерта специално защото знаех, че Сузана обичаше точно този концерт.

След концерта шофирахме до Паметника на битката на народите (виж бележките на редактора в кн. 2/2012), както бяхме правили много пъти преди. През нощта целия паметник беше само за нас. Сузана смяташе, че този колосален паметник изглежда красив само през нощта. Този път, големият купол с фигурите беше изключително впечатляващ на лунната светлина. Седяхме на една пейка срещу сградата и говорихме дълго. Беше вече късно, когато се прибрахме в апартамента на Сузана.

На следващата сутрин обсъдихме плановете си за есенния семестър, все едно бих се върнал през септември. Запазих си стаята при госпожа Хемпел за най-малко една година след завършването, макар че вече не бях официално студент в Лайпциг, а само кандидат-докторант в Потсдам. Така можех често да бъда в Лайпциг. След това щяхме да видим.

Беше време за сбогом....

Беше ми много трудно да не кажа на Сузана за плана ми за бягство със Шефан. Но щеше да е прекалено рисковано да я включа в него. Можеше да отиде в затвора за дълго, ако се разбере, че е знаела за нашия план.

Няколко дни преди заминаването ми си почистих стаята в Лайпциг. Заличих всичко съмнително и най-вече незаконните книги. Беше сигурно, че ако бягството беше успешно, то тайната полиция щеше да претърси обстойно цялата ми стая. Трябваше да се погрижа да не бъдат намерени никакви адреси на приятели и познати. На най-горния рафт в шкафа оставих адреса на агента от тайната полиция който ме беше посетил. Кой знае, тази малка хартийка можеше да ми послужи като малко алиби.

Сбогувах се с приятелите си. Исках Лотар ясно да разбере, че този път бях сериозен в намеренията си да избягам. Обещах да го държа в течение какво се случва с мен. Той искаше да изчака още една година, за да завърши, преди да реши дали би останал или не. Казах също на братовчед ми Гюнтер, че вероятно няма да се завърна. Той разбра. Той знаеше, че рано или късно тайната полиция щеше да ни арестува заради случката с плаката в зала “Конгресна”.

Беше почти пладне, когато се прибрах в квартирата си от апартамент на Сузане. Казах довиждане на госпожа Хемпел, а тя ми пожела прекрасна ваканция и да се върна по живо по здраво през септември. След това вече пътувах с мотоциклета си към Цвикау.

НА ЗЛАТНИЯ БРЯГ

Останах само няколко дни в къщата на родителите ми в Рейнсдорф. Бях основно зает с приготовленията за пътуването ми до България. Майка ми помогна, като приготви голямо платнище за кануто. Мислено се сбогувах с дома. В деня преди заминаването ми, се разходих с мотоциклета из околните планини Ерцгебирге.

Семейството ми нямаше никаква идея за моя план. Таксувах кануто като колетна пратка на ЖП гарата. Мотора скрих в ръчния си багаж, тъй като беше забранено изнасянето в чужбина на извънбордови мотор. Следобед влакът ми потегли от Цвикау. Трябваше да сменя влака в Дрезден и да хвана нощен влак за Прага. Очаквах напрегнато граничния контрол. Ако откриеха мотора, щеше да има проблеми и безкрайни въпроси. Но граничната полиция ме остави на спокойствие. Пристигнах в Чешката столица рано сутринта и по разписание.

Няколко часа по-късно пристигна и влакът от Лайпциг. Шефан слезе от влака с много багаж и две туристически газови бутилки, които беше намерил в Потсдам. Почувствах се много облекчен като ги видях, тъй като бяха много важни. Аз самия не успях да намеря, защото отдавна бяха дефицитна стока в ГДР.

Пътувахме по същия маршрут както преди година и с Лотар. След два дни пристигнахме във Варна. Изтощени, хванахме автобуса до Дружба (днес – „Св. Константин и Елена” – бел. ред.). Когато пристигнахме отидохме веднага до къмпинга – същия който бях видял миналата година. За нула време разпънахме палатката, след което успяхме да посним добре.

На следващия ден, неделя, 14 юли 1968, прочетох следното заглавие във вестника: “Ученията на войници от Варшавския договор в Чехословакия бяха успешни и приключиха.”

Следващият ден прекарахме на плажа, обсъждайки детайлите на това, което предстоеше. За да заблудим източно Германските власти и за да предпазим роднините си, всеки от нас изпрати въщи пощенска картичка, описваща ваканцията ни на брега. На следващия ден освободихме лодката от митницата на гарата. Беше малко по-сложно от очакваното, тъй като трябваше да убедим митничаря, че двете големи парчета са наистина лодка. Никога не бяха чували за съвременно кану.

Сглобяването на лодката не бе проблем. Дишах по-спокойно. Нито един винт не липсваше. Шест метровата синя лодка беше сензация и любопитни хора се насъбраха около нея. Първата тренировка на Шефан с лодката мина добре, макар че той никога преди не се бе качвал в съвременно кану. След няколко провалени опита да достигнем брега в силно вълнение, станахме добър отбор и бяхме готови за по-дълги излизания.

Тъй като не знаехме дали граничния патрул наблюдаваше с биноклите си бреговата линия, решихме всеки ден да излизаме по-навътре в морето, така че да не разберат за

нашите намерения. Първото ни излизане беше без мотор. Гребяхме в спокойно море около десет километра и оползотворихме вятъра на връщане. Претърсих брега с бинокъла си. Нямаше никакъв знак някой да ни е проследил. Не го и очаквах, предвид миналогодишния си опит.

На следващата сутрин сложих мотора на лодката. Никога не бях ползвал мотор на съвременно кану, но работеше много добре. Шефан и аз минахме наперено с висока скорост успоредно на брега. Бързо осъзнахме, че постоянното разбиване на вълните в лодката не беше добре за нея. Винтовете и рамката се разхлабиха и трябваше да се върнем обратно на брега за да ги притегнем. Нучихме добър урок: трябваше да съгласуваме скоростта на лодката с тази на вълните, за да можем да останем за дълго в морето. Това означаваше, че в бурно море, не можехме да се движим по-бързо от десет километра в час.

