



съюз на физиците
в БЪЛГАРИЯ

СВЕТЪТ НА ФИЗИКАТА

3'22

WORLD OF PHYSICS



С В Е Т Ъ Т Н А Ф И З И К А Т А

ТОМ XLV, кн. 3, 2022 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

Иван Лалов, Евгени Попов,

Питър Таунсенд, Радостина

Камбурова, Борислав Павлов,

Светлен Тончев, Желязка

Райкова, Игорь Масляницин,

Михай Анастасеску, Херман

Лиенхарт, Роман Пономарьов,

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

АДРЕС НА РЕДАКЦИЯТА:

Бул. „Джеймс Баучер“ №5,

1164 София

EDITORIAL STAFF

EDITOR-IN-CHIEF

Sashka Alexandrova

VICE EDITOR-IN-CHIEF

Ana Georgieva, Mariana Kuneva

EXECUTIVE SECRETARY

Penka Lazarova

MEMBERS

Ivan Lalov, Evgeni Popov,

Peter Townsend, Radostina

Kamburova, Borislav Pavlov,

Svetlen Tonchev, Zhelyazka

Raykova, Igor Maslyanitsin,

Mihai Anastasescu, Hermann

Lienhart, Roman Ponomarev,

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

EDITORIAL OFFICE ADDRESS:

5, James Bouchier Blvd,

1164 Sofia

☎ 02 8161 684

E-mail: worldofphysics@abv.bg

Предпечатна подготовка: Божидар Жеков

ISSN: 0861-4210

РЕДАКЦИОННО

През настоящата 2022 година, която, съгласно резолюцията на Общото събрание на ООН от 2 декември 2021 г., е „Международна година на фундаменталните науки за устойчиво развитие“, както и под влияние на Нобеловата награда за физика за 2021 г., науката за климата и климатичните промени неминуемо отново получава насърчение и подкрепа от физичната общност. Прогнозите за климата и климатичните промени в следващите години и в по-далечен план зависят от възможностите за получаване и работа с различен обем данни от различните географски райони, тяхната обработка и интерпретация, както и от необходимостта от успешно сътрудничество на участниците от академичния, публичния и частния сектор. На тези въпроси е посветена втората част на статията „Бъдещето на прогнозите за времето и климата“.

Фундаменталните изследвания в областта на науката за материалите често са свързани с търсене на материали със специфични свойства за определени приложения. Един клас от материали, все още по-малко известни, са така наречените мултифероици. Какво е мултифероичен ефект, какви са веществата, в които той се проявява, какъв е техният атомен строеж, какви интересни възможности за приложения предлагат можете да прочетете в настоящия брой на „Светът на физиката“.

Прочетете още за квантово-механичния ефект, известен като „Ефектът на Ахаронов-Бом“ и неговият гравитационен аналог, открит през тази година, за мястото на България в световната антарктическа мисия и изследванията на Антарктида, за лауреатите на наградата *Ig Nobel* за 2021г., за Националния фотоконкурс за ученици и студенти „Физика и климат“.

Представяме ви есето на нашия млад автор Цветомир Петров, получил награда в Националния конкурс за есе за ученици и студенти на тема: „Физика, физици и околна среда“. Авторът разказва за удивителната история на Юнис Нютон Фут, един от пионерите в науката за климата, с нейните оригинални експерименти, останала в неизвестност в продължение на десетки години. Каква е причината – може би „ефектът на Матилда“ в науката?

Продължаваме с историята на нашата Алма Матер – Софийският университет, и в частност на Физическия факултет. Когато четем за учените, преподавали и творили през годините, за техния ентузиазъм, отговорност и себеотдаване, можем само да се гордеем, че сме техни потомци. Разбираме и защо в световната класация на университетите *QS World University Rankings* за 2022 г., Софийският университет се нарежда на 591 – 600 място и е класиран в топ 46% сред допуснатите само 1300 от общо кандидатствалите 1673

университета. Алма матер и Медицинският университет в София са единствените български университети в класацията.

Повод за радост е включването на 73 български учени от различни университети и от Българската академия на науките сред първите 2% от най-добрите учени в света в тази класация. Вижте имената на онези от тях, за които в областта на изследване участва „физика“ (<https://www.bas.bg/?p=36574>).

Надяваме се да сме ви приготвили интересно и увлекателно четиво!

Сашка Александрова

главен редактор на „Светът на физиката“

АБОНИРАЙТЕ СЕ

Абонамент за 1 година (4 броя) – 20 лв. За членове на СФБ – 16 лв.

За ученици, студенти и пенсионери – 10 лв.

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

Цена за 1 книжка – 5 лв.

Банкова сметка: Първа Инвестиционна Банка

IBAN: BG91FINV91501215737609; BIC: FINVBGSF

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

МУЛТИФЕРОИЦИ

Илиана Апостолова, Ангел Апостолов, Юлия Веселинова

1. Увод

Терминът „електромагнетизъм“ идва от факта, че електричното и магнитното полета не са независими едно от друго. Променливото магнитно поле създава електрично поле (закон за електромагнитната индукция), докато движението на електрични заряди или електричен ток генерира магнитно поле (закон на Био-Савар-Лаплас). В практиката най-често магнитното поле се създава от електромагнити – намотка във вид на спирала, по която протича електричен ток. Възможно ли е да се разработят електромагнити в нано- или в микромащаб, които да се активират чрез прилагане на електрично поле или на ток? Отговорът е да, но въпросът все още не е изяснен дори и за физичната общност.

Магнитоелектричният ефект в твърдо тяло е индукция на намагнитеност M с помощта на електрично поле и индукция на поляризация P посредством магнитно поле. Неговото съществуване се предполага от Пиер Кюри през 1894 г. по аналогия с електромагнитните явления във вакуум и в твърдо тяло. Тази аналогия е важна от гледна точка на възможните приложения: високоефективен контрол на магнетизма чрез електрично поле или електричен ток в твърдо тяло. Това ще доведе до напредък в спиновата електроника – спинтрониката [1].

Магнитоелектричният ефект за пръв път е потвърден още през 1960 г. от руски учени, като оттогава са открити различни материали, притежаващи този ефект.

