



СЪЮЗ НА ФИЗИЦИТЕ В БЪЛГАРИЯ

2'19

СВЕТЬ

НА

ОВИНКА

С В Е Т Ъ Т Н А Ф И З И К А Т А

ТОМ XLII, кн. 2, 2019 г.

Издание на Съюза на физиците в България

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

РЕДАКЦИОННА КОЛЕГИЯ

ГЛАВЕН РЕДАКТОР

Сашка Александрова

ЗАМЕСТНИК-ГЛАВЕН РЕДАКТОР

Ана Георгиева, Мариана Кънева

ОТГОВОРЕН СЕКРЕТАР

Пенка Лазарова

ЧЛЕНОВЕ

Никола Балабанов, Иван Лалов,
Евгени Попов, Радостина
Камбурова, Борислав Павлов,
Светлен Тончев, Игорь
Масляницын, Лилия Атанасова

РЕДАКЦИОНЕН СЪВЕТ

Александър Г. Петров, Николай В.
Витанов, Чавдар Стоянов,
Николай К. Витанов, Лъчезар
Аврамов, Хассан Шамати,
Евгения Вълчева

ВОДЕЩ БРОЯ: Сашка Александрова

EDITORIAL STAFF

EDITOR-IN-CHIEF

Sashka Alexandrova

VICE EDITOR-IN-CHIEF

Ana Georgieva, Mariana Kuneva

EXECUTIVE SECRETARY

Penka Lazarova

MEMBERS

Nicola Balabanov, Ivan Lalov,
Evgeni Popov, Radostina
Kamburova, Borislav Pavlov,
Svetlen Tonchev, Igor
Maslyanitsin, Liliya Atanasova

EDITORIAL COUNCIL

Alexander G. Petrov, Nikolay V.
Vitanov, Chavdar Stoyanov,
Nikolay K. Vitanov, Lachezar
Avramov, Hassan Chamati,
Evgenia Valcheva

VOLUME EDITOR: Sashka Alexandrova

АДРЕС НА РЕДАКЦИЯТА:

Бул. „Джеймс Баучер“ №5,
1164 София

EDITORIAL OFFICE ADDRESS:

5, James Bouchier Blvd,
1164 Sofia

☎ 02 862 76 60

E-mail: worldofphysics@abv.bg

Предпечатна подготовка: Л. Атанасова

ISSN: 0861-4210

РЕДАКЦИОННО

Времето отпреди около 100 години (началото на XX век) е известно с появата на така наречената модерна физика, променяща представите ни за света отвъд рамките на класическата физика на предишните векове. Това е чудно време, сякаш светът се е изпълнил с нови учени, носещи и развиващи нови идеи и формиращи световна физична общност. Едва ли скоро ще преживеем толкова бурно развитие. Главни участници в него са плеяда учени, повечето от които можем да видим на известната снимка (виж на стр. 185) от Солвеевския конгрес през 1911 г., където са всички те – Нобеловите лауреати от първата половина на XX век. Тези учени дават старт на много нови области като ядрената физика, физиката на кондензираната материя и на новите технологии. Затова в момента почти всеки ден имаме повод да отбележим 100 години от някое забележително откритие.

Така през тази година се навършват 100 години от удостояването на Макс Планк с Нобеловата награда по физика. Началото на века бележи и чудодейната година на Айнщайн. Двамата градят стълбовете на новата физика, поставяйки началото на квантовата физика (Планк пръв въвежда понятието квант!) и теорията на относителността. И двамата работят цял живот развивайки идеите си, но са и активни и ангажирани участници в обществения живот в едно променливо време. Съдбите им са преплетени. В настоящия брой можете да прочетете повече за отговорността, която те чувстват за съдбите на колегите си и на човечеството. За тях образованието също е важна тема. Още като ученици и студенти са били критични към програмите и преподаването.

Планк завършва известната *Maximilians-Gymnasium* в Мюнхен, която и досега има хуманитарен профил. Природните науки са се изучавали в ограничен обем. Сериозно е обучението по математика, логика и логическо мислене, което подпомага Планк при следването. В университета негови преподаватели са Херман фон Хелмхолц и Густав Кирхоф, учени от световна величина, на които той се възхищава, но лекциите им намира скучни и сухи. Хелмхолц говори накъсано, Кирхоф чете монотонно от една тетрадка. Планк пише, че е нямал щастието да има отличен изследовател или учител, който да го направлява в определена посока. Решава да се образова самостоятелно, като изучава трудовете на Рудолф Клаузиус. По-късно, като преподавател, той е различен. „Студентите обичат да слушат неговите лекции, той знае как да ги увлича“ – пише негов рецензент.

Айнщайн също не винаги е във възторг от преподавателите си. Лекциите на един от тях са „информативни и стимулират работата на мисълта, но им липсва яснота на представянето и точност при разработването на детайлите“, друг е „блестящ и дълбок, но непоправим педант“, или „излага темата си яс-

но, но повърхностно“. Той, също като Планк, започва да работи през ваканциите, като изучава трудовете на Хелмхолц. В отговор на писмо до една ученичка, той пише, че преподавателите не са го харесвали заради независимия му начин на мислене и са го пренебрегвали. В своето есе „За образованието“ той пише: „Целта трябва да бъде обучаването на самостоятелно действащи и мислещи индивиди, които обаче виждат в служба на общността най-висшето си жизнено призвание“.

Както можем да прочетем по-нататък в броя, нашите ученици също показват ангажирано отношение към обучението в училище. В есета, посветени на Айнщайн, те често го цитират – „Важното е никога да не спирате да задавате въпроси. Любопитството не съществува случайно“, „Образование е това, което остава, когато забравим всичко, което сме научили в училище“, „Въображението е по-важно от знанието“. Има и предложения как да протича обучението.

Вижте колко съвременно звучат думите на Айнщайн „Училището винаги е било най-важното средство за предаване на богатството от традициите от едно поколение на друго“. Това важи и днес в още по-голяма степен, отколкото в предишните времена, тъй като при съвременното развитие на икономическия живот семейството, като носител на традиция и образование, отслабва. Следователно развитието и здравето на човешкото общество са във още по-голяма степен зависими от училището, отколкото преди.

По-горе писах, че епохата на възникването на модерната физика едва ли ще се повтори скоро. Всъщност развитието в последните няколко години отваря нови хоризонти за полета на човешката мисъл. Това се вижда от Нобеловите награди по физика в последните години, като присъдените за развитието на гравитационната астрономия след откриването на гравитационните вълни, за нови технологични материали с неочаквани свойства след откритието на топологичните фазови преходи и топологичните фази на материята, за създаването на фантастичните лазерни инструменти. Откриват се нови завладяващи светове, които чакат своите изследователи. Дано сред тях са и нашите ученици. Това, което те пишат, ни дава надежда и увереност.

Сашка Александрова
главен редактор на „Светът на физиката“

РАДИОАКТИВНОСТ И ГАМА-СПЕКТЪР, ИЗМЕРЕНИ ЧРЕЗ БЕЗПИЛОТНИ ЛЕТАТЕЛНИ СРЕДСТВА (БЛС)

Иван И. Илиев

Резюме

Разгледана е технологията за дистанционно картографиране на терени с предполагаемо гама-радиоактивно замърсяване с помощта на безпилотни летателни системи (БЛС). Дискутират се принципите на избор на гама-детектор, подходящ за вграждане в БЛС. Описани са подходите за създаване на летателен план при линеен и точков модел на облитане и техниките на картографиране на гама-радиоактивното замърсяване. Представени са данни от тестово измерване на изкуствено създадено радиоактивно замърсяване и са разгледани техниките за събиране на данни. Накрая е представен конкретен пример за обработване на получените резултати и създаване на карта на предполагаемото радиоактивно замърсяване.

1. Въведение

За изследване и картографиране на големи площи от земната повърхност и ниската част от атмосферата за целите на селското стопанство, при природни бедствия, при инциденти, за наблюдение на дивата природа, при наблюдение на населението, автомобилния трафик, за качеството на водата и въздуха, за местните комуникации и много други един от най-удобните методи е въздушното наблюдение. Към този широк спектър от дейности можем да добавим оценката на приземното радиоактивно замърсяване, направена от борда на летателен апарат.

Ако сме запознати с местонахождението на радиоактивното замърсяване на повърхността, можем да подберем подходящите измервателни инструменти, за да го оценим качествено и количествено. За безопасността на човека, който ще извърши измерването (пеша или от борда на превозно средство), информацията за типа и мощността на радиационното поле е от съществено значение. Тази информация може да бъде определена, ако знаем радионуклидния състав на замърсяването. Друга полезна информация би била, дори и груба, количествена оценка на активността и нейното разпределение по земната повърхност. С други думи, дали цялата активност е концентрирана в една точка или е разсеяна на голяма площ. За да се събере тази информация за сравнително големи територии, най-подходящият начин е да се извърши полет с летателен апарат (с пилот или безпилотен), носещ спектрометрични радиационни детектори.

Гама-радиацията е дълбоко проникваща йонизираща радиация, излъчвана от голям набор естествени или изкуствени източници, и знаейки нейният енергиен спектър, разполагаме с мощен метод за следене и оценяване на обкръжаващата радиационна обстановка. Изследването на гама-радиацията се извършва от летателни средства, приземни превозни средства, пеша, чрез сондажи в почвата, скалите и в морското дъно и с измерване на проби, отнесени в лабораторията. Най-широките площи се покриват чрез летателни средства или наземни превозни средства. Създадени са много национални и регионални организации и са публикувани подробни гама-карти, генерирани по този начин. Такива стандартизирани карти, показващи концентрацията на радиацията и радиоактивните материали, могат да бъдат сравнени и обединени, позволявайки да се покажат регионалните тенденции на радиационно-то отклонение, като също така могат да се използват и за радиационен мониторинг на околната среда. Този процес се ръководи от Международната агенция за атомна енергия (МААЕ) [1-4].

Гама-картографирането от пилотируеми системи датира от десетилетия. Най-активни в това картографиране са държавите и организациите, които трябва да изследват широки и труднодостъпни територии (например Австралия [5]). В България също са правени подобни изследвания [6-8].

Идеята за използване на БЛС за гама-картиране датира от по-кратък период от време – около 10-11 години. В настоящата статия са описани някои детайли на този метод.

Най-бързо развитие на идеята има след ядрената авария в атомната електроцентрала Фукушима Дайичи през март 2011 г., а след нея, по идеята за измерване на радиация при аварии от разстояние с помощта на дистанционно управляеми роботи се работи много по-сериозно [10]. Един такъв тип работи са БЛС. Те се внедряват и използват успешно при спешно събиране на информация без риск за живота на работещият специалист, като същевременно могат да се използват за постоянни измервания и картографиране на местните замърсявания (например за аномалиите при урановите мини в Чехия [12]). Проучванията за гама-лъчение с БЛС биха могли да се разделят на две категории: използващи апарат тип самолет и тип квадрокоптер [9]. Първият тип се използва за бързи и груби измервания на височина 30-50 m, а вторият – за по-прецизни измервания от височина до 10 m, включително за интериора на сгради и други затворени пространства.

За да изградим гама-карта с добра резолюция и в същото време нашият метод да бъде икономически ефективен, трябва да намерим баланса между необходимата чувствителност и параметрите скорост и височина на полета. По-високата скорост и по-голямата височина ни дават по-бързо покритие на района, което спестява време за полет и получаваме резултата по-бързо. За да постигнем това, се нуждаем от детектори с по-висока чувствителност, ко-

ето, от друга страна, увеличава техния размер и цена. Балансът може да се постигне чрез решаване на редица физични задачи.

С развитието на БЛА (безпилотен летателен апарат) се увеличават възможностите за картографиране по въздух. Към групата безпилотни летателни апарати можем да добавим и малките спътници, които биха могли да се използват за наблюдение на радиационната обстановка от своята орбита (космическо дистанционно наблюдение) [13-14]. Безпилотните летателни апарати позволяват да се наблюдават територии, които крият различни рискове и опасности, не само радиационни, но и от всякакъв друг вид, без да се застрашава екипажът, който в случая работи дистанционно на Земята. Това предимство открива нови перспективи както за дозиметрията, така и за службите, които се занимават с извънредни ситуации.

В настоящата работа сме споделили нашия опит от изминалата година, свързан с приложението на БЛА в дистанционното гама-спектрометрично картографиране. Това включва анализ на различните гама-детектори, планиране на лабораторни и полеви експерименти с изкуствено радиоактивно замърсяване, създаване на летателен план, обработка и анализ на данните и създаване на карта – гама-спектрометрично картографиране. Накрая са направени заключения, които могат да ни доведат до бъдещата ни работа по дистанционно гама-картографиране с безпилотни летателни апарати.

2. Съвместен проект между Софийския университет „Св. Климент Охридски“, Физическия факултет и Тита-консулт ООД за гама-картиране, използващо БЛС

В началото на 2017 г. екип от докторанти от Физическия факултет на Софийския университет под ръководството на доц. Пламен Данков от катедра „Радиофизика и електроника“ стартира нов проект, фокусиран върху анализ на възможностите за разработване на дистанционни методи за оценка на радиационната обстановка над земната повърхност – в открити и в затворени пространства. Това е методът за гама-картиране по въздух, който беше сравнително нова тема за екипа на проекта. Членовете на екипа участваха в първото въздушно гама-картографиране на сравнително широка открита площ в България, използвайки пилотируемо летателно средство [6, 15]. Проектът беше реализиран от българската фирма Тита-Консулт ООД. Това е един много успешен експеримент, резултатът от който намира важно място в практиката. Това ни дава надежда, че развитието на споменатия метод може да продължи и в бъдеще.

Новото в проекта от 2017 г. беше използването на БЛА (квадрокоптер), който изискваше пълно преосмисляне на измервателната настройка, използвани детектори, електронни схеми, позволяващи дистанционни измервания, придобиване на опит при създаване на ефективни полетни планове. Това е почти изцяло нов подход при прилагането на метода на гама-картиране.

Като първи проект за екипа в тази област беше важно решаването на няколко проблема, които могат да помогнат за по-нататъшните изследвания. На първо място, това е сравнителен анализ и избор на подходящ гама-детектор с електронна схема за измерване. Това включва изследвания, селекция, лабораторни (наземни) експерименти и анализ на наличното и предлаганото на пазара оборудване по отношение на три важни параметъра – чувствителност на детектора, тегло на цялата измервателна система и ефективност на потреблението на електрическа енергия. Следващата завършена задача беше изследване на приложимостта на метода за дистанционно гама-картографиране с БЛА при различни терени – на площадката в открито пространство, в планините, в градска среда, в гъста градска среда и вътре в сгради. Това изискваше нов подход и нова технология при създаването на полетен план за използваните БЛА. Много важна задача беше завършването на експеримента за гама-картиране на малка открита площ с цел да се докаже ефективността на метода. Този експеримент е сравнително сложен и бяха привлечени външни експерти, като консултанти по БЛС. Накрая, резултатът от изследването и експерименталната работа беше обобщен и методът бе приет и препоръчан заради неговата относително ниска цена при изследване на малки площи. Резултатът също така даде и информация за чувствителността на метода и неопределеността на измерванията. Бяха направени някои препоръки за бъдещото прилагане на метода на практика.

През 2018 г. като втори проект започна работата по завършване на допълнителна задача. Тя беше гама-спектрометрично картографиране и включваше изпълнението на всички задачи от предишния проект, но със спектрометрично измервателно оборудване и с отчитане и анализиране на набрани спектри. Целта е изграждане на карти на разпределението на различни радионуклиди в изследваната област.

3. Сравнение между детектори, подходящи за интегриране в БЛС

Първият важен проблем, който трябва да бъде решен, е сравнение на различните гама-детектори по три от техните характеристики. В сравнението участва не само материалът, от който се произвежда чувствителната част, но и напълно функциониращата система за измерване. Това включва чувствителен материал (сцинтилатор или някакъв друг тип), преобразувател от светлинни фотони към електрически импулси (фотоумножител – ФЕУ, или друг тип светлинен сензор), предусилвател, усилвател, схема за формиране на импулси, брояща, сортираща и запамятаваща електроника и захранващ блок, включващ батерия.

Трите основни параметъра, които са най-важни за внедряването на детекторната система в БЛС, са: тегло, чувствителност и консумирана мощност. По своята структура газоразрядните детектори са относително леки, но чувствителността им е доста ниска. Чувствителността на сцинтилационните де-

тектори зависи от размера, плътността и ефективното атомно число Z_{eff} на материала на сцинтилатора (ефективността на фотопика е пропорционална на Z_{eff}^5). Класическият ФЕУ може да осигури високо усилване, но се изработва от стъкло, което е тежко и крехко. Преди проектирането на детекторната система беше направено сравнение между вече произведени системи, сглобени за ръчни дозиметрични устройства, където параметрите като тегло, ефективност и консумация на енергия също са от основно значение.

По данни от каталога беше избран сцинтилационен детектор от цезиев йодид (CsI(Tl)). За първите тестови полети избрахме детектор № 2 (Таблица 1).

Таблица 1. Сравнителна таблица на изследваните детектори

№	Тип/Материал	Размер [mm]	Чувствителност [cps/ μ S/h] (Cs-137)	Тегло [g]
1.	ГМ-брояч	80 × ϕ 10	8	8
2.	CsI	19 × ϕ 13	210	40
3.	CZT	1000 mm ³	1000	60
4.	NaI	25 × ϕ 25	290	120
5.	CsI+Li	38 × ϕ 50	1500	550
6.	NaI	63 × ϕ 63	4600	1400
7.	Органичен сцинтилатор	76,2 × ϕ 76,2	1000	1400

Поради добрата си чувствителност, малък размер и сравнително ниска цена използването му би било подходящо, стига спектрометрията да не е основната цел. За спектрометрични измервания по-подходящ е детектор №5, направен от същия материал (CsI(Tl)), но в по-голям размер, което го прави по-чувствителен. Малка част от детектора е кристал (Li-6), чувствителен за неутрони. Цената му е по-висока, но допълнителната инвестиция ще позволи създаването на гама-спектрометрична карта, а в същото време и отбелязване на източници на неутрони, ако има такива.

Към всеки детектор е прикрепен ФЕУ, което изисква механична защита на стъклото и стабилно високо напрежение (около 1000 V DC). При предишния експеримент само един брояч интегрира импулсите в пълния енергиен диапазон, докато в настоящия експеримент многоканален анализатор подрежда импулсите с различна амплитуда в отделни канали, създавайки хистограма, наречена спектър. Спектърът, събран за всяка секунда, се съхранява в SD-карта с памет. Към всеки запис се добавят два други параметъра. Единият от тях са GPS данните, а другият е разстоянието до Земята (измерено с ултразвуков далекомер). При дистанционното измерване на радиацията разстоянието е много важно за оценка на активността на източника, тъй като броят гама-кванти, който попадат в детектора, е обратно пропорционален на квадрата на разстоянието до него. Преди да се монтира към БЛА, системата

беше тествана при условия, подобни на реалния полет с два източника Co-57 и Cs-137. Тези радионуклиди са два от най-често срещаните техногенни източници. Тестовите на Земята доказаха способностите на системата. Те също така ни дадоха и резултати за оптималното разстояние и скорост на полета за определена МОА (минимална откриваема активност).

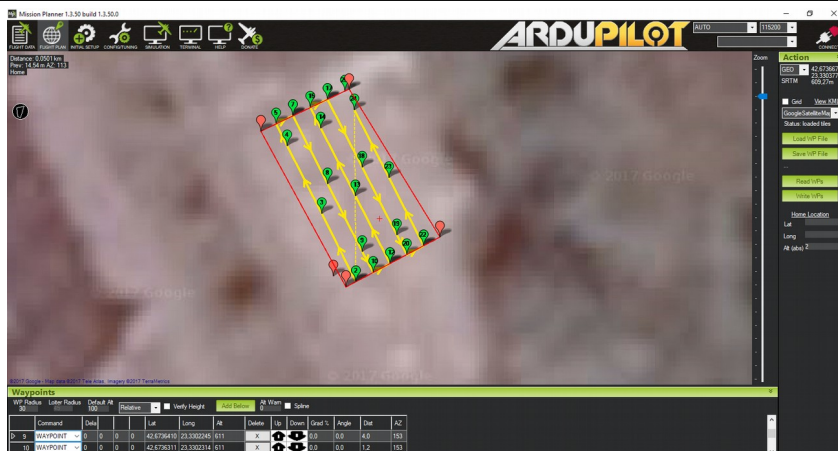
В следващата стъпка софтуерен симулатор беше използван за изчисляване на разсейването, затихването и екранирането при поставянето на различни бариери по пътя между замърсяването и детектора. Основният използван софтуер беше *MicroShield*, а *RadPro* се използва за доказване на резултатите. Входните параметри са три различни височини на полета, а като защита се счита въздухът при 50% влажност, налягане 950 hPa, и температура 20°C. Най-важното изчисление е защитата от четири различни материала, очаквани на земната повърхност, покриващи замърсяването. Четирите най-често срещани повърхности са: трева, храсти, почва и пясък. За да се въведат плътността на четирите материала в софтуера, е необходимо да се извърши още един експеримент. Той включва измерване на теглото и обема на проби от материалите, за да се изчисли тяхната плътност. Резултатът от софтуерната симулация показва, че затихването във всеки от материалите е значително. Тази информация е много важна и показва, че не трябва да се допуска покриване на тестовите източници за реалния полет, в противен случай ще е необходим много по-голям детектор или по-силен източник.

4. Извършване на тестови полет с определена гама-спектрометрична система.

За настоящия експеримент се използва БЛА с четири ротора (*quadcopter*), показан на Фигура 1. Общата му сила на повдигане е около 100 N. Напрежението на батерията е 22,2 V DC с капацитет 10 Ah, което позволява 10-минутен полет с детекторната система на борда.



Фигура 1. БЛА



Фигура 2. Летателният план, използван по време на първия и втория експеримент

Изследваният терен е същият като при първия експеримент – площ от 10 x 5 m пред Физическия факултет, сграда А. Няма растителност и препятствия високи над 15 cm, така че е лесно да се поддържа височина на полет 2 m. Разстоянието между повърхността на Земята и детектора се измерва точно с ултразвуков далекомер, тъй като GPS-височината и геоидната карта на терена не осигуряват достатъчно добра точност. Ако нямаме информация за наличие на замърсяване, първоначално избираме непрекъснат модел на разпределение. Летателният план трябва да обхваща цялата зона (Фигура 2). Профилите са успоредни линии, отстоящи една от друга на 2 m (толкова, колкото е височината на полета). Хоризонталната скорост се изчислява въз основа на чувствителността на детектора (скоростта на броене), желаната МОА и височината на полета.

Средният измерен фон на площадката е 0,085 $\mu\text{Sv/h}$. Такъв фон би предизвикал следната скорост на броене в избрания детектор (детектор № 5):

$$(1) 0,085 \mu\text{Sv/h} * 1500 \text{ cps}/(\mu\text{Sv/h}) = 127,5 \text{ cps}$$

Реалните фонове гама-фотони са с енергии, различни от енергийния спектър на Cs-137 и затова при реалното измерване броят е малко по-различен. Измерената средна скорост на броене е 181 cps тогава статистическата неопределеност ще бъде:

$$(2) 181^{1/2} \text{ cps} = 13.45 \text{ cps}$$

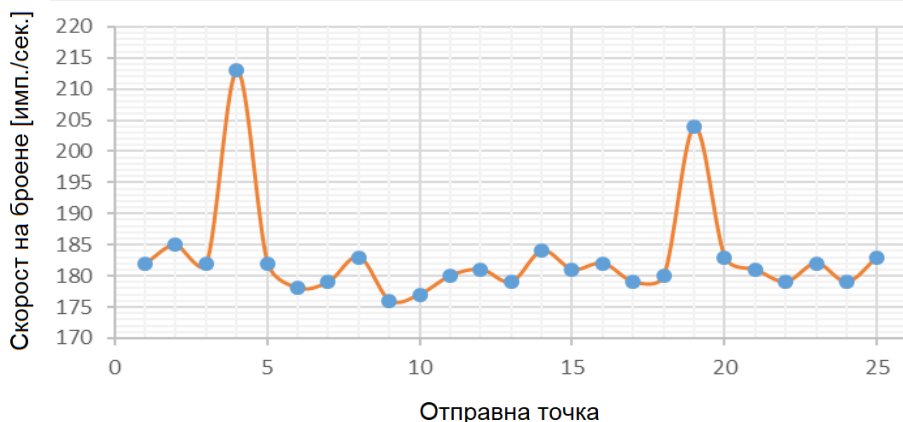
Т.е., не можем да постигнем МОА под 13,45 cps, която е равна на $\sim 0,009 \mu\text{Sv/h}$. С други думи, за да може да се открие тестовият източник, той трябва

да създава мощност на дозата, равна на поне 0,009 $\mu\text{Sv/h}$, на разстояние 2 m (колкото е височината на полета).

Таблица 2. Измервания – сурови данни

Точка [№]	Гео. ширина [°]	Гео. дължина [°]	Разстояние [m]	Брой импулси [cps]
1	42,6736268	23,3302206	2,133	182
2	42,6736268	23,3302206	2,101	185
3	42,6736589	23,3301986	1,952	182
4	42,6736911	23,3301765	2,078	213
5	42,6737014	23,3301694	2,101	182
6	42,6737053	23,3301804	2,068	178
7	42,6737053	23,3301804	2,071	179
8	42,6736731	23,3302025	2,056	183
9	42,6736410	23,3302245	1,983	176
10	42,6736311	23,3302314	1,941	177
11	42,6736353	23,3302421	1,975	180
12	42,6736353	23,3302421	1,912	181
13	42,6736674	23,3302201	1,908	179
14	42,6736995	23,3301980	2,062	184
15	42,6737092	23,3301914	2,081	181
16	42,6737131	23,3302024	2,054	182
17	42,6737131	23,3302024	2,201	179
18	42,6736809	23,3302245	2,253	180
19	42,6736488	23,3302465	2,223	204
20	42,6736395	23,3302529	2,183	183
21	42,6736438	23,3302637	2,230	181
22	42,6736438	23,3302637	2,002	179
23	42,6736759	23,3302416	1,982	182
24	42,6737080	23,3302196	2,109	179
25	42,6737170	23,3302134	2,169	183

Както се вижда от Таблица 2 и Фигура 3 (точки 4 и 19), скоростта на брое на детектора над източниците е около 209 cps общо и около 28 cps нетна стойност. Това е около 2 пъти повече от МОА, което означава, че вероятността детекторът да открие източника е достатъчно голяма. В едносекундния спектър тези 28 импулса не са побрани само в един пик, но са разпределени и отляво на компютъровия ръб. Това прави разпознаването на нуклидите не много лесна задача. Повечето от софтуерните инструменти може да не се справят или ще се нуждаят от натрупване на повече статистически данни, особено ако източникът не е мононуклид с един-единствен фотопик. Ето защо в случай, че се открие замърсяване, си струва да се изгуби малко повече летателно време за разпознаване на радионуклидния му състав.



Фигура 3. Първично графично определяне на разпределението на замърсяването с Excel

В нашия експеримент избрахме да извършим втори полет само над местата със замърсяването, но с по-дълго зависване на БЛА за набиране на по-добър спектър. Продължителността на зависването се определя от сигурността, която се изисква за потвърждаване на разпознатия източник, а това зависи и от броя и вида на откритите радионуклиди. Ако има много пикове от различни радионуклиди, които се застъпват и частично препокриват, тогава е необходимо много по-дълго време за интегриране. Теоретично не е възможно да се предвиди радионуклидния състав на едно замърсяване, но на практика, в повечето случаи, това е възможно, познавайки обектите и предназначението на обследвания терен. Критерият, който избрахме за продължителността на набиране на спектъра, беше 10 000 импулса. С нашия тестов източник и при такъв фон, изчисленото време е $10\,000/209 = 48\text{ s}$. Имаме възможност и да приближим БЛА до замърсяването, но съществува риск да отведем източника и дори да замърсим БЛА, ако радиоактивността е върху насипен материал. При втория полет, след като имаме първоначалната информация, е възможно да се избегне този проблем, като се използват различни техники, например окачване на детектор върху въже под БЛА с цел увеличаване на разстоянието между витлата и земната повърхност и др.

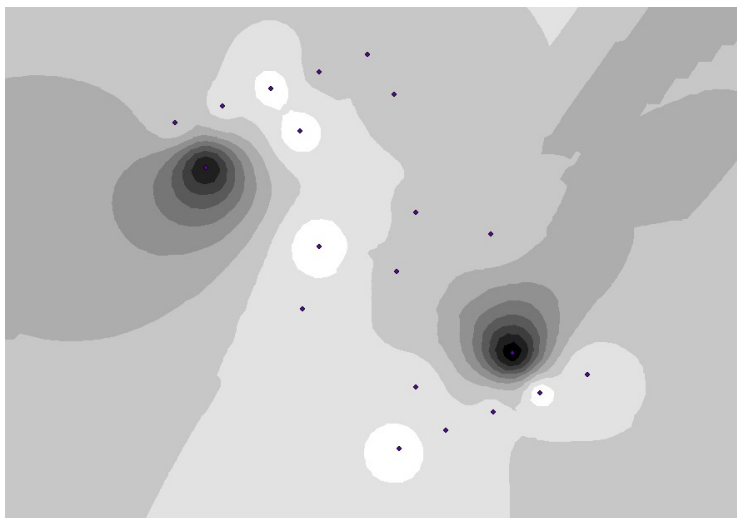
Преди втория полет вмъкваме записаните данни от първия полет в *Microsoft Excel* или подобен софтуер за бърз анализ. Резултатът е графика, показваща точките с най-голямо замърсяване. От всяка една точка можем да прегледаме и едносекунден спектър и ако има добра статистика, да определим грубо енергията на радионуклида на земята.