В същият следобед излязохме далеч в открито море. Бреговата линия беше едва забележима на хоризонта. Отново нямаше проблем. Един екскурзионен кораб мина покрай нас, но не ни обърна внимание. Не видяхме нито плавателни съдове на бреговата охрана, нито военни кораби.

На следващият ден плавахме до малко селце наречено Балчик. То бе североизточно от Варна и населено с цигани. Пристигнахме в добра форма, но завръщането ни беше съвсем различно – почти катастрофално. Вятърът ставаше все по-силен и ние трябваше да плаваме срещу вълните. Не можехме да използваме платната си. На всичкото отгоре, бяхме оставили мотора в палатката. Така трябваше да гребем в силния вятър с часове. Едва се добрахме обратно.

За пръв път изпитахме коварността на Черно море. Вълните в Балчишкия залив бяха високи и къси, което беше лошо за дългата ни и скъпа лодка. С най-големи усилия стигнахме до „Дружба”. Хора на плажа ни помогнаха да извадим лодката. Беше почти пълна с вода и все още плаваше само благодарение на въздушните кухни в предната и задната си части.

Бяхме изплашени и депресирани. Как щяхме да прекосим Черно море на път за Турция, след като не можехме да се справим дори с безобидно плаване до Балчик? Цялата ни авантюра изглеждаше безнадеждна. Отидохме до горещия минерален извор, намиращ се непосредствено до плажа. Горещата вода ни поддържа добре. Бавно се възстановихме от затрудненията си и надеждата се запали отново – “Знаеш, че не трябва да приемаме твърде сериозно това неуспешно излизане. Тези ужасни къси вълни, които едва не разбиха лодката ни, вероятно са присъщи само тук във Варненския залив. В открито море вълните са дълги и не толкова опасни за лодката. Дори и да има силни ветрове утре, ще опитаме да стигнем по-навътре.”

“Добре, може би утре трябва да отидеш сам,” изръмжа Шефан. “До гуша ми дойде.”

На следващият ден останахме на плажа. Въпреки, че беше слънчево, вятъра се разрасна до буря и видяхме как сравнително спокойното до преди малко море се разбунтува. Гледката на огромните вълни, които биха разрушили лодката ни за нула време, никак не повдигна духа ни.

“Може би ще е по-лесно да прекосим Сръбско – Унгарската граница, отколкото да

избягаме, прекосявайки морето” каза Щефан. “В Унгария ще свършим само в затвора. Тук ще свършим като храна на рибите, а този процес е необратим.”

“Без паника моля. Винаги можем да се върнем в Унгария. Сега сме тук и ако бягството не се осъществи, просто ще летуваме тук. Утре ще видим, все още съм оптимист. В крайна сметка, през 20-те години хора успяха да прекосят Атлантика със сгъваемо кану.”

“Имаш ли някаква идея колко други авантюристи не са успели?”

“Нямам ни най-бегла идея, но съм сигурен, че няма достъп до точна статистика. А и Черно море е много по-малко от Атлантическия океан.”

“Но също и по-коварно” възрази Щефан. “Не без причина е наречено Черно море.”

Не можех да кажа нищо срещу този аргумент и това сложи край на дискусиата ни.

БЯГСТВОТО

За съжаление, времето през следващите дни не бе много по-добро. Имаше постоянно силни ветрове, особено в ранните следобеди. Въпреки това излизахме с лодката рано сутрин и се упражнявахме да управляваме моторизираното ни кану в по-високи вълни. Това упражнение по-късно се превърна в рутина. Разбрахме също и слабостите на лодката и опитвахме да ги премахнем. Подсигурихме рамката с тел за да увеличим стабилността и.

Във вторник, 23 юли, вятърът значително утихна. Имахме отново надежда и започнахме приготовленията по заминаването. В друга картичка до родителите ми бях написал: ”В момента, в който морето се успокои смятаме да тръгнем на юг. Ще минем през Несебър и Бургас, преди да продължим към планините. Смятам да остана докато ми стигнат парите, вероятно до началото на септември.”

Преди да замина, бях казал на родителите си, че искам да прекарам малко време в планините, след престоя ни на крайбрежието, и че може да нямам новини от нас за известно време. Тази предпазна мярка беше добре обмислена. Показвайки картичката на тайната полиция след бягството ни, родителите ми можеха евентуално да ги убедят, че не са знаели за него.

На следващият ден морето беше гладко като стъкло и прогнозата за времето предсказваше непрекъснато хубаво време. Тогава, в четвъртък на 25 юли, решихме да заминем. Щефан беше разбрал, че точно в тази нощ ще бъде новолуние, което бе полезно обстоятелство за нашата авантюра. В къмпинга, където се бяхме запознали с няколко други летувачи, обяхме че ще опитаме и други къмпинги на юг от Варна. Можехме да го използваме като алиби, ако ни хванеха в открито море.

В същата вечер, заедно с нашите съседи в къмпинга и група западно Германски студенти от Щутгарт на път за Турция, отпразнувахме края на престоя си в „Дружба“. Стояхме до късно пред лагерния огън и дискутирахме случващите се събития в Чехословакия. В Прага, правителството на Дубчек се подготвяше за тежки преговори със Съветските власти. Те щяха да се проведат в киносалона на малко погранично село на Съветската граница, наречено *Чиерна на Тиса*. Никой не предвиди, че тези преговори бяха симулация. Насилствения край на реформаторското движение беше предварително решен.

На следващият ден ни събуди топъл слънчев лъч – беше прекрасен ден. Със Щефан започнахме да отхвърляме многобройните задачи. В близка газостанция напълнихме бутилките с близо 40 литра газ. Трябваше да скрием целият си багаж в лодката тъй като “отивахме” в следващия къмпинг на юг. Тази сутрин срещнахме и нашия приятел Борислав Славов от София, на който се бяхме обадили предварително.