В магнитно отношение веществата се класифицират като: диамагнитни, парамагнитни, феромагнитни, антиферомагнитни, феримагнитни, слабомагнитни вещества, вещества със спирална магнитна структура и др. Феромагнитните материали (под определена температура) притежават спонтанна намагнитеност и силна нелинейна зависимост на намагнитеността от приложеното външно магнитно поле – магнитен хистерезис. Най-често срещаните примери за феромагнитни вещества са Co, Ni, Fe, Gd, някои оксиди – EuO и CrO и по-сложни съединения. Феромагнитните вещества по електрични свойства са проводници.

Фероелектричните материали (под определена температура) притежават спонтанна поляризация P и силна нелинейна зависимост на поляризацията от приложеното външно електрично поле – електричен хистерезис. Примери

за фероелектрици са сегнетовата сол $\text{NaKC}_4\text{H}_4\text{O}_6 \cdot 4\text{H}_2\text{O}$, калиевият ортофосфат KH_2PO_4 , бариевият титанат BaTiO_3 . Във фероелектрично състояние кристалната решетка е нецентросиметрична. Фероелектричните вещества са диелектрици.

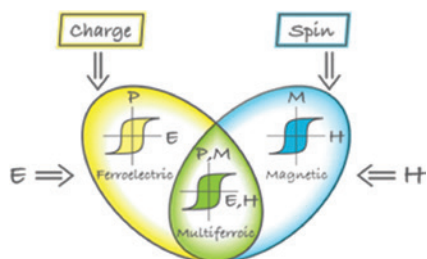
Поляризацията P и намагнитеността M се влияят от температурата. С увеличаване на температурата те намаляват, като при определена температура, наречена температура на Кюри – T_C , те изчезват.

Очевидна е аналогията в поведението на феромагнитните и фероелектричните вещества – наличие на спонтанна намагнитеност и спонтанна поляризация, сходно поведение при наличието на външно магнитно или електрично поле, от гледна точка на термодинамиката се описват по един и същи начин, наличие на критична температура, доменна структура и др. Трябва обаче да подчертаем, че фероелектричеството и феромагнетизмът имат различен произход в твърдите тела.

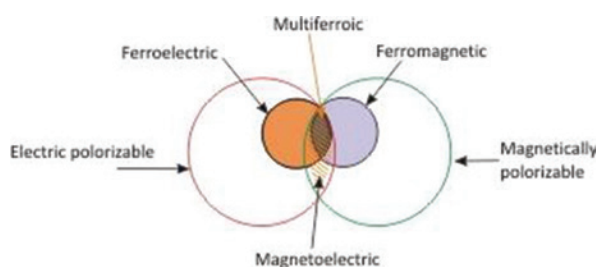
2. Мултифероични вещества

Магнетизмът и фероелектричеството съжителстват в материали, наречени **мултифероични** (МФ). Те са забележителни поради уникалната връзка между електричните, магнитните и структурните параметри на подреждане.

Мултифероичите са вещества, в които се наблюдава едновременно съществуване на спонтанно (анти)фероелектричество и (анти)феромагнетизъм в една фаза, с установено взаимодействие между тях. В МФ намагнитеността може да се модулира и активира от електрично поле или да се променя фероелектричното подреждане посредством външно магнитно поле (Фигура 1).



Фигура 1. В МФ намагнитеността M може да се създава от електрично поле, а поляризацията P – от магнитно поле

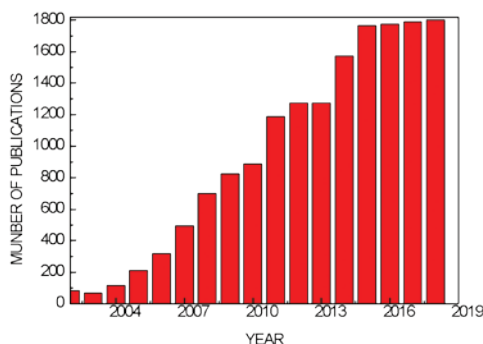


Фигура 2. Малка група от веществата показват МФ свойства

Магнитоелектричен (МЕ) ефект е връзката между електричното и магнитното подреждане в МФ вещества.

Макар че има голям брой магнитно (феро-, фери-, антиферо- и парамагнитни) и електрически (феро-, антиферо- и параелектрични) поляризирани материали, има само малка група вещества, които показват едновременно фероелектрично и феромагнитно подреждане [2, 3, 4], т.е. са МФ вещества (Фигура 2). Магнитоелектричните материали са материали, в които не съществуват едновременно спонтанна намагнитеност и поляризация в една фаза, но поляризацията може да се индуцира чрез магнитно поле, а намагнитеността – чрез електрично поле. Мултифероичните вещества не са често срещани в природата.

До 2000 – 2002 г. сравнително малко внимание се обръща на МФ. Това се дължи на факта, че до този момент са известни сравнително малко вещества, които проявяват мултифероични свойства, проявяват слаб МЕ ефект, притежават ниски температури на фазовите преходи (доста по-ниски от стайната температура) и не са добре теоретично изучени. След 2000 г. можем да кажем, че настъпва „магнитоелектричен ренесанс“. Съживява се надеждата за намиране на материали с МФ свойства при стайна температура и силна връзка между електричната и магнитната подсистема. Това се дължи на развитието на нови експериментални техники за синтезирането на композитни материали и хетероструктури, откриването на нови вещества с голям МЕ ефект и съществения напредък в теоретичното разбиране на тези вещества. Въпреки че са обект на интензивно изследване, фундаментално разбиране за връзката между структурата и свойствата на МФ вещества все още липсва.



Фигура 3. Индексираны публикации за година в ISI Web of knowledge от 2004 – 2018 г.

Доказателство за големия изследователски интерес към мултифероичните материали и наблюдавания магнетоелектричен ефект е онлайн базата данни *ISI Web of knowledge* (Фигура 3). Вижда се рязкото увеличаване на статиите през последните 20 години.

Въпреки че фероелектричеството и магнетизмът са били във фокуса на физиката на кондензираната материя и материалознанието дълго време, доста предизвикателства при работата с МФ са се появили както в рамките на фун-

даменталната физика, така и при технологични приложения.