5. Генериране на гама-картата

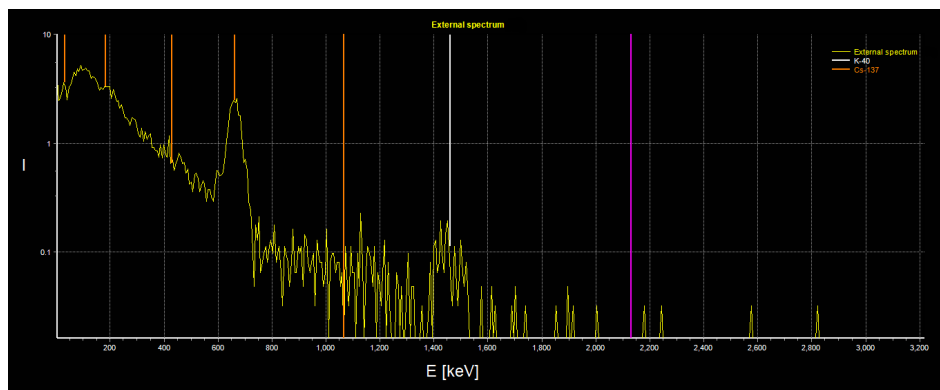
За генериране на картата използвахме софтуера *ArcGis* (Фигура 4). За да се създаде карта, даваща по-точна информация, е важно да се избере моде-

лът, който най-добре описва формата на замърсяването. Преди първия полет обикновено нямаме много информация и най-добрият модел е непрекъснати-ят модел, в който предполагаме, че замърсяването е равномерно разпреде-лено навсякъде. След като придобием първоначална представа за разпреде-нието на радиоактивността, можем да изберем най-добрия модел. Трите най-често използвани модела са непрекъснат, точков и линеен модел (подходящ за реки, отворени или тръбни канали). Разликата между отделните модели е формата на замърсения обект.

В нашия експеримент използвахме два точкови източника и съответно – модела за точков източник.



Фигура 4. Гама-карта, генерирана със софтуера ArcGis



Фигура 5. Едноминутен спектър от зависване над най-значимото замърсено петно (в нашия случай – точков източник). Софтуерът SMI разпознава наличието на NORM (Naturally occurring radioactive material) и Cs-137

6. Заключение и перспективи

Като второ от серия проучвания, настоящият проект потвърждава, че използването на БЛС в гама-картиране дава почти цялата функционалност на картографирането с пилотирани превозни средства, добавяйки различните мащаби на работа. Това включва стабилното зависване на малки дистанции, добрия контрол над скоростта и евтиното летателно време. Най-голямото преимущество на малките БЛА е това, че те могат да се използват в затворени помещения и за обекти, нуждаещи се от измерване от всички страни. И не на последно място, използвайки БЛС, нито един човек не е изложен на риск – особено важно по време на обследване на ядрени инциденти.

По време на експеримента открихме, че повечето софтуерни инструменти за картографиране не са адаптирани към такива малки мащаби. Също така, картите, създадени от сателитни снимки, не дават достатъчно подробности за терена и информацията им вероятно не е актуална. За бъдещите изследвания е по-добре да се използва различен софтуер и снимки, взети от борда на БЛА в момента на измерването. На база на обектите, които се забелязват на снимките, може да се определи и евентуален модел на разпределение на очакваното замърсяване. Височината на полета, представляваща разстоянието между обекта и детектора, също е от решаващо значение за точна оценка на активността. В нашия експеримент ултразвуковият метод за измерване на разстоянието дава полезни резултати само за разстояние до около 4 m. То е достатъчно за търсене, но може да не е достатъчно за измерване на много висока активност, когато разстоянието до източника трябва да бъде по-голямо, за да се предотврати претоварването на електрониката от мощността на дозата. По-добрият вариант е да се използва лидар. Той би могъл да се използва и за създаване на 3D карта на терена, и за навигация в затворени пространства.

Благодарности. Изследването е извършено с частична финансова подкрепа по договор 80-10-82 / 2017 с Фонд за научни изследвания на Софийския университет.

Литература

- [1] ICRU, *Report 53*, U.S.A., 01.12.1994
- [2] International Atomic Energy Agency IAEA, *IAEA-TECDOC-1092*, June 1999
- [3] International Atomic Energy Agency IAEA, *IAEA-TECDOC-1363*, July 2003
- [4] Mabit, L. and C. Bernard, *Journal of Environmental Radioactivity*, October 2007, **97** (2-3), pp. 206-219
- [5] Horsfall, K.R., *AGSO Journal of Australian Geology & Geophysics*, 1997, 17(2), pp. 23-30
- [6] Iliev, I., I. Pastuhov, V. Gourev, *Airborn gamma-mapping, RAD Conference 2016*, Nish, Serbia, 23-27.05.2016, online available

- [7] V. Terziev, M. Ivanova, D. Sharalieva, A. Pipev, „Methodology for realization of measurements on the base of „In situ“ method by mobile Gamma-spectrometric equipment for determination of the activity on the objects with different geometric shape and stationary location in the enveloped environment“, *Manual, Eco Programma Ltd.*, 2017 (in Bulgarian)
- [8] V. Terziev, M. Ivanova, D. Sharalieva, A. Pipev, Methodology for calibration of mobile Gamma-spectrometric equipment, *Guidance, Eco Programma Ltd.*, 2017 (in Bulgarian)
- [9] Connor, D. T., P. G. Martin, and T. B. Scott, *International Journal of Remote Sensing*, 2016, **37**(24), 5953-5987. DOI:10.1080/01431161.2016.1252474
- [10] Zavala, M., *PhD Thesis*, Georgia Institute of Technology, May 2016, online available
- [11] Martin, P., J. Moore, J. Fardoulis, O. Payton, and T. Scott, *Remote Sensing*, 2016, **8**(11), [913]. DOI: 10.3390/rs8110913
- [12] Šálek, O., M. Matolín, and L. Gryc, *Journal of Environmental Radioactivity*, **182**, 06 Dec 2017, pp. 101-108
- [13] I. Iliev, P. Dankov, I. Pastuhov, „Analysis of the possibility for utilization of unmanned vehicles and small satellite for remote control of the radiation situation, *Third National Congress on Physical Science*, 29.09-02.10.2016, Sofia, InterExpo Center (in Bulgarian)
- [14] Karanth, S. P., V. Shobha, M. A. Sumesh, T. V. Sridevi, K. T. Manjunath, B. Thomas, L. V. Prasad, and M. Viswanathan, *Journal of Small Satellites*, 6(2), 2017, pp. 581–589
- [15] Iliev, I., V. Vasilev, M. Mladenova, *Int. Conf. Comprehensive Nuclear-Test-Ban Treaty (CTBT)*, Vienna, Austria, 26-28.06.2017 (to be published in *Journal of Physical Science and Application*, ISSN 2159-5348)
- [16] University Center for Air Surveillance at Sofia University „St. Kliment Ohridski“: https://www.uni-sofia.bg/index.php/bul/universitet_t/centrove/universitetski_cent_r_za_v_zdushno_nablyudenie
- [17] Manual of the software for Arduino controllers: <https://www.arduino.cc/en/Guide/HomePage>
- [18] Manual of the software Gamma Vision: <http://www.ortec-online.com/-/media/ametektortec/manuals/a66-mnl.pdf>
- [19] Manual of the software MAESTRO: <http://www.ortec-online.com/-/media/ametektortec/manuals/a65-mnl.pdf>
- [20] Manual of the software MicroShield: <http://radiationsoftware.com/microshield/>
- [21] Manual of the software Mission Planner: <http://ardupilot.org/planner/docs/common-mission-planning.html>
- [22] Manual of the software Geosoft (package): <http://www.geosoft.com/products/target/target-arcgis/>
- [23] Manual of the software Gamma Design: <https://www.gammasdesign.com/Features.aspx>;
- [24] Manual of the software ArcGis (package): <http://www.esri.com/arcgis/about-arcgis>

GAMMA SPECTRUM AND GAMMA ACTIVITY MEASURED FROM UNMANNED AERIAL VEHICLES (UAV)

Ivan I. Iliev

The technology for remote mapping of terrains with suspected gamma radioactive contamination using unmanned aerial vehicles (UAV) has been explored. The principles of selection of gamma detectors suitable for embedding in UAV have been discussed. Described are the approaches to creating a flight plan for a line and point model for data collection from the terrain and the techniques of gamma radioactive contamination mapping. Test data from artificially generated radioactive contamination are presented and data collection techniques are described. Finally, a particular example has been given for data processing and mapping of the supposed radioactive contamination.

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

Банкова сметка: Първа Инвестиционна Банка

IBAN: BG91FINV91501215737609; BIC: FINVBGSF

Броеве от списанието можете да намерите на следните места:

- Книжарницата на Математическия факултет на СУ „Св. Климент Охридски“, София 1164, бул. „Джеймс Баучър“ 5
- Книжарница Технически университет – София, блок 10
- Съюз на физиците в България, Физически факултет, СУ „Св. Климент Охридски“, София 1164, бул. „Джеймс Баучър“ 5, тел. +359 2 62 76 60, e-mail: upb@phys.uni-sofia.bg
- по време на лекторията „Светът на физиката на живо“

КОСМИЧЕСКИЯТ МИКРОВЪЛНОВ ФОН

Тайнственият отпечатък от началото на Вселената – така, както го описват съвременните теории. От огненото начало на Големия взрив до кротката светлина на звездите.

Йорданка Павлова

Съществуването на Космическия микровълнов фон (КМФ), наричан още реликтовото лъчение, е предсказано теоретично в средата на миналия век от Джордж Гамов и Жорж Льомер. Експериментално съществуването му е потвърдено през 1965 г. от физиците Арно Пензиас и Робърт Уилсън, за което през 1978 г. двамата получават Нобелова награда. Реликтовото лъчение се приема за едно от главните потвърждения на теорията за Големия взрив. Неговото откриване има фундаментално значение за развитието на космологията.

Съгласно теорията на Големия взрив, ранната Вселена е представлявала гореща плазма, състояща се от бариони, електрони и фотони. Фотоните бивали постоянно излъчвани, поглъщани и отново преизлъчвани. Те си взаимодействали с другите частици на плазмата, като при това си обменяли енергия. По този начин излъчването се намирало в състояние на топлинно равновесие с веществото, а неговият спектър съответствал на спектъра на абсолютно черно тяло.

Ако приемем, че ранната Вселена е била много гореща ($T \gg 10\,000\text{ K}$), то барионното вещество би било напълно йонизирано и Вселената би била напълно непрозрачна поради разсейването върху големия брой свободни електрони (подобна е физичната картина и в недрата на звездите). Такова плътно, горещо и непрозрачно вещество би излъчвало като абсолютно черно тяло.

С разширяването на Вселената се понижавала и температурата, като на определен етап ($\sim 3000\text{ K}$) станало възможно образуването на неутрални атоми чрез рекомбинацията на изстиващите и поради това забавени електрони и йони (протони и алфа-частици — ядра на водорода и хелия). Това се е случило около 380 000 години след Големия взрив. „Прочистеното“ от електрони пространство намалило съществено разсейването на реликтовите фотони и те започнали безпрепятствено да се разпространяват във Вселената, без практически да си взаимодействат с веществото. Фотоните, излъчени тогава от плазмата, съставляват микровълновото лъчение, открито от Пензиас и Уилсън през 1965 г. в лабораториите на Бел (*Bell Labs*).

Характеристики и параметри на КМФ

Спектърът на излъчващото Вселената изотропно нискотемпературно лъчение съответства на спектъра на излъчване на абсолютно черно тяло с температура 2,725 K. Максимумът му е в микровълновия диапазон, при честота 160,4 GHz и дължина на вълната 1,9 mm. Плътността на енергията на реликтовото лъчение е $0,25 \text{ eV/cm}^3$, което съответства на средна енергия на един фотон $0,000634 \text{ eV}$ и на фотонна концентрация $\sim 411 \text{ cm}^{-3}$.

Случайно регистрирано с антените на *Bell Labs*, фоновото лъчение в следващите години станало обект на системно изучаване с помощта на все по-съвременни и мощни изследователски средства. Модерни орбитални изследователски комплекси, такива като сателитите *COBE* (*Cosmic Background Explorer*), *WMAP* (*Wilkinson Microwave Anisotropy Probe*) и мисията „Планк“, оборудвани със специално разработени високочувствителни и прецизни уреди, извършили измервания на микровълновия фон на различни дължини на вълните, покривайки максимално широк диапазон от електромагнитния спектър. С висока точност е измерена и температурата на лъчението $T = 2,725 \pm 0,001 \text{ K}$. Получил своя отговор и въпросът защо температурата на остатъчното лъчение е над 1000 пъти по-ниска от температурата на плазмата, при която е станала рекомбинацията и излъчването на реликтовите фотони.

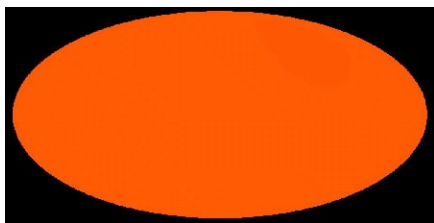
Изхождайки от факта, че обемът, заема от фотонния газ, се разширява заедно с Вселената и поради хомогенността на Вселената не би трябвало да има обмен на топлина, следва, че промяната на вътрешната енергия на фотонния газ с времето се дължи изцяло на разширението (в съответствие с Първия принцип на термодинамиката). Връзката между фотонната температура и скоростта на разширение на Вселената показва, че ако температурата на КМФ е намаляла 1100 пъти от момента на космологическата рекомбинация, то мащабният фактор на разширение е нараснал също толкова пъти. Наблюдаваното понастоящем от нас микровълново лъчение тогава е било с максимум в близкия инфрачервен диапазон, както при излъчването на хладните червени звезди. Инфрачервеният максимум на лъчението се обяснява с по-нататъшното разширяване на Вселената, вследствие на което нараства дължината на вълната на възникналото след изстиването ѝ електромагнитно лъчение. Изместването на честотата към инфрачервения диапазон е най-старият в историята на Вселената пример за явлението, наречено „червено отместване“. Космологичното червено отместване често се свързва с ефекта на Доплер и движението на галактиките една спрямо друга. Това обяснение не е изчерпателно, тъй като наблюдаваното червено отместване на галактиките включва и такова, предизвикано от разширяването на пространството на Вселената съгласно Общата теория на относителността. Образоването на космологичното червено отместване може да се представи така: светлина (електромагнитна вълна) идва от далечна галактика. Докато светлината лети

през Космоса, пространството се разширява. Заедно с него се разширява и светлинният вълнов пакет, като съответно се изменя и дължината на вълната. Ако за времето, за което светлината пътува до нас, пространството се е разширило два пъти, то и вълновият пакет и дължината на вълната са се увеличили също два пъти. Само приборът, с който е измерена дължината на вълната, е непроменен.

Но да се върнем към историята на откриването и изучаването на КМФ.

При своите експерименти Арно Пензиас и Робърт Уилсън провеждали измервания само при две честоти. Години по-късно били направени измервания и в други честоти, които показали, че загадъчното лъчение твърде много прилича на излъчването на абсолютно черно тяло. Тъй като не била известна прозрачността на земната атмосфера за различните видове електромагнитни лъчи, били проведени допълнителни измервания с помощта на спътник. Така се зародила идеята за проекта *COBE* за изследване на остатъчното фоново излъчване от Големия взрив. *COBE* бил снабден със свръхчувствителни антени и уреди с разделителна способност от порядъка на 7° , покриващи вълновите обхвати от $1 \mu\text{m}$ до 1 cm , за измерване на анизотропията, нехомогенността и спектъра на КМФ, както и на дифузното инфрачервено фоново лъчение.

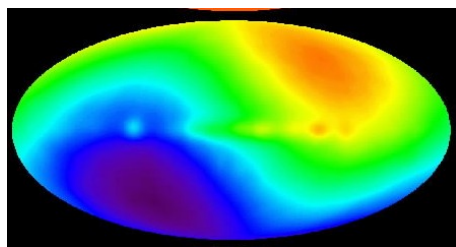
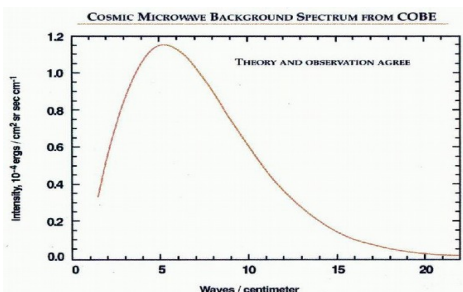
Първите неясни образи на фоновото лъчение от спътника *COBE* били получени през 1992 г. Тъй като целта била да се измери микровълновия фон, били отстранени всички смущения, предизвикани от познати източници (Раковидната мъглявина, свръхнови и др.). Получените изображения потвърдили очакваната хомогенност на лъчението, а полученият в резултат на измерванията спектър съответствал на спектъра на абсолютното черното тяло.



Изображение, показващо хомогенността на лъчението

Но Земята се върти около Слънцето и заедно с него – около центъра на Млечния път. Галактиката също се движи в Местната група галактики към купа галактики в Дева. Скоростите на всички тези движения силно се различават от скоростта на разпространение на микровълновото фоново лъчение.

Тъй като Земята се движи спрямо КМФ, очаквана била диполна температурна анизотропия от порядъка на $\Delta T/T = 10^{-3}$, представена на следващото изображение.

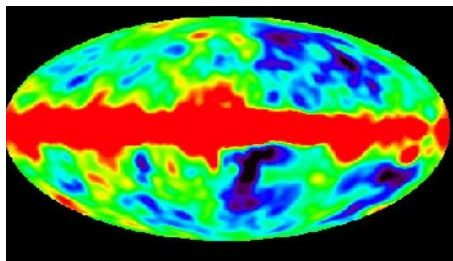


Спектър на КМФ, получен от COBE Флуктуации на температурата на КМФ

По-късно, предсказваните равнища на флуктуациите били снижени до около 10^{-5} .

Максимумът и минимумът на лъчението се намирали в двата полюса на изобразената сфера. Причината за това явление е относителното движение на Млечния път и Земята спрямо микровълновия фон. Дължината на вълната на светлината, наблюдавана по посока на движението, е изместена към синьото поради Доплеровия ефект. Температурата на микровълновия фон в тези участъци изглежда по-висока, докато светлината, наблюдавана в противоположната посока, е изместена към нискочестотния край на спектъра и изглежда по-студена.

Излъчването, идващо оттам, накъдето се движи Земята, е в синьо, а от другата посока – в червено. Оттук е определена скоростта на движение на Местната група галактики ~ 600 km/s спрямо фоновото лъчение – много по-голяма от очакваната.

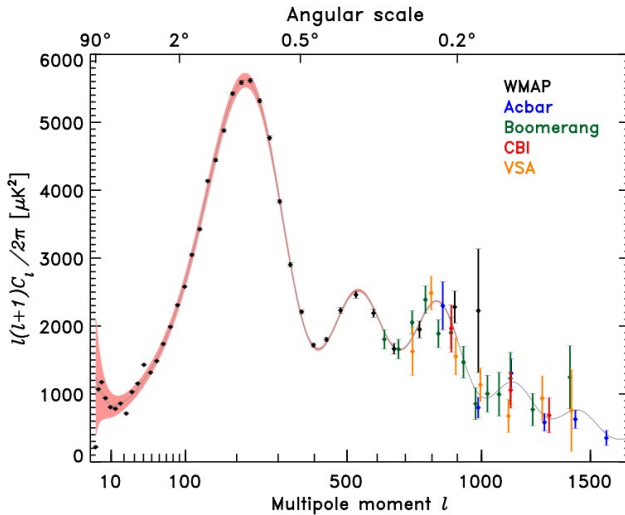


Флуктуации на температурата на КМФ след отчитане на движението на Земята

Когато се отстранят флуктуациите, причинени от движението на Земята, полученото изображение приема съвсем различен вид. Голямата червена ивица, която го разполювява, се дължи на движението на Млечния път.

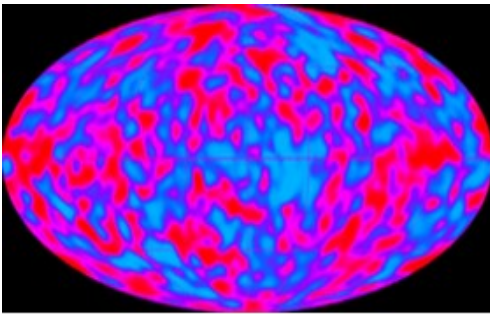
Доплеровият ефект обяснява наблюдаваните по-големи нехомогенности, но когато се абстрахират от тях, учените забелязват други, по-слаби флуктуации.

Температурните флуктуации на микровълновия фон, получени въз основа на данните от сателита *WMAP*, са изобразени на следващата графика.

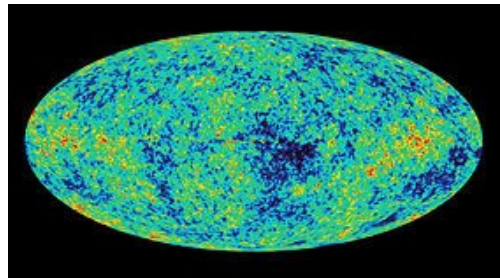


Температурни флуктуации на микровълновия фон, получени от сателита *WMAP*

След допълнителни изчисления и отстраняване на нехомогенностите, породени от относителното движение на Млечния път, са получени следните изображения:



Изображение от сателита *COBE*



Изображение от сателита *WMAP*

Мисията на *WMAP* се състояла в повторение на измерванията на *COBE* и подобряване на точността им. Затова изобразените температурни разлики изглеждат значително по-прецизно.

Съвременното разбиране за еволюцията на Вселената е формирано на базата на наблюдения, в това число на различни факти, като например: нощното небе е тъмно (парадокс на Олберс), количествата на водорода и хелия доминират над тези на тежките елементи, Вселената се разширява (закон на Хъбъл), съществуването на КМФ и т.н. Изследването на спектъра на КМФ и регистрираните температурни флуктуации дават силна подкрепа за модела

на Големия взрив, доказвайки космологичния произход на КМФ и откривайки първичните зародиши на наблюдаваните днес едромасщабни структури.

Въпреки обстойните измервания и прецизната обработка на данните, малките температурни колебания, възлизащи на около 0,001%, не изчезват. По-топлите области са разположени до по-студени, но разгледани в големи мащаби, температурните разлики се неутрализират и уравновесяват. Този факт е изключително важен, защото с негова помощ *„можем да надникнем назад във времето до мига, когато младата Вселена за първи път е озарена от светлината“*.

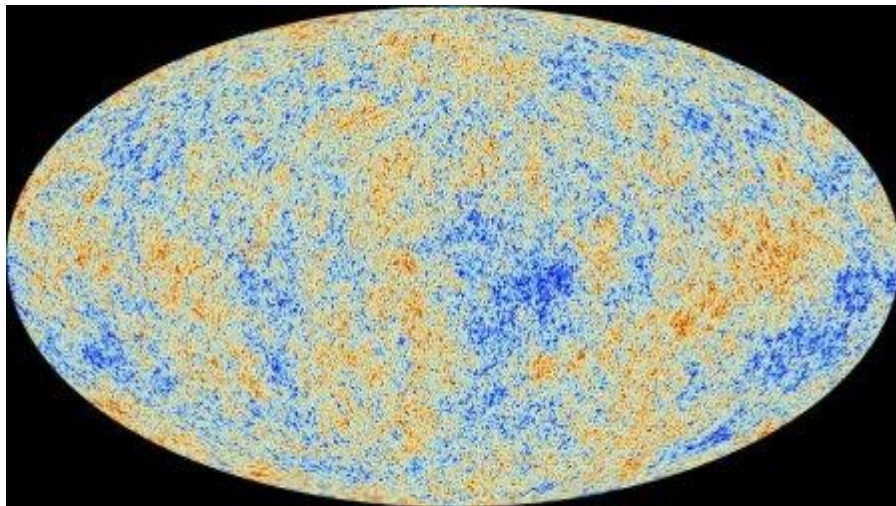
Според съвременните теории малките температурни колебания са причинени от неравномерното разпределение на материята преди 380 000 години след Големия взрив, в момента, в който е излъчено реликтовото лъчение. Малките температурни разлики в КМФ бележат онези по-плътни места, около които с течение на времето, под действието на гравитацията се събирала все повече и повече материя, довела до запалване на ядрените реакции в недра на първите звезди и образуването на звездните купове и галактики. Произходът и еволюцията на нееднородните структури обаче не могат да бъдат обяснени въз основа на еднородна и изотропна Вселена, съгласно стандартния космологичен модел за Големия взрив. Една от хипотезите предполага възникване на смущения във фотонната плазма в ранните етапи от разширението. Около 300 000 години след Големия взрив Вселената е изпълнена с високотемпературна плазма, в която периодично възникват и се разпространяват акустични инфразвукови вълни. Тези вълни водят до флуктуации в плътността на лъчене на плазмата, които се усилват след рекомбинация на водорода от първичната плазма. Възникват области с гравитационна неустойчивост, където се образуват нееднородности с маси 10^{13} – 10^{14} Слънчеви маси, съответстващи на масите на куповете от галактики. Зародишите на такива структури би следвало да оставят някакъв характерен отпечатък върху картината на реликтовото излъчване. В почти хомогенното лъчение трябва да са се запазили известни малки температурни вариации, които са от порядъка на 0,00003 K.

Наблюденията, потвърдили тези теоретични изводи, основно се базират на изключителната изотропност на реликтовото лъчение и на измерения спектър, съответстващ на температура от 2,725 K, при предполагаема начална температура около 3000 K. Те показват, че реликтовото излъчване произхожда от един и същ равномерно нагрят обект, т.е. в ранния стадий на развитие на Вселената всички нейни области са били в пряк контакт помежду си и разширението е започнало с Големия взрив.

Наблюдателните експерименти и измервания, извършени от последващите мисии, положили основите на нова картина на света и на усъвършенстваната теория на Големия взрив, където водеща роля играе инфлационната тео-

рия за Вселената. Потвърдени били по-ранните експерименти, показващи, че видимото вещество е около 4% (от които на водорода и хелия се пада огромната част). Останалите почти 96% се състоят от все още неизвестните, т.нар. „тъмно вещество“ и „тъмна енергия“. Първото е регистрирано индиректно чрез гравитацията му, която изкривява светлината като оптическа леща (т.нар. гравитационни лещи). Второто е невидима енергия, скрита в космическия вакуум, играеща роля на антигравитационна сила, която кара Вселената все по-ускорено да се разширява. Според инфлационната теория, през първите части от секундата след Големия взрив, загадъчната антигравитация е накарала Вселената да се раздуе извънредно бързо – много по-бързо от скоростта на светлината (тук няма противоречие с ограничението за скорост до тази на светлината, тъй като инфлацията се отнася за пространството, а не за движението на материални обекти).

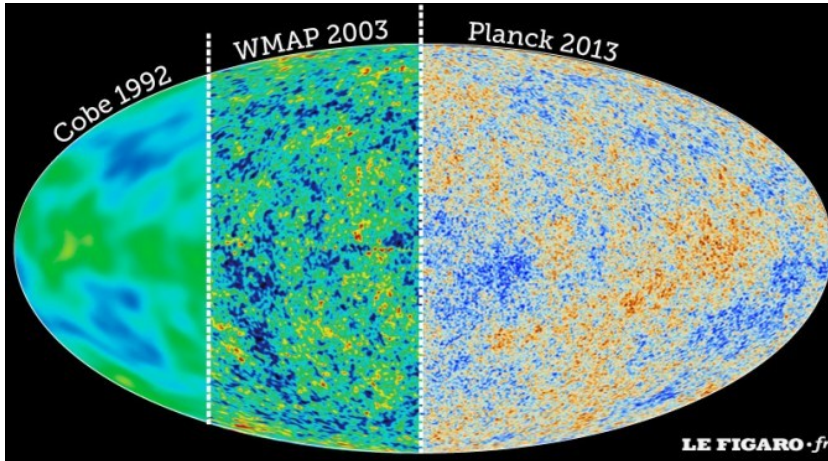
По-нататъшните изследвания на КМФ били възложени на мисията „Планк“.