В ранния следобед Борислав, Щефан и аз се поглезихме с богато меню в близък ресторант на плажа. Освен бягството, имаме и друг повод за празнуване – беше рождения ден на Щефан. Най-сетне, около четири следобед, бяхме приключили. Сбогувахме се с Борислав, който само клатеше глава и казваше, че той беше вероятно последният човек който ще видим в живота си. В мислите му бяхме със сигурност жертви на следващата буря. Той ни махаше дълго, след като отплавахме с препълнената си лодка от малкия пристан. Щефан стоеше отпред, а аз отзад управлявах лодката.

Отправихме се в югоизточна посока и се отдалечавахме от брега едва-едва. След малко, големия Варненски залив беше пред нас. Видяхме няколко платноходки. Голям крайцер прекоси пътя ни. Махнахме, но екипажа ни игнорира. Щефан рецитираше тихо стихове на Георг Хейм.

Бях обхванат от смразяващо спокойствие. С всеки метър с който лодката се отдалечаваше от брега, все повече достигах до вътрешния мир на света, в който бях прекарал 25 години. От тук на сетне щях да видя другата част от света и нямаше да имам възможността да се върна към стария ми свят, дори и за ваканция. Този ден щеше да отбележи решителна и повратна точка в моя живот. След това, нищо не би било както преди; беше като започване на нов живот.

Спокойното море и прохладния въздух действаха успокоително на духа ми. Установих, че силата ми и самоувереността ми се повишиха. Не се страхувах от вероятна буря или възможна повреда на лодката, нито пък си мислих, че може да ни хванат в открито море. Бях сигурен, че планът ни ще успее и че скоро ще пристигнем на Запад.

Лодката се носеше по гладката повърхност; моторът боботеше. Малко смених посоката и продължихме перпендикулярно на брега. Искях да сме далеч от катерите на бреговата охрана, преди да се стъмни.

Поглеждайки на север, можех ясно да видя маяка на нос Калиакра, намиращ се северно от Балчик. Фарът ни помагаше да поддържа курс през цялата нощ. Въпреки, че имаме малък компас, почти не го използвахме. Ориентирах се главно по фаровете на нос Калиакра и Варна, както и по разположението на звездите. За да поддържа курс, избрах конкретна звезда, която да определя посоката ни на движение. Това разбира се не беше прецизен метод, но беше достатъчно добър за нас, тъй като нямаше точно определена дестинация. Искяхме само да плаваме на юг докато стигнем Турския бряг.

Смятахме да прекосим морето направо към азиатския бряг на Турция. Но след внимателно обмисляне се отказахме от тази идея, защото изглеждаше твърде опасно. Щяхме да сме твърде дълго в открито море и безпомощни пред милостта на вероятни бури. За щастие взехме правилното решение, защото поради задаващата се буря, пътуването ни по маршрута през морето щеше да свърши неуспешно.

По това време се сетих за историята с опита за бягство на руския астрофизик

Георгий Гамов, човека който първи разви модела за Големия Взрив. Тази история беше известна сред физиците в световен мащаб. През 30 – те той опитал да избяга от Кримския полуостров в Турция с малка платноходка, не по-голяма от нашето кану. Натъкнал се на голяма буря, но за щастие бил спасен от руски пътнически кораб. Оправдал се, че се отклонил от курса поради бурята. С това извинение наказанието му се разминало. По-късно той напуснал Съветския Съюз вземайки си, както написал в писмо до Йосиф Сталин, “добре заслужена 20 годишна отпускат от СССР.”

Новият ни план бе да пропътуваме разстояние от около 100 километра, успоредно на брега в посока югоизток, докато не достигнем Турския бряг близо до Босфора. По този начин щяхме да заобиколим полицейските катери разположени навътре в морето. Мечтания ни вариант беше да пристигнем в устието на Босфора и да продължим към Истанбул. Тайничко си представях как акостираме в Истанбулското пристанище, като че ли беше рутинна и как отиваме до консулството на западна Германия.

Най-сетне беше напълно тъмно. Не можеше да се види много от повърхността на водата. Помислих си, че може би е подобно да бъдеш в космически кораб в открития космос.

След малко очите ни привикнаха с тъмнината. Можех да видя много бегло разположението на светлините на пътнически кораб. Коририрах курса ни, за да го избегнем. Два катера на бреговата охрана ни подминаха само на няколко метра. Отново коририрах курса. Нищо не се случи.

Внезапно се сепнах. В дясно от лодката, с голяма скорост премина нещо дълго и сиво оставяйки флуоресцираща светлина след себе си. Шефан също го видя и извика “Внимавай, там има нещо.”

Трескаво си помислих, че това можеше да е торпедо идващо от катерите на бреговата охрана. Вероятно ни бяха видели. Шефан извика отново и посочи на ляво. Отново нещо ни задмина. Инстинктивно насочих лодката на дясно и дадох пълна газ. Тогава видях нещо сивкаво да ни доближава от дясно. Рязко го заобиколих и после се разсмях. Можех ясно да видя гръбната перка на предполагаемото торпедо – беше делфин. Поехме си дълбоко дъх. Продължихме пътуването си в компанията на четири делфина, които вероятно бяха дошли от катерите на бреговата охрана към нас. Те се забавляваха като скачаха близо до нас. На следващата сутрин един делфин скочи толкова високо, че едва не се приземи в скута на Шефан.

Делфините ни придружаваха като че ли ни пазеха. Гръбните ми перки постоянно се виждаха до лодката. Помислих си за корабокрушенците спасени от делфини. Кой знаеше, може би скоро щяхме да имаме нужда от помощта им.

Беше вече след полунощ когато смених курса в югоизточна посока. Бяхме пътували осем часа и според моите изчисления около 90 километра. За известно време се ориентирах по трите звезди от колана на Орион и след това по звездата Бета Андромеда. С бинокъла гледах към едва забележимата мъглявина на Андромеда, най-близката галактика до нашата, отстояща на два милиона светлинни години.