По принцип 3 са основните въпроси за решаване, за да се направят МФ разбираеми и приложими:

1. Съвместното съществуване на фероелектричеството (подреждане на

електрическите диполи) и магнетизма (подреждане на спиновете) в една система и откриването на нови композитни материали, в които едновременно съществуват и двата типа подреждане.

2. Откриване на вещества със силна и ефективна МЕ връзка. Това е още по-важно дори и от съвместното съществуване на двата типа подреждане в даден материал. МЕ връзка стои в основата на мултиконтрола или чрез електрично, или чрез магнитно поле

3. Температурата на фазовите преходи на подреденото електрично и магнитно състояние да са много по-високи от стайните.

3. ВИДОВЕ МФ ВЕЩЕСТВА

За да се опознаят МФ вещества, трябва да се класифицират в зависимост от микроскопичния механизъм, водещ до възникването на фероелектричеството [5, 6].

Микроскопичният произход на магнетизма е един и същ във всички магнити – наличието на локализирани електрони, главно в частично запълнените d и f слоеве на йоните на преходните метали или на редките земи, които имат съответно локализирани спинове или магнитни моменти. Обменното взаимодействие между магнитните моменти води до магнитно подреждане. Ситуацията с фероелектричеството е твърде различна. Съществуват няколко различни микроскопични източници на поляризация, които дават и различни типове мултифероици – собствени и несобствени МФ.

3.1. Собствени мултифероици

При собствените МФ магнитното и фероелектричното подреждане имат независим произход, т.е. различни структурни единици са отговорни за възникването на намагнитеността и поляризацията. Това обикновено води до доста различни температури на фазовите преходи за двете подсистеми. Фероелектричеството се проявява при по-високи температури, отколкото магнетизма, и поляризацията е достатъчно голяма $10 - 100 \mu\text{C}/\text{cm}^2$, напр. BiFeO_3 ($T_{FE} \sim 1100 \text{ K}$, $T_N = 643 \text{ K}$, $P \sim 90 \mu\text{C}/\text{cm}^2$). Те са „по-старите“ и по-изследваните съединения. Предимствата им са, че магнитното и фероелектричното подреждане може да съществува и при стайна температура, а недостатъците – че взаимодействието между двете подсистеми е доста слабо, така че те могат да имат бъдещо приложение, ако се увеличи това взаимодействие. BiFeO_3 е може би единственият материал, при който намагнитването и поляризацията съществуват при стайна температура, което го прави перфектната моделна система за фундаментални и теоретични изследвания на мултифероиците.

Собствените МФ може да са от тип: самотна двойка (BiMnO_3 , BiFeO_3 и

PbVO_3), геометрични МФ (RMnO_3 ($R = \text{Ho-Lu, Y}$)), зарядово подредени МФ (LuFe_2O_4) и др.

3.2. Несобствени мултифериони

Повечето от тях са изолатори, главно окиси на преходните метали, в които поляризацията е предизвикана от магнитното подреждане. Нарушаването на пространствената симетрия е необходимо, но не достатъчно условие за възникване на спонтанна поляризация. Пространствената симетрия, както и симетрията на времето, е нарушена от магнитното подреждане. Такова нарушаване на симетрията се проявява в така наречените „фрустрирани“ магнити, в които конкуриращите взаимодействия между спиновете водят до нестандартно магнитно подреждане. Микроскопичният механизъм на фероелектричеството, предизвикано от магнитното подреждане, представлява поляризация на електронните орбитали и относително отместване на йоните в отговор на магнитното подреждане. При несобствените МФ основният параметър на подреждане е намагнитеността, а фероелектричеството се появява като допълнителен, второстепенен продукт.

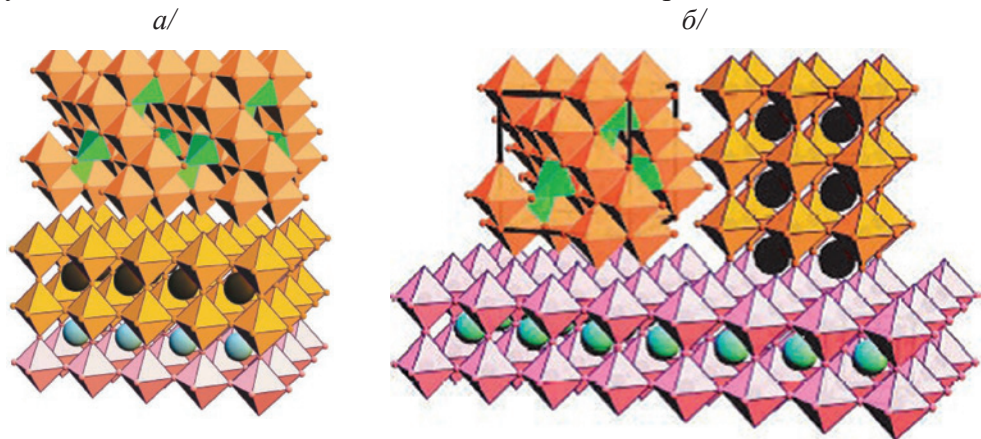
При несобствените МФ магнетизмът предизвиква фероелектричеството и съществува силна връзка между двете явления. Поляризацията е част от по-комплексна промяна на решетката или се появява като вторичен продукт от друг тип подреждане. При тях фероелектричеството възниква само в магнитно-подредената фаза. За тези вещества основно преимущество е, че между двата параметъра на подреждане съществува силна връзка, т.е. силен МЕ ефект, но стойностите на намагнитеността и поляризацията са твърде малки за реални практически приложения и фероелектричеството се проявява при ниски температури.

Несобствените МФ може да са: вещества с МФ свойства със спирална магнитна структура (RMnO_3 ($R = \text{Tb, Dy, Eu}_{1-x}\text{Y}_x$), $\text{Ni}_3\text{V}_2\text{O}_8$, MnWO_4 , LiCu_2O_2 , LiCuVO_4 , CuCl_2 , CuBr_2 , CuO , CoCr_2O_4 и др.) и вещества с МФ свойства в колинеарни магнитни структури от типа *up-up-down-down* (RMn_2O_5 ($R = \text{Y, Tb, Ho, Er, Tm}$), $\text{Ca}_3\text{CoMnO}_6$ и др.)