Карта с висока резолюция на температурните вариации в КМФ по данни от космическата обсерватория „Планк“ (ЕКА)

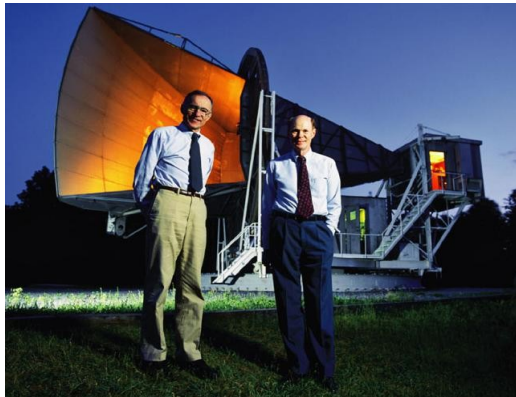
Сателитът „Планк“ на Европейската космическа агенция (ЕКА), изведен в орбита през юли 2008 г., имал задача да извърши нови измервания и прецизно картографиране на микровълновото фоново лъчение. Телескопът „Планк“ притежавал голяма чувствителност, висока ъглова разделителна способност и широк честотен диапазон, даващи възможност да се създадат изображения на космическото фоново лъчение с най-високата резолюция, постигана дотогава. „Планк“ изследва лъчението, останало след Големия взрив, при девет дължини на вълната от електромагнитния спектър – от гамалъчи до видима светлина и радиовълни, което позволява по-точното раз-

граничаване на космическото микровълново фоново лъчение от другите сигнали във Вселената.



Сравнение на сателитни изображения на КМФ – COBE 1992, WMAP 2003, „Планк“ 2013

В заключение следва да подчертаем, че откриването и изследването на КМФ е от много голямо значение за изграждането на представата ни за възникването на света около нас. Учените, допринесли за това, са отличени с най-високата награда – Нобеловата.



1965 г.: Арно Пензиас и Робърт Уилсън пред радиотелескопа, с който откриват реликтовото лъчение. За това откритие през 1978 г. двамата получават Нобелова награда

Нобелови награди по физика през 2006 г. получават Джон Мадър, който има главна заслуга за „откриването на анизотропията на реликтовото излъчване, както и за откриването на топлинния спектър, подобен на този на абсолютно черно тяло“ и Джордж Смут за „откриването и измерването на флуктуациите на температурата на лъчението“.

Според Нобеловия комитет, спътникът *COBE*, върху данните от който Мадър и Смут работят, поставя „началото на космологията като точна наука“. В проекта участват повече от 1000 учени, инженери и техници.

THE COSMIC MICROWAVE BACKGROUND

Jordanka Pavlova

This is the story about the cosmic microwave background, the Mysterious footprint of the Beginning of the Universe – as modern theories describe it – from the fiery start of the Big Bang to the gentle light of the stars.

The existence of the Cosmic Microwave Background (CMS) was theoretically predicted in the middle of the last century by George Gamov and Georges LeMaître. Experimental existence was confirmed in 1965 by physicists Arno Penzias and Robert Wilson. Also called „relic radiation“ it is considered to be one of the major confirmations of the Big Bang theory. Its discovery is fundamental to the development of cosmology and of great importance for building our image of the origin of the universe. Scientists contributing to this were awarded the highest prize, the Nobel Prize.

ПОСЕТЕТЕ НАШИЯ САЙТ

wop.phys.uni-sofia.bg

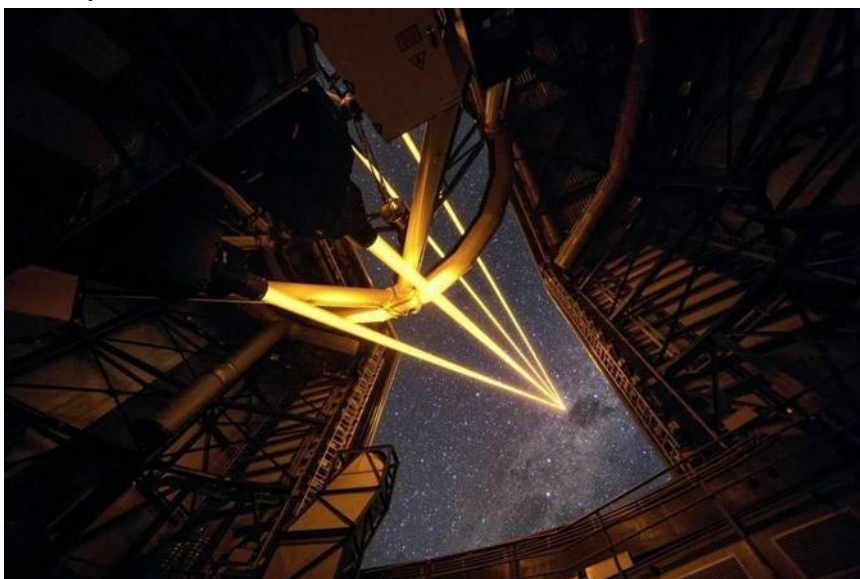
НА НЕГО МОЖЕТЕ ДА ОТКРИЕТЕ ВСИЧКИ БРОЕВЕ НА
„СВЕТЪТ НА ФИЗИКАТА“ ОТ 1991 Г. ДОСЕГА

НОБЕЛОВАТА НАГРАДА ПО ФИЗИКА ЗА 2018 г.: ПРИЛОЖЕНИЯ И ПЕРСПЕКТИВИ

Екатерина Йорданова

Най-престижната награда за най-фундаменталната от природните науки е Нобеловата награда по физика. През последните години с тази награда бяха удостоени научни постижения, които буквално разтърсиха нашето разбиране за Вселената – от Хигс бозона до откриването на тъмната материя. Наградени са и такива, които са по-неизвестни, но са не по-малко важни, като например разработването на синия светодиод или напредъка в топологията на материалите.

Нобеловата награда по физика за 2018 г. бе връчена на Артър Ашкин, Жерар Муру и Дона Стрикланд за новаторските им и революционни постижения в областта на лазерната физика. На пръв поглед техните открития може да не изглеждат толкова забележителни, като се има предвид колко често се срещат лазерите. Но ако погледнем по-отблизо, ще разберем, защо те са не само достойни за Нобелова награда, но и защо имат такова значение за човечеството и науката.



Фигура 1. Пример за фантастичните приложения на лазерната технология. Първи сигнал на високотехнологичната адаптивна система Laser Guide Star Facility (4LGSF) от 26 април 2016 г.

Лазерните технологии надхвърлят обикновените научни приложения (Фигури 1 и 2) и намират място в най-различни области от човешкото ежедневие, за които дори не се замисляме. Обхватът на приложението им е твърде широк – от високотехнологичните области като лазерното охлаждане, където се постигат най-ниските достигани някога температури, което ограничава атомите в специални състояния на материята, известни като Бозе-Айнщайн кондензати, до лазерната показалка или четците за баркод в супермаркета. Импулсните лазери например са основната компонента в инерционния синтез на задържане – един от двата основни начина, по които човечеството се опитва да развие ядрен синтез на Земята. Лазерните технологии се прилагат също в медицината (очна и кардиохирургия, аортни стендове и лечение на рак), във военната индустрия (за лазерни мерници и лазерно насочване), в обработващата промишленост (за лазерно заваряване, пробиване, почистване и рязане) и др.



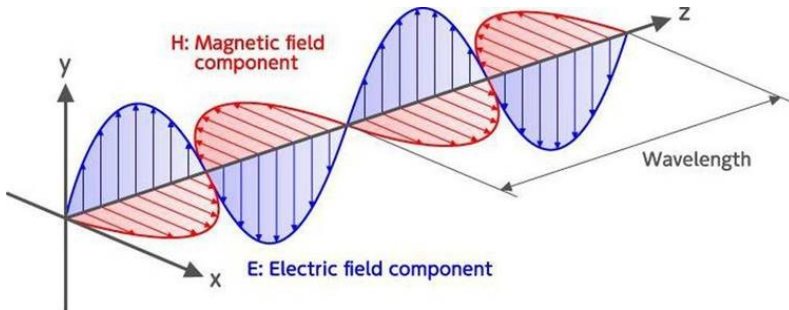
Фигура 2. Усилвателите за OMEGA-EP на Университета в Рочестър, използващи лампи за напompване, стимулиращи по-силно излъчване на лазери с голяма енергия в импулса, генериран за много кратко време

Самата идея за лазера е все още сравнително нова, въпреки широкото му използване и приложения. Първият лазер е изобретен през 1958 г. Първоначално акронимът за лазер (на английски: *laser* – *light amplification by stimulated emission of radiation*), означаващ усилване на светлината чрез стимулирано излъчване, е малко погрешна употреба на название. Лазерите функционират, като се възползват от структурата на нормалната материя, която има атомни ядра и различни енергийни нива, които електроните заемат. В молекули, кристали и други свързани структури, отделните разстояния между енергийните нива на електрона диктуват кои преходи са разрешени. Начинът, по който работи един лазер, е чрез осцилация на електроните между две разрешени състояния, което ги кара да излъчват фотон със специфична енергия,

докато преминават от по-високо енергийно състояние към по-ниско. Тези осцилации са причината за излъчваната от всеки един лазер светлина.

От момента на създаване на лазера човечеството е намерило много начини да го усъвършенства. Например с използването на различни материали, позволяващи електронни преходи при различни енергии, може да се създадат лазери с голямо разнообразие от специфични дължини на вълните. Чрез оптимизиране пък на дизайна на фокусиране на лазерния сноп, се дава възможност да се увеличи плътността на лазерната светлина на големи разстояния, създавайки по този начин много повече фотони в единица обем. А използвайки по-добър усилвател, може просто да създаде един много по-мощен лазер. Но това, което често е по-важно от мощността, е контролът. Ако могат да се контролират параметрите на лазера, може да се отвори изцяло нов свят от възможности за изследване и манипулиране на материята, както и на други физически явления във Вселената. И тук е мястото на Нобеловата награда в областта на лазерите.

Светлината, без значение какъв вид е и как се създава, е електромагнитна вълна. Това означава, че тя пътува в пространството във вид на осцилиращи електрично и магнитно полета. Силата на тези полета се изменя – увеличава или намалява, обръщат се посоките им и разпространението на светлината продължава в този осцилиращ модел, като двете полета – електрично и магнитно, са във фаза и перпендикулярни едно на друго (Фигура 3).

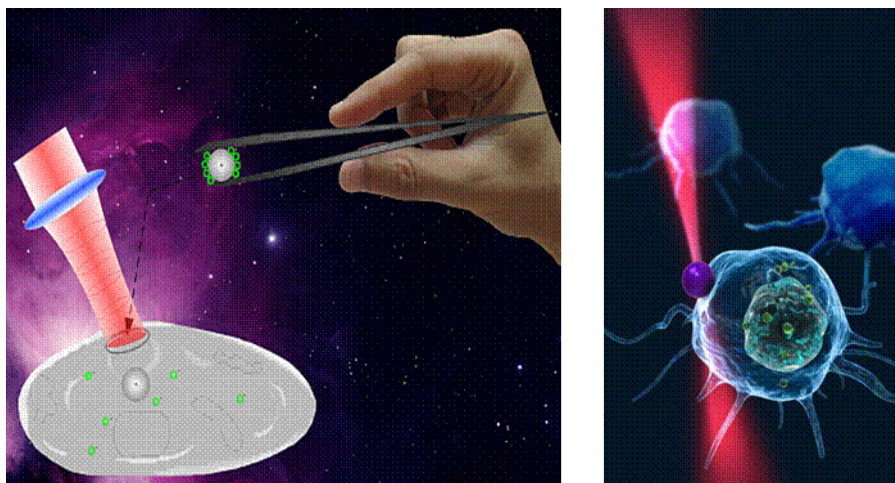


Фигура 3. Електромагнитното излъчване се определя от осцилиращите във фаза електрически и магнитни полета, които се разпространяват със скоростта на светлината



Фигура 4. Леви-
тационен лъч

Ако могат да се управляват тези полета, тогава може да се манипулира материята на мястото на взаимодействието светлина – материя. Небезизвестната технология от научната фантастика – „левитационният лъч“ (лъч с възможност да привлече един обект към друг от разстояние) (Фигура 4), използва именно този принцип. А версията от реалния живот – оптичните пинсети, получи половината от Нобеловата награда по физика за 2018.



Фигура 5. Оптична пинсета, разработена в Gwangju Institute of Science and Technology

Какво представляват оптичните пинсети? Използвайки лазери със специфична конфигурация, се осъществява преместване на физически обекти – от малки молекули до цели бактерии. Принципно оптичните пинсети (Фигура 5) работят чрез насочване на малки частици към центъра на лазерния лъч и задържането им там. Задържаните вече частици могат лесно да бъдат направлявани посредством малки промени в избрани параметри на лазера. Големият пробив, довел до Нобеловата награда на Ашкин, идва през 1987 г., когато той използва тази техниката, за да улови живи бактерии без да им навреди. След този успех тя е приложена за изучаването на биологични системи и изследването на механизмите на живот в мащаби от отделна клетка и по-надолу. Важно е да се отбележи, че при технологията „оптични пинсети“ става въпрос повече за високи нива на прецизен контрол на лазерните характеристики, отколкото за високи нива на мощност.

Понякога обаче не искаме да контролираме електричните и магнитните полета, а по-скоро мощността на лазера и честотата на повторение на лазерните импулси. В много случаи лазерната светлина се излъчва непрекъснато, но друга възможност е да се концентрира цялата лазерна енергия в един кратък и мощен импулс. Това е преходът от непрекъснат към импулсен режим на работа на лазера, който може да бъде еднократен или многократен, с различни честоти на повторение.

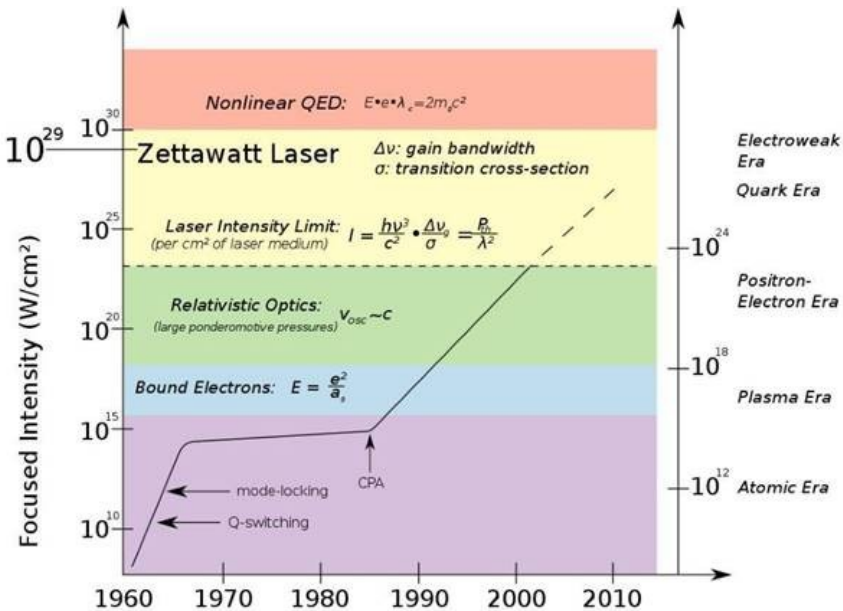
Основният проблем при формирането на кратък, свръхмощен импулс, като този, който бихме използвали при инерционния синтез на задържане – например за получаване на ядрен синтез на Земята, е, че ще се унищожи използваният материал, т.нар. активна среда. Способността да се излъчва краткотраен, високоенергиен импулс е още едно от основните предизвикателства

на лазерната физика. Отключването на тази мощност би означавало да се отворят напълно нови възможности за приложения. Именно това е проблемът, който решават носителите на другата половина на Нобеловата награда за 2018 г. – Жерар Муру и Дона Стрикланд. През 1985 г. те заедно публикуват статия, в която подробно разясняват как са създали повтарящ се свръхкъс, високоенергиен лазерен импулс и използваната от тях активна среда остава невредима.

Основният принцип на тяхното откритие може да се опише в четири стъпки:

- Първо, те създават относително стандартни лазерни импулси.
- След това разтягат импулсите във времето, което намалява тяхната пикова мощност и ги прави по-малко разрушителни.
- После усилват разтегнатите във времето импулси, които са вече с по-ниска мощност, която не разрушава активната среда.
- Накрая отново компресират вече усилените импулси.

Като правят импулса по-кратък времево и по-широк пространствено, те успяват да получат събиране на огромно количество енергия, което води до изключително висок интензитет на импулса (Фигура 6).



Фигура 6. Зетават (Zettawatt) лазерите, достигащи интензитет от 10^{29} W/cm^2 , са достатъчни за създаване на електрон-позитронни двойки от самия квантов вакуум. Техниката, която дава възможност да се увеличава толкова драстично лазерната мощност, е усилване на лазерния импулс чрез разширяване (Chirped Pulse Amplification), което Муру и Стрикланд са разработили в пионерската си работа през 1985 г.

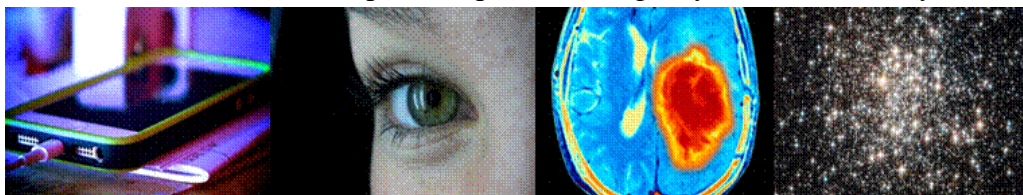
А защо имаме нужда от технология, известна като *chirped* усилване на импулса? Това е технологията, която се превърна в новия стандарт за лазери с кратък импулс и висока енергия. Тя се използва от почти всички най-мощни лазери, т.е. тези с мощности над 100 TW, което означава над 1 трилион W. Тя е включена както в научноизследователски лаборатории, така и в медицината, индустрията и промишленото производство. Ето само няколко примера за нейните приложения (Фигура 7):

- Производство на смартфони – както много от нас знаят, стъкленият екран на нашия смартфон е тънък и крехък, така че е необходим прецизен и мощен лазер за отстраняването на дефектите от повърхността.

- Лазерни очни операции по метода *LASIK* (*Laser-assisted in situ keratomileusis*) – рязането и оформянето на лещите на очите, за да се коригира зрението, изисква прецизно и бързодействащо средство, което може да направи правилния разрез, без да уврежда или загарява околните тъкани.

- Лечение на рак – при протонната терапия на рака лазерите ускоряват протоните и максимално точно ги насочват към тумора, без да разрушават здравата тъкан около него. Тези протонни лъчи са по-лесно контролируеми, отколкото използваните при традиционното лечение рентгенови лъчи. Поради това страничните ефекти са по-малко и терапията е по-ефективна при някои форми на рак, където прецизността на отстраняване на тумори е изключително важна, както при рак на мозъка.

- Имитиране на плазмени условия като тези около супермасивните черни дупки – очевидно астрофизиците и ядрените физици не са в състояние да вземат звездите от небето, за да ги изследват отблизо, но могат да се пресъздадат някои от техните високоенергийни свойства в лабораторни условия, с помощта на мощните лазери, базирани на *chirped* усилване на импулса.

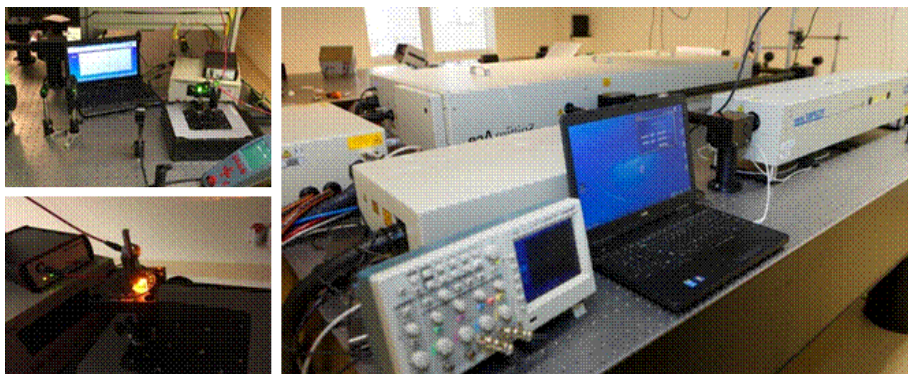


Фигура 7. Различни приложения на лазери в режим на *chirped* усилване на импулсите

Преминавайки от световен мащаб в национален, Институтът по физика на твърдото тяло при БАН разполага с лазерна система, която използва *chirped* усилване на импулса (Фигура 8). Системата се състои от осцилатор, напompващ лазер и усилвател.

Едно от основните предимства на тази система е оптично-параметричният генератор, който позволява да се генерират дължини на вълната от 240 до

2600 nm. Това е важно, защото дава възможност да се обработват и манипулират материали, намиращи много обширна гама от приложения.



Фигура 8. Фемтосекундна лазерна система, намираща се в лаборатория на Института по физика на твърдото тяло – БАН

В редица научни публикации предимствата на лазери, използващи *chirped* усилване на импулса (известни като лазери със свръхкъси импулси) – като нетермичен процес, висока прецизност на аблираните структури, висока ефективност на аблация (отнемане на материал), са демонстрирани и приложени върху различни материали. В режим на работа със свръхкъси импулси се наблюдава основно аблация (отнемане) на материала чрез нелинейна абсорбция, което намалява значително зоната на нагриване и топене, където се променят свойствата на материала или съставът му.

През трите години, през които фемтосекундната лазерна система е в експлоатация в Института по физика на твърдото тяло, тя се използва активно, главно за изследване и физическо разбиране на процесите, включени във взаимодействията на лазерното лъчение с различни органични и неорганични материали и тяхната реакция, за създаване на разнообразни микро- и наноструктури, както и за повърхностна модификация на материалите, водеща до промяна на техните повърхнинни свойства. В зависимост от свойствата на материала и параметрите на лазерното лъчение, взаимодействието на лазерното лъчение с конкретен материал може да бъде предвидено и оптимизирано така, че да се предизвика постоянна (необратима) промяна на свойствата на повърхността с цел да се повиши нейната ефективност с оглед на желаната функция. Уникалният аспект в този случай е, че повърхностните модификации на материала могат да варират в различни мащаби на скалата от една страна, а от друга могат директно да се рисуват сложни 2D и 3D структури.

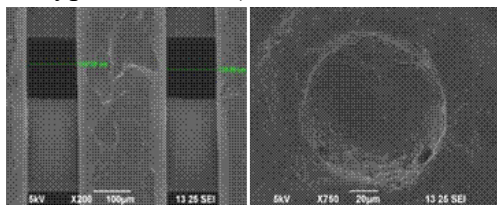
Ето и част от областите на приложение на провежданите научни изследвания:

- Медицина: импланти, използвани в тъканното инженерство и при стимулиране на нервната система.

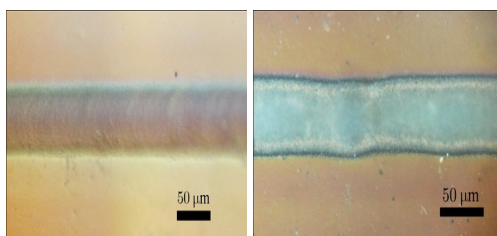
В основата си тъканното инженерство представлява комбинация от инженерен дизайн на клетки, методи и биоматериали. То предлага решения за подобрена функционалност и биосъвместимост на материали, използвани за импланти в биологична среда. Потребността и нуждата от подмяна, възстановяване и регенериране на органи и тъкани при пациенти непрекъснато нараства. Най-общо казано, предлагането не отговаря на търсенето, което се дължи най-вече на липсата на донори. От друга страна, проблемите, свързани с биосъвместимостта на импланти, водят до имунното им отхвърляне от организма.

Фигура 9. Обща схема на процесите в тъканното инженерство.

Фигура 9. Обща схема на процесите в тъканното инженерство. Изследват като алтернатива използването на синтезирани биополимерни филми и полимерни матрици. За биомедицински приложения се използват както естествени, така и синтетични полимери. Нашите изследвания са на материали с конкретни приложения в костната имплантология и дълготрайни невронни импланти (биомикроелектродни писти) в меките тъкани (Фигури 9, 10 и 11).



Фигура 10. Повърхнинно модифициране на синтетичен полимер poly-caprolactone (PCL). Едно от основните му приложения е в костната имплантология



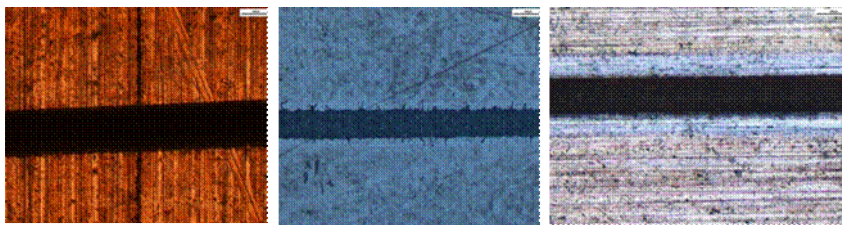
Фигура 11. Повърхнинно модифициране на Silicone Polydimethylsiloxane (PDMS) полимер. Получените следи са подходящи за последваща метализация и използването им като микроелектроди в невронни сонди.

- **Индустрия: микромашининг** – процес, при който се отнема материал от дадена повърхност вследствие на лазерно облъчване.

Сред основните предимства на микромашининг с фемтосекунден лазер са ефективно създаване на желани микроструктури, бързо и локализирано

фокусиране на енергия, добре дефинирани форми, минимални топлинни ефекти на граничните зони. Микромашинингът включва процеси като микропробиване, повърхностно структуриране, рязане, фрезозане и гравиране както за метали, така и за диелектрици за създаване на микромеханични устройства, дюзи, маски и шаблони за запояване, биомедицински уреди, микрооптики (микролещи, дифракционни елементи), фотонни устройства (оптични вълноводи, телекомуникационни устройства) и др.

В Института по физика на твърдото тяло са изследвани различни материали като метал, полимери, кристали, стъкла, биоматериали и др. На Фигура 12 са показани примери за някои от обработените образци.



Фигура 12. Микрообработка на различни материали. Виждат се ясно прецизните хоризонтални черни контури на обработените с лазерно лъчение участъци

- Формиране на тримерни структури от наночастици и изследване на техните свойства.

Използването на лазери със свръхкъси импулси за формиране на наночастици в обема на прозрачни материали води до получаване на нови качества на тези материали, като подобряване на нелинейните оптични параметри, усилване и увеличаване на луминесцентния сигнал, изотропна поляризация. Това, от своя страна, дава възможност за прилагането им в комплексни оптични системи и елементи, оптични ключове, вълноводи и комуникационни устройства.

Използвани източници и материали:

- [1] <https://www.forbes.com/sites/deloitte/2019/01/09/a-centre-to-navigate-the-fourth-industrial-revolution/#7dae26ee583f>
- [2] <https://www.laserfocusworld.com/articles/print/volume-47/issue-10/features/high-power-pico-and-femtosecond-lasers-enable-new-applications.html>
- [3] <http://www.rochester.edu/newscenter/what-is-chirped-pulse-amplification-nobel-prize-341072/>
- [4] <https://www.mayoclinic.org/tests-procedures/proton-therapy/about/pac-20384758>
- [5] <https://www6.slac.stanford.edu/news/2017-05-31-world's-most-powerful-x-ray-laser-beam-creates-'molecular-black-hole'.aspx>
- [6] <https://www.quickanddirtytips.com/education/science/a-nobel-prize-worthy-idea-what-is-chirped-pulse-amplification>

- [7] A. Daskalova, I. Bliznakova, E. Iordanova, G. Yankov, M. Grozeva and B. Ostrowska, *Preliminary study of surface modification of 3D Poly (ϵ -caprolactone) scaffolds by ultrashort laser irradiation*, Journal of Physics: Conference Series 682 012006, doi:10.1088/1742-6596/682/1/012006, (2016)
- [8] E. Iordanova, G. Yankov and K. Garasz, *Surface Modification of Different Materials by fs-Laser Irradiation*, Bulg. J. Phys. **44**(2), pp. 133-144, (2017)

THE 2018 NOBEL PRIZE IN PHYSICS: APPLICATIONS AND PERSPECTIVES

Ekaterina Iordanova

The Nobel Prize in Physics 2018 was awarded „for groundbreaking inventions in the field of laser physics“ with one half to Arthur Ashkin „for the optical tweezers and their application to biological systems“, the other half jointly to Gérard Mourou and Donna Strickland „for their method of generating high-intensity, ultra-short optical pulses“. The inventions being honoured this year have revolutionised laser physics. Extremely small objects and incredibly rapid processes are now being seen in a new light. Not only physics, but also chemistry, biology and medicine have gained precision instruments for use in basic research and practical applications. Advanced precision instruments are opening up unexplored areas of research and a multitude of industrial and medical applications.

Харесайте страницата на списанието във facebook

<https://www.facebook.com/world.of.physics.bg/>

СПИСАНИЕ „СВЕТЪТ НА ФИЗИКАТА“ СЪЮЗ НА ФИЗИЦИТЕ В БЪЛГАРИЯ



Списанието „Светът на физиката“

е издание на Съюза на физиците в България, което публикува оригинални и обзорни статии във всички области от физиката.

ПОСЕТЕТЕ НАШИЯ САЙТ

wop.phys.uni-sofia.bg

АБОНИРАЙТЕ СЕ

Абонамент за 1 година (4 броя) – 16 лв. За ученици, студенти и пенсионери – 8 лв.

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

Цена за 1 книжка – 5лв.

СТАНЕТЕ НАШИ АВТОРИ

Може да изпращате статии за публикуване в списанието като прикачени файлове на същия адрес.