Около три часа видяхме първия проблясък на дневна светлина от Изток. Бях изморен и на няколко пъти задрямвах за по няколко секунди. Изведнъж чух гласа на

Шефан който ми викаше нещо. Отворих очи и осъзнах, че слънцето бе наполовина изгряло над хоризонта. “Погледни към слънцето. Там има нещо,” извика Шефан.

Беше странно – в центъра на червения диск на слънцето се виждаше малък черен кръст. “Може би е слънчево петно,” отговорих аз, но моментално се поправих. “Глупости, слънчевите петна не биха могли да бъдат забелязани по този начин, поради рефракцията.” Чакай малко, ще погледна през бинокъла.”

С бинокъла веднага видях какво беше.

“Знаеш ли какво е това? Това е кораб и след него има още два. Ако съм прав, те се движат в нашата посока. Ако това е вярно, Бог да ни е на помощ.”

За съжаление бях прав. Половин час по-късно видях три бойни кораба, един голям и два по-малки, идващи право към нас. Гледайки картата, предположих, че отиваха към Бургас, голямото пристанище на Българския Черноморски флот.

Тези кораби се движеха четири пъти по-бързо от нас. Вероятно нямаше да ги избегнем и можехме само да се надяваме да минат на достатъчно голямо разстояние от нас. С ужас разбрахме, че това няма да е така. Големият кораб непрекъснато ни доближаваше, сякаш крайната му цел беше лодката ни.

Дори и да не биха се усъмнили, че опитвахме бягство, капитанът трябваше да ни вземе на борда предполагайки, че сме пострадали. Имахме малко западногерманска валута и няколко компрометиращи документа, които не трябваше да попадат в ръцете на Българската полиция. Като предпазна мярка трябваше да ги сложим в найлонова торбичка с камък. Ако станеше критично щяхме просто да ги изхвърлим зад борда. Шефан беше в готовност.

Междувременно бойният кораб беше много близо и продължи към нас. Изключих мотора. Легнахме в лодката така че телата ни да се покрият от фарватера на кануто. С бинокъла гледах към палубата на кораба, която беше въоръжена с оръдия и ракетни установки. Няколко моряка тичаха по нея. Корабът ни приближи до около 100 метра и за наше огромно учудване мина северно от нас с пълна скорост.

“Шефан, това е странно. Трябва да са ни видели.”

Дори в тази рискова ситуация той се пошегува: “Може би се упражняват как да хващат агенти от ЦРУ и бягство на простосмъртни като нас не ги интересува.”

“По скоро вярвам, че са се обадили по радиото на някой от по малките кораби.”

Другите кораби минаха на различни разстояния от нас. Няколко минути по-късно те смениха курса си и поеха на запад към Бургас. Вдишахме дълбоко въздух и изпълзахме от скривалището си.

Малко след това поехме на югоизток. Усещането ми, че се бяха обадили на хидроплан бързо напусна съзнанието ми. Делфините бяха изчезнали за момент, като че ли бяха усетили опасността в която бяхме. След оттеглянето на военните кораби те се появиха отново до лодката ни, като продължиха с нас на юг.

По това време беше ден и аз осъзнах колко навътре в морето бяхме. Не можехме да видим брега. За пръв път се почувствах несигурен. Спокойствието и сигурността които чувствах под ясното небе в изминалата тиха нощ ме бяха напуснали. Какво ли би се случило ако ни застигне буря или мотора спре? Мотора спря както си го бях помислил.

Опитах се няколко пъти да го пусна, но безуспешно. Относително бързо осъзнахме, че единственият проблем беше замърсяване на свещта. След малко продължихме.

Около пладне вълните станаха забележимо по-големи и вятърът се усили. На западният хоризонт се виждаха облаци. Това не беше добра новина. Знаехме, че облаци над Черно море винаги означаваха лошо време и силни ветрове.

Решихме да поддържаме курса. Проучих картата. Пътувахме вече около 24 часа и вероятно бяхме изминали 200 километра.

В ранният следобед, вятърът се усили и вълните достигнаха значителна височина, но все още не бяхме в беда, тъй като освен високи бяха и дълги. Но водата започна да пълни лодката. Първоначално това не бе проблем, тъй като имяхме празна консервна кутия с която можехме да изгребваме водата. Това обаче работеше добре само за кратко. Вълните ставаха все по-високи и лодката все повече се пълнеше с вода. Щефан изгребваше водата колкото се може по-бързо, но осъзна че скоро това ще е безполезно. Нивото на водата в лодката постоянно се покачваше. Скоро щяхме да стоим във вода и лодката щеше да плава само благодарение на въздушните си кухни в предната си и задна части.

Тогава ми хрумна спасителна идея. Разхлабих от външна страна маркуча на охлаждащата помпа на мотора и го потопих във водата. Така мотора изпомпваше водата навън в морето. Водното ниво бързо спадна. Облекчен, Щефан остави кутията. За сега опасността бе преминала.

Но нашето притеснение бяха увеличаващите се облаци на Запад. Изглеждаше като че ли скоро ще ни застигне голяма буря. Вълните вече достигаха височина над 2 метра. Започнах да се съмнявам в успеха на авантюрата ни. В крайна сметка решихме да се върнем благополучно на брега, било то България или Турция. В сравнение с огромните вълни заливащи лодката ни, Желязната завеса изглеждаше абсурдна и незначителна.

Плавах не право на Запад, а поддържах курс югозапад. Около пет сутринта видях през бинокъла първите планини. Обърнах вниманието си към голям залив, на север от който видях долина, която предполагаемо позволяваше на река да се влее в морето. Погледнах картата и надеждата ми се увеличи. Може би бяхме стигнали по на юг отколкото си мислихме, което разбира се бе възможно поради силните вятър и течение. Можеше дори да бъде и залива на Босфора. А оттам, нашата крайна цел Истанбул, беше близо.

НА БРЕГА НА ИГНЕАДА

Показах картата на Щефан, но той беше скептичен. Според него още не бяхме преминали критичната точка на нашето пътуване – точката в която маршрута ни пресичаше Българо-Турската граница. Разбира се, беше невъзможно да знаем местоположението си спрямо брега в най-малки детайли. Според картата, имаше няколко по-големи залива, а също така и речни долини.