4. Композитни МФ материали

Досега обсъдихме възникването на МФ свойства в рамките на един материал – монофазни МФ. Както подчертахме, МФ вещества се срещат доста рядко в природата и за практическо приложение е изключително важно да проявяват голям МЕ ефект (както е при несобствените МФ), а също така да имат голяма макроскопична поляризация и намагнитеност (както е при собствените МФ). За да се преодолее недостигът на еднофазни МФ и да се осигури нов механизъм

на магнитоелектричната връзка, работата на научната общност се съсредоточава върху класа на т.нар. изкуствени МФ във вид на композитни материали или тънки филми, нано- и хетероструктури. Показано е, че композитните МФ (Фигура 4), които включват както фероелектрична, така и магнитна фаза, могат да имат силно МЕ сдвояване, дори и при температури над стайните. В такива системи нито фероелектричната фаза (която е пиезоелектрична), нито магнитната фаза показват такъв ефект, но композитните материали от тези две фази имат забележителен МЕ ефект. МЕ ефект е резултат от магнитострикционния ефект (механично/електрично въздействие) на магнитната фаза и пиезоелектричния ефект (механично/електрическо въздействие) на пиезоелектричната фаза, т.е. връзката се осъществява чрез деформация. Например магнитната фаза променя формата си чрез магнитострикция при прилагане на външно магнитно поле, а от своя страна, поради деформацията в пиезоелектричната фаза, възниква електрична поляризация. Затова в този случай се използват магнитни системи със силна магнитострикция и фероелектрици с големи пиезоелектрични коефициенти (напр. $\text{TbTiO}_3\text{-CoFe}_2\text{O}_4$). По този начин може да се каже, че МЕ ефект остава външен за тези материали. МЕ ефект в композитни материали остава пълен с научни предизвикателства и със сигурност заслужава специално внимание с оглед на бъдещи приложения на МФ.



Фигура 4. Композитни МФ: а/ хоризонтално подредена структура – редуващи се шпинелна (горе), перовскитна (в средата) структура и перовскитна подложка; б/ вертикално подредена структура – епитаксиално подреждане на шпинелна (горе в ляво) и перовскитна (горе вдясно) структура върху перовскитна подложка (отдолу)

На Фигура 4.а/ е показана многопластова структура, съставена от редуващи се слоеве с фероелектрични свойства (например, перовскитна BaTiO_3) и феро/феримагнитни свойства (например, шпинел CoFe_2O_4) [7]. Когато

магнитоелектричното вдвояване е чрез еластична връзка, ефектът не е много голям, поради стягащия ефект на подложката. Ето защо, усилията са фокусирани върху създаване и анализиране на вертикално подредена структура, която създава триизмерни наностълбчета от феро/феримагнитен материал La-Ca-Mn-O, вградени в изолаторна матрица MgO (*rocksalt* структура) с фероелектрични свойства (Фигура 4.б/) [8, 9]. Това е възможно защото съвместяването на перовскитната и шпинелната структура води до решетъчни измерения, които са съвместими.

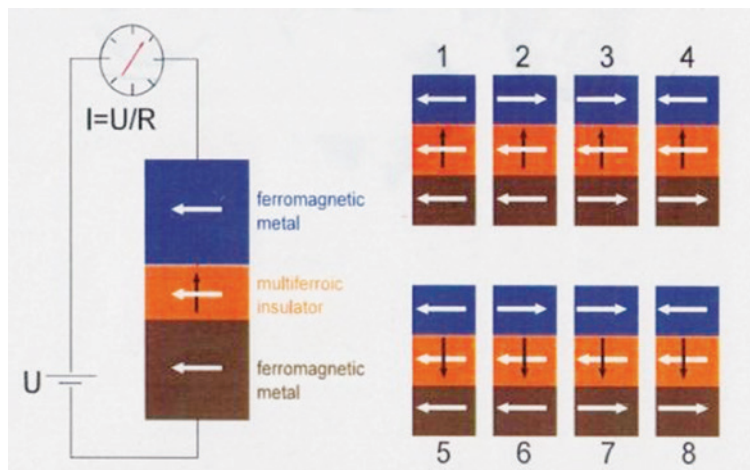
5. Приложения на МФ материали

МФ разкриват нова, неочаквана физика и потенциалните приложения вече се простират далеч извън електричен контрол на феромагнетизъм. Последните открития предлагат възможност за електрично управляеми устройства за съхранение на данни или логически елементи с наноразмери.

Мултифероиците са обещаващи вещества за конструирането и синтезирането на мултифункционални материали. Те са основата за развитието на ново направление в електрониката – спинтроника, което се изразява в разширяване на възможностите на електронните прибори, като се използва спина на електроните заедно със зарядовите им характеристики. В сравнение с конвенционалните електронни устройства, спинтронните устройства се очаква да предложат някои предимства като запазване на информацията при изключване на хранването, ниска консумация на енергия, по-висока скорост на обработка на данни, както и по-висока плътност на записа [10]. Усилията на спинтрониката, базирана на полупроводници, са мотивирани от възможността за създаване на нови компютърни чипове, способни да изпълняват не само логически функции (сега се изпълняват от полупроводниците), но и да съхраняват информация (каквато е ролята на магнитните материали), т.е. МФ дават възможност за **обединяване на процесора и твърдия диск на компютъра**.