Броевете на списанието можете да намерите на сайта ни

wop.phys.uni-sofia.bg

и на адрес:

Съюз на физиците в България, Физически факултет
СУ „Св. Климент Охридски“

бул. „Джеймс Баучер“ 5, София 1164

Тел. + 359 2 62 76 60, e-mail: upb@phys.uni-sofia.bg,

както и по време на ежемесечната ни лектория

„Светът на физиката на живо“

в Софийска градска библиотека

НАГРАДИТЕ НА КАРЕН УЛЕНБЕК И МЕРИЕМ МИРЗАХАНИ

Сашка Александрова

За пръв път лауреат на наградата „Абел“ е жена – Карен Уленбек (*Karen Uhlenbeck*) от Тексаския университет в Остин (*University of Texas at Austin*). Наградата е присъдена за „пионерни постижения в геометричните диференциални уравнения с частни производни, калибровъчната теория и интегрируемите системи, както и за фундаменталното влияние на нейната работа върху анализа, геометрията и математическата физика“. Норвежката академия на науките и литературата обяви носител-



ля на наградата на 19 март тази година. Наградата ще бъде връчена от крал Харалд V на специална церемония в Осло на 21 май.

Получавайки наградата, Карен Уленбек се присъединява към все още малобройната група жени, носителки на престижна научна награда. Както може да се види на сайта на Нобеловите награди, от 607 Нобелови награди по физика, химия и медицина между 1901 и 2018 г., сред наградените само 19 са жени.

Както е известно, Нобелова награда за постижения в областта на математическите науки не се присъжда. Това води до основаването на други награди за математика. Една от най-престижните награди за математика носи името на норвежкия математик Нилс Хенрик Абел (*Niels Henrik Abel*). Наградата „Абел“ се присъжда ежегодно от Норвежката академия на науките и литературата. Често тя се разглежда като аналог на Нобеловата награда. Дава се сравнително отскоро, от 2002 г., въпреки че идеята възниква още в края на XIX век, когато норвежкия математик Софус Ли (*Sophus Lie*) разбира, че Алфред Нобел планира награди, които не включват математика. Той предлага да се основе награда на името на Нилс Абел във връзка със 100 години от рождението му. Кралят Оскар II приема идеята и през 1902 г. е готов да финансира наградата. Изработени са статут и правила. Обаче поради смъртта на Ли и разпада на съюза между Норвегия и Швеция инициативата пропада. Плановите за награда се възобновяват през 2000 г., която беше определена от Международния математически съюз като Световна година на математиката, и бяха посрещнати с одобрение.

Създаден е Мемориален фонд Нилс Хенрик Абел на 1 януари 2002 г., който се управлява от Норвежкото министерство на образованието и науката. Основната цел на фонда е да присъжда международна награда за „изключителни научни постижения в областта на математиката“. Наградата е предназначена също така за повишаване на статуса на математиката в обществото и за стимулиране на интереса на младите хора към математиката. Отговорността за наградата „Абел“ и за други ползи от средствата се поема от Норвежката академия на науките и литературата.

От 2002 г. досега наградата е получена от 24 учени, сред които единствената жена е Карен Уленбек. Наградата има и парично изражение от 6 милиона норвежки крони (около \$ 700 000).

Карен Кескула Уленбек е родена през 1942 г. в Охайо и е най-голямата от четирите деца в семейството. *„Все още се подписвам с Карен Кескула Уленбек. Дядо ми беше естонец, въпреки че е роден в Рига, която е в Латвия. „Keskulla“ е оригинален правопис. Той идва от финландско-естонския език и означава „център на селото“. Ако отидете в Хелзинки и се разходите наоколо, ще видите знаците за „Keskulla“ навсякъде!“* – пише Карен. Баща ѝ Арнолд Кескула е инженер, а майка ѝ Каролин Винделер Кескула е художник и преподавател в училище. Карен е била много любознателно дете, но особено обичала да чете. Използва всяка възможност за това – до късно вечер и дори в час, и е разочарована, когато е прочела всички научни книги в библиотеката на училището.

Увлечението на Карен Кескула към математиката започва едва след като влиза в университета. Следвайки вдъхновението си от гимназията от трудовете на великите физици като Фред Хойл (*Fred Hoyle*) и Джордж (Георгий) Гамов (*George Gamow*), тя се записва в Мичиганския университет специалност физика. Скоро обаче тя открива за себе си интелектуалното предизвикателство на чистата математика и е очарована. Освен това не харесва много лабораторната работа при изучаването на физиката. През 1964 г. завършва математика. Същата година тя се омъжва за приятеля си Олке Уленбек (*Olke Uhlenbeck*), биофизик, син на известния физик Джордж Уленбек (*George Uhlenbeck*). Дватама решават да продължат образованието си. Олке постъпва в Харвардския университет, а тя – в университета Брандейс (Масачузетс) (*Brandeis University, Massachusetts*), където получава магистърска и докторска степен. В магистърската програма има малко момичета, често чуват, че математиката не е за тях, но има и преподаватели, които им вдъхват кураж.

След завършването си, като не успява да получи постоянно място в Масачузетския технологичен институт (*Massachusetts Institute of Technology*) и в Калифорнийския университет в Бъркли (*University of California, Berkeley*), поради закон, непозволяващ съпруг и съпруга да работят в един и същи университет, макар и в различни катедри, работи известно време в Университета

на Илинойс в Урбана (*University of Illinois at Urbana*). Разделя се с Олке. В Урбана не ѝ харесва и се мести в Университета на Илинойс в Чикаго. През 1988 г. се омъжва за математика Робърт Ф. Уилямс и се премества в Тексаския университет в Остин като ръководител на катедра, където работи до пенсионирането си. В момента Уленбек е почетен професор в Тексаския университет в Остин, асоцииран сътрудник в Института за авангардни изследвания (*Institute for Advanced Study*) и гостуващ старши изследовател в Принстънския университет (*Princeton University*).

През 1990 г. тя става втората жена след Еми Ньотер през 1932 г., която представя доклад на Международния конгрес на математиците. В допълнение, Уленбек винаги е обръщала внимание на факта, че жените получават незаслужено малко възможности за реализация в науката. През 2007 г., когато получи наградата от Американското математическо общество, Карен заяви, че има твърде малко жени на ръководни постове в науката.

Едно от най-значимите открития на Уленбек се отнася до привидно обикновена тема: сапунени мехури. Това е резултат от съвместната ѝ работа с математика Джонатан Сакс (*Jonathan Sacks*). Двамата изучават „минимални повърхности“, математическа теория за това, как сапунени слоеве се подреждат във форма, която минимизира тяхната енергия. В закривени пространства от по-високи измерения тези блестящи сфери са ключови примери за „минимални повърхности“, заемайки възможно най-малко площ. Но теорията не обяснява появата на точки, в които енергията се оказва безкрайно концентрирана. Уленбек показва причинната – образуване на нов балон, който се отделя от повърхността. Това е резултат, с който тя казва, че е най-горда. Изследванията, проведени в края на 70-те и началото на 80-те години заедно с Джонатан Сакс, са от съществено значение за възникването на нов клон на математиката, известен като „геометричен анализ“.

Изглежда сякаш Карен се занимава с чиста математика, но тя черпи вдъхновение от теоретичната физика, което от своя страна я води до генериране на идеи с широк и разнообразен диапазон на приложение. Така например физиците предричат съществуването на математически обекти, наречени инстантони, описващи поведението на повърхности в четиримерно пространство-време (пространствено-времеви континуум). Карен Уленбек се превръща в един от най-големите специалисти в света в тази област. Класическият учебник „*Инстантони и четиримерни многообразия*“, написан в съавторство с Дан Фрид (*Dan Freed*) през 1984 г., представлява вдъхновение за цяло поколение математици.

Една от най-известните ѝ работи е посветена на калибровъчната теория. Статията, съдържаща анализ на уравненията на Янг-Милс за четиримерно многообразие, частично поставят аналитичната основа за много от най-впечатляващите идеи в съвременната физика, от Стандартния модел на физика-

та на елементарните частици до изследвания в областта на квантовата теория на гравитацията.

В интервю по повод наградата ѝ Карен казва, че ако е по-млада, би се заела с изучаване на неща, които не са основно математика, а са математика, свързана с други области, като компютърни науки или биология. За връзката с физиката тя казва: *„Интересно е, че по някакъв начин идеите във физиката водят до идеи в математиката, и засядат там. Струва ми се, че математиците сякаш не са много изобретателни. Първоначалната идея често се забравя от тези, които работят по проблема. Физиците имат по-свободна представа за тълкуване“*.



През тази година се навършват и 5 години откакто жена-математик – Мериам Мирзахани (*Maryam Mirzakhani*), стана носител на другата особено престижна награда – медалът „Фийлдс“ (*Fields Medal*). Това се случи за пръв път в историята на наградата. Тя се присъжда се на всеки 4 години от Международния математически съюз на математиците: на двама, трима или четирима математици до 40-годишна възраст за особени постижения в областта на математиката. Наградата включва златен медал и парична сума в размер на 15 000 канадски долара.

Наградата е основана в чест на канадския математик Джон Чарлз Фийлдс (*John Charles Fields*). Фийлдс играе важна роля в създаването на наградата, проектирането на самия медал и финансирането му.

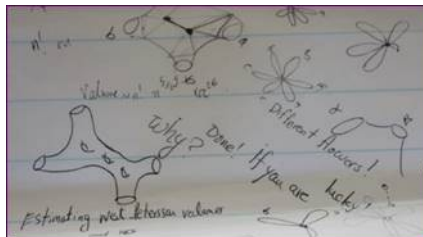
Медалът за първи път е присъден през 1936 г. на финландския математик Ларс Алфорс (*Lars Ahlfors*) и на американския математик Джеси Дъглас (*Jesse Douglas*), и от 1950 г. насам се връчва на всеки четири години. Целта е да се даде признание и подкрепа на по-младите математици изследователи, които имат значителни постижения.

Мирзахани е родена на 12 май 1977 г. в Техеран. Завършва средното училище *Farzanegan* за момичета в Техеран. Това училище, администрирано от Националната организация за развитие на изключителни таланти на Иран, има за цел да образова най-изявените момичета. През първата година във *Farzanegan* тя не се справя особено добре в математиката и учителката ѝ казва, че не е особено талантлива в тази област. Това е удар за нейната увереност и тя губи интерес към нея. Въпреки това, през втората година идва друг учител по математика, който я насърчава и тя показва голям талант. Като ученичка 2 пъти печели златен медал на международна олимпиада по математика. Следва математика в Технологичния университет Шариф (*Sharif University of Technology*) в Техеран. Още като студентка публикува научни статии. Заминава за Харвард, където получава докторска степен през 2004 г. за дисертацията си от 130 страници на тема „Проста геодезия върху хиперболични повърхности и обем на модулни изкривени пространства (*Simple*

Geodesics on Hyperbolic Surfaces and Volume of the Moduli Space of Curves“). За тази изключителна дисертация тя е наградена с наградата „Леонард М. и Елиноор Б. Блументал“ (*Leonard M. and Eleanor B. Blumenthal*) за постижения в научните изследвания в чистата математика през 2009 г. През 2004 г. тя става асистент по математика в Принстънския университет, а през 2008 г. – професор по математика в Станфордския университет.

През 2014 г. Мерием стана първата жена, получила медал „Фийлдс“. Този медал ѝ беше връчен от Международния математически съюз на 13 август 2014 г. на Международния конгрес на математиците, проведен в Сеул, Южна Корея за „изключителен принос към динамиката и геометрията на Риманови повърхности и техните модулни пространства“. За краткия си живот (Мерием си отиде от този свят през 2017 г.) тя печели още много други награди.

Самата Мерием описва себе си като „бавен“ математик. Когато работи над даден проблем, тя рисува скици на листове хартия и пише математически формули около чертежите.



Дъщеря ѝ описва работата на майка си като „рисуване“. Съпругът ѝ Ян Вондрак (*Jan Vondrák*) казва: „тя поставя огромни парчета хартия на пода и прекарва часове наред, рисувайки фигури отново и отново, които ми изглеждат като една и съща картина“.



Мерием Мирзахани е и първата жена, приета за член на Иранската академия на науките. По повод нейната смърт иранските медии нарушават съществуващото табу и публикуват съобщение, в което е показана нейна снимка с непокрита глава.

Смъртта ѝ е тъжно събитие за цялата математическа общност. Един от колегите ѝ казва, че постигнатото от нея за 40-те години на краткия ѝ живот се равнява на 400 годишен принос.

Успехите на Карен и Мерием, куражът, увлечението и упоритостта им да се реализират в една традиционно мъжка област на познанието, са вдъхновение за много млади момичета, които биха искали да се занимават с математика.

Нека накрая да дадем думата на двете удивителни дами на математическата наука. Според Мериет: „Трябва да вложите малко енергия и усилия, за да видите красотата на математиката“. Карен Уленбек казва: „В крайна сметка открих голяма радост и удоволствие в заниманията ми с математика. По пътя спечелих страхотни приятели и работих с много творчески и интересни хора. Бях спасена от скука, досада и самопоглъщане. Човек не може да иска повече“.

Литература

http://www-history.mcs.st-andrews.ac.uk/Biographies/Uhlenbeck_Karen.html
http://celebratio.org/Uhlenbeck_K/article/634/
<https://www.britannica.com/science/Abel-Prize>
<https://www.sciencemag.org/news/2019/03/top-stories-jack-ripper-engineering-coral-and-first-woman-win-math-s-nobel>
„A Personal Profile of Karen K. Uhlenbeck“, in S. Ambrose et al.: Journeys of Women in Science
<https://www.smithsonianmag.com/smart-news/karen-uhlenbeck-first-woman-win-maths-top-prize-180971758/>
<http://www-history.mcs.st-andrews.ac.uk/Biographies/Mirzakhani.html>

AWARDS FOR KAREN UHLENBECK AND MARYAM MIRZAKHANI

Sashka Alexandrova

There are several awards given to people who excel in various areas of mathematics. These are prestigious awards, some of them even being equivalent to the Nobel Prize. The 2019 Abel Prize was won by Karen Uhlenbeck, the first woman to ever receive the award for her fundamental work in geometric analysis and gauge theory. The award makes her one of the pioneers for women mathematicians, alongside Maryam Mirzakhani, the Iranian who was the first woman to win another prestigious prize in 2014, the Fields Medal, for her work in the dynamics and geometry of Riemann surfaces and their moduli spaces.

ПРОФ. НОРБЕРТ ПИЕТРАЛА – ДОКТОР ХОНОРИС КАУЗА НА СОФИЙСКИ УНИВЕРСИТЕТ



Проф. Норберт Пиетрала от Техническият университет на Дармщат бе удостоен с почетното звание „Доктор хонорис кауза“ на Софийския университет „Св. Климент Охридски“ на тържествена церемония в Аулата на Ректората.

Почетното звание е присъдено на проф. Пиетрала за високи научни постижения в областта на експерименталната ядрена физика, за дългогодишната му съвместна научна работа с изследователи от Физическия факултет, за съдействие с апаратура и материали, както и за подкрепа на развитието на

млади учени и студенти от Софийския университет „Св. Климент Охридски“.

Проф. Пиетрала е автор на повече от 480 научни публикации в най-реномираните международни списания за ядрена физика. Член е на множество международни научни и технически съвети към големи лаборатории и/или колаборации. Сред тях трябва да се отбележи участието му в комитетите на *ELI-NP* (*Extreme Light Infrastructure – Nuclear Physics*), Румъния, и в управителните органи към *FAIR* (*Facility for Antiproton and Ion Research*), Дармщат.

Тържествената церемония бе открита от декана на Физическия факултет проф. д.фз.н. Георги Райновски, който представи проф. Пиетрала, като акцентира върху научните му интереси, свързани с фундаментални изследвания в областта на експерименталната ядрена физика. Изследванията на проф. Пиетрала определят някои от темите в научните програми на международните лаборатории като *ELI-NP* и лабораториите с ускорители за радиоактивни снопове като *ISOLDE* (*CERN*) и *FAIR*, по които ще се работи през следващите години.

Проф. Райновски акцентира и върху сътрудничеството на проф. Пиетрала с изследователи от катедра „Атомна физика“ на Физическия факултет и отбеляза, че то датира от 2003 г. и е довело до повече от 45 съвместни публикации в международни списания с импакт фактор.

След представянето проф. Пиетрала благодари за оказаната му чест и изрази радостта си да бъде за пореден път в България. Той произнесе академично слово на тема: „*Probing the Structure of Atomic Nuclei*“ („Изследване структурата на атомните ядра“).

ГОДИШНА НАГРАДА „ПРОФ. Д-Р ЕЛИСАВЕТА КАРАМИХАЙЛОВА“¹

Наградата е учредена от Гамаконсулт ЕООД през 2017 г. в рамките на конкурса „Уреди за кабинета по физика“, провеждан от Софийския клон на Съюза на физиците в България, обичайно през месец юни, в сградата на Физическия факултет на СУ „Св. Климент Охридски“.

Стойност на наградата: 700 лв.

Наградата е за изработка на уред, методика, опит, нагледно помагало и др. (без компютърни симулации), демонстриращи явление от областта на атомната и ядрената физика и/или тяхно приложение.

Наградата е ежегодна и се присъжда от жури, определено от Софийския клон на Съюза на физиците в България. Присъжда се най-много на двама индивидуални участника или на два колектива, като едната половина може да бъде разделена още на две.

Условията за участие са описани на сайта на Софийския клон на Съюза на физиците в България:

<https://sites.google.com/a/bgphysics.eu/bgphysics/deynosti/konkurs-uredi-za-kabineta-po-fizika>

¹Професор Е. Карамихайлова е първият български атомен физик – нейна е първата публикация по ядрена физика на български език „Върху твърдите гама-лъчи на актиниевата серия“, 1939 г.

Завършила е Виенския университет, където е защитила титлата „доктор по философия“. Работи в Радиевия институт – Виена, колежа Гиртън на Кеймбриджкия университет и Кавендишката лаборатория, където защитава научната титла *Magister Atribus*.

От 1939 г. проф. Карамихайлова е редовен доцент в Катедрата по опитна физика на Софийския университет. Чете лекции по атомна физика, спектрален анализ, луминесценция, ядрена физика и радиоактивност. През 1945 г. оглавява новосъздадената катедра „Ядрена физика“.

От 1955 г. до смъртта си (1968 г.) тя ръководи секция „Радиоактивност и ядрена спектроскопия“ във Физическия институт на БАН.

Основните научни интереси на проф. Карамихайлова при работата ѝ в България са в областта на природната радиоактивност, техногенните радиоактивни замърсявания и радиационната защита.

СВЕТЪТ ПРЕЗ 2019 – ПРЕДСКАЗАНИЯТА НА АЙЗЪК АЗИМОВ

Преди 35 години списание The Star кани писателя-фантаст Айзък Азимов да направи предсказания как ще изглежда светът през 2019 г. Той приема предизвикателството и отговорът му е публикуван на 31 декември 1983 г. Защо 35 години? Причината е, че през 1949 г. се появява романът-антиутопия на Джордж Оруел „1984“, разказващ как светът ще изглежда 35 години по-късно. Идеята е да се направи отново картина на света след още 35 години и Айзък Азимов приема с удоволствие поканата. Сега, от днешна гледна точка, прозорливостта на популярния тогава автор на научна фантастика може да се оцени като „почти наполовина точна“ за повечето от предсказанията. Като се имат предвид трудностите да се правят прогнози за периоди от време, отнасящи се до цяло едно поколение напред, може би това е една добра прогноза. По-интересно е обаче да проследим посоките на развитие, както са изглеждали тогава, и ситуацията, каквато е в момента, когато пътят се е оказал различен поради непредвидими открития и научни и технически постижения. Интересно е да видим, как авторът си е представял бъдещите поколения, разполагащи с все повече свободно, и ролята на компютрите в образованието. Публикуваме интервюто с известния автор.

Ако погледнем към света, какъвто може да е в края на следващото поколение, да речем през 2019 г. – след 35 години, същия брой години, както от 1949 г. досега*, когато бе публикувана за първи път книгата на Джордж Оруел „1984“ – три теми ще трябва да доминират в нашите разсъждения:

1. Ядрена война. 2. Компютъризация. 3. Усвояване на космическото пространство.

Ако Съединените щати и Съветският съюз влязат в сблъсък по което и да е време отсега до 2019 г., няма абсолютно никаква полза да се обсъжда, какъв ще бъде животът през тази година. Твърде малко от нас, или от нашите деца и внуци, ще бъдат живи, за да има някакъв смисъл да се описва в детайли състоянието на всеобщо страдание и нещастие по това време.

Нека тогава да приемем, че няма да има ядрена война – предположение, което не е непременно сигурно – и да продължим оттам.

Компютъризацията несъмнено ще продължи да се развива. Компютрите вече са от съществено значение за правителствата на индустриалните нации

* има се предвид до 1983 г., когато Азимов пише предсказанието (бел. ред.)

и за световната индустрия. Сега компютрите започват да се настаняват и в дома.

Като важен страничен продукт, мобилният компютъризиран обект или робот вече навлиза в индустрията и през следващото поколение ще проникне в домовете.

Несъмнено ще има съпротива срещу навлизането на компютрите, но без успешна „Лудитска“ революция*, която не изглежда възможна, маршът ще продължи нататък.

Нарастващата сложност на обществото ще направи невъзможен живота без тях, липсата им би означавала нарастващ хаос и онези части на света, които изостават в това отношение, ще пострадат толкова очевидно като резултат, че техните управляващи органи ще се стремят към компютъризация, тъй както сега се стремят към въоръжаване.

Подобно нещо се е случвало и преди. Индустриализираната работна сила трябва по необходимост да бъде по-образована от селскостопанската. Работещите на полето могат да се разберат, без да знаят да четат и пишат. Фабричните служители не могат. По тези причини масовото обществено образование трябваше да бъде въведено в индустриализиращите се нации през XIX век.

Този път обаче промяната е много по-бърза и обществото трябва да работи много по-бързо, дори по-бързо, отколкото може. Това означава, че следващото поколение го очаква труден преход, тъй като неопитните милиони се оказват безпомощни да вършат работата, от която повечето се нуждаят.

До 2019 г. ще преходът ще е приключил. Онези, които могат да бъдат преквалифицирани и превъзпитани, ще бъдат; тези, които не могат да бъдат, ще бъдат поставени на работа за нещо полезно или, когато управляващите са по-малко разумни, ще бъдат издържани от някакъв вид подпомагане по социално споразумение.

Във всеки случай, поколението на прехода ще изчезне и ще израсне ново поколение, което ще бъде образовано за новия свят. Много вероятно е тогава обществото да навлезе във фаза, която, по много различни причини, може да бъде повече или по-малко постоянно подобрявана в сравнение със сегашната ситуация.

Първо: Населението ще продължи да нараства няколко години след настоящия момент и това ще направи прехода още по-болезнен. Правителствата ще бъдат изправени пред факта, че решение не може да се намери, докато проблемите продължават да се увеличават, тъй като броят нараства по-бързо, отколкото възможностите за решаването им.

*Лудити – по името на предводителя Лудит на движение през 19 век срещу навлизането на машинното производство, което оставя много хора без работа (бел. ред.)

Усилията за предотвратяване на това явление чрез насърчаване на по-ниска раждаемост ще станат все по-настойчиви и да се надяваме, че до 2019 г. светът като цяло ще се стреми към достигане на плато в броя на населението.

Второ: Последиците от безотговорността по отношение на отпадъците и замърсяването ще станат по-очевидни и трудни с времето и опитите за справяне с това ще станат по-трудни. Трябва да се надяваме, че до 2019 г. с напредъка в технологиите ще имаме повече средства, които ще помогнат за ускоряване на процеса, при който ходът на влошаването на околната среда ще бъде обърнат.

Трето: Световните усилия, които трябва да бъдат инвестирани в това и като цяло за облекчаване на трудностите на прехода, могат при наличието на минимално ниво на здрав разум сред народите по света (което отново не е сигурно предположение), да отслабят отдавнашните спорове и съществуващите между и в рамките на нациите дребна омраза и подозрения.

Накратко казано, ще има засилено сътрудничество между нациите и групите в нациите, не поради внезапно нарастване на идеализма или благоприличието, а от ясното осъзнаване, че всичко друго ще означава унищожение за всички.

До 2019 г. може да се окаже, че нациите ще се разбират достатъчно добре, за да позволят на планетата да живее под управлението на нещо като световно правителство чрез сътрудничество, дори и без официално признаване на съществуването му.

Освен тези негативни тенденции – наближаващата пренаселеност, замърсяването и милитаризма, ще има и положително развитие.

Образованието, което трябва да претърпи революционни промени в новия свят, ще бъде революционизирано от самата причина, която изисква революцията – компютърът.

Училищата несъмнено ще продължат да съществуват, но най-доброто, което един добър учител може да направи, е да вдъхне любопитство, което интересуваният се ученик може после да задоволи в къщи на компютъра си.

Така за всеки младеж, и всъщност за всеки човек, ще има възможност да научи това, което иска в удобно за него време, със собствена бързина, по свой собствен начин. Образованието ще стане удоволствие, защото необходимостта от него ще идва отвътре, а няма да бъде наложена принудително отвън.

Докато компютрите и роботите ще вършат трудната работа на обществото, светът през 2019 г., все повече и повече ще се „самоуправлява“, все повече и повече човешки същества ще живеят живот с много свободно време. Това не означава отдых, когато не се прави нищо, а свободно време да се направи нещо, което човек иска да направи: да бъде свободен да се занимава с на-

учни изследвания, с литература и изкуства, да следва собствените си интереси и хобита от всякакъв вид, които са извън работата му.

И ако ни изглежда прекалено оптимистично да се предположи, че светът може да се промени в тази посока само за 35 години (само се променя, разбира се, и не е задължително да е постигнал напълно тази промяна), нека да добавим последния елемент към тази смес – използването на Космоса.

Не е вероятно да изоставим Космоса, след като вече стигнахме толкова далеч. И ако милитаризмът постепенно намалее, Космосът ще е много повече, отколкото да го направим друга арена за война. Нито пък просто да правим пътувания през него.

Ще излезем в Космоса завинаги.

Използвайки совалката като превозно средство, ще изградим космическа станция и ще поставим основата за превръщането на Космоса в постоянен дом за нарастващия брой човешки същества.

Разработване на Луната

До 2019 г. ще се върнем на Луната с пълна сила. Там няма да има само американци, а международна група с определена численост; и не само ще се събират лунни скали, а ще се създаде мина, където ще се обработва лунната почва за да бъде отнасяна до места в пространството, където може да се стопи в метали, керамика, стъкло и бетон – строителни материали за големи структури, които ще бъдат поставени в орбита около Земята.

Една такава структура, която евентуално може да бъде завършена до 2019 г., ще бъде прототип на слънчева електроцентрала, оборудвана за събиране на слънчева енергия, превръщането ѝ в микровълни и излъчването ѝ към Земята.

Това ще бъде първият пояс от такива устройства, разположен около земната екваториална плоскост. Ще бъде началото на времето, когато голяма част от енергията на Земята ще дойде от Слънцето, като няма да бъде собственост на нито една нация, а на целия свят. Такива структури ще са сами по себе си гаранции за световния мир и продължаващото сътрудничество между нациите. Енергията, толкова необходима за всички, ще бъде така достъпна, само ако нациите запазят мир и работят заедно, така че войната ще стане просто немислима – както народите искат.

Освен това в Космоса ще бъдат построени обсерватории, за да увеличат неимоверно познанията ни за Вселената, както и лаборатории, където могат да се провеждат експерименти, опасни или невъзможни на Земята.

Най-важното в практически смисъл е изграждането на фабрики, които биха могли да използват специалните свойства на космическото пространство – високи и ниски температури, твърда радиация, неограничен вакуум, нулева гравитация – за производство на обекти, които е трудно или невъзмож-

но да се произведат на Земята, така че световната технология ще бъде изцяло трансформирана.

В плановите за 2019 г. могат да бъдат дори проекти за прехвърляне на промишлеността изцяло в орбита. Космосът предлага много по-голям обем отколкото земната повърхност и затова е много по-удобно хранилище за отпадъците, които са неразделна част от индустрията. В Космоса няма и живи същества, на които притокът на отпадъци да вреди. А отпадъците дори няма да останат в околността на Земята, а ще бъдат отнесени далеч отвъд астероидния пояс от слънчевия вятър*. Тогава Земята ще бъде в състояние да се отърве от страничните ефекти на индустриализацията, заводите ще изчезнат, но не далеч, а само на няколко хиляди километра нагоре.

Не само индустриалните структури, а и човечеството в крайна сметка ще бъде в Космоса. До 2019 г. първото космическо селище трябва да бъде на чертожните дъски, а може би и да е в действителното строителство. Това би било първото от многото селища, в които човешките същества биха могли да живеят с десетки хиляди и в които биха могли да организират малки общества от всякакъв вид, давайки на човечеството възможност за по-нататъшно развитие по разнообразни начини.

Всъщност, въпреки че светът през 2019 г. ще бъде много по-различен от сегашния свят през 1984 г., това ще бъде само барометър на далеч по-големи промени, планирани за следващите години.

Подбор и превод: Сашка Александрова

THE WORLD IN 2019 – ISAAC ASIMOV'S PREDICTIONS

Selection and translation: Sashka Alexandrova

35 years ago, Isaac Asimov was asked by the Star to predict the world of 2019. The science fiction author figured we'd have more robots in our homes and big plans to live in space by now.