Вълните ставаха все по-зловещи и ние решихме да поемем курс направо към брега. По това време бяхме на почти 30 километра от брега. Уверих се, че отивахме на запад. Поради големите дюни на брега, беше невъзможно да достигнем брега с нашето

сгъваемо кану без наранявания. Затова поех курс към частта от хоризонта която изглеждаше като речна долина. Ако там наистина имаше вливаща се в морето река, щеше да е относително по-лесно да влезем в устието и след това да акостираме на брега.

Сега трябваше да се борим с вятъра духащ от запад. Все повече вода пълнеше лодката ни. Моя трик с охлаждащата помпа вече не работеше и стояхме във вода до бедрата ни. Удивлявах се на стабилността на лодката ни. Проправяше си път през вълните като подводница носеща се по повърхността на водата. Моторът работеше безупречно, макар че от време навреме беше заливан от водата.

Вечерта достигнахме околностите на брега. Слънцето се скри зад планините. Постоянно насочвах курса ни към предполагаемото речно устие. Междувременно очертаванията на брега станаха разпознаваеми и се откри залив на юг. Все още се надявах, че е Босфора. Но Щефан продължи да настоява, че все още бяхме пред Българския бряг.

На няколко километра от плажа, нашите спътници – делфините, направиха няколко смели скока. Това беше техният начин да се сбогуват, след което изчезнаха. Те очевидно смятаха, че от сега нататък ние можехме да се погрижим за себе си. Толкова близо до брега, вероятно нищо нямаше да се случи.

Здрачът бързо ни застигна. Видях през бинокъла, че на хълм на север от долината имаше нещо като наблюдателна кула. Бяхме на около 300 метра от плажа. Оказах се прав, бяхме наистина в устието на малка река.

В този момент Щефан извика, “Долу, наведи си главата долу!”

Инстинктивно, аз се наведох за фарватера. Ярка светлина от прожектор обхождаше водата и освети лицата ни. Внезапно осъзнах къде трябваше да се намираме. Бях запомнил картата на този район и знаех, че Желязната Завеса свършваше тук при тази река. Да бъдем точни: на север от залива Игнеада, кръстен на малко турско село, разположено на северното крайбрежие. Не бях помислил за вероятността да се озовем точно тук, тъй като според моите изчисления трябваше да сме много по на юг.

Осъзнахме катастрофалната ситуация в която все намирахме. Не знаехме, че плавайки към брега, всъщност бяхме изминали много километри, оставяйки между Българската и Турската граница. В съзнанието ми изплуваха двамата братя от планините Ерцгебирге, които бяха убити от български гранати не далеч оттук.

Светлината от прожектора се появи още веднъж над водата, след което изчезна. Може би бяхме късметлии и не ни бяха видели. Опитахме се да се наведем възможно най-много в лодката, която се пълнеше с все повече вода и повече приличаше на подводница. Само главите ни и мотора бяха все още над водното ниво. Поради движението, породено от силните вълни, нямаше да сме лесна мишена дори и за отличен стрелец.

Още веднъж проучих картата. Трябваше да бъдем или много близо, или точно на границата. Това беше единственото обяснение на светлината от прожектора. Насочих лодката на югоизток, за да се отдалеча от брега. Подадох пълен напред; лодката бързо се плъзгаше по вълните.

Наблюдавахме плажа. Беше почти тъмно и успяхме да видим само няколко детайла по залесения бряг. Близо до брега, вълните бяха по-малки. Продължихме на юг за няколко часа, като поддържахме дистанция от брега от около 200 метра. Щеше да

е по-безопасно да сме по-навътре в морето, за да се предпазим от стрелба по нас от граничната полиция. Но пък там вълните бяха много по-високи и ние не искахме да рискуваме с толкова много вода в лодката. Видяхме мигащ фар на юг и аз насочих лодката към него.

Около полунощ, най-сетне достигнахме залива който бяхме видели часове преди това. Междувременно се бяхме поуспокоили, а аз бях по-оптимистичен. Може би напълно грешахме и границата беше много на север. Това означаваше, че наистина този залив можеше да е Босфора. Щефан се съмняваше в здравия ми разум и продължаваше да настоява, че сме все още в България.

Бяхме напълно изтощени след напрежението от последните часове. Пред нас разпознах навигационните светлини на стара платноходка, която ни подмина със скърцащи мачти както призрачния кораб от операта на Рихард Вагнер, “Летящият холандец.” Вероятно имаше пристанище наблизко. Сега бяхме напълно решени да влезем в залива. На хоризонта се виждаха светлини от село.

Половин час по-късно, порейки вълните, не трябваше да бъдем далеч от плажа. Внезапен шум ме накара да се обърна – твърде късно. Врхлетя ни огромна вълна, която ни заля напълно и преобърна лодката. Бяхме изхвърлени от лодката и пометени към брега. Поради тъмнината не бяхме видели колко близо бяхме до брега. Разбиваща се вълна подхвана и преобърна лодката. Напълно изтощени изпъзяхме на брега. След като бяхме стоели седнали толкова дълго време, трябваше отново да се научим да ползваме краката си. Лодката ни също ни последва, защото беше изхвърлена на брега. Издърпахме я с последните си сили. Пътуването ни през морето завърши след 33 часа.

Оглеждахме наоколо с джобно фенерче и събирахме вещите си, които бяха изпаднали от лодката. За щастие не бяха много, тъй като синтетичното покривало беше запазило всичко под себе си. След това се опитахме да решим какво да правим след това. За всеки случай трябваше да играем заседнали курортисти от Варна, тъй като не знаехме дали сме в Турция или все още в България.