Тенденцията към миниатюризация на устройствата мотивира проучването на многофункционални материали, т.е. материали, които може да изпълняват повече от една функция или могат да бъдат манипулирани по няколко независими начина. МФ, съчетаващи фероелектрични и магнитни свойства, са обещаващи за приложения в мултифункционални устройства, като например феромагнитни резонансни устройства, контролирани чрез електрично поле, преобразуватели с магнитно модулирано пиезоелектричество и памети с повече състояния. МЕ връзка между магнитното и електричното подреждане в МФ води до нови възможности: да се контролира намагнитването чрез прилагане на електрично поле и обратно. Това проправя пътя за производство на нов тип запаметяващи устройства, като например магнитни памети, които се

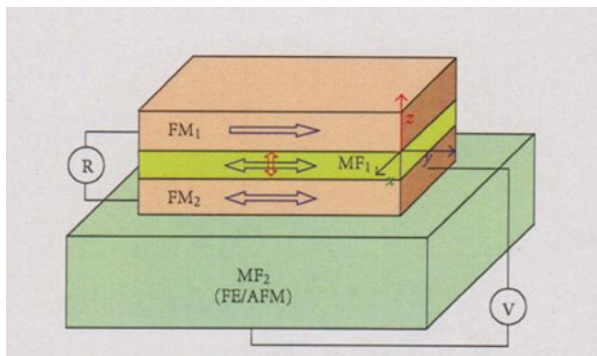
управляват от електрично поле (MERAM) и данните могат да бъдат записани електрично и прочетени магнитно.



Фигура 5. МФ памет. Черната стрелка показва поляризацията P , а бялата – намагнитеността M

МФ материали са интересни от гледна точка на потенциалните им приложения за съхраняване на информация. Една от най-популярните идеи е, че МФ бит може да се използва за съхранение на информация чрез намагнитеността M и поляризацията P [11,12]. MERAM са ново поколение памети с четири състояния. При магнитните памети (MRAM) данните се записват чрез ориентацията на намагнитеността ($\pm M$) при прилагане на магнитно поле. Необходимо е силно магнитно поле за превключване на състоянията и голямо количество енергия. Фероелектричните памети (FeRAM) имат по-високи скорости на запис чрез превключване на поляризацията и са енергийно по-ефективни, но има ограничения за техния размер и показват по-бавно четене на информация, дължащо се на начина на четене и последващо нулиране. Запаметяващи устройства с най-добрите функции на FeRAM и MRAM (фероелектрично записване и магнитно четене) са MERAM базирани на МФ материали. Използването на електрично поле вместо магнитно в процедурата на запис ще доведе до драстично намаляване на консумираната енергия, увеличаване на скоростта и миниатюризацията на запаметяващите устройства. МФ материали са основен заместител на флаш паметите, като капацитетът им ще достигне до Tbyte, т.е. **памети с неограничен капацитет**. Мултифероичният бит има 4 състояния (две магнитни $M\downarrow\uparrow$ и две фероелектрични $P\downarrow\uparrow$) (Фигури 5 и 6) [2]. По принцип такава памет не изисква връзка между фероелектричеството и магнетизма. Ако съществува МЕ връзка, могат да се реализират устройства, в които информацията да се записва по магнитен път, но да се съхранява чрез поляризацията,

което води до запазване на информацията при изключване на захранването. МФ битове могат да бъдат използвани за увеличаване на магнитната анизотропия, за да се увеличи продължителността на магнитно съхранение.



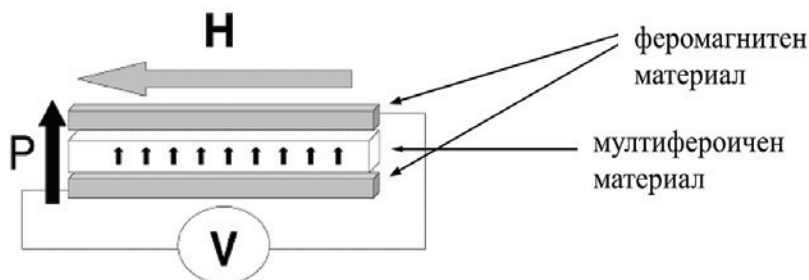
Фигура 6. Схематично представяне на МФ памет. MF – мултифероик, FM – феромагнетик

МФ композитни материали във вид на обемни материали са проучени за приложение като високо чувствителни към променливо магнитно поле сензори и електрически настройващи микровълнови устройства, като например филтри, осцилатори и фазорегулатори (в които фери-, ферожелезен или антиферомагнитен резонанс се настройват електрично вместо магнитно).

Един от най-лесните и преки начини за прилагането на МФ е

да се използва чувствителността на електричната поляризация (напрежение) към външно магнитно поле, за разработване на магнитни сензори, базирани на МФ (Фигура 7) [13].

Средният слой е от МФ материал, а горният и долният са феромагнитни материали. Външното поле ще предизвика поляризация, перпендикулярна на магнитното поле, а следователно и напрежение. Още по-атрактивен е обратният процес: контрол на намагнитването от външно електрично поле или електрична поляризация. Например МФ позволяват модулиране на амплитудата и фазата на вълни от милиметровия диапазон, използвайки напрежение.



Фигура 7. Магнитен сензор

На основата на мултифероични композиционни материали са създадени радиочестотни микровълнови устройства, компоненти и схеми, устройства за радио и радар с нови функции за настройване. МФ композитни материали демонстрират уникалната способност да се контролира честотата на

ферромагнитния резонанс чрез прилагане на електрично поле. Връзката между намагнитването и поляризацията в МФ може да позволи създаването на нова фамилия радиочестотни компоненти и системи, като честотата и ширината на пропускане на честотната лента се настройват електрично. На базата на МФ се създават електрически регулиращи се радиочестотни/микровълнови мултифероични компоненти като регулиращи филтри, антени и фазорегулатори.

Военното приложение на тази технология включва радио и радарни системи за въздушно-десантна употреба. Технологията представлява радикална иновация за безжична комуникационна индустрия, както и за радарни системи. Целта е интеграция на мултифероичните материали с конвенционалните силициеви полупроводникови процесори.

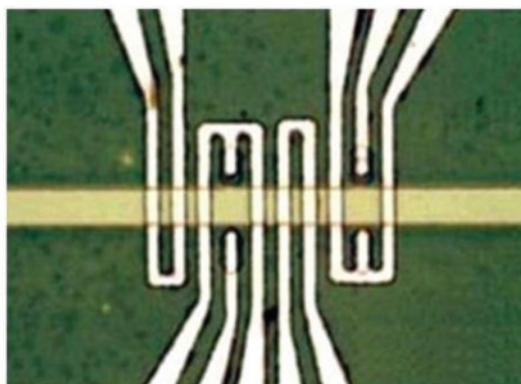
Бъдещите устройства, базирани на МФ имат по-висока енергийна ефективност в сравнение със сегашните технологии [14].