*Както показва обаче развитието на усвояването на Космоса наличието на отпадъци там не е никак безопасно и в момента темата за намаляване на космическия боклук е много актуална (бел. ред.).

150 ГОДИНИ С ПЕРИОДИЧНАТА СИСТЕМА НА МЕНДЕЛЕЕВ

(От Менделеев до Паули; от америций до московий)

Никола Балабанов

I. Създаване на Периодичната система на елементите и нейното развитие

1. Подготвителна фаза. Предшествениците

Химията винаги е била интересна и актуална наука. Голяма част от бита на хората през хилядолетията (храненето, козметиката, обработването на суровини и получаването на нови материали) е била свързана с развитието на химията. С тези проблеми специалистите са се занимавали още от древността, от времената на Омир и Клеопатра. Дори през средните векове, въпреки едностранчивото си развитие (главно в търсене на злато) и наличието на измамници и шарлатани, химията е натрупала много сведения за елементите, които се срещат в земната кора и за техните свойства. Благодарение на тези познания са се разви технологичните умения, по-специално металургията (добиването на желязо, мед и олово), получаването на стъкларски и глинени изделия и т.н.

Алхимията процъфтява до края на XVIII в. В началото на XIX-ото столетие е възродена идеята за атомния строеж на веществото, което дава нов тласък за развитието на химията като наука. През 1803 г. английският химик Джон Далтон възстановява вярата в съществуването на атомите и прави първи опити за обяснение на химичните превръщания на основата на атомната хипотеза. Макар и бавно тази хипотеза си пробива път в мисленето на учените. Това е мъчителен път! Дори в края на разглежданото столетие такива мастити специалисти – физици, химици, философи, като Ернст Мах (1838 – 1916 г.) и Вилхелм Оствалд (1853 – 1932 г.) отричат съществуването на атомите, считайки го за суеверие. (За чест на нашите възрожденци ще припомним, че в първия български учебник по физика, издаден през 1850 г., авторът Найден Геров убедено въвежда идеята за атомния строеж на веществото).

Натрупаните сведения за химичните елементи са благоприятна почва за търсене на тяхното подреждане и класифициране. През 1814 г. шведският химик Берцелиус публикува за пръв път таблица с атомните тегла на всички известни дотогава елементи. През 1829 г. немският химик Й. Дьоберайнер изказва идеята за „триадите“ – групиране на елементите по тройки според атомните им тегла и химичните им свойства (напр.: Li, Na, K; Ca, Sr, Ba; Cl, Br, I).

През 1862 г. френският химик А. Шанкуртуа се опитал да подреди химичните елементи по спирала, която ги обединявала според химичните им свойства. Няколко години по-късно английският учен Нюландс (1866) направил опит да разпредели елементите в групи по т.нар. „закон на октавите“ – разпределението наподобявало разположението на музикалните ноти. Известен успех в систематизирането на химичните елементи постигнал и немският химик Л. Майер (1869).

Построяването на цялостна система на елементите, основана на определен закон, за пръв път се отдало на руския учен Дмитрий Иванович Менделеев (1834 – 1907). Почти всички източници – исторически и методически, сочат като дата на това откритие 1 март (17 февруари) 1869 г. При това, на много места събитието се митологизира, обяснява се едва ли не като съновидение и т.н.

Аз съм склонен да приема тезата на акад. Б. М. Кедров [1], който смята, че откриването на Периодичната система на елементите е преминало през три последователни фази, а именно: *„подготвителна, която предшества откриването; решаваща, в която то било извършено, и фаза на развитие-то, която последвала след това откритие, в продължение на която то било разработвано, навлязло в науката и се развива чак до наши дни. От гледна точка на времето, протичането на тези три фази е твърде различно: първата е заела минимум сто, дори повече години; втората – само един ден – 1 март (17 февр.) 1869 г.; третата, последвала след този ден, продължава и досега. Затова самото откритие се появява като реакция на скок, като завършек на многогодишен напрегнат труд на много поколения химици“* [1]. И още: *„Подготвителната фаза заела повече от сто години, а при самия Менделеев – около 15 години“* [1, с. 12].

След като разгледахме някои от събитията през подготвителната фаза, редно е да се спрем по-подробно и на следващите две.

2. Озарението на Менделеев и първите потвърждения на неговото откритие

Самият Менделеев е споделял пред свои колеги и ученици, че е започнал да мисли за подреждане на химичните елементи в таблица още през студентските си години. Ще припомним, че той е бил студент във Физико-математическия факултет на Главното педагогическо училище в Петербург през 1850-1855 г.

След кратко учителстване в Симферопол и Одеса, Менделеев постъпва на работа в Петербургския университет, където през 1867 г. е назначен за редовен професор по обща химия. Започвайки преподавателската си дейност, той установил, че в Русия няма нито един учебник, който да препоръча на студентите. Затова решил да напише учебник, в който да изложи основите на химията.

Писането на учебника започнало през 1868 г. и продължило няколко години, като последователно излизали различни негови части. Но основната идея на автора за съдържанието на учебника, както и за четения от него курс, е изложена още в неговото въведение: *„Зданието на науката се нуждае не само от материал, но и от план, от хармония. Именно научният мироглед представлява план и хармония на научното здание... Да се узнае, разбере и обхване хармонията на научното здание с неговите недостроени части ... означава да се получи такова наслаждение, каквото дават само висшата красота и истината“*.

С тези встъпителни към своя учебник думи младият професор дава урок на хилядите автори на университетските учебници, как да се подхожда при тяхното писане. Самият той е изпитал наслаждението *„да узнае, разбере и обхване хармонията на научното здание“* на химията. В основата на тази хармония стои откритият от него Периодичен закон и Периодичната система на елементите.

Подготвяйки своя учебник, Менделеев събирал всички данни за известните химични елементи – за техните физични и химични свойства и превръщания. Като разполагал с тези сведения, той непрекъснато мислел за „зданието“, което може да се построи с наличния „материал“ и за „плана“, по който това можело да стане.

Изглежда, че Природата крие дълбоко истината за процесите, които протичат в нея, и законите, които ги управляват. За да се открие такава истина не са достатъчни само знания. Такива навярно са притежавали и посочените по-горе учени, направили първите опити за систематизиране на елементите. Очевидно, Менделеев е притежавал и други достойнства – тънка интуиция за обобщаване на известните сведения и смелост за преодоляване на стереотипите в мисленето.

В продължение на много години (според самия учен – повече от десет) Менделеев е нареждал и пренареждал в групи химичните елементи според техните атомни тегла и сходството в химичните им свойства. Мислел за това групиране не само денем, но и нощем, при честите прекъсвания на съня. И една сутрин – това било утрото на 1 март 1869 г., ученият бил озарен от идеята за правилната постройка на търсената таблица.

Озарението, което често се мистифицира, представлява внезапно осмисляне и осъзнаване на дълго търсена истина. (Такъв „скок“ в мисленето са преживявали много учени, напр. Архимед и Нютон, за чиито открития съществуват легенди). Изпитал наслаждението от разкритата истина, Менделеев незабавно решил да сподели откритието си със своите колеги. Още същия ден той написал статия *„Опит за система на елементите...“* и я разпратил на руски и чуждестранни учени. (Обърнете внимание на проявената съдържа-

ност при оформянето на заглавието – той споделя „опит“ за съставяне на система.)

Що се отнася до проявената смелост при съставянето на таблицата, тя се демонстрира с предсказването за съществуване на нови, неоткрити дотогава елементи. Знае се, че истинската теория винаги трябва да съдържа освен обяснение на известните факти още и предсказването на нови, ненаблюдавани до нейното създаване. Менделеевата система притежавала това качество.

На основата на открития закон, според който свойствата на елементите се намират в периодична зависимост от атомните им тегла, Менделеев си позволил да „поправи“ атомните тегла на една дузина елементи (без да прави измервания) и най-важното – да остави празни клетки в своята таблица. Нещо повече, ученият „видял“ в тези празни клетки реални елементи, съществуващи в Природата, но още неоткрити и си позволил да предскаже техните свойства. Убеден, че трите неоткрити още елемента трябва да приличат на своите съседи в Таблицата – бор, алуминий и силиций, Менделеев им дал условни наименования: екабор, екаалуминий и екасилиций.

Много скоро за вакантните места в системата на Менделеев се появили кандидати. През 1875 г. френският спектроскопист П. Л. де Буабодран обяснил за откриването на нов елемент, като, в чест на древното име на родината си, го нарекъл галий. Всъщност това бил предсказанието от руския учен екаалуминий. Голяма била изненадата на откривателя, когато получил писмо от Менделеев, в което пишело, че всички свойства на новия елемент са правилно определени, с изключение на плътността му. Според Буабодран галият бил 4,7 пъти по-тежък от водата, а Менделеев твърдял (без да прави каквито и да е измервания), че трябва да бъде 5,9 пъти по-тежък. Макар и раздразнен от тази намеса, Буабодран повторил измерванията си и се убедил в правотата на руския учен.

През 1879 г. шведският химик Л. Нилсон открил елемент, когото нарекъл скандий. Това бил предсказанието от Менделеев екабор. Няколко години по-късно, през 1886 г. бил открит и третият предсказан елемент – от немския химик Винклер. Той нарекъл новия елемент германий. Реакцията на откривателя този път била друга. Възхитен от верните предсказания на Менделеев, в своята статия Винклер написал: *„Това не е просто потвърждение на смелата теория; тук виждаме очевидно разширяване на химическия кръгзор, решителна стъпка в областта на познанието“*.

Менделеев бил, естествено, изключително доволен от тези събития. В едно от последните издания на своя учебник „Основи на химията“ той споделил: *„Когато през 1871 г. написах статия за Периодичния закон и определих свойствата на още неоткрити елементи, аз не мислех, че ще доживея до оправдаването на това следствие от Периодичния закон... От мен бяха описани три елемента – екабор, екасилиций и екаалуминий, и не минаха 20*

години, когато имах великата радост да видя всичките три елемента открити“.

Европейската научна общественост оценила по достойнство великото откритие на руския учен. Немският философ Фр. Енгелс (1820 – 1895) в съчинението си „Диалектика на природата“ написал: „Менделеев, използвайки не-съзнателно Хегеловия закон за преминаване на количеството в качество, е извършил научен подвиг, който смело може да се постави редом с откритието на Лъверие, изчислил орбитата на още неизвестната планета Нептун“ [2]. (През 1846 г. френският астроном Лъверие предсказал съществуването на нова планета по смущението, което тя причинява в движенията на другите планети).

Д. И. Менделеев е получил над 130 почетни дипломи и звания от руски и чуждестранни академии, висши училища и научни дружества. Но, естествено, като се имат предвид характерните за хората качества – завист, злоба и др. подобни (учените не правят изключение!), радостите на Менделеев не били споделени от всички негови колеги. През 1880 г. неговата кандидатура за член на Руската академия на науките била отхвърлена. По-късно била отхвърлена и идеята за присъждане на Нобелова награда на руския учен (поради лично отношение на един от фамилията Нобел, засегнат от критиките на Менделеев).

Нека по-нататък разгледаме

3. Събитията на границата на XIX и XX столетие

През последното десетилетие на XIX в. във физиката са направени открития, благодарение на които се изясняват истинските причини за наблюдаваната периодичност в свойствата на химичните елементи. Особено внимание заслужават откритията, направени през т.нар. „велико тригодие“: рентгеновите лъчи (Рънтген, 1895 г.), явлението радиоактивност (Бекерел, 1896 г.) и електрона (Томсън, 1897 г.).

Това е времето, когато се рушат старите представи за строежа на веществото и за атома, който дотогава се счита за най-малката частица на материята, неделима и неизменна. Днес ние трудно можем да си представим драмата, която преживяват много от учените, свидетели на онези открития. Все по-ясно става, че атомът е сложна постройка, способна при определени условия да изпуска електрони (т.нар. β -лъчи), електромагнитни лъчи (γ -лъчи) и дори по-тежки частици (α -лъчи). Първостепенна задача на физиката става изучаването на тази „постройка“ – атома, за което се изисква (ако използваме терминологията на Менделеев) не само „материал“, но и „план“, както и „хармония“, т.е. ред и стройност.

В началото на XX в. настъпва „ядрената ера“, чиито резултати ще разгледаме във втората част. През 1911 г. лорд Ръдърфорд открива ядрото като основна съставка на атома и създава т.нар. „планетарен модел“ на атома. „Пос-

тройката“ е красива, защото наподобява Слънчевата система, но тя не може да обясни наблюдаваните свойства на атомите. През 1913 г. Нилс Бор допълва планетарния модел с прочутите си постулати и подборни правила. Хармонията сякаш е постигната, но това става за сметка на красотата. Работата е в това, че теорията на Бор е непоследователна, в нея се използват както представите на класическата физика, така и тези на квантовата механика. Звездите (има ги и във физиката!) се шегуват: *„В теорията на Бор като че ли сме длъжни да използваме в понеделник, сряда и петък класическите закони, а във вторник, четвъртък и събота – квантовите“*.

През същата 1913 г. Х. Мозли прави откритие, благодарение на което зрялост на атомното ядро се възприема вече като кардинално понятие. Посочените открития оповестяват края на „химическата епоха“ в развитието на Менделеевата идея (1869 – 1912) и поставя начало на новата „физическа ера“.

През 1921 г. Н. Бор поставя основите на физическото тълкуване на Периодичния закон за химичните елементи. Той развива представата за постепенното запълване на електронните слоеве, които се характеризират с определени стойности на квантовите числа.

Особено полезна се оказва идеята да се въведе още една квантова характеристика на градивните частици, т.нар. спин. На пръв поглед идеята е продължение на „Кеплеровата линия“, допускайки, че електроните, подобно на планетите, се въртят и около собствената си ос. Всъщност става дума за собствен момент на количеството движение, който заема само определени (цели или полуцели) стойности.

Може да се каже, че планетарният модел достига своето съвършенство. Посочените идеи вдъхновяват дори поетите. Тяхната фантазия изпреварва мисленето на физиците. През 1922 г. руският поет Валерий Брюсов написва великолепно стихотворение „Светът на електрона“, в което възпява този „свят“:

*„Быть может, эти электроны
Миры, где пять материков,
Искусство, знания, войны, троны
И память сорока веков“.*

Според поета, онзи свят, макар и миниатюрен, притежава също като нашия континенти, история и хилядолетна култура. Нещо повече, фантазията на В. Брюсов допуска, че там има неща, които в нашия „голям свят“ липсват:

*„Еще, быть может, каждый атом –
Вселенная, где сто планет.
Там все, что здесь, в объеме сжатом,
Но также то, чего здесь нет“.*

През следващите години физиците се втурват да търсят в света на атома „*чегото тук няма*“. И откритията следват едно след друго.

През 1923 г. Луи де Бройл изказва идеята за вълновите свойства на материята. Според тази идея микрочастиците, които изграждат материята, притежават едновременно и корпускуларни, и вълнови свойства. От гледна точка на класическата физика, идеята е „безумна“ (терминът е на Бор), но се оказва вярна за онзи „безумен свят“ – атомния.

На основата на тази идея през 1926 г. Е. Шрьодингер създава вълновата (квантовата) механика, която установява начините на описване и законите за движение на микрочастиците. Във фундамента на тази теория се вградени и няколко основни принципа, своеобразни „божи заповеди“, а именно:

- *принципът за неопределеност* на В. Хайзенберг, който изключва възможността за движение на частиците по траектория (да припомним, че траекторията е централно понятие в класическата механика);

- *принципът на забраната*, предложен от Паули, който пък изключва възможността два електрона с еднакви стойности на квантовите числа да „съжителстват“ в атома;

- *принципът на допълнителност*, предложен от физика-мъдрец Нилс Бор, който разглежда вълновите и корпускуларните характеристики на частиците като взаимно допълващи се, а не като противоположни.

Посочените принципи характеризират онези особености на микросвета, които нашия макросвят не притежава („*то, чегото тук няма*“). Изяснявайки детайлната структура на атомите, по-конкретно техните електронни конфигурации, новите идеи се превръщат в теоретична основа на Периодичната система на елементите.

От огромно значение за разбирането на атомната структура е откритият от Паули принцип на забраната. Освен в атомната физика, този принцип изпълнява фундаментална роля и във физиката на атомното ядро, на елементарните частици, във физиката на твърдото тяло и т.н.

Ще си позволя да цитирам мнението на изтъкнати специалисти, за да се оцени огромното значение на този принцип. Ричард Файман в своите забележителни „Лекции ...“ пише: „*Принципът на забраната лежи в основата на великото разнообразие на химични свойства на атомите. Начините на разположение на електроните са сложни и осигуряват огромното разнообразие от свойства на веществото: съществуват метали и изолатори, газове и кристали... Цялото това колосално разнообразие ...произтича от Принципа на забраната*“.

Професорът от университета в Кеймбридж П. Еткинс пише в своята книга „Кванти“: „*Ако принципът на Паули не се изпълняваше, нито едно тяло не би могло да бъде твърдо. Ако електроните нямаша спин, всички тела биха заемали много малък обем, около нас нямаше да има нищо твърдо, всичко*

щеше да бъде размазано като лепкава кал“. (Б-ъ-р-р, не бих желал да живея в такъв свят!).

С въвеждането на принципа на Паули, Периодичната система получава последно и решаващо подкрепление от физиката и се превръща във фундаментален закон на Природата.

Трябва да оценяваме красотата на нашия свят, която се дължи на красотата на всеки атом, от който той е построен. Прекрасно го е казал поетът:

*„Мир бездна бездн,
И каждый атом в нем
Проникнут жизнью, красою!“*
(Ив. Бунин)

II. От америций до московий и по-нататък

Преди 100 години, през 1919 г. Ръдърфорд успя да реализира първата ядрена реакция, с което осъществи хилядолетната мечта на алхимиците за изкуствено получаване на едни елементи от други. Така беше поставено начало на „съвременната алхимия“ (това е заглавието на последната книга на Ръдърфорд).

Мощен тласък за развитието на новата алхимия даде откриването на неутрона от Дж. Чадуик през 1932 г. Много скоро след това Е. Ферми показва колко полезни могат да бъдат неутроните за получаване на нови изотопи и нови елементи. Оказа се, че при бомбардиране на ядрата на даден химичен елемент с неутрони може да се получат ядра, респ. атоми на следващия елемент в периодичната система.

Това откритие естествено възбуди любопитството на физиците (и химиците) да надникнат зад урановата граница и да направят опити за получаване на елементи по-тежки от урана. В природата такива елементи дотогава не бяха открити, с обяснението, че те са радиоактивни с време на живот по-малко от възрастта на Земята, поради което са се разпаднали. Но дали не можем да ги получим изкуствено?

1. „Американската“ ера

Такива опити започват да се правят най-напред в САЩ, в Калифорнийския университет, под ръководството на Макмилан. Облъчвайки уранова мишена с неутрони, групата получава първия трансуранов елемент и го нарича нептуний, аналогично на планетата зад Уран.

През следващите години Г. Сиборг и неговата група в Бъркли успяват да синтезират още няколко елемента, по-тежки от урана: плутоний ($Z = 94$), америций ($Z = 95$), кюриий ($Z = 96$), берклий ($Z = 97$) и калифорний ($Z = 98$). Последните елементи от първата стотица в Менделеевата таблица са открити в продуктите от ядрени взривове през 1952 – 1953 г. и получават названия

айнщайний ($Z = 99$) и фермий ($Z = 100$). Названията на новополучените елементи показват една тенденция, превърнала се в традиция, те да се наричат с имената на изтъкнати учени или на градовете, респ. областите, където е станало тяхното синтезиране.

Трудностите при получаване на по-тежки елементи навяват мисълта, че може би Природата е избрала кръглото число 100 като граница на човешките възможности. Но опитите в това отношение продължават и след няколкогодишни усилия през 1955 г. е получен 101-ия елемент. За илюстрация на трудностите при идентификация на този елемент говори фактът, че групата на Гиорсо успява в първите опити да получи едва 17 атома на елемента!

Като се има предвид, че това откритие е направено през годините на „Студената война“, впечатление прави жеста на американските учени да назоват 101-ия елемент менделеевий. С това те морално се извисяват над войнстващите политики.

Естествено е желанието на физиците да получават още по-тежки елементи. Също така е естествено да се появят принципно нови трудности при получаването и идентифицирането на такива елементи. Една от тях е катастрофалното намаляване на времето на живот за ядрата на свръхтежките елементи. Става ясно, че за следващо придвижване са необходими нови подходи както при обстрелването на ядрата-мишени, така и при изучаването на продуктите на ядрените реакции.

2. „Русите идват“

Положителен ефект върху това придвижване има разширяването на фронта на научните изследвания, включването на нови групи от нови държави в похода към свръхтежките. Докато през 40-те години, дори през 50-те, американските учени притежаваха пълен монопол в това отношение, през 60-те – 70-те години в търсенето се включиха специалисти от Русия (ОИЯИ – Дубна), а през 80-те – и от Германия (Дармщад, Институт за тежки йони).

В началото съперничеството имаше състезателен характер – „кой е по-напред!“. Това породя появата на прибързани съобщения за новооткрити елементи, които по-късно бяха опровергани като неверни. Като резултат елементите получаваха по две названия, например нобелий – жолиотий ($Z = 102$), лоуренсий – ръдърфордий ($Z = 103$), ръдърфордий – курчатовий ($Z = 104$) и т.н.

Последва етап на взаимно уважение и признание на заслугите на всяка от групите, още повече, че някои от елементите бяха открити от тях почти едновременно и независимо, напр. елементите с поредни номера $Z = 105$ и $Z = 106$. Стана ясно, че съперничеството трябва да премине в сътрудничество, което би довело до по-сигурни резултати.

Пряко следствие от това сътрудничество и взаимното уважение са наименованията на някои от елементите във втората стотица: дубний ($Z = 105$) и дармщадий ($Z = 110$).

3. Новите „колумбовци“

Нов стимул в търсенията на свръхтежки елементи дадоха предсказанияте от теоретичите „острови на стабилността“ – групи от елементи с големи поредни номера, чиито ядра имат сравнително голямо време на живот. Експериментите показаха, че такива „острови“ действително съществуват. Откриването на елементи в тези области има фундаментално значение както за химията, така и за физиката, а също и за астрофизиката – при изясняване на процесите при нуклеосинтеза във Вселената. Съвсем правилна е мисълта на акад. Г. Н. Фльоров (ръководителят на интернационалната група в ОИЯИ, занимаваща се с тези проблеми), че *„откриването на Острова на стабилността ще бъде за ядрената физика така важно, както навремето е било откриването на Америка от Колумб“*.

Като имам предвид осведомеността на колегите по отношение на успехите в синтезирането на свръхтежките елементи, ще се огранича с изброяването само на някои от тях, свързани с постиженията на Дубненската група. Такова ограничение е тенденциозно, но съответства на заглавието на тази част от статията, която посочва двете епохи в тази научна област, свързани с държавите, водещи в откритията: САЩ и Русия. Подобно на наименованията на елементите, кръстени в края на миналото столетие – америций, берклий, калифорний и сиборгий, сега, напълно заслужено, някои от свръхтежките елементи получиха „руско гражданство“. Ето признанието:

114-ият елемент е наречен фльоровий (на името на акад. Г. Н. Фльоров, ОИЯИ – Дубна);

115-ият елемент е наречен московий – на областта, в която се намира ОИЯИ – Дубна;

118-ият елемент е наречен оганесон, на името на Ю. Ц. Оганесян, приемник на Г. Н. Фльоров и настоящ ръководител на Дубненската група.

Не мога и не желая да прикривам пристрастието си към тези имена, тъй като и аз, както и стотици български учени, свързахме своето развитие и утвърждаване с град Дубна, Московска област, а някои и с посочените руски академици – Г. Н. Фльоров и Ю. Ц. Оганесян. Пристрастието ми се дължи и на обстоятелството, че лично се познавах, поддържах връзки с тези знаменити личности, разменяхме си взаимни гостувания и малки подаръци. За мен са знаменателни хубавите думи, написани от Г. Н. Фльоров в Паметната книга на Катедрата по атомна физика към Пловдивския университет (която ръководих в продължение на 25 години): *„Тук, в Пловдив, където се гордеят и почитат паметта на далечните и близките предци, е направено най-удачното съчетание между учебен процес и научна работа. Онова, което е нап-*

равено за 20 години от Катедрата по атомна физика, е пример не само за България, но и за много страни“.

Това е признание за нашата дейност, направено от голям специалист, което ние високо ценим.

Литература

- [1] Б. М. Кедров. В: Периодический закон и строение атома. Москва, Атомиздат, 1971, с.5
- [2] Ф. Енгелс. Диалектика на природата. София, 1975.

150 YEARS WITH THE MENDELEEV'S PERIODIC SYSTEM

N. Balabanov

The history of the periodic table reflects nearly two centuries of growth in the understanding of chemical properties of the elements, with contributions made by a number of chemists and physicist. However, Russian scientist Dmitri Mendeleev was the first to devise in 1869 a chart with the elements, named later after him. His periodic law revealed profound familial relationships among the known chemical elements – they exhibited similar properties at regular intervals (or periods) when arranged in order of their atomic weights. At present the importance of the Periodic Table of Chemical Elements is recognized as one of the most important and influential achievements in modern science reflecting the essence not only of chemistry, but also of physics, biology and other basic sciences disciplines.

МАЛКО ИЗВЕСТНИ ФАКТИ ЗА МАКС ПЛАНК

Сашка Александрова

През миналата година се навършиха 160 години от рождението на Нобеловия лауреат по физика за 1918 г. и основател на квантовата физика Макс Планк. Нобеловата награда е връчена една година по-късно през 1919 година. Понастоящем името на Макс Планк се появява най-вече чрез престижните научни институти, наречени на негово име. Дружеството „Макс Планк“ работи в цяла Германия и по света. Но кой е бил истинският Макс Планк? Ето някои малко известни факти за големия физик, основател на квантовата физика и Нобелов лауреат.

Планк създава един от стълбовете на модерната физика. Има две теории, които съвременната физика използва, за да обясни Вселената. Това са Теорията на относителността – работата на Айнщайн – и квантовата теория, чиито основи са поставени от Планк. Както вече сме писали в „Светът на физиката“, в края на 90-те години на XIX в. той започва да изучава топлинното излъчване и открива формулата за излъчването на абсолютно черно тяло, която впоследствие става известна като закон на Планк. За да обясни защо формулата му работи, той въвежда идеята за енергийни пакети, наречени от него „кванти“, което води до нов клон във физиката – квантовата физика. Самият той е изненадан от радикалния характер на собствените си открития и пише: *„Моите безсмислени опити да сложа елементарния квант на действието в класическата теория продължиха няколко години и те ми струваха много усилия.“*

Още приживе Планк става легенда в научния свят. По повод смъртта му през октомври 1947 г., „Ню Йорк Таймс“ пише: *„Макс Планк е един от интелектуалните гиганти на XX век и един от най-забележителните умове на всички времена от ранга на безсмъртните в науката, като Архимед, Галилей, Нютон и Айнщайн“.*

Планк въвежда термина „теория“, за да се опише работата на Айнщайн. През 1906 г. той говори за модела на физиката, развит от Айнщайн като „теория на относителността“. Самият Айнщайн говори за „принцип на относителността“, но се установява терминологията на Планк.

Планк е изключително уважаван учен приживе. Както пише авторката на книги за науката Барбара Ловет Клайн, *„в Германия по това време само принцове и барони са били почитани повече от професорите“*, и Планк не е изключение. Той печели множество награди в академичната си кариера, преди да получи Нобелова награда по физика за 1918 г. *„като признание за неговите епохални изследвания на квантовата теория“*, както казва председа-

телят на Кралската шведска академия на науките при представянето на наградата.

Планк е един от най-ранните поддръжници на Айнщайн. Той рано осъзнава важността на работата му по отношение на относителността и един от първите подкрепя неговите теории. *„Айнщайн може да се счита за второто голямо откритие на Планк във физиката“*, пише Дж. Хейлброн (*J. L. Heilbron*) в книгата си *„Дилемите на изправения човек: Макс Планк и съдбата на германската наука“* и неговата подкрепа, по преценка на самия Айнщайн, е била от ключово значение за осигуряване на бързината на приемане на нови идеи сред физиците. По това време Айнщайн не е имал докторска степен, нито работи в университет, и подкрепата на утвърден и известен учен като Планк помага да бъде въведен във физическата общност. Въпреки че ще остане скептичен по отношение на аспектите на работата на по-младия учен – като неговото изследване от 1915 г. за „квантите на светлината“ или фотоните – двамата остават приятели и близки. Според некролога на Планк в „Ню Йорк Таймс“, когато Немското физично дружество в Берлин го удостоява със специален медал, той връчва дубликат на приятеля си Айнщайн.

Планк е и голям музикант. Той е талантлив пианист и когато е студент в Берлин мисли да посвети живота си на музиката, вместо на физиката. Той е домакин на музикални салони в дома си, като кани други физици и учени, както и професионални музиканти. Заедно с Ото Хан, Густав Херц и Вилхелм Вестфал организират любителски хор. Алберт Айнщайн посещава тези събития и участва с цигулката, за да свири в квартет или трио с Планк. Участва и синът на Планк – Ервин, като свири на чело. Изпълненията на Планк се отличават със страст и с голямо въображение. Професионални музиканти се възхищават от динамиката и интуицията му. Планк цени и свири Бах, Моцарт и Бетовен, но особено харесва музиката на Шуберт и Брамс.