Преоблякохме се. За щастие бяхме пакетирали някои дрехи в найлонови торбички и бяха все още сухи. След това започнах да проучвам брега. Не стигнах много далеч. Чух глас и погледнах право към снопа на джобно фенерче. Пред мен стоеше войник с прицелен в мен шмайзер. Попитах го дали говори руски, “Говорите по руски?” Последва неразбираемо изречение, след което войника насочи оръжието си по-високо, което ме накара инстинктивно да вдигна ръце. Станах по-обнадежден, тъй като всеки български граничар трябваше да знае поне няколко думи на руски. Докато той не ми остави впечатлението, че разбира. Продължих да говоря на руски и го помолих да ме последва. Разбра ме какво исках само след като използвах жестове към думите си. И така двамата отидохме заедно до мястото където бяхме пристигнали с лодката. Изненадан, той огледа мястото с фенерчето си и поклати глава след като видя лодката и разпилените ни принадлежности.

Щефан разгъна картата си и я сложи на пясъка под светлината на фенерчето. Опитахме с жестове да разберем от войника къде се намирахме. Той посочи залива Игнеада, южно от границата.

“Игнеада?” попита Щефан.

Войникът кимна и посочи към светлините на селото не далеч от тук: “Игнеада.”

В този момент осъзнахме, че бяхме в Турция, на около 20 километра южно от Желязната завеса. Простичката дума “Игнеада” звучеше като музика за ушите ни. Беше синоним на “спасение”. Бяхме видели маяците именно на Турско-Българската граница.

Сияещ от радост, Щефан извика още веднъж “Игнеада”, след което прегърна войника, целуна го по двете бузи и затанцува по плажа. Войникът се смути, каза нещо неразбираемо и изчезна.

Само секунди по-късно бяхме обградени от войници. Приблужи ни един офицер и ни приветства на развален немски. Малко след това стояхме в близката казарма. Оказа се, че бяхме по средата на ограничена от Турската армия зона. Някои офицери ни разпитаха набързо, но беше по-скоро като приятелски разговор.

Казахме им, че сме дошли от ГДР и че пропътувахме целия маршрут от Варна за да стигнем крайната си цел – Западна Германия. Първоначално не ни повярваха, че с нашето сгъваемо кану бяхме пропътували цялото разстояние от Варна до Игнеада. Когато им разказахме, че пътувахме на юг близо до брега и по границата, те ни казаха, че живота ни не е имал много голяма стойност, тъй като само малко по на север оттук, щяхме да сме в зоната на Българската отбрана и последствията щяха да са фатални.

Най-сетне телефонираха военната си централа в Киркларели (Лозенград) и тогава най-сетне можеше да си починаме заслужено. Разбира се, въпреки изтощението, нито Щефан нито аз успяхме да спим. Бяхме толкова развълнувани от това което бяхме преживели в изминалите часове.

На следващата сутрин войниците ни осигуриха много добра закуска. След това ни казаха, че джип ще ни откара в Киркларели. Командирът ни се извини, че трябваше да ни завърже очите, тъй като не беше позволено чужденци да виждат военното трасе на границата.

Бяхме чували със Щефан, че Турската гранична полиция по някога праща бегълците обратно в България. Можеше ли това да е и нашата дестинация? Може би това бе причината, че ни завързаха очите.

Съмнявах се в това, имайки предвид приятелското им отношение към нас. Решихме, че в случай че ни транспортираха обратно до границата щяхме да избягаме или най-малко щяхме да вдигнем много шум. Когато се бяхме отдалечили с джипа, успях достатъчно да повдигна превръзката на очите си и да видя, с помощта на сянката, която сутрешното слънце хвърляше, че във всеки случай пътувахме в югозападна посока, а не в северна. Това ми донесе дълбоко успокоение.

След известно време ни свалиха превръзките. Около пладне пристигнахме в Киркларели, където бяхме отведени в полицейското управление в центъра на града.

Превод: Драгомир Цонев

Интересни уеб страници

В наше време е все по-трудно да се намери професионален физик, който да спомене с нещо позитивно философията, или поне тази ѝ част, която има претенцията да казва нещо за Вселената или за природните науки и закони. Не познавам активно работещ колега, на когото философията да му е била от реална полза. Вярно, Карл Попър често е цитиран като човекът, формулирал схващането, че един експеримент може само да обори теория, но не и да я потвърди. Това схващане обаче е очевидно и влязло в практиката на природните науки много преди Попър. Просто никой преди него не си е на правил труда специално да го запише. (Американският логик и математик Чарлз Пиърс е формулирал подобни разбирания през XIX век, но те, вероятно, като произлезли от тогавашна периферия, не са получили достатъчна популярност.) Винаги е полезно да се препрочете параграф 16-1 „Относителност и философите“ от първия том на „Файнмановите лекции по физика“ в случай, че възникне съмнение, че философията би могла да „даде“ нещо на природните науки. Редица автори на учебници по астрономия и астрофизика с много ирония цитират следните думи на френския философ от XIX век Огюст Конт (считан за първия философ на науката – каквото и да означава това – и човекът, за когото се твърди, че е предвидил възникването на социологията като наука): „Ние разбираме възможността да бъдат определени техните [на небесните тела] форми, разстоянията до тях, техните размери и движение, докато никога, с никакви средства ние няма да сме в състояние да изучаваме техния химически състав.¹“ От много време безуспешно търся някой да ми обясни методите, чрез които философията стига до подобни категорични твърдения. Твърдението на Конт идва десетилетие-две преди Кирхоф, Бунзен и др. да формулират законите на спектроскопията, позволяващи с огромна точност да определим химическия състав не само на известните тогава небесни тела, но и на обекти, намиращи се на разстояния милиарди светлинни години.

Обитавайки две толкова различни вселени на познанието, за физици и другите учени от природните науки, от една страна, и за философите, от друга, би било بلاгоразумно просто да избягват контакти. Практиката показва, че това е невъзможно, за което свидетелстват публичните „сдърпвания“, особено зачестили напоследък. Един от най-нашумелите примери е лекцията на Стивън Хоукинг на конференцията „Цайтгайт“ организирана от компанията Гугъл миналата година, където той обяви философията за мъртва, защото „Философите не успяват да следват съвременното развитие на науката. Особено развитието на физиката“.

В този брой представям първопричината, възникването и развитието на може би най-любопитния спор между физици и философи, възникнал в началото на тази година. Спор изнесен в медиите и за съжаление излязал от рамките на академичния тон.