В днешните микропроцесори електричен ток преминава през транзистори. Понеже токът включва движение на електроните, този процес произвежда топлина, което прави устройствата топли при допир. Стремешът за миниатюризация на чиповете се ограничава от желанието повече устройства да се намират на по-малко място и това води до нарастване на отделеното количество топлина.

Екип от инженери използва МФ магнитни материали за намаляване на количеството енергия, консумирана от „логически устройства“ (например компютърен чип, предназначен за изпълнение на функции като изчисления). МФ може да се включва или изключва чрез прилагане на променливо напрежение, вместо да се използва ток.

Учените показват, че използването на тези МФ материали за генериране спинов вълни (Фигура 8) може да намали отделената топлина и следователно да доведе до увеличаване на ефективността за обработка с до 1000 пъти [14]. Спиновите вълни дават възможност за реализиране на принципно нови начини за изчисляване и позволяват да се решат някои от проблемите на конвенционалната полупроводникова технология с потенциал да развият електрониката, базирана на спина.

Електричен контрол на магнетизма, без намесата на движещи се



Фигура 8. Снимка на магнетоелектрични клетки, използвани за генериране на спина вълна, управлявана чрез напрежение. Жълтата лента е около 4 μm в диаметър

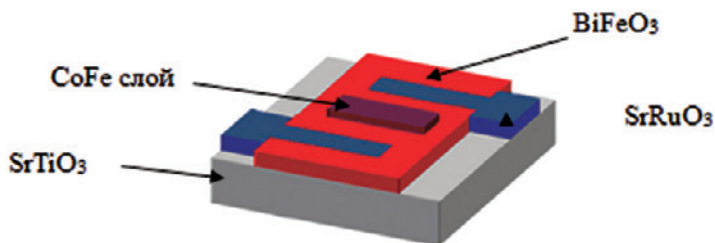
заряди, е бързо развиваща се област на магнитни изследвания. Това ще има сериозни последици за бъдещите устройства за обработка на информация и устройства за съхранение на данни.

МЕ ефект намира приложение в многобройни области, например за модулация на амплитуди и фази на оптични вълни, запаметяване и прехвърляне на МЕ данни, оптични диоди, генериране на спинови вълни, усилване и конверсия на честоти и др. Поради това, че МЕ ефект е несиметричен във времето, той намира приложение в неутронната дифракция за определяне на магнитни симетрии и фазови преходи, както и за получаване на антиферомагнитни домени и тяхното манипулиране.

Теоретични изследвания, основаващи се на първи принципи, теоретично са предсказали възможността за проектиране на различни нови структури, които могат да имат МФ поведение и ефекти на магнитоструктурно сдвояване. Показано е, че деформацията може да доведе до фаза, която е фероелектрична и феромагнитна при една и съща температура – тънък филм от EuTiO_3 , израсъл върху подложка от DyScO_3 субстрати. Има данни и за проява на МФ свойства на SrMnO_3 и SrCoO_3 .

Проектирането на материали, които използват този подход, отваря нови възможности за разработката на устройства, използващи тънки филми и деформация и може да бъде ефективно използвано за наблюдаването на несъществуващи досега ефекти.

Учените представиха убедително доказателство за електрично управление на феромагнетизъм в $\text{SrTiO}_3/\text{SrRuO}_3/\text{BiFeO}_3/\text{CoFe}$ устройство (Фигура 9) [12].



Фигура 9. Схема на устройство, което би позволило контролирано фероелектрично превключване в BiFeO_3 слой и електрично управление на феромагнетизъм в CoFe слой

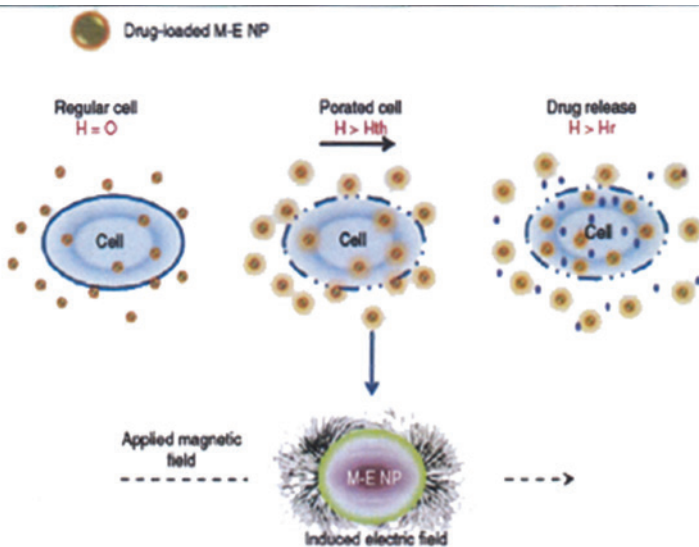
МЕ наночастици (НЧ) могат да се използват за прицелно доставяне на лекарствени средства до ракови образувания по неинвазивен път. Целта на приложението е създаване на метод за доставка на лекарствени субстанции само до болните клетки, като става прицелно проникване в раковите клетки, с последващо освобождаване на лекарствената субстанция и активиране на

лечението.

Използва се механизмът на електропорация [15]. Той е универсален механизъм за отваряне на пори в клетъчните мембрани под действието на милисекунден или наносекунден импулс на електрично поле с интензитет от 1000 kV/cm. Следствие от това е промяна на трансмембранната проводимост, която довежда до временна промяна в пропускливостта на мембраната.

Експериментите доказват, че дзета потенциалът ξ на раковите клетки има значително по-ниски стойности в сравнение със здрави клетки. Това означава, че прилагането на електрично поле с подходяща поляризация и амплитуда може селективно да отвори пори в раковите клетки, докато в здравите електропорация не може да бъде осъществена. Ако до клетките има лекарствена субстанция, то тя ще навлезе в раковите клетки, не засягайки здравите. Така се осъществява принципът за селективност на доставката на лекарства.