Планк е много добър лектор. Лекциите му се изнасят в препълнена зала. Някои студенти даже стоят прави. Макар че го описват като малко сух пред класната стая, учениците на Планк го обичат. Английският химик Джеймс Партингтън (*James Partington*) казва, че Планк е *„най-добрият лектор, който някога е чувал“*, описвайки лекциите на Планк като претъпкани, популярни събития. *„Винаги имаше много хора в стаята“*, пише Партингтън. *„Тъй като лекционната зала беше добре затоплена и доста малка, някои от слушателите от време на време падаха на пода, но това не смущаваше лекцията“*.

Планк е страстен любител на природата. До преклонна възраст той остава активен, занимава се с туризъм и планинско катерене. През 80-те си години той все още редовно се изкачва по върховете на Алпите, достигайки височина над 3000 m.

Планк е много гостоприемнен. Обича игрите, особено тези, свързани с движение. Много е добър на гоненица. „Планк обичаше веселата, спокойна компания и домът му беше център на такава обстановка“, пише известната ядрена физичка Лизе Майтнер. „Когато ни канеше на гости по време на летния семестър, в градината имаше подвижни игри, в които Планк участваше с удоволствие наистина по детски и с голяма ловкост. Беше почти невъзможно да му избягате. И колко видимо доволен беше, когато е хванал някого!“.

Гестапо го следи по време на Втората световна война. Заради открито изказваната си подкрепа на еврейските физици като Айнщайн, Планк е обявен от националистическата фракция на учените „Арийска физика“ за участник във великата еврейска конспирация, който пречи на назначаване на германски учени във физичните факултети на университетите. Наричан е „носител на бактерии“ и „бял евреин“ в официалния вестник на СС, Черният корпус (*Das Schwarze Korps*), а неговото родословие е разследвано от Гестапо.

Планк лично иска Хитлер да позволи на еврейските учени да запазят работата си. Той се бори срещу включването на членове на нацистката партия в Пруската академия и като Президент на дружеството „Кайзер Вилхелм“ има аудиенция при Хитлер, на която призовава фюрера да остави еврейски учени да запазят работата си. Защищава Фриц Хабер като напомня голямото му постижение – синтеза на амониак и неговото национално значение още през Първата световна война. Срещата завършва със скандал. Хитлер изпада в едно от страховитите си състояния на възбуда, напуска стаята като го нарича „бедната объркана глава“, принуждавайки Планк да се оттегли.

Взмутен от Закона за професионалната гражданска служба от 7 април 1933 г., който трябва да се приложи и към Института „Кайзер Вилхелм“, на който той е председател, още на 30 април 1933 г. подава оставка (от 1 октомври 1933 г.) в Пруското министерство на културата, в която заявява, че традицията му налага да се ръководи „при подбора на служители само от професионалните и личностните характеристики на кандидатите, без да се интересува от тяхната расова принадлежност“.

Опитът на Планк да защити учените не успява. През 1935 г. един на петима немски учени е бил уволнен от длъжност (в областта на физиката един на всеки четирима) и подкрепата на еврейските учени става все по-рискована. Въпреки това през 1935 г. Планк свиква възпоменателна среща на дружеството „Кайзер Вилхелм“ в чест на покойния еврейски химик Фриц Хабер, въпреки изричната забрана на правителството да присъства на събитието. Неговата явна подкрепа към еврейски учени като Хабер и Айнщайн и отказът да се присъедини към Нацистката партия в крайна сметка води до това правителството да го принуди да се откаже от позицията си в Пруската ака-

демия на науките и да му попречи да получи определени професионални награди.

Той е един от многото аполитични държавни служители в германските академични среди, които се надяват, че най-лошите последствия от антисемитския национализъм в крайна сметка ще преминат, и които искат да запазят позицията на Германия на световната научна сцена, доколкото това е възможно. Когато Хитлер изисква всички речи да се откриват с „Хайл Хитлер“, Планк се подчинява неохотно. Ето как физикът Пол Евалд описва откриването на института за метали „Кайзер Вилхелм“ през 30-те години на миналия век: „...Всички бяхме вперили поглед в Планк, чакайки да видим какво ще направи на откриването, защото по онова време беше предписано официално, че трябваше да се започва с „Хайл Хитлер“. Планк стоеше на трибуната, вдигна ръката си наполовина и я свали отново. Направи го втори път. Най-накрая той вдигна ръка и каза: „Хайл Хитлер“. ...Поглеждайки назад, това беше единственото нещо, което можеш да направиш, ако не искаш да застрашиш цялото дружество“. Както описва авторът на книги за науката Филип Бол (*Philip Ball*), за Планк възходът на Хитлер и нацистка Германия е „катастрофа, която го е погълнала и която в крайна сметка го унищожава“.

В автобиографията си Планк описва защо е избрал да следва физика. „Външният свят е нещо независимо от човека, нещо абсолютно, а търсенето на законите, които се прилагат към този абсолют, ми се струва най-възвишеното научно занимание в живота“, пише той.

Няколко открития от Планк са кръстени на него – законът на Планк, константата на Планк (h , или $6,62607004 \cdot 10^{-34}$ J.s) и единиците на Планк, епохата на Планк (първият етап на Големия взрив), частицата „Планк“ (малка черна дупка), лунният кратер „Планк“ и космическият кораб „Европейска космическа агенция Планк“. Името му носи и дружеството „Макс Планк“, и неговите 83 института.



Медалът „Макс Планк“ е най-високата награда на Германското физическо дружество (*Deutsche Physikalische Gesellschaft*) – най-голямата световна организация на физиците, за изключителни постижения в теоретичната физика. Наградата се присъжда ежегодно от 1929 г., с малки изключения, и обикновено на един човек. Победителят се награждава със златен медал и ръчно написан документ.

Първата награда Макс Планк връчва на Алберт Айнщайн на 28 юни 1929 г. в Берлин, Германия (на снимката).

Литература

- J. L. Heilbron, *The Dilemmas of an Upright Man: Max Planck and the Fortunes of German Science*, 2000
- Barbara Lovett Cline, *Men Who Made a New Physics: Physicists and the Quantum Theory*, 1987
- Eckart Henning, *Max Planck im „Dritten Reich“*
- Philip Ball, *Serving the Reich: The Struggle for the Soul of Physics under Hitler*, 2014
- Max Planck, *Scientific Autobiography and Other Papers*, 1968

LESS-KNOWN FACTS ABOUT MAX PLANCK

Sashka Alexandrova

Max Planck is well-known nowadays as the founder of quantum theory. People are aware of his law that describes the spectral density of electromagnetic radiation emitted by a black body. But who was the real Max Planck? Here you can read some less-known facts about one of the greatest physicists in the world history showing his great personal qualities.

47-МА НАЦИОНАЛНА КОНФЕРЕНЦИЯ ПО ВЪПРОСИ НА ОБУЧЕНИЕТО ПО ФИЗИКА

Нели Димитрова

От 4 до 7 април 2019 г. във Велико Търново се проведе ежегодната Национална конференция по въпроси на обучението по физика в средните и висшите училища на тема: „**Интегрален подход в обучението по физика**“. Организацията на конференцията бе осъществена от Съюза на физиците в България, МОН, Националният военен университет „Васил Левски“ (НВУ), РУО – Велико Търново, община Велико Търново, АЕЦ „Козлодуй“.

Темата на конференцията бе посветена на честването на 150-годишнината от създаването на Периодичната система от Д. И. Менделеев и на значимостта на интегрираното обучение по природни науки, технологии, инженерство и математика (*STEM*) за развитие на ключови компетентности в младото поколение на България. Основни направления за съдържание на докладите бяха:

1. Интегрален подход във формалното и неформалното образование по физика.
2. Интегрален подход при изучаване на физичните явления чрез компютър и информационни технологии.
3. Интегрален подход в научни и образователни проекти.
4. Интегрален подход и съвременни методи на обучение и на оценяване.

Конференцията се проведе в Националният военен университет „Васил Левски“. Тя бе открита на 4 април в Културния дом на НВУ от председателя на УС на СФБ академик Александър Петров. Общият брой участници – ученици, студенти, докторанти, учени от научни организации, преподаватели от висши и средни училища – беше 130. През четирите дни на конференцията се проведеха 11 заседания с общо 46 доклада, от които 4 поканени, 31 устни и 11 постерни. Още първия ден бяха изнесени 4 публични лекции – „За историята на Велико Търново“ от Тодорка Недева, Регионален исторически музей; „Периодичната система на химичните елементи: история и съвременно състояние“ от проф. Иван Дуков от Химикотехнологичния университет (ХТМУ); „Периодичната система през погледа на един професор по физика“ от проф. Никола Балабанов от Пловдивския университет „Паисий Хилендарски“; „Светлината, лазерите и Нобеловата награда за 2018 г.“ от проф. Александър Драйшу, декан на Физическия факултет на Софийския университет „Св. Климент Охридски“.

Наградите на името на акад. Матей Матеев за учители по физика на Международната фондация „Св. св. Кирил и Методий“ бяха връчени от проф. Иван Лалов и господин Стефчо Стойков. Тази година удостоените с наградата за постижения при откриване и развитие на млади таланти са следните учители по физика: Юлиана Белчева (гр. Пловдив) и Роза Рангелова (гр. Стамболийски), а за постижения при създаване на условия за най-подходяща учебна среда – Виолета Тачева (гр. Трявна) и Никола Каравасилев (гр. София).

Освен гореизложените дейности в програмата на конференцията беше включена среща с видния учител Теодосий Теодосиев и с представители на „Булатом“; бяха демонстрирани и експерименти, подпомогнати с компютър; популяризира се българското участие в Европейския фестивал „Наука на сцената – 2019“. Състоя се и традиционната Младежка научна сесия, на която ученици и студенти представиха своите разработки по темата „Структура на материята“.

През последният ден на конференцията се проведе дискусия на тема „Интегрираното обучение по природни науки, технологии, инженерство и математика (*STEM*) – предпоставка за развитие на ключови компетентности“, в която активно се включиха представители и на Съюза на математиците в България, както и преподаватели от средни и висши училища. Бяха споделени проблеми и идеи, свързани с интегрираното обучение и с мотивирането на кандидати за учители по математика, информационни технологии и природни науки. На база на дискусията се очертаха следните **предложения**:

1. Увеличаване на хорариума учебни часове по физика и астрономия от общообразователната подготовка – по 2 учебни часа седмично. Към момента физика и астрономия се изучава в 7 и 8 клас по 1,5 часа седмично, в 9 клас – 2 часа седмично, а в бъдещия 10 клас – 1 час седмично.

2. Учебният предмет „Физика и астрономия“ да започне да се изучава от 6 клас, а не както е сега – от 7 клас.

3. Да се стимулира обучението на бъдещи учители с повече от 2 специалности по природни науки.

4. Настояваме да се създаде стандарт за учебна среда (кабинет по физика), който да е заложен в Закона за предучилищното и училищното образование.

5. МОН да формулира критерии за подпомагане на материално-техническата база по природни науки в средните и висшите училища.

6. МОН да подпомага и координира дейности, свързани със създаване и функциониране на междуучилищни мрежи от учители и ученици за обмен на учебни материали – дигитални продукти, проекти, технологични разработки.

7. Да се подпомогне създаването на учебна лаборатория по физика в Националния военен университет „Васил Левски“.

8. Конференцията изразява своето притеснение за липсата на специалисти по ядрена енергетика, затова настояваме за дискусия по проблема с представители на МОН, индустрията и заинтересованите университети и средни училища.

9. Да се засили взаимодействието между съюзите на математиците, физиците, химиците и биолозите.

Като изказват благодарност на нашите съорганизатори: МОН, Национален военен университет „Васил Левски“ (НВУ), РУО – Велико Търново, община Велико Търново и Агенцията за ядрено регулиране, и за финансовата подкрепа на АЕЦ Козлодуй и на фондация „Еврика“, участниците в конференцията считат за желателно по-тясното сътрудничество между Съюза на физиците в България и МОН при организацията на бъдещите конференции.

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

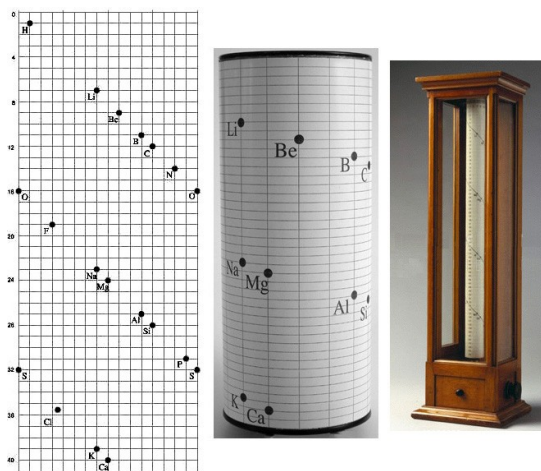
<http://www.phys.uni-sofia.bg/upb>

ПЕРИОДИЧНАТА ТАБЛИЦА – НЯКОИ НЕЙНИ РЕКОНСТРУКЦИИ И МАТЕМАТИЧЕСКО МОДЕЛИРАНЕ*

Мирослав Минчев

Спиралата винаги ми е хващала окото. Спираловидните форми можем да наблюдаваме навсякъде в околната среда – от черупката на охлюва до масивната спирала, която формира формата на Вселената. Като любител на математиката и точните науки, винаги съм се интересувал от нейната форма и приложение в науката. В математиката например по-подробно се разглеждат Логаритмична спирала и дори Златната спирала. Биологията пък изучава еволюцията на спиралата в природата, тоест как тя нараства в посока на часовниковата стрелка. В настоящето изложение ще ви покажа някои варианти на таблици, класифициращи елементите, така че те да са разположени на спирала, както и някои други такива. В това време ще направя аналогия на Периодичната таблица и някои дялове на математиката.

Едуард Мазурус е един от историците, които проучват Периодичната система. Бил е силно заинтересован от класификацията на елементите. Та така той разглежда повече от 700 такива реконструкции, като от тях приема за верни около 100 и всички тях ги публикува в книгата „*Types of Graphic Representation of the Periodic System of Chemical Elements*“. Интересен е фактът, че химиците намират приложение у много малко от тях. Ще ви разкажа именно за най-приложимите и най-интригуващите.

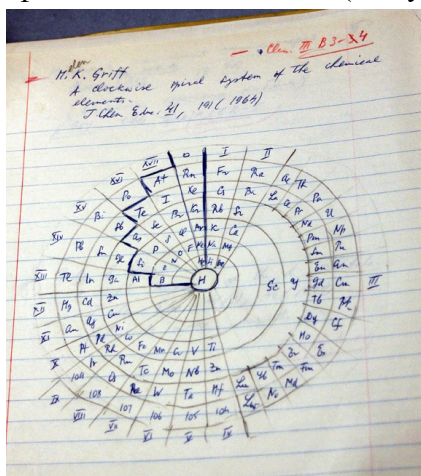


Фигура 1. Спиралата на Ал. Бегиер

* Научен проект, класиран на I място в Младежката научна сесия по време на 47-ата Национална конференция по въпросите на обучението на физика.

През 1862 г., още преди Менделеев да формулира Периодичния закон и Периодичната система, френският геолог Александър Бегер пръв предлага на Френската академия на науките елементите да се изобразяват като последователност от атомните маси, а на следващата година диаграмата му е публикувана в журнала „*Comptes Rendus*“ (Фигура 1). Елементите са поставени на увита около цилиндър спирала. Всъщност цилиндърът е разграбен с 16 отсечки, които са успоредни и равни на височината на цилиндъра. Естествено в самото начало химиците не били наясно с идеите на Бегер. Неговата диаграма и нейното предназначение биват разбрани едва след като концепцията за Менделеевата таблица не бе приета. И все пак неговата спирала е лесна за четене и разбиране.

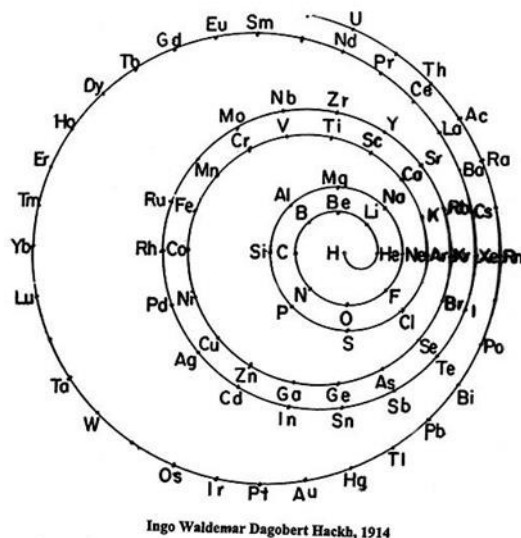
Докато Бегер работи по своята класификация на елементите, Густав Хинрикс мигрира в САЩ през 1861 г. В рамката на няколко години той става професор по природна философия и химия в Университета на Айова. Там той открива някои числени закономерности на дължините на орбитите на планетите. В негова статия през 1864 г. той публикува формула, с която изразява разликата между разстоянията на планетите от Слънцето и таблица, която показва действителните разстояния от Слънцето. По-късно той решава да направи класификация на елементите по подобен начин, този път обаче той смята да направи някаква аналогия на спектъра и атома на елемента. Вследствие Хинрикс свързва елементите с планетите, а разстоянията сравнява със спектрните честоти. Така той е първият химик, който използва спектъра на атома като база за класификация на елементите (Фигура 2).



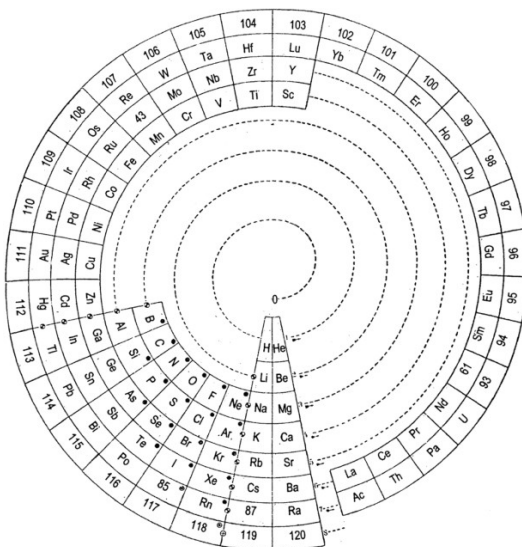
Фигура 2. Диаграмата на Густав Хинрикс

Най-близка до Менделеевата таблица спирала е на Инго Хак и е създадена през 1914 г. Той ползва Законът на Мозли за подреждането на химичните елементи на базата на техните физически свойства. Самият Хенри Мозли от-

крива атомните номера на елементите през 1913 г., което от изключителна важност за съвременната Периодична таблица. Колкото до диаграмата на Хак, тя представлява нарастваща спирали, която расте по посока на часовниковата стрелка, така че в началото и стои водородът и следващите елементи се подреждат с нарастване на атомния номер (Фигура 3).



Фигура 3. Спиралата на Инго Хак



Фигура 4. Чарлз Джанет и неговата схема

Сега ще забравим за малко за спиралите. Ще наричам всички Периодични таблици, които не са спирали, „схеми“. Най-обещаващата и интересна сред „схемите“ е т.нар. „Left-step periodic table“, чиито създател е Чарлз Джа-

нет (Фигура 4). Тя е и най-близка до съвременната Периодична таблица, която както я нарекохме по-горе е „схема“. Това, с което се различава схемата на Джанет, е, че на първо място, хелият е преместен най-отгоре в s-блока. Друга разлика е, че атомните номера тук са от 1 до 120, а не както в стандартната таблица от 1 до 118. Поради тези различия схемата на Джанет е една от най-приложимата сред физиците и химиците.

Всъщност всички тези представяния на Периодичната система се въртят около едно главно явление – Периодичния закон. С този закон Менделеев показва, че химичните елементи имат някаква математическа структура. Тази структура се изразява със строежа на атома. Точно тази структура Менделеев не открива в спираловидните конструкции, поради нуждата от разделянето на елементите по групи и периоди. Това изисква наличие на Периодична система под формата на правоъгълна схема. Пример за такава схема е Менделеевата таблица от 1869 г. (Фигура 5).

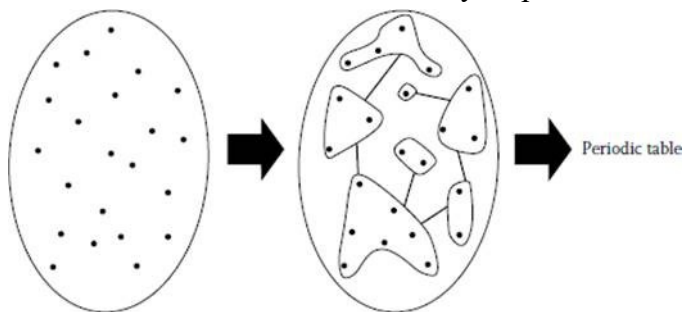
Reihen	Gruppe I. — R ⁰	Gruppe II. — R ⁰	Gruppe III. — R ⁰	Gruppe IV. RH ⁴ R ⁰	Gruppe V. RH ⁵ R ⁰	Gruppe VI. RH ⁶ R ⁰	Gruppe VII. RH R ⁰	Gruppe VIII. — R ⁰
1	II=1							
2	Li=7	Be=9,4	B=11	C=12	N=14	O=16	F=19	
3	Na=23	Mg=24	Al=27,3	Si=28	P=31	S=32	Cl=35,5	
4	K=39	Ca=40	—=44	Ti=48	V=51	Cr=52	Mn=55	Fe=56, Co=59, Ni=59, Cu=63.
5	(Cu=63)	Zn=65	—=68	—=72	As=75	Se=78	Br=80	
6	Rb=86	Sr=87	?Yt=88	Zr=90	Nb=94	Mo=96	—=100	Ru=104, Rh=104, Pd=106, Ag=108.
7	(Ag=108)	Cd=112	In=113	Sa=118	Sb=122	Te=125	J=127	
8	Cs=133	Ba=137	?Di=138	?Ce=140	—	—	—	—
9	(—)	—	—	—	—	—	—	—
10	—	—	?Er=178	?La=180	Ta=182	W=184	—	Os=195, Ir=197, Pt=198, Au=199.
11	(Au=199)	Hg=200	Tl=204	Pb=207	Bi=208	—	—	—
12	—	—	—	Th=231	—	U=240	—	—

Фигура 5. Менделеевата таблица от 1869 г.

Тук смятам да преплета нещата с малко Теория на графите. Един граф се дефинира със своите върхове и ребра, т.е. съединяващата отсечка между два върха. Нека разгледаме един граф $G(V; E)$, където V е множеството на върховете и E е множеството на ребрата. В случая обаче ще го разгледам по друг начин. Нашите върхове ще представят химичните елементи, като два елемента ще са свързани с ребро, ако са в един период. По този начин получаваме 7 пълни графа, по един за всеки период. Колкото до всеки пълен граф, във всеки има толкова върха, колкото елементи има в съответната група. Така получаваме математически модел на Периодичната таблица (Фигура 6).

Химията е сравнително млада и нова наука. Сама по себе си се е открийла като наука поради философските различия между химията и физиката. Но въпреки всичко, в продължение на около 350 години, великите химици и физици като Дмитрий Менделеев, Джоузеф Пристли, Ърнест Ръдърфорд – тези,

които изброих, и наистина много други намират химичните елементи и ги класифицират. След всички тези открития, споменатите по-горе велики имена предават на тази нова идеология смисъл и я утвърждават като наука.



Фигура 6. Математически модел на Периодичната таблица, представен под формата на граф

Речник:

Златна спирала – представлява спирала, която се образува, като се вписва четвърт окръжност във всеки квадрат, получен при безкрайно разделяне на правоъгълник, при който страните са в златно отношение, на квадрати.

„Comptes Rendus“ – от фр. език, означава буквално „доклади“.

S-блок – този блок от Периодичната таблица стои най-отляво и включва елементите от 1 и 2 група.

Периодичен закон – съвременният Периодичен закон гласи, че свойствата на химичните елементи, на техните прости вещества и химични съединения, са в периодична зависимост от броя на протоните в ядрата на атомите им.

Пълен граф – граф, при който всеки връх е свързан с всеки друг връх с по едно ребро (пример за пълен граф с 5 върха е правилния петоъгълник и всички негови диагонали).

ПОСЕТЕТЕ НАШИЯ САЙТ

wop.phys.uni-sofia.bg

СНИМКИТЕ И ФИГУРИТЕ СА ЦВЕТНИ В ОНЛАЙН
ВЕРСИЯТА НА СПИСАНИЕТО

**НАЦИОНАЛЕН КОНКУРС ЗА ЕСЕТА, ПОСВЕТЕН НА ОБЯВЕНАТА
ОТ ЮНЕСКО 2019 ЗА МЕЖДУНАРОДНА ГОДИНА НА
ПЕРИОДИЧНАТА СИСТЕМА НА Д. И. МЕНДЕЛЕЕВ**

Никола Балабанов

Над 130 участника – ученици от 42 основни и средни училища от цялата страна, както и студенти от 3 университета, взеха участие в организирания от Съюза на физиците в България и фондациите „Еврика“ и „Вигория“ Национален конкурс за есета, посветен на обявената от ЮНЕСКО 2019 за Международна година на Периодичната система на Д. И. Менделеев. Класацията на журито, председателствано от проф. д.фз.н. Никола Балабанов, в трите възрастови групи: ученици (6-8 кл.), (9-12 кл.) и студенти можете да видите на сайта на СФБ: <http://phys.uni-sofia.bg/upb/conference/NK/47NK.html>.

На вниманието на читателите на сп. „Светът на физиката“ предоставяме извадки от есетата, подбрани от проф. Н. Балабанов.

Най-напред публикуваме пълния текст на есето, разработено от 13-годишната ученичка **Велислава Велинова** (7 кл. в СУ „Св. Патриарх Евтимий“, гр. Пловдив) – кратко и емоционално съчинение.

Има ли откритието на Менделеев „рождена дата“?

Няма човек, който да не знае кой е Дмитрий Менделеев. Всички сме чували малко или много за този велик учен. Някога запитвали ли сте се, какво щеше да е, ако някой от големите мозъци на нашето време не се беше раждал. Всъщност аз нямам отговор на този въпрос. Не си представям кабинета по химия без Менделеевата таблица, да говорим безразборно за химичните елементи или дори да ги подреждаме, където и както си искаме. Спокойно, някой много по-умен от нас го е направил. Именно това е Дмитрий Менделеев.

Пак ще ви питам нещо. Замисляли ли сте се кога точно е открита Менделеевата таблица? Аз отново нямам отговор на въпроса, но за щастие имам въображение, с което мога да си представя. Магията на мозъка е да рисува невидими картини. Дори мога да си представя Менделеев, докато се бори да събере химичните елементи на един лист хартия и след това да ни усложни живота в час по химия пред дъската. Шегувам се, разбира се. Но дори и с голямото си въображение не мога да си представя точната дата на раждането на системата.

И един последен въпрос. Има ли смисъл да разбираме с точност кога е създадена? Нали знаем кой е бащата и можем да я използваме. Според мен, това е по-важно.

И, като за финал, един ГОЛЯМ поклон пред паметта на великия учен Дмитрий Менделеев!

Росица Тончева – 7 кл. във Второ ОУ „П. Р. Славейков“, гр. Стара Загора

...Това откритие променя завинаги света на химията. Ученият е работил постоянно десетки години подред върху таблицата и е имал няколко нейни версии. Между другото, Менделеев продължава да я коригира след публикуването на работата си по Периодичния закон. Така че Периодичната система, завършена преди 150 години, сънувана или не, е плод на многогодишни усилия и е една съществена крачка в разбирането на законите на природата и нейната хармония...

Десислава Господинова – 7 кл. в ОУ „Петко Каравелов“, гр. Асеновград

...Физиката е наука, която обяснява живота, но химията е тази, която ни помага да го живеем по-добре. Например, благодарение на опознаването на химичните елементи, са направени лекарства и изобретения, които се използват в различни сфери; дори продуктите, които използваме, също съдържат химични елементи. Те самите имат много голяма история, която, според мен, е много интересна. Например защо при някои съединения се получава гърмене, а при други – не? Защо някои променят цвета си или пък защо са в различни състояния? Отговорите на тези въпроси будят любопитство у човека, подтикват го да търси отговори, да бъде любознателен и да развива мисленето си. Тази изключителна наука трябва да се докосне до всеки и тя да бъде опозната...

Виктория Недялкова – 7 кл. в СУ „Максим Райкович“, гр. Дряново

...Без явно усилено трудолюбие няма таланти, нито гении...

...Менделеев не се счита за единствен и неповторим, нито за незаменим. Той е обикновен човек, положил труд и усилие да вложи повече в себе си за своето обучение, за да се развие като учител, учен и откривател...

„Всяка гордост на учителя от учениците е в растежа на засадените семена“ – с гордост Менделеев обучава своите ученици и техния успех приема за свой. След като те са успели и са се реализирали, значи той си е свършил работата като техен учител...

Александра и Теодора Даскалови – 7 кл. в СУ „Емилиян Станев“, гр. Велико Търново

...Използвайки постиженията на учените в областта на физиката и химията, музикалните инструменти също търпят развитие. А с тях развитие търпят и музикантите, които успяват да извлекат все по-красиви звуци от своите инструменти. Звукът, създаден от механиката на инструмента, често е красив и хармоничен, звук, който се подчинява на физичните и химичните закони, но и звук, който идва от душата на музиканта. Звук, който можем да контролираме, благодарение на познанието ни за периодичното повторение на свойствата на химичните елементи и техните съединения...