Вселена от нищото: защо изобщо нещо съществува

На 10 януари тази година излезе от печат поредната книга на Лаурънс Краус с

горното определено комерсиално, а за някои, както ще видим, и провокативно заглавие. http://books.google.bg/books?id=TGpbASdsIW4C&source=gbs_navlinks_s Лаурънс Краус е физик-теоретик, космолог, професор-основател на Колежа за изследвания на земята и космоса и директор на проекта „Произходи“ (Origins) към щатския университет на Аризона. Преди това е работил в Йейл, ЦЕРН и Харвард. Той има славата на един от най-добрите популяризатори на науката в света. Неговите книги и публични лекции са пример за това как и най-сложни научни резултати могат да се представят по изключително ясен начин, разбираем за широк кръг хора. Новата му книга все още няма електронна версия, поради което предлагаме на читателите на „Светът на физиката“ да присъстват в Youtube на лекцията, въз основа на която е написана книгата. В рамките на приблизително час, Краус разказва докъде е достигнало нашето познание за Вселената като цяло, как Вселената е възникнала и последващата ѝ еволюция, каква ще е крайната ѝ съдба. Ключова част от лекцията е посветена на най-забележителното откритие от последното десетилетие, ускорителното разширение на Вселената. Става ясно и какво Краус има предвид под „вселена от нищото“: това е вселена с пълна енергия нула (т.е. и начална). Точно към такъв тип вселена насочват всички основни наблюдателни резултати. Това е вселена с плътност на материята и енергията близка до критичната, т.е. плоска вселена. Краус обръща внимание и на забележителната епоха, в която живеем. Епоха през която плътността на тъмната енергия надвишава тази на материята едва два пъти, което е една от причините изобщо да виждаме други галактики. Не случайно лекцията е видяна от близо 1.5 милиона зрители, забележителен брой за научна лекция. Книгата, разбира се, също е „бестселър“. <http://www.youtube.com/watch?v=7ImvIS8PLIo>

Дайвид Алберт е професор по философия от Колумбийския университет в Ню Йорк, но защитил и докторат по физика. Алберт е и автор на книгата „Квантова механика и опит“ – за мен опит да навакса изоставането на философията от съвременното развитие. Т.е. разказва за квантовата механика като преди всичко емпирична наука, независимо колко странно изглеждат квантовомеханичните експерименти за ежедневния опит, и представяйки я (макар и оскъдно) на езика, на който единствено може да бъде разбрана – математиката. Това усилие трябва да се оцени подobaващо, особено ако има реален ефект между философите. Очевидно, обаче, раздразнен от някои от бележките в книгата на Краус – например, „философията и теологията сами по себе си не са в състояние да подхванат истински фундаменталните въпроси отнасящи се за нашето съществуване, въпроси които ни държат в недоумение“ – решава да напише „унищожителна“ рецензия за книгата „Вселена от нищото“. Допълнителен дразнител определено е и послесловието към книгата, написано не от кой да е, а от Ричард Доукинс, еволюционен биолог от Оксфорд, известен и с това, че е основно „острие“ в борбата на научната общност с организираната религия. Рецензията е публикувана на 23 март в „Ню Йорк Таймс“. По причини, за които човек живеещ в периферна държава може само да се досеща, Алберт решава да съсредоточи критиката си върху

буквалното значение на думата „нищото“, използвана от Краус. Е, в статията му прочита, че не са „нищо“ не само жирафите, хладилниците и елементарните частици, но и квантовомеханичните полета и вакуумните състояния. Контраинтуитивен факт, открит от ... да, физици, на който учим студентите си повече от половин столетие. Д. Алберт завършва и с критика, с която мнозина бихме се съгласили безусловно. Тази финална критика е и написана в скромните ми разбирания на чудесен в емоцията си английски. Проблемите които обществото има с организираната религия според него не идват защото е глупост (това той вижда като една от съпътстващите нишки в книгата на Краус), а от това че „[води до] жестокост и лъжа, че е механизъм за поробване и е нещо изпълнено с ненавист и отвращение към, по същество, всичко човешко“.

http://www.nytimes.com/2012/03/25/books/review/a-universe-from-nothing-by-lawrence-m-krauss.html?_r=2

Отговорът (отговорите) на Л. Краус въобще не закъснява. Първо дава пространно интервю на Рос Андерсен от “The Atlantic”, в което, следвайки маниера на опонента си, взема неговите думи буквално. Това му позволява да нарече Д. Алберт „умствено изостанал философ“ (moronic philosopher), който изобщо не е разбрал тънкостите в книгата му. Вместо интервюто, предлагам на вниманието на читателите статията на Краус в Scientific American от 27 април. В нея той се задоволява грижливо да обясни защо една буквална дефиниция на „нищото“ е, „по същество, стерилна, назадничава, безполезна и досадна“. А и не в дефиницията или заглавието на неговата книга е ценността, а в това на което тя е посветена: удивителното ново разбиране за Вселената, което днешната наблюдателна космология ни предоставя. <http://www.scientificamerican.com/article.cfm?id=the-consolation-of-philos>

Благодаря на Ивелин Сердамов, професор по политически науки в АУБ-Благоевград, който пръв ми обърна внимание на възникналия спор. Заинтригуваният читател би могъл да намери статии и интервюта по темата и от други автори.