Така описана електропорация, не може да се прилага директно върху живите организми поради редица причини. Има много заредени молекули в тъканите и електричното поле оказва отрицателно влияние върху основните функции и нормалното функциониране на цели органи (200 V). Някои вътрешни органи не могат да се подложат на електростимулация без инвазивни методи (операции) – например мозъка. Електропорацията не може да осигури прицелност на доставката на лекарства и освобождаване на последните в подходящия момент. За решаване на изброените трудности на помощ идват МФ НЧ.



Фигура 10. Първа фаза от магнитоелектропорацията

Магнитоелектропорацията е метод на отваряне на нанопори в клетъчни мембрани, дължащо се на взаимодействието на мембраните с МФ НЧ, на които им действа магнитно поле. Методът включва две фази [16]. В първата фаза МФ НЧ, с размери подходящи за *in vivo* и *in vitro* (размер на НЧ до 30 nm) приложение, се функционализират, т.е. са обвити от слой, носещ туморни маркери и лекарствена субстанция. МФ НЧ прицелно се пренасят посредством кръвта и плазмата до раковите клетки (Фигура 10). Прилагането на магнитно поле посредством магнитоелектричното взаимодействие поляризира МФ НЧ и около нея възниква електрично поле. Магнитното поле се прилага глобално върху целия организъм, докато създаденото от него електрично поле действа локално в област, в която е локализирана МФ НЧ. Ако това поле е с подходяща поляризация и големина, ще отвори пора в туморните клетки, но не и в здравите. Така МФ НЧ ще навлязат в клетките и ще доставят лекарството. Във втората фаза доставеното лекарството се освобождава, като се приложи слабо променливо магнитно поле (с амплитуда 40 Ое и честота 1000 Hz), което разкъсва връзките (електростатични или вандерваалсови) на лекарството с МФ НЧ.

В последните години интересът на научната общност към намиране на нови монофазни и композитни МФ вещества е нестихващ. Те интензивно се изучават както от теоретична гледна точка, така и с цел на нови и неочаквани технологични приложения.

Литература

- [1] Y. Tokura, *Science*, 312, 1481 (2006).
- [2] N. A. Hill, *J. Phys. Chem. B* 104, 6694 (2000).
- [3] D. I. Khomskii, *Bull. Am. Phys. Soc. C* 21, 002 (2001).
- [4] B. B. Van Aken, T. T. M. Palstra, A. Filippetti & N. A. Spaldin, *Nature Mater.* 3, 164 (2004).
- [5] S. W. Cheong and M. Mostovoy, *Nature Mater.* 6, 13 (2007).
- [6] D. I. Khomskii, *J. Magn. Magn. Mater.* 306, 1 (2006).
- [7] H. Zheng et al., *Science* 303, 661 (2004).
- [8] N. Cai, C. W. Nan, J. Zhai and Y. H. Lin, *Appl. Phys. Lett.* 84, 3516 (2004).
- [9] C.-W. Nan, G. Liu, Y. Lin and H. Chen, *Phys. Rev. Lett.* 94, 197203 (2005).
- [10] N. Izyumskaya, Ya. Alivov and H. Morkoç, *Solid State and Materials Sciences* 34, 89 (2009).
- [11] J. Kreisel and M. Kenzelmann, *Europhysics News* 40, 17 (2009).
- [12] A. Roy, R. Gupta and A. Garg, *Advances in Condensed Matter Physics*, Volume 2012, Article ID 926290, 12 pages
- [13] K. F. Wang, J.-M. Liu and Z.F. Ren, *Advances in Physics* 58, 321 (2009).
- [14] S. Cherepov et al., *Appl. Phys. Lett.* 104, 082403 (2014).
- [15] S. Betal et al., *Scientific Reports* 6, 32019 (2016).
- [16] H. A. E. Azim, *Journal of Drug Delivery Science and Technology* 37, 46 (2017).

MULTIFERROICS

Iliana Apostolova, Angel Apostolov, Julia Wesselinowa

Magnetism and ferroelectricity coexist in materials called *multiferroics* (MFs). They are remarkable because of the unique relationship between the electric, magnetic, and structural ordering parameters. MFs are substances in which the simultaneous existence of spontaneous (anti)ferroelectricity and (anti)ferromagnetism is observed in one phase, with an established interaction between them. In MFs, the magnetization can be modulated and activated by an electric field or the ferroelectric ordering can be changed by an external magnetic field. MFs reveal a new, unexpected physics, and the potential applications are already extended far beyond the electrical control of ferromagnetism. Recent discoveries offer the possibility of electrically controllable data storage devices or logic elements with nanosizes; for *in vivo* and *in vitro* targeted transport and drug delivery to tumor cells. MFs combining electric and magnetic phases are promising for applications in multifunctional devices, such as ferromagnetic resonance devices controlled by an electric field, transducers with magnetically modulated piezoelectricity, and memory with more than two states (so-called spintronics). MF composites are used as highly sensitive AC magnetic field sensors and electrically tunable microwave devices, such as filters, oscillators, and phase regulators.



ПОСЕТЕТЕ НАШИЯ САЙТ
wop.phys.uni-sofia.bg

БЪДЕЩЕТО НА ПРОГНОЗИТЕ ЗА ВРЕМЕТО И КЛИМАТА втора част

Димитър Иванов

Няма съмнение, че качеството на прогнозите за времето, хидроложките прогнози и климатичните проекции ще продължава да се подобрява с голямо ускорение през това десетилетие. „Бялата книга“ на СМО изтъква следните фактори, които ще определят този прогрес.

Подобрения в инфраструктурата – наблюдателна „екосистема“, високопроизводителни компютърни системи и разширяване на партньорствата

Два основни инфраструктурни фактора определят напредъка на прогнозирането на времето и по-специално, на численото прогнозиране на времето и климата. От една страна, това е „екосистемата“ за наблюдения на „земната система“, от друга, ИТ-комплексът за комуникация, изчисления и архивиране с неговите вътрешни и външни интерфейси.