Томи Янакиев – 7 кл. в ОУ „Св. св. Кирил и Методий“, гр. Габрово

...Съществуват много интерпретации на таблицата на химичните елементи, от 3D модели до картата на Лондонското метро, с поставени имената на елементите, вместо тези на станциите, но факт е, че старата, оцапана Менделеева таблица, висеща на черната дъска в кабинета по химия, е най-добрата...

Йоанна Статева – 7 кл. в СУ „Гео Милев“, гр. Раднево

...Днес пред мен е Тя – Периодичната система, картата на великата страна на елементите. И ако тя е действително карта, то тя може да бъде „говоряща“. Тя е и компас, и пътеводител, взети заедно. В строг ред на периоди и групи, по редове и подгрупи са разположени нейните обитатели: злато, сребро, платина, уран, радий, полоний, рубидий... Същински „Остров на съкровищата“. Ако химичните елементи биха заговорили, то в техния официален дом – Периодичната система, би могло да се чуят не малко любопитни неща...

Йордана Минкова – 8 кл. в СУ „Васил Левски“, гр. Чепеларе

...макар да не познавам човек като Менделеев, който да постави началото на нови открития, имаме възможността аз, вие, ние, всички заедно, мечтаейки да поставим това начало. А според теб, способно ли е човечеството днес да създаде немислимото, неочакваното и дори немечтаното? Ще успеем ли заедно да достигнем идеите си? Ти можеш ли да бъдеш следващия Менделеев?...

Алексия Костова – 9 кл. в СГСАГ „Христо Ботев“, гр. София

...Днес споделих с моите приятели нещата, които научих през уикенда за Менделеевата таблица и те останаха приятно изненадани, особено за това, че има български учен, останал в световната история. Доволна съм, че успях да отделя приятелите си поне за момент от телефоните, защото те в крайна

сметка основно ни вредят, въпреки екстрите, които получаваме от тях. Научих доста важен урок, който ми помогна да погледна на нещата от друг ъгъл и да видя реалния свят с очите си, а не през дисплея на моя телефон. Много бих се радвала, ако и другите деца и тийнейджъри разберат това...

Анабела Цанкова – 9 кл. в Национално у-ще по изкуства „Проф. Веселин Стоянов“, гр. Русе

...Едва ли по времето на Менделеев общността на учителите по целия свят са си представяли каква огромна стъпка прави човечеството с това откритие, феноменален научен акт, чрез който момчето, родено в Сибир, превърнало се в учен, преподавател и енциклопедист, грабва човечеството и го пренася на друго, по-високо стъпало в развитието му...

Откритието на Периодичната система от Менделеев можем да сравним със създаването на една безсмъртна симфония, чиято основна тема – Периодичния закон, позволява на човечеството да създава нови звучения...

Стоил Божков – 9 кл. в СУ „Васил Левски“, гр. Елин Пелин

...Чувствам се горд да добавя, че България също има сериозен принос в ядрените изследвания. Като се започне преди около 100 години с първия български ядрен физик – проф. Елисавета Карамихайлова, та до наши дни, поредица от български физици работят в тази област. В удивителните проекти на ОИЯИ вземат сериозно участие 400 български физици, математици, инженери, биолози и други специалисти...

Стефка Генчева – 9 кл. в ПГСД, гр. Стара Загора

...Дмитрий Менделеев е една вдъхновяваща личност... Той вдъхновява стотици поколения учители, които го следват, и ученици, които изучават Менделеевата таблица през изминалите 150 години. Той е вдъхновил и моята учителка – много пъти тя е споделяла с нас как в ученическите си години, изучавайки химия, е впечатлена от живота и делото на великия руски учен и това ѝ помага в избора на нейната професия – не изобщо учител, а учител именно по химия и физика. Следвайки примера на своя вдъхновител, тя успява да предаде и на нас любовта си към тези чудни науки...

Ангел Митов – 10 кл. в ППМГ „Никола Обрешков“, гр. Казанлък

...според мен, един от най-важните моменти в развитието на химията е създаването на Периодичната система. И на Д. И. Менделеев не трябва да благодарим само защото е открил нещо практично, което не губи актуалността си вече почти два века, но също така трябва да му благодарим и за това, че ни е показал нещо изключително красиво, на което всеки един от нас може да се любовва...

Гергана Джикова – 11 кл. в ПМГ „Баба Тонка“, гр. Русе

...Периодичният закон не е случайност, нито съвпадение, нито химичен пасианс. Мистерията на творческата и научната интуиция не спохожда нико-го случайно, а само посветения... Изпреварил времето си, но точно навреме, ученият създава великото си дело – удобната и прецизна класификация на елементите, без която днес нямаше да съществува нито един мобилен теле-фон, нито един компютър...

Между двете зими на 1834 и 1907 г. се случват събития в науката, които могат да бъдат оценени по значимост само с Ренесансовата епоха в история-та на човечеството... Защото в личността, която ги изпълва със съдържание, са съчетани в безгранично богатство – проникновен ум и многообразна емо-ционалност, прогностично научно мислене и поетична образност, гениал-ност и човечност, горещ патриотизъм и дълбок интерес към световните проблеми, висша етика на учен и будна гражданска съвест на общественик и педагог. Менделеев е роден в Русия, но принадлежи на цялата планета, Мен-делеев е син на 19 век, но неговият дух живее в нашата съвременност...

Оля Божекова – 11 кл. в ПКПЗЕ „Захарий Стоянов“, гр. Сливен

...Името на Менделеев завинаги е включено в списъка на имената на най-великите учени от всички времена и народи. Уменията за интелектуална работа, придобити в годините на неговото учение, му позволяват да направи толкова много, че понякога е наричан гений още приживе. Гений? Когато един от учениците му го казва на глас, той се разсърдил сериозно и извикал: *„Какъв гений! Работих през целия си живот – затова и гений...“*

Анета Хаджиева – 11 кл. в СУ „Васил Дечев“, гр. Чепеларе

...Аз изпитвам огромно удоволствие в работата си по химия и виждам бъдещата си реализация в нея... Надявам се един ден със своя труд и аз да допринеса за развитието на химията. Тя погъделичка човешкото ми любо-питство и превърна ежедневието ми в един приказен фантазен свят. Дървото, което вирее в душата ми, расте всеки ден, както нараства и насладата, когато работя и узнавам повече. Много бих желала и аз един ден да открия нещо толкова стойностно. Моят човешки дълг е да помагам на хората, защото чо-векът е уникално създание...

Александра Драмджиева – 11 кл. в ПГ „Пейо Яворов“, гр. Петрич

...Потопена в историята на Таблицата, бях впечатлена от това, че в гор-ния ляв ъгъл е имало нулева група и нулева редица, където се е намирал еле-ментът „Х“ (световният етер) или, както Менделеев го е наричал – нютоний, в чест на самия Нютон. Аз ще го кръстя „забраненият“ елемент...

Само си представете какво е било в ума на Менделеев?! Малка частица от мен още вярва на великия учен. Аз вярвам и в етера! И обещавам, че всеки ден ще продължавам да се питам: „Какво, ако...?“ Какво, ако намеря новия „забранен“ елемент и всички започнем да се питаме отново?!

Константина Лазарова – 11 кл. в ПГ „Пейо Яворов“, гр. Петрич

...В личността на Менделеев са съчетани проникновен ум и многобагрен емоционалност, научно мислене и гениалност, човечност и родолюбие, изключително голям интерес към световните проблеми и огромно желание за учение и преподаване. Той притежава будността на общественика – педагог, в който са вплътени теория и практика, наука и естествознание, философия и талант, идеи и действителност, настояще и бъдеще...

...гениалният химик показва на всички нас днес какви трябва да бъдем, за да успеем, независимо дали искаме да сме преподаватели, учени или дори космонавти. Просто трябва да вярваме в себе си, да се трудим безотказно и да не спираме, макар да има проблеми и понякога падения, защото само така ще бъдем по-силни накрая...

Легендарният химик и незабравим преподавател се доказва на света със своите постижения и името му остана безсмъртно за цялата научна общност. А сега е наш ред! ...

NATIONAL ESSAY CONTEST DEDICATED TO UESCO'S INTERNATIONAL YEAR OF D. I. MENDELEEV'S PERIODIC SYSTEM 2019

Nicola Balabanov

Selected by prof. N. Balabanov parts of the most impressive essays are presented with emphasis on the originality of author's interpretation of the incredible personality of D. I. Mendeleev and the fundamental role of his discovery in science and life.

НАЦИОНАЛЕН КОНКУРС ЗА ЕСЕ, ПОСВЕТЕН НА 140-ТА ГОДИШНИНА ОТ РОЖДЕНИЕТО АЛБЕРТ АЙНЩАЙН

Милка Джиджова, Сашка Александрова

По повод 140 години от рождението на Алберт Айнщайн фондация „Вигория“, със съдействието на Съюза на физиците в България, организира Национален конкурс за есе „Алберт Айнщайн – учен, мислител и хуманист“. Конкурсът е посветен на 140-та годишнина от рождението му. Целта е да се насочи вниманието на ученици от горен курс на обучение към живота и дейността на една изключителна личност в областта на физиката. Много силно впечатление прави отношението на участниците към поставената тема. Освен биографичните данни и детайли от живота на великия учен, те споделят размисли за собственото си отношение не само към науката. Мисли и изказвания на Айнщайн са предизвикали разсъждения, интересни виждания и дори предложения относно начините на преподаване и общуване в училище. В настоящия брой публикуваме есето, което получи първа награда в конкурса. Публикуваме и откъси от есета на други участници, които ни карат да се замислим по много от въпросите, които ги вълнуват, и които изискват внимателно отношение от страна на преподаватели и родители.

Васил Николаев Иванов – 11 клас, ПГПЗЕ „Захарий Стоянов“, гр. Сливен

...Неговата фраза, която ме впечатли най-много е: *„Интелектът е това, което остава, когато забравим всичко, което сме научили в училище“*. Но тя в днешно време дали се възприема по същия начин, по който я възприема той? Аз мисля, че сегашните ученици са под твърде голям натиск, за да изразят своето искрено мнение по този въпрос поради факта, че често им се налагат мнения на някого другото и в случай, че ги усвоят перфектно, то те биват считани за интелигентни от общността. Но тук не се ли губи смисълът на думата интелект, изразяващ се в умението на даден индивид да мисли по свой уникален начин?...

Ванеса Христова Терзиева – 11 клас, ПГПЗЕ „Захарий Стоянов“, гр. Сливен

...Според него смисълът на учението и креативното мислене е отдавна изгубен в стриктното зубрене, и остроумно заключава: *„Интелектът е това, което остава, когато забравим всичко, което сме научили в училище“*. Айнщайн смята, че в образованието на младите хора трябва да има нови, разчу-

пени, освободени от рамки подходи. Той ни кара да се замислим, дали наистина всичко, което искаме от съвременната образователна система, се свежда до това да си вземем изпитите...

Андреа Иванова Георгиева – 11 клас, ПГПЗЕ „Захарий Стоянов“, гр. Сливен

...Друга мисъл на Айнщайн е тази: *„Въображението е по-важно от знанието“*. Училището твърди точно обратното – то убива креативността, индивидуалността и уникалността на учениците си. Училището е древна институция, която е изгубила ползата си. Първоначално е било използвано, за да обучава хора да работят във фабрики, което обяснява, защо кара учениците да стоят в прави редици – тихо и кротко и да вдигат ръка, преди да говорят. Седем учебни часа, всеки ден им е казвано как да мислят и разсъждават. И най-важното от всичко, трябва да се състезават, за да имат „6“ – цифра, която определя успех и интелигентност. Разбирам, времената са били различни, но днес не са ни нужни работи – хора с еднакви мисли и цели. Светът се развива с всеки изминал ден и има нужда от хора, които мислят различно, иновативно и със способност да се обединяват. Всеки един учен би потвърдил, че няма два мозъка, които да са еднакви.

Айнщайн веднъж е казвал: *„Лудост: да правиш едно и също нещо отново и отново, и да очакваш различни резултати“*. Тогава, Училище, обясни ми, защо повтаряш еднаква информация на всички свои ученици? Всеки знае, че ако доктор предпише едно и също лекарство на всичките си пациенти, краят ще е трагичен. И въпреки това, когато стане въпрос за образованието, точно това се случва. Образователно нарушение, при което един учител излиза пред 25 ученици, всеки от които има различни стремежи, различни нужди, различни дарби и различни мечти, и преподава едно и също нещо по един и същи начин. Но не учителите са виновни – те са герои, които често са обвинявани, но не те са проблема. Те работят в система, в която нямат много възможности и права. Учебният план се изработва от политици, повечето от които не са преподавали и ден през живота си. Учителите са тези, които могат да достигнат до сърцето на всеки един ученик и да му отворят нови врати към знанието...

Марина Деянова Йорданова – 8 клас, ПГ по стопанско управление, администрация и услуги „Атанас Буров“, гр. Силистра

...Благодарение на модерното време, в което живеем, можем да се докоснем до великия ум, но не и до великото сърце. И във Вселената остава въпросът: *„Коя е била движещата сила, дърпала конците на неговите открития?“*. Може би подареният от баща му компас на 5-годишна възраст впечатлява Алберт, че нещо предизвиква движението на стрелката въпреки

привидно „празното пространство“ или е предизвикан от изгубения дух на учение и креативно мислене в стриктното зубрене? Можем само да гадаем... Но това ни дава повод за размисъл, че човешкият ум и сърце нямат граници, стига да намерим онова собствено „единствено желание“.

...Последните му записки гласят: *„Още има сметки, които трябва да направя“*. Дори и най-великият гений има усещането и жажда за нови знания, а в днешно време не се ли отказваме прекалено бързо от „желанията си“ или си казваме, че сме достигнали прага на уменията си и няма какво повече да направим? Нека бъдем достатъчно смели и достатъчно самокритични, защото винаги има сметки, които можем да направим!...

Кристиян Даниелов Левтеров – 12 клас, СУЕЕ „Св. Константин Кирил-Философ“, гр. Русе

...Мислите му за живота и човека са приложими и днес. Ежедневно всеки един от нас се сблъсква с различни проблеми, макар да ни се иска те да не съществуват. Това, което можем да направим, е само да се опитаме да ги решим, а едва ли има по-добра рецепта за щастие, не в сложни уравнения и физични формули, а в няколко изречения написани от самия Айнщайн: *„Да следваме любопитството си, то може да ни отведе далеч, отвъд пределите на познатото.“* Постоянството е безценно. Да се фокусираме върху настоящето. Въображението е сила, която дори е по-важна от знанието, защото има различен поглед към забележителните неща от живота. ...Да създаваме стойностни неща. Да се стремим не към успеха, а към стойността на нещата, които правим, а успехът е следствие от тях. Не бива да повтаряме едно и също нещо много пъти. За това говори прословутата фраза на Айнщайн: *„Лудост, това е да правиш едно нещо много пъти и да очакваш различен резултат“*. Знанието идва от опита. Информацията не е знание. Най-важният източник на знание е опитът. Айнщайн прави велики открития, но и велики грешки. Смелостта да отхвърлиш общоприетото и да погледнеш света по различен начин го превръща в световна величина...

NATIONAL ESSAY CONTEST DEDICATED TO THE 140TH ANNIVERSARY OF ALBERT EINSTEIN'S BIRTH

Milka Djidjova, Sashka Alexandrova

Selected parts of essays are presented which reflect the concepts of their authors about the most important goals of modern education. These concepts arise from Einstein's views on creativity, knowledge, experience and imagination.

АЛБЕРТ АЙНЩАЙН – УЧЕН, МИСЛИТЕЛ, ХУМАНИСТ*

Ванеса Х. Терзиева

Историята помни много имена на мислители, философи хуманисти и ерудити, имащи значим принос за развитието на човечеството. Светът, какъвто го познаваме днес, не би съществувал без своите учени, посветили живота си на познанието и абсолютната истина. Сред личностите, надживени от своите открития, изпъква образът на Алберт Айнщайн – човекът, чието име неслучайно се превръща в синоним на „гений“.

Немският физик е световно известен учен, който почти няма нужда от представяне. В действителност обаче през целия си живот той се сблъсква с противоречия и опоненти, стремящи се да осмее неговата гениалност, както и еврейския му произход. Но несправедливостта никога не отказва отдадения на мечтите си Айнщайн, чието наследство надхвърля науката и оставя вечен отпечатък върху възгледите за моралното и примерно човешко поведение в обществен план. Бащата на съвременната физика е открит пацифист, застъпник за правото на свобода на словото, убеден антифашист и преди всичко – хуманист. Неговият пример огражда един нестандартен начин на мислене, който в началото на миналия век помага на човечеството да навлезе в съвременната епоха, а в днешния технологичен век е най-важната формула за успех. Алберт Айнщайн неоспоримо утвърждава мястото си на гениален физик, проникновен философ и свободомислещ гражданин пред света.

Според професор Гутфройнд от Еврейския университет в Йерусалим, ако трябва да се говори за любовите на Айнщайн, то най-продължителната му от началото до самия край е науката. Още като млад той се съмнява в общоприетите знания, силно се впечатлява от неща, които другите приемат за даденост, и непрестанно се удивлява от великите мистерии, които Вселената крие. Баща му, инженер по професия, иска от сина си да последва неговия пример и твърдо убеждава младия мечтател, че физиката не е занаят. Въпреки това, когато Алберт е на пет години, именно баща му му подарява компас. Гледайки дълго време този странен уред, Айнщайн стига до извода, че нещо предизвиква движението на стрелката, въпреки привидното „празно пространство“. Може би това е първата провокация в жизнения път на бъдещия учен, за да се превърне физиката в смисъла на неговия живот. Кулминацио-

*Първа награда на Националния конкурс за есе „Алберт Айнщайн – учен, мислител и хуманист“, организиран по повод 140 години от рождението на Алберт Айнщайн от фондация „Вигория“, със съдействието на Съюза на физиците в България.

нен израз на всичките часове, прекарани в учене, и всичките години на борба с тези, които се съмняват в идеите на младия физик, са четирите статии, които той публикува през 1905 г. в най-елитното издание по физика за времето си. В тази своя най-чудотворна година чрез научните си трудове върху фотоелектричния ефект, Специалната теория на относителността, Брауновото движение и връзката между материя и енергия Айнщайн постига повече, от който и да е друг учен през целия си живот. Никой следващ откривател, с изключение на Дарвин, не е успял да породи такова недоволство и спорове в научния свят. Теорията му за гравитацията, повече позната като „Обща теория на относителността“ от 1915 г., според самия автор е най-добрата идея, която е имал, и дори век след публикуването си смайва учените със своята приложимост в редица изследвания на Космоса. През 1921 г. той заслужено получава Нобелова награда за приноса си към теоретичната физика и конкретно за откриването на Закона за фотоелектричния ефект, но не и за Теорията на относителността, тъй като тя години наред бива трудно асимилирана и дълбоко подценявана от поддръжниците на общоприетото.

Като всяка образована личност бащата на съвременната физика не остава чужд за историческите събития, вълнуващи родната му страна. Когато Германия се нуждае от своите учени от Университета в Берлин по време на Първата световна война, Айнщайн трябва да подпише съгласието си за съдействие на правителството, но той гордо отказва и дори подписва манифест против войната. Той е поддръжник на идеята, че учените са призвани да разгадаят мистериите на света, а не да откриват нови начини да го разрушат. Поради безмилостния антисемитизъм, диктуван от нацистката партия начело с Хитлер, още през 1933 г. Айнщайн се установява в САЩ. Доказателство за неговия пламенен ционизъм е приносът му в различни сфери от еврейския обществен живот, сред които е основаването на Еврейския университет в Йерусалим и инициативата му за създаването на държавата Израел. До края на живота си Айнщайн използва славата си в Америка, за да изразява мнението си по политически въпроси и да изказва силната си неприязън към политическата тирания, в частност към националсоциализма, който нарича „детска болест, дребната шарка на човечеството“. Ученият от еврейски произход дори описва расизма като „болест на белите хора“ в реч през 1946 г. в университета „Линкълн“ в Пенсилвания. Той става един от гласовете, помогнали да се извади на показ сегрегацията в САЩ. В разгара на Втората световна война Айнщайн осъзнава опасността най-известното му уравнение на всички времена „ $E=mc^2$ “ (енергията е равна на масата по скоростта на светлината на квадрат), което в общи линии свидетелства, че много малко материя може да се превърне в огромно количество енергия, да даде на германските учени идеята за ядрените оръжия. Айнщайн пише общо три писма до американския президент Франклин Делано Рузвелт относно проблема, но третото, в

което Айнщайн категорично се обявява против производството и употребата на ядрени оръжия, не достига адресата си, поради внезапната му смърт. Дълго време именно на Айнщайн се приписва отговорността за бомбата, нанесла огромни поражения в Хирошима през 1945 г., въпреки че той никога не е работил върху създаването ѝ и през целия си живот учи на миролюбие и е против използването на науката за насилие. „За съжаление вече стана очевидно, че нашата технологичност задмина нашата хуманност“, са думите на Айнщайн, които и днес могат да ни послужат като нравствен ориентир.

Известният гений скромно заявява: „Аз нямам никакви специални таланти. Просто съм ужасно любопитен“. И наистина именно в неутолимата му жажда за знания се корени неговата гениалност. Но Айнщайн открито показва на света, че не е просто свръхинтелигентна обвивка, а една комплексна, ексцентрична, но и безкрайно креативна личност. В биографичната книга „Айнщайн. Неговият живот и Вселената“ Уолтър Айзаксън разкрива как научното въображение на Айнщайн възниква от бунтарската природа на характера му, отличаващ се с тънко чувство за хумор. В началното училище, а след това и в гимназията в Мюнхен, Алберт представлява проблем за ръководството, тъй като е недоволен от режима и методите на обучение. Според него смисълът на учението и креативното мислене е отдавна изгубен в стриктното зубрене, и остроумно заключава: „Интелектът е това, което остава, когато забравим всичко, което сме научили в училище“. Айнщайн смята, че в образованието на младите хора трябва да има нови, разчупени, освободени от рамки подходи. Той ни кара да се замислим дали наистина всичко, което искаме от съвременната образователна система, се свежда до това да си вземем изпитиите. Айнщайн е вечен пример за винаги любознателния ум, усърдно търсещ отговор на всеки въпрос и нямащ страх да защити личната си позиция, опълчвайки се на властта. Дори когато работи временно в бюрото за патенти – период, който той определя като една от многото лоши шеги на историята, Айнщайн не спира да чете и разработва своите научни трудове въпреки упреците на своето началство. В началото на научната си кариера, когато много от доказалите се учени се съмняват в непроверените хипотези на неизвестния младеж, той показва силен дух, неотстъпчива природа и трудолюбие, които и днес са образец за амбицирания млад човек.

Айнщайн преживява две световни войни и е свидетел на най-лошите проявления на човечеството, но въпреки това успява да запази качествата си на глобален мислител, учен с важни социални възгледи и да остане онази харизматична личност с вяра в човешката креативна мисъл. Всеки от нас би си пожелал учител като него – да говори увлекателно за мистериите на Вселената, да прави остроумни коментари за актуалните обществени проблеми и най-вече – да ни учи да бъдем човеци.

Източници на информация:

<http://georgezap.com/articles/albert-einstein-choosing-kindness-fear/>
<https://www.quora.com/What-are-some-of-Albert-Einsteins-character-qualities>
<https://www.nature.com/articles/538170a.pdf?origin=ppub>
https://bg.wikipedia.org/wiki/Алберт_Айнщайн
https://en.wikipedia.org/wiki/List_of_scientific_publications_by_Albert_Einstein
<https://www.jenatadnes.com/hora/ainshtain-za-vselenata-chovechestvoto-i-vsichko-ostanalo/>
<https://www.theguardian.com/science/2006/jul/11/internationalnews>
<http://bnr.bg/post/101000512/ainshtain-pak-se-okaza-prav-ucheni-potvardiha-negova-kluchova-teoria>
<https://www.obekti.bg/chovek/choveshkoto-lice-na-geniya-ili-kak-albert-stava-aynshchayn>
<https://www.sfheart.com/einstein.html>
<https://rhapsodyinbooks.wordpress.com/2010/05/03/may-3-1946-%E2%80%93-albert-einstein-spoke-at-lincoln-university-in-pennsylvania/>
<https://free.messianicbible.com/feature/einstein-helped-israel-become-nation/>

Най-голямо вдъхновение за участието ми в конкурса бе поредицата „Геният“ на National Geographic; сценарият е по книгата на Уолтър Айзаксън „Айнщайн. Неговият живот и Вселената“, от която почерпих ценна информация за създаването на това есе.



Участници в Първия Солвеевски конгрес, Брюксел (1911). Сред участниците са Мария Кюри, Алберт Айнщайн, Макс Планк, Ърнест Ръдърфорд, Анри Поанкаре, Валтер Нернст, Хендрик Лоренц и Камерлинг Онес.
https://en.wikipedia.org/wiki/Solvay_Conference

ПРИЛОЖНА ФИЗИКА И КОМПЮТЪРНО МОДЕЛИРАНЕ – МОДЕРНАТА СПЕЦИАЛНОСТ

В рамките на кандидатстудентската кампания 2019, Техническият университет – София представя специалността „Приложна физика и компютърно моделиране“.

През 2018 г. в ТУ–София, в професионалното направление „Общо инженерство“, е открита бакалавърска специалност „Приложна физика и компютърно моделиране“, наследник на съществуващата бакалавърска специалност „Инженерна физика“. Специалността „Приложна физика и компютърно моделиране“ е насочена към задълбочено изучаване на физичната същност на процесите и явленията, чрез които се развиват и реализират модерните фотонни, лазерни, оптични, електронни и нанотехнологии и други области на съвременната техника. Друга основна насока на специалността са компютърното моделиране и симулации, които в наши дни заместват много от скъпите физични експерименти, и същевременно позволяват да се получи необходимата за дадена технология информация за свойствата на изследваните обекти и системи и процесите, протичащи в тях. Обучаващите се в специалността усвояват използването на компютърни технологии и професионални софтуерни продукти от високо ниво за решаването на практически задачи с инженерно приложение. Обучението включва и задължителния комплекс от инженерни, езикови, икономически и бизнес знания и умения, нужни за успешна реализация в индустрията.



Специалността „Приложна физика и компютърно моделиране“ има за цел подготвянето на специалисти, които да са свързващо звено между фундаменталните знания, научните разработки, компютърното моделиране и симулации и индустриалните им приложения. Такива специалисти имат важна роля в прилагането на иновации и най-нови научни постижения.

Комплексният подход при обучението в предлаганата специалност осигурява на завършилите бакалаври по-голяма мобилност, адаптивност, кариерно развитие и възможност успешно да се впишат в съвременните изисквания на пазарната среда за развитие на индустрията.

Завършилите инженер-физики от специалност „Приложна физика и компютърно моделиране“ са подготвени да се реализират като конструктори, специалисти по проектиране, разработване и експлоатация на продукти във високотехнологични компании в областта на оптичните технологии, фотониката, лазерната техника, материалнообработването и микромашинните технологии, световодните комуникационни системи и прибори, на микро- и нанотехнологиите за електронни и оптоелектронни прибори.

Подходящо място за приложение на получените знания и умения може да бъде изследователска работа в институтите на БАН и университетите, както и позиции на преподаватели в университети, търговски представители или дистрибутори на техника, представители на фирми, занимаващи се с инженерингова дейност.



Повече информация: <http://phys.tu-sofia.bg>

ЛАЗЕРИ И ЛАЗЕРНА ОБРАБОТКА НА МАТЕРИАЛИ



Книгата с горното заглавие е замислена като учебник, предназначен за бакалаври в техническите университети, както и за първо запознанство на специалисти от индустрията с лазерната обработка на материали, и отразява дългогодишния опит на автора доц. д-р Христо Христов от Техническия университет – София. На достъпно ниво са разгледани основните величини и методи за характеризиране и управление на лазерни снопове, както и най-важните понятия и закономерности при взаимодействието на лазерното лъчение с веществото. Накратко са разгледани най-разпространените в индустрията технологични лазери и лазерни технологични системи. По убеждението на автора,

учебна литература по тази тематика би била полезна и за други групи потенциални читатели.

Акцентът в изложението е поставен върху лазерните технологии за обработка на материали. Разгледани са най-важните за модерната индустрия лазерни технологии – лазерно рязане, лазерно заваряване, лазерно маркиране, лазерна микрообработка на материали и лазерно 3D принтиране.

Двете свойства на генерираното от лазерите лъчение – *кохерентност* и възможност за изключително ефективно *управление* на параметрите им, са свързани, доколкото второто до голяма степен произтича от първото. Подчертаването на управляемостта обаче е важно, тъй като именно невероятните възможности за управление на спектралните, пространствените, времевите, енергетичните и поляризационните параметри на лазерното лъчение правят електромагнитната енергия, излъчвана от лазерите, *най-управляемата форма на енергия, позната на човечеството*. Именно тази управляемост стои в основата на изключително разнообразните приложения на лазерите в науката, индустрията и, в крайна сметка, в ежедневието ни.