Подготвил страницата: **Олег Йорданов**

Бележки:

1 – August Comte, *Cours de Philosophie Positive* (1835)

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

**ИЗДАВАНЕТО НА НАСТОЯЩИЯ БРОЙ ОТ СПИСАНИЕТО ПРЕЗ 2012 Г.
Е С ФИНАНСОВАТА ПОДКРЕПА НА
ФОНД „НАУЧНИ ИЗСЛЕДВАНИЯ“
ПРИ МИНИСТЕРСТВОТО НА ОБРАЗОВАНИЕТО,
МЛАДЕЖТА И НАУКАТА**

Нашиите автори:

В. Генчев – проф. д-р, ИЯИЯЕ, БАН

Д. Динев – доц. д-р в ИЯИЯЕ – БАН

М. Бушев – доц. д-р, ИФТТ – БАН

Н. Балабанов – проф. дфн, Пловдивски университет „Паисий Хилендарски“

М. Монастирски – проф., дфмн, РАН

М. Кънева – доц. д-р, ИФТТ – БАН

Милен Замфиров – гл. ас. д-р, СУ “Св. Климент Охридски”

Олег Йорданов – доц. д-р, ИЕ – БАН

Дж. Херманс – проф., Университет в Лайден, Холандия

***В книжка 4/2012 г. на “Светът на физиката”
четете:***

Д. Лефтеров – Седмият период на периодичната таблица на елементите
е запълнен изцяло

А. Линде – Многоликата Вселена

Р. Сагдеев – Спомени за учителя Д.А.Франк-Каменицкий

В. Пономарьов – Атомната енергия и човекът

М. Замфиров – Нестандартните задачи в училище

Дж. Кейнс – Нютон, човекът

С. Насар, Д. Грубер – Многообразието на съдбата

Х. Фрич – Бягство от Лайпциг (част четвърта)

СВЕТЪТ НА ФИЗИКАТА 3'2012

СЪДЪРЖАНИЕ

НАУЧНИ НОВОСТИ

– Вл. Генчев – Участието на България в експеримента CMS на LHC в CERN и търсене на Higgs бозон

НАУКАТА

– М. Бушев – Квантов ефект на Зенон
– Нобелова награда по физика за 1936 г.
– В. Хес – Нерешени проблеми пред физиката:
непосредствени задачи в изследванията на космичните лъчи

ВСТЪПИТЕЛНИ ХАБИЛИТАЦИОННИ ЛЕКЦИИ

– М. Кънева – Оптични вълноводи, получени с протонен обмен в LINBO3 и LITAO3

ИСТОРИЯ

– Н. Балабанов – Слава и падение (Образът на Салиери на „сцената“ на физиката)
– М. И. Монастирски – Джон фон Нойман

ФИЗИКА И ПРИЛОЖЕНИЕ

– Към високоефективни слънчеви фотоелементи –
Интервю със Стюарт Уенхам

ФИЗИКА И ОБУЧЕНИЕ

– М. Замфиров – Анализ на резултатите от матурите по физика и астрономия за 2008-2011 г.

КНИГОПИС

– Н. Ахабабян – Тъгата на физика

PERSONALIA

– Н. Ахабабян – Светът на Физиката на Кольо Балабанов
– С. Тинчев – Основателят на националната астрономическа обсерватория проф. дфн Богомил Ковачев на 80 години
– чл.-кор. Йордан Касабов – виден представител на приложната физика (по случай 20 години от смъртта му)

IN MEMORIAM

– Проф. дфн Румяна Георгиева Калпакчиева
– Д-р Асен Петров

ЧЕТИВО С ПРОДЪЛЖЕНИЕ

– Х. Фритц – бягство от Лайпциг – част III

ИНТЕРЕСНО

– О. Йорданов – Интересни уеб страници

THE WORLD OF PHYSICS 3'2012

CONTENTS

SCIENTIFIC NOVELTIES

– V. Genchev – Bulgaria's participation in LHC's CMS experiment in CERN in search for the Higgs boson..... 253

SCIENCE

– M. Bushev – Zenon's quantum effect..... 261
– The Nobel Prize in Physics 1936 273
– V. Hess – Unsolved Problems in Physics: Tasks for the Immediate Future in Cosmic Ray Studies..... 276

INTRODUCTIONAL ACADEMIC LECTURES

– M. Kuneva – Optical waveguide resulted via proton exchange in LINBO3 and LITAO3 278

HISTORY

– N. Balabanov – Glory and fall (Salieri's image on Physics "stage") 291
– M. I. Monastirski – John von Neumann 304

PHYSICS AND APPLICATION

– Towards highly efficient solar cells –
Interview with Stuart Wenham..... 322

PHYSICS AND TEACHING

– M. Zamfirov – Results analysis of school-leaving examination in Physics and Astronomy for years 2008-2011..... 327

BIBLIOGRAPHY

– N. Ahababyan – The physicist's sandness 350

PERSONALIA

– N. Ahababyan – Kolyo Balabanov's World of Physics
– S. Tinchev – Prof. Bogomil Kovachev the founder 354
of national astronomical observatory turns 80 years 356
– Corr. member Yordan Kasabov – a prominent figure in applied physics (20 years after his death)..... 358

IN MEMORIAM

– Prof. D.Sc. Rumyana Georgieva Kalpakchieva..... 360
– Dr Asen Petrov 361

SERIAL

– H. Fritzsch – Escape From Leipzig – part III 363

INTERESTING

– O. Yordanov – Interesting web-pages 378

СВЕТЪТ НА ФИЗИКАТА

том XXXV, кн. 3, 2012 г.

Издание на Съюза на физиците в България

http://old.inrne.bas.bg/wop/wop_3_2012/

(със спомоществователството на Българска академия на науките)

РЕДАКЦИОННА КОЛЕГИЯ

ГЛАВЕН РЕДАКТОР

Нъшан Ахабабян <nashan.ahababian@gmail.com>

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@uni-plovdiv.bg>

Светослав Рашев <rashev@issp.bas.bg>

Ганка Камишева <gkamish@issp.bas.bg>

ТЕХНИЧЕСКИ СЕКРЕТАР

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

ВОДЕЩ БРОЯ: Милен Замфиров

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

АДРЕС НА РЕДАКЦИЯТА:

1164 София,
Бул. Джеймс Баучер № 5

☎ 862 76 60
e-mail: worldofphysics@abv.bg

EDITORIAL OFFICE ADDRESS:

5, James Bouchier Blvd,
1164 Sofia

ПРЕДПЕЧАТНА ПОДГОТОВКА: Д. Денчева

Дадена за печат на 30 август 2012 г.

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

бул. Цариградско шосе 72

ISSN: 0861-4210