Наблюдателната част е координирана в глобален план от СМО и партньорски организации за спътникови, океански и други наблюдения. Основната част на тази екосистема е Интегрираната глобална наблюдателна система (ИГНС), която непрекъснато подобрява своя капацитет за измерване и мониторинг на процесите в земната система чрез нови инструменти, платформи и методи. Иновациите в това отношение напоследък включват например използване на лидар и радар върху спътникови платформи за количествени измервания на валежи, мониторинг на въглеродния диоксид и други атмосферни компоненти от спътник, атмосферни и океански измервания с помощта на дронове и др. Нарастването на броя на наблюденията от океаните е изключително важно за глобалните модели и техните възможности за дългосрочно предсказване. Специални програми осигуряват повече данни от арктичните райони, особено критични от гледна точка на климатичните изменения. Спътниковите наблюдения ще продължават да се развиват и наред с напредъка на системите, финансирани от правителствата, ще видим нови частни „играчи“, опериращи констелации от десетки и стотици минисателити, които предоставят учестена метеорологична информация с глобално покритие.

На фона на продължаващите подобрения на наблюдателната екосистема е тревожно, че в някои от развиващите се страни недостигът на публични средства води до намаляване на наблюденията от класическите синоптични станции

и станциите за радиосондиране, както и влошаване на тяхното качество. Степента на автоматизация на наблюденията изостава значително, независимо от оказваната финансова помощ от Световната банка и други финансови институции. Отсъствието на данни от такива райони не е само национален проблем, а се отразява на цялостното качество на числените прогнози, възможността за тяхното верифициране и за дългосрочните климатични проекции. Затова един от приоритетите за това десетилетие е намирането на механизми и ресурси за устойчиво опериране и развитие на наблюдателните системи в тези страни. За целта, СМО обяви новата международна финансова инициатива за систематични наблюдения (*Systematic Observations Financial Facility* – SOFF) с възможност за кофинансиране от различни партньорски организации и целеви фондове като „зеления климатичен фонд“ (*Green Climate Fund* – GCF).

Планираното по-нататъшно подобрене на пространствената и времевата резолюция на глобалните числени модели изисква съответно увеличение на данните от базовата синоптична мрежа от всички държави. Новите изисквания за Глобалната базова наблюдателна система (GBON) включват като минимум обмен на наблюдения от увеличен брой базови станции на всеки час. В допълнение, за развитието на регионални и локални модели (например модели за райони на „умни“ мегаградове), при които хоризонталната резолюция пада под 1 km, а времевата е в рамките на минути, ще бъдат необходими много по-гъсти и по-чести наблюдения, както директни (*in situ*), така и дистанционни. За осъществяването на такива наблюдения неизбежно ще бъде използването на налични данни от други източници, както публични, които имат свои мрежи, така и от частни такива. Т.е. ще е необходима възможната най-висока степен на интеграция и използваемост на наблюдателни данни чрез подходящи партньорства за взаимен обмен или договорености за закупуване на такива данни. Съществуват „добри практики“ в редица страни за такава ангажираност между националните служби и други заинтересовани страни, например в сферите на селското стопанство, транспорта, екологията, туризма и т.н. Също така, икономическият анализ показва, че в редица случаи закупуването на данни от частни фирми е икономически ефективно за НХМС. Разбира се, в такава хетерогенна среда за постъпващи данни в националната система, някои от които участват и в международния обмен, НХМС трябва да разработят специални мерки за контрол на качеството валидни за всички партньори.

Източници на допълнителни наблюдателни данни съществуват и в образователните и академичните среди по линия на различни проекти и научни изследвания, както и по линия на „гражданската наука“ или *crowdsourcing*. Броят на частните наблюдения с използване на евтини сензори или системи нараства лавинообразно и макар данните от такива измервания да са далеч

от стандартите, те могат да са използвани за запълване на „наблюдателни дупки“ и да допринасят за свръхлокалния анализ и прогноза. Интегриране на такива данни за практически цели се извършва например във Великобритания, Норвегия, Япония и др.

Големи надежди за осигуряване на огромно количество нови наблюдателни данни в бъдеще се възлага на т.нар. неконвенционални данни от източници от сферата на интернет на нещата (*Internet of Things*). Тук навлизаме в областта на *big data* с възможностите да се получават и асимилират несинхронни, нестандартни данни от измервателни уреди/системи със съвсем друго основно предназначение. Използването на такива *by product* данни не е новост за метеоролозите (например данните от затихването на радиосигналите от GPS спътниците, които корелират с атмосферни параметри, като влажност и температура, отдавна са важен източник за числените модели), но техният експлозивно нарастващ обем и хаотична нестандартност изискват прилагането на методи като изкуствен интелект и машинно обучение (*artificial intelligence and machine learning* – AI/ML), за да се извлече полезна информация. Като пример за такъв подход, редица частни компании прилагат AI/ML за обработка на данни за налягането от сензорите на смартфоните – огромният брой такива данни дава възможност да се преодолее тяхната неточност и хетерогенност и да се получи полезен сигнал за прогностични приложения. По подобен начин данни от висококомпютризираните системи на автомобили и камиони, като задействането на чистачките заради валеж или спирачния път, могат да се използват за детайлни прогнози по маршрут за автомобилния транспорт.

Всички тези новости носят оптимизъм за бъдещата интегрирана наблюдателна екосистема, която ще захранва моделите и прогностичните системи с много по-детайлна информация. Но и тук е необходим внимателен подход, защото наличието на „твърде много (хетерогенни) данни“, поставя и нови проблеми, сравними по сложност с другата крайност на „твърде малко данни“.

Очакваното увеличение на наблюдателни данни и планираното повишаване на резолюцията и сложността на числените модели поставя въпроса за необходимите ИТ инфраструктура и високопроизводителни изчислителни комплекси (ВПИК). Сериозни предизвикателства в тази област са свързани с необходимите капиталови инвестиции и оперативни разходи. Търсят се начини за обединяване на усилията между научните институти и прогностичните центрове за оптимизиране на разходите и съвместно използване на суперкомпютрите и ВПИК. Успоредно се правят и нови партньорства с частния сектор. Няколко примера от последните години включват:

- Съвместното създаване на нов Център за върхови постижения в областта на ВПИК, AI и квантови компютърни изчисления, с приложения за

прогнозиране на времето и моделиране на климата между ЕЦСПВ и фирмата „Атос“ през лятото на 2020 г. Целта е, чрез комбинираната експертиза на двете организации, да се постигне бърз напредък в средно- и дългосрочното прогнозиране, както и в климатичното