Характерна особеност на лазерите от гледна точка на техните приложения е, че много често те не подменят съществуващите технологии, а по-скоро се вграждат в тях, предоставяйки им нови възможности и

подобрявайки ги. В това отношение те са много сходни с компютрите и, поради това, често в пазарните анализи те се интерпретират като *enabling technology*, т.е. технология, която създава нови възможности.

Нобеловата награда за 2018 г. показва невероятните възможности за приложение на лазерните технологии. Книгата без съмнение представлява подходящо четиво за интересуващите се от тази перспективна област в бъдещото развитие на модерните технологии.

**СПИСАНИЕ „СВЕТЪТ НА ФИЗИКАТА“, СЪЮЗА НА ФИЗИЦИТЕ В
БЪЛГАРИЯ, КАТЕДРА „ФИЗИКА“ КЪМ МИННО-ГЕОЛОЖКИЯ
УНИВЕРСИТЕТ „СВЕТИ ИВАН РИЛСКИ“ И СТОЛИЧНА
БИБЛИОТЕКА**

ОРГАНИЗИРАТ ЛЕКТОРИЯ

СВЕТЪТ НА ФИЗИКАТА НА ЖИВО

с публични лекции на настоящи и бъдещи автори на сп. „Светът
на физиката“

<http://wop.phys.uni-sofia.bg>

ПРОФ. Д.ФЗ.Н. ЙОРДАН БРАНКОВ

(1946 – 2018)



На първи декември 2018 г., на 74 години внезапно почина докторът на физико-математическите науки професор Йордан Георгиев Бранков, който доскоро беше главен научен сътрудник в Лабораторията по теоретична физика (ЛТФ) на Обединения институт по ядрена изследвания (ОИЯИ), Дубна, Русия. Почитайки същественото му дело в областта на физиката и многостранната му научна и обществено-организационна дейност, публикуваме превод на некролога му, издаден от сътрудниците на ЛТФ на ОИЯИ.

Й. Бранков е роден в гр. Троян, България. През 1964 г. постъпва в МГУ „М. Ломоносов“, завършва го с отличие в 1970 г. и започва работа във Физическия институт на БАН. През 1971 г. е изпратен в ЛТФ на ОИЯИ, където работи пет години. В 1974 г. защитава кандидатска дисертация. През 1979 г. Й. Бранков преминава на работа в Института по механика и биомеханика на БАН, където от основаването на Лабораторията по статистическа механика и термодинамика (1983 г.) е неин ръководител. През 1990 г. защитава докторска дисертация в ОИЯИ. През 1990 г. му е присвоено званието старши научен сътрудник I степен (сега професор). От 2007 до 2014 г. ръководи сектор в ЛТФ, а от 2018 г. е главен научен сътрудник.

Й. Бранков беше специалист с най-висока квалификация. Областта на неговите научни интереси се простираше от класически проблеми на статистическата механика до практически задачи за описание на транспортни потоци и теорията на самоорганизираната критичност. Една от неговите първи работи, която получи известност, беше статията за влиянието на анизотропно кристално поле върху температурата на Кюри в изингов феромагнетик. Истинско признание му донесе монографията, в която е изложена теорията на критичните явления в системи с краен размер, и книгата за метода на апроксимиращия хамилтониан (съвместно с Н. Н. Боголюбов мл., Н. Тончев и В. Загребнов). Впоследствие идеите, изложени в тези книги, бяха приложени от проф. Бранков в многобройни статии върху различни модели на статистическата механика като сферичен модел на феромагнетик, модел на свръхизлъчване и модел на фазовия преход метал-изолатор. Той получи блестящи резултати, касаещи топологични мрежови модели и модели на димерни опаковки, Абелевия модел на самоорганизирана критичност и модели на транспортни

потоци. Работите на проф. Бранков се отличават с математическа точност и дълбоко разбиране на статистическата физика. Публикувал е над 110 статии и 3 монографии.

За високи постижения в областта на науката проф. Бранков беше награден със Знак за отличие на БАН и Първа награда в Конкурса за високи научни постижения на Съюза на учените в България. Неговата любов към физиката се прояви и в това, че той работи буквално до последния си дъх, завършвайки поредната си статия.

Й. Бранков беше ангажиран с голяма научно-организационна работа. В продължение на няколко години беше съ ръководител на темата „Теория на кондензираните среди“ в ЛТФ, председател на Научния съвет на Института по механика и биомеханика, член на Общото събрание на БАН и на редица научни комисии на ВАК в България, експерт на Националната агенция по оценка и акредитация на висши училища и Националния фонд за научни изследвания, беше и ръководител на българското землячество в ОИЯИ.

Проф. Бранков съчетаваше своята научна работа с преподавателска дейност. В България четеше курсове по обща физика и квантова механика, а за студентите от УНЦ на ОИЯИ подготви оригинален курс по Теория на фазовите преходи и критичните явления.

За своите изключителен научен талант и високи човешки качества Йордан Бранков се ползваше с искрено уважение и висок авторитет сред всички, които го познаваха. Цялата му научна дейност беше тясно свързана с Лабораторията по теоретична физика на ОИЯИ. За нас смъртта му е непоправима загуба. Неговите другари и колеги ще запазят завинаги светъл спомен за него.

СПОМЕН ЗА ТРИМА ЗАБЕЛЕЖИТЕЛНИ МЕДИЦИНСКИ ФИЗИЦИ

Венцеслав Тодоров

За две години Фондация „Ръонтген“ загуби трима от своите основатели, а гилдията на медицинските физици в България – трима ярки личности и специалисти: Роберт Попиц, Атанас Караджов и Здравко Бучаклиев. Всеки от тях остави трайни следи в медицинската радиологична физика. Те са от първото поколение физици, което утвърди безусловно своето място в медицината. Преди него у нас имаше малък брой работещи в тази област, но обособена гилдия с координирана и значима дейност на медицински физици нямаше. Ярکو индивидуално присъствие в този период имаха Виктор Врански и Иван Узунов.



*Роберт Попиц
(1933 – 2016)*



*Атанас Караджов
(1937 – 2018)*



*Здравко Бучаклиев
(1941 – 2018)*

Създаването на медицински физици беше наложено естествено от нуждите на практиката. На първо място в това отношение беше лъчелечението, чието модерно развитие в България започна през втората половина на 60-те години на XX в. Успоредно се развиваше и защитата при използването на източници на йонизиращи лъчения – радиационната защита. Изоставаше участието на медицински физици в радионуклидната диагностика (нуклеарната медицина).

В университетското си образование физиците от поколението на Роберт, Караджов и Здравко не получавахме специализирани знания в областта на медицинската физика – ние се самообучавахме в практиката. Оскъдна беше и достъпната ни литература, а крайно ограничени – чуждестранните ни контакти

Роберт Попиц

Роберт Курт Попиц е роден на 30 ноември 1933 г. в Русе в семейство на германец, търговски представител в България на немски и австрийски фирми за текстилни машини и материали, и българка, учителка по английски език, от известния възрожденски род на Хаджи Ангел от Севлиево. След завършване на техникум по електротехника и приложна дейност през 1953 г., кратко време работи в завод и в Окръжната болница в Русе, след което записва специалност физика в Софийския университет „Св. Климент Охридски“ (СУ). По това време интересът към висшето образование по физика е много голям и „влизането“ на Роберт Попиц в университета е сериозен успех. Изключване по политически причини забавя завършването на висшето му образование по физика в т.нар. научно-производствен профил, което става през 1961 г.

От самото начало на професионалната си дейност Попиц се ориентира към медицинската физика. Първоначално постъпва на работа в Рентгеновия отдел на Министерство на народното здраве (ДССМТА), една година е асистент в Катедрата по физика и биофизика на Медицинския университет – София (МУ), след което става младши научен сътрудник (асистент) в ИСУЛ (сега Университетска болница „Царица Йоанна“). Фактически цялата дейност на Попиц като медицински физик протича в ИСУЛ, където се и пенсионира през 1993 г.

Попиц е познат на цяло поколение рентгенолози в страната като много уважаван лектор по физика в курсовете за следдипломно обучение (СДО), организирани до 1976 г. в ИСУЛ, а след това в МУ. В периода 1997 – 2001 г. той е заместник-председател, а впоследствие – председател на Агенцията за ядрено регулиране (АЯР), на който пост си подава оставката след поредната смяна на правителството през 2001 г.

От 1995 г. до 2004 г. Попиц е хоноруван преподавател по медицинска физика в Шуменския университет „Епископ Константин Преславски“ и в СУ. Той е между създателите на университетското образование по медицинска физика у нас, с което беше преодоляно повече от 20-годишно изоставане на страната в тази важна област на приложната физика. Попиц не се поколеба да се откаже от лекциите си по медицинска физика в двата университета, когато прецени, че за тях има подготвени по-млади колеги, на които продължи да помага и напътства.

Роберт Попиц развива активна и ползотворна научна дейност в областта на медицинската физика, отразена в голям брой публикации. Неговите научни приноси са в областта на метрологията, йонизиращите лъчения, нуклеарната медицина и радиационната защита. Забележително е неговото писмено творчество. Той е автор и водещ съавтор на пет книги: „Радиологична техника и лъчезащита“ (в съавт. с Г. Митров, Д. Добрев и В. Пенчев) (1968), „Ядренофизическите методи в медицинската диагностика“ (1973), „Йонизира-

ици лъчения и лъчезащита“ (в съавт. с В. Пенчев и Б. Константинов) (1976), „Живот с радиация“ (в съавт. с В. Пенчев) (1989) с второ преработено и допълнено издание (2003) и „Атомният кошмар. Из историята на първите атомни и водородни бомби“ (2005). В помощ на специализиращите по СДО лекари и физици той отпечатва „Записки по рентгенова физика“ (1967) и „Записки по лъчезащита“ (1968). Неговите записки по „Физични основи на образната диагностика“ бяха дълго време основен наръчник за студентите по медицинска физика. Радетел за точността на измерванията и дефинициите на физичните величини, Попиц има значителен принос в метрологията, най-вече в областта на радиационната физика.

Роберт Попиц е почетен член на Съюза на физиците в България (СФБ), в който работи активно няколко десетилетия. Петнайсет години е в редакционната колегия на издаваното от СФБ списание „Светът на физиката“. Той е между създателите на Българското дружество по биомедицинска физика и инженерство (БДБМФИ) и негов почетен член. Беше член и на сходното научно дружество на Германия. Попиц беше член и на Съюза на учените в България. Той е между основателите на Фондация „Ръонтген“ през 2010 г.

С работата си в ИСУЛ и в АЯР, с преподавателската си дейност сред физици и лекари, с научните си публикации и книги, с дейността си в СФБ и БДБМФИ, Роберт Попиц е пример за висок професионализъм, колегиалност и етичност.

Роберт беше и ще си остане добър приятел на много хора от различни сфери. Макар и често критичен, понякога язвителен, той създаваше съмишленици и сътрудници. Той продължава да живее в сърцата на своите ученици и последователи.

Моите лични преживявания с Роберт са много и хубави. И в студентските ни години, и в работата, и в науката, и в образованието, и в двете съсловни организации, и в празненствата, и в многобройните ни пътешествия в планините, тези преживявания са изпълнени с полезна, творческа и безкористна дейност, с уважение, с приятелство и задължително с много хумор. Роберт Попиц оставя след себе си спомени за пълноценен живот, изпълнен с творчество, с култура и изкуство, с любов към България. Той имаше и германско гражданство, но никога не пожела да напусне България ...

Роберт Попиц почина след продължително боледуване на 7 ноември 2016 г. – Международния ден на медицинската физика.

Атанас Караджов

Атанас Георгиев Караджов е роден в Айтос на 15 октомври 1937 г., където завършва основното и гимназиалното си образование. Произхожда от семейство на интелектуалци. През 1960 г. получава диплома за магистър по физика в СУ. Впоследствие придобива и две специалности по системата СДО в МУ: Медицинска радиологична физика (1993) и Радиационна защита

(2000). По линия на Международната агенция за ядрена енергия (МААЕ) през 1996 г. Караджов провежда дългосрочна специализация по радиационна физика в Дания.

Цялата продължителна трудова дейност на Караджов протича в Националния център по радиобиология и радиационна защита (НЦРРЗ), където постъпва след университета. Първоначално е назначен като физик, а след 1966 г. – последователно като младши научен сътрудник (асистент) III, II, I степен и старши научен сътрудник (доцент). През тези години той е в състава или ръководител на различни организационни звена в Центъра. През периода 1994 – 2004 г. е ръководител на лаборатория „Дозиметрия на външното облъчване“ и секция „Радиационна защита“ при НЦРРЗ.

Караджов има широки научни интереси в областта на радиационната физика – дозиметрия при външно облъчване, дозиметрични системи, индивидуална дозиметрия, дозиметрия в мощни радиационни полета, радиационна защита. Той е между водещите специалисти в областта на радиационната защита в България, пряко свързан с въвеждането и организирането на индивидуалния дозиметричен мониторинг на работещите в среда на йонизиращи лъчения в страната. Много години Караджов провеждаше и външна (паралелна) индивидуална дозиметрия за персонала на АЕЦ „Козлодуй“.

Резултатите от многогодишната и активна научноизследователска работа на Атанас Караджов са включени в много голям брой научни публикации (над 120) и във внедрени рационализации. През 1988 г. той защитава дисертация за научната степен „кандидат на медицинските науки“ (еквивалентна на сегашната „доктор по медицина“) на тема *„Оптимизиране на централизираната система за индивидуален дозиметричен контрол. Технологични и организационни аспекти“*. След оспорван конкурс, през 1994 г. Караджов е избран за старши научен сътрудник II степен (доцент) по физика в НЦРРЗ.

През периода 2000 – 2005 г. Караджов е преподавател в курсове за СДО по „Дозиметрия“ и „Радиометрия и дозиметрия“ и ръководител на специализанти по медицинска радиологична физика и по радиационна хигиена. Той е дългогодишен член на Държавната изпитна комисия за специалностите медицинска радиологична физика и радиационна хигиена. Караджов участваше като лектор и в системните курсове в НЦРРЗ за придобиване на правоспособност за работа в среда на йонизиращи лъчения. Много млади колеги са усвоили умения за решаване на практически казуси по дозиметрия и радиометрия с помощта на изготвените от него задачи и справочни материали.

Атанас Караджов е съавтор на множество документи за работа в среда на йонизиращи лъчения. *„Методика за калибриране на дозиметри за измерване на гама-лъчение“* и *„Методика за първоначална и последваща проверка на преносими дозиметри за измерване на гама-лъчение“* са приложени в АЕЦ „Козлодуй“ със съдействието на техните автори.

Той е участвал в редица национални и международни проекти:

- „Изграждане на централизирана система за индивидуален дозиметричен контрол“ (1964 – 1974);
- „Международни сравнения на дозиметричните системи, Интеркосмос“ (1977 – 1981);
- Международен проект „Радиационни измервания на космическата станция Салют-6“ (1978 – 1980);
- Съветско-български проект „Шипка“, комплекс „Доза-Б“ – Дозови измервания на космическата станция „Мир“ (1988 – 1989);
- „Приложение на *ICRU* оперативните величини в индивидуалния мониторинг в България, МААЕ програма за международно сравняване“ (1996 – 1999);
- *ESOREX BfS-EC* „Професионално облъчване в Централна и Източна Европа“ (1998 – 1999);
- *EU PHARE-BG/2000/IB/EN 01-05* „Радиационна защита и безопасност при медицинско използване на йонизиращите лъчения“ (2002 – 2003).

Караджов беше пенсиониран в НЦРРЗ от началото на 2006 г., но продължи да бъде член на Научния съвет на Центъра, преподавател и член на научни журита.

Той беше член на Съюза на физиците в България и почетен член на БДБМФИ, като два мандата беше член на ръководството на Дружеството. Той е един от основателите на Фондация „Ръонтген“.

Доц. Караджов, или Караджата, както го наричахме колегите от неговото поколение, беше много активен учен и преподавател в различни направления. Като човек той беше ведър, добронамерен и отзивчив. Караджата запази силния си дух и при много тежките здравословни събития в края на живота му.

Атанас Караджов почина след мъчително боледуване на 12 септември 2018 г.

Здравко Бучаклиев

Здравко Петков Бучаклиев е роден в София на 11 април 1941 г. Произлиза от семейство на интелектуалци, свързани с изкуството.

През 1965 г. Бучаклиев завършва научно-преподавателския, а на следващата година – научно-производствения профил по радиофизика и електроника на специалността физика в СУ. Специалност Медицинска радиологична физика придобива през 1989 г. в системата на СДО в МУ.

Здравко Бучаклиев започва трудовата си дейност през 1966 г. като физик в ДССМТА, където е продължител на работата на колегите Михаил Ганчев, Владимир Пенчев, Роберт Попиц и Борислав Константинов по калибрирането на рентгеновите терапевтични уредби в страната. Две години по-късно той става завеждащ ДССМТА. Това е периодът на въвеждането на метроло-

гичното осигуряване на лъчелечението в България, с което Бучаклиев остава свързан до края на живота си.

От 1973 г. Здравко Бучаклиев е младши научен сътрудник (асистент) в Лабораторията по клинична дозиметрия и метрология на йонизиращите лъчения на Университетска болница „Царица Йоанна“ (тогава ИСУЛ), като от 1979 г. е главен асистент. Поради организационни преустройства и промени в статута на дозиметричната лаборатория, формално работи и в Националният онкологичен институт (сега НСБАЛО) и в НЦПРЗ.

Здравко Бучаклиев беше неуморен учен и изобретател. Неговата многогодишна активна работа беше посветена на метрологията на йонизиращите лъчения, медицинската физика и радиационната защита. Работният му ден в ИСУЛ продължаваше значително по-дълго от работното му време. Бучаклиев беше най-знаещият и можещият в метрологията на йонизиращите лъчения в страната. Научните му публикации (над 150) произлизат от и са предназначени за практиката. Той е съавтор на важни за страната документи по метрология на йонизиращите лъчения, като напр. *„Методика за калибриране на дозиметри за измерване на гама-лъчение“* и *„Методика за първоначална и последваща проверка на преносими дозиметри за измерване на гама-лъчение“*.

Лекционната дейност на Бучаклиев в курсове за СДО по лъчелечение, медицинска радиологична физика и нуклеарна медицина за физици и лекари, както и в Колежа за средни медицински специалисти – София, допълва активността му за обучение на много медицински физици и лекари в ежедневната им работа в болниците.

Професионалният живот на Здравко Бучаклиев е свързан много силно с Вторичната стандартна дозиметрична лаборатория – София, създадена в ИСУЛ, по-късно преместена в НЦПРЗ. Организирането на тази лаборатория започва в началото на 70-те години на миналия век от тримата медицински физици: Владимир Пенчев, Здравко Бучаклиев и Борислав Константинов. Лабораторията има задача да гарантира точността на измерванията на йонизиращите лъчения в медицината. Със съдействието на МААЕ през 1972 г. за първи път в България е доставен еталонен дозиметър, с който се осигурява дозиметрията при всички лъчетерапевтични уредби. С набавянето на източниците на рентгеново и на гама-лъчение и прилежащите им градуировъчни линии, в страната се създават първите три еталона в областта на йонизиращите лъчения ВЕ 9/10/11-82. През 1978 г. Лабораторията е приета в мрежата от вторични стандартни дозиметрични лаборатории (*SSDL*), организирана от Световната здравна организация (*WHO*) и МААЕ. *SSDL – Sofia* е първият участник в мрежата от страните на Балканския полуостров. Лабораторията провежда държавната проверка и калибрирането на всички клинични дозиметри у нас. Регламентираното участие на *SSDL – Sofia* от 1974 г. в ежегодните сравнения с МААЕ и партньорството с водещи национални лаборато-

рии в Европа осигурява проследимостта на измерванията в медицинската радиология в България. Бучаклиев е ръководител на *SSDL – Sofia* от 1993 до 2005 г. От 1978 г. той е отговорен сътрудник – пазител на еталоните за фотонно лъчение на Министерството на здравеопазването.

Много пъти съм казвал на студенти и млади колеги, че само изложбата на апарати и принадлежности за измерване на йонизиращите лъчения, която Фондация „Ръонтген“ направи по инициатива на Здравко, е достатъчна той да остане голямо име в медицинската физика в България. Тази колекция, показана първо в Националния политехнически музей, а от 2013 г. станала постоянна изложба в НЦРРЗ, е изцяло негова – от идеята, през събирането и описването на огромния брой експонати, до дизайна и реализирането. Немалка част от експонатите са негови лични, които той дари безвъзмездно. Отново по идея и с усилията на Бучаклиев беше създаден и виртуалният музей в интернет страницата на Фондация „Ръонтген“.

Здравко беше уважаван колега и незаменим приятел. Неговите делови и приятелски контакти имаха широк обхват в цялата страна. Здравко беше свързващо звено в колегията на медицинските физици, източник на информация с най-различен характер, винаги готов за услуга или съвет. До последно той вдъхновяваше и подкрепяше младите медицински физици в тяхното научно и практическо развитие. Затова сега по много поводи изпитваме голямо съжаление, че го няма...

Здравко Бучаклиев беше почетен член на БДБМФИ и съосновател на фондация „Ръонтген“.

Той се пенсионира през 2003 г., но остана на работа в *SSDL – Sofia*, а по-късно, до смъртта си – в Аджибадем Сити клиник – София.

Освен продължителните и тесни делови контакти със Здравко, имам незабравими спомени и от нашето продължително „футболно минало“. Те са свързани с неговата очевидно наследена артистичност и изобретателност на игрищата в Дървеница, с невключването му в честите спорове и караници.

Здравко Бучаклиев почина внезапно на 15 декември 2018 г.

* * *

Медицинските физици от поколението на Роберт Попиц, Атанас Караджов и Здравко Бучаклиев винаги сме работили в добро професионално сътрудничество, съпътствано с трайно приятелство. Неслучайно, по инициатива и блестяща организация на Здравко, през януари 2018 г. на тържествен обяд чествяхме кръглата годишнина на четирима от нас – Атанас Караджов, Борислав Константинов, Милена Христова и Венцеслав Тодоров. Честването нарекохме „320“, като си обещахме следващото да бъде „360“. Караджата не можа да изпълни обещанието ...



Участниците в тържествения обяд „320“ на 17.01.2018 в чест на четирима от снимката. Прави от ляво на дясно: Атанас Караджов, Здравко Бучаклиев, Борислав Константинов, Венцеслав Тодоров, Петър Триндев; седнали: Евдокия Костова, Милена Христова, Женья Василева

ИЗИСКВАНИЯ КЪМ ПОСТЪПВАЩИТЕ МАТЕРИАЛИ

Статии до редакцията се изпращат на адрес: worldofphysics@abv.bg. Като прикачени файлове изпратете текста, фигурите и pdf версия на цялата статия. Получаването им се потвърждава с обратен е-мейл. Ако не сте получили потвърждение до 10 дни, съществува възможността Вашата статия да не е получена и следва да изпратите файловете отново.

Редакционната колегия може да откаже да публикува или да върне за корекции статиите, които, по преценка на представящия редактор или на главния редактор, не отговарят на основните изисквания за научност, оригиналност и стил на изложението.

Материали, които вече са публикувани някъде, или са под печат в друго списание, няма да бъдат публикувани. Публикуването на представените материали се определя от препоръките на рецензентите.

Редакторите могат да редактират ръкописите, когато това е необходимо.

Публикуването в това списание е безплатно за авторите.

УКАЗАНИЯ КЪМ АВТОРИТЕ

Статиите да не надхвърлят 10-15 страници (включително със снимки, таблици, фигури). За текста на статиите може да се използва *Word* или *Writer*.

1. Текстът да няма специално оформление (освен болд, курсив и главни букви):

- да е **без колони**, да няма **нищо в табличен вид** (освен ако не става въпрос за таблици);

- за **отстъп** при нов ред да се използва *First line Indent*, а не табулация;

- разделянето, примерно на формула и след нея номер, да става с табулация, а не с многобройни интервали;

- да не се използват интервали като средство за някакво оформление.

2. Задължително целият текст да е **редактиран и коригиран** (да няма печатни и правописни грешки).

3. **Фигурите и снимките** да са на отделен файл с отбелязано място в самия файл за местоположението им. Ако са от интернет, да бъдат с резолюция поне 250 пиксела. Ще са цветни в онлайн версията на списанието.

4. **Използваната литература** трябва да съдържа източници, достъпни за проверка. Правилата за изписване са дадени на интернет страницата на списанието.

5. Допълнителна информация – **информация за автора** на статията: име, длъжност, месторабота, академично звание, научна степен, контакти; **резюме, заглавие и име** на автора на английски.

**НА ВНИМАНИЕТО НА БЪДЕЩИТЕ ВЕЛИКОДУШНИ И ЩЕДРИ
СПОМОЩЕСТВОВАТЕЛИ НА СП. „СВЕТЪТ НА ФИЗИКАТА“**

БАНКОВА СМЕТКА НА СФБ
IBAN: BG91FINV91501215737609
BIC: FINVBGSF
ПЪРВА ИНВЕСТИЦИОННА БАНКА

Корица: Най-старият екземпляр на Менделевата таблица, открит в Университета в Сейнт Андрюс (Шотландия).

НАШИТЕ АВТОРИ:

Сашка Александрова – проф. д.т.н, Технически университет, София;

Иван И. Илиев – докторант, Софийски университет „Св. Климент Охридски“ и Тита-Консулт ООД;

Йорданка Павлова – студент, Софийски университет „Св. Климент Охридски“;

Екатерина Йорданова – доц. д-р, Институт по физика на твърдото тяло, БАН;

Никола Балабанов – проф. д.фз.н., Пловдивски университет „Паисий Хилендарски“;

Нели Димитрова – доц. д-р, Софийски университет „Св. Климент Охридски“;

Мирослав Минчев – 8 клас, ППМГ „Гео Милев“ – Стара Загора;

Милка Джиджова – Съюз на физиците в България

Ванеса Х. Терзиева – 11^Г клас, ППЗЕ „Захарий Стоянов“, гр. Сливен;

Венцеслав Тодоров – Фондация „Рьонтген“.

**РЕДАКЦИОННО
НАУКА**

– И. Илиев – Радиоактивност и гама-спек-
тър измерени, чрез безпилотни летателни
средства (БЛС)

– Й. Павлова – Космическият микровълнов
фон

– Е. Йорданова – Нобеловата награда по
физика за 2018 г.: приложения и перспек-
тиви

НАГРАДИ

– С. Александрова – Наградите на Карен
Уленбек и Мериам Мирзахани

– Проф. Норберт Пиетрала – Доктор хо-
норис кауза на Софийски университет

НАУКА И ОБЩЕСТВО

Светът през 2019 – предсказанията на Ай-
зък Азимов

ИСТОРИЯ

– Н. Балабанов – 150 години с Периодич-
ната система на Менделеев

– С. Александрова – Малко известни фак-
ти за Макс Планк

ФИЗИКА И ОБУЧЕНИЕ

– Н. Димитрова – 47-ма Национална кон-
ференция по въпроси на обучението по
физика

МЛАДИ ИЗСЛЕДОВАТЕЛИ

– М. Минчев – Периодичната таблица –
някои нейни реконструкции и математи-
ческо моделиране

Н. Балабанов – Национален конкурс за
есе, посветен на обявената от ЮНЕСКО
2019 за международна година на Перио-
дичната система на Д. И. Менделеев

– М. Джиджова, С. Александрова – Наци-
онален конкурс за есе, посветен на 140-та
годишнина от рождението Алберт Айн-
щайн

– В. Терзиева – Алберт Айнщайн – учен,
мислител, хуманист

КНИГОПИС

– Лазери и лазерна обработка на материа-
ли

IN MEMORIAM

– Проф. д.фз.н. Йордан Бранков

– В. Тодоров – Спомен за трима забележи-
телни медицински физици

**EDITORIAL 101
SCIENCE**

– I. Iliev – Gamma spectrum and gamma
activity measured from unmanned aerial
vehicles (UAV) 103

– J. Pavlova – The Cosmic Microwave Back-
ground 116

– E. Iordanova – The 2018 Nobel Prize in
physics: applications and perspectives 125

AWARDS

– S. Alexandrova – Awards for Karen Uhlen-
beck and Maryam Mirzakhani 136

– Prof. Norbert Pietralla – Doctor honoris
causa of the Sofia University 142

SCIENCE AND SOCIETY

– The world in 2019 – Isaac Asimov's predic-
tions 144

HISTORY

– N. Balabanov – 150 years with Mendeleev's
Periodic system 149

– S. Alexandrova – Less-known facts about
Max Planck 160

PHYSICS AND TEACHING

– N. Dimitrova – 47th National conference on
physics education 165

YOUNG RESEARCHERS

– M. Minchev – The Periodic table –
some reconstructions and mathematical mo-
delling 168

N. Balabanov – National essay contest dedi-
cated to UNESCO's International year of D. I.
Mendeleev's periodic system 2019 173

– M. Djidjova, S. Alexandrova – National
essay contest dedicated to the 140th anniver-
sary of Albert Einstein's birth 179

– V. Terzieva – Albert Einstein – scientist,
thinker, humanist 182

BIBLIOGRAPHY

– Lasers and material processing with
them 188

IN MEMORIAM

– Prof. D.Sc. Yordan Brankov 190

– V. Todorov – A memory of three
outstanding medical physicists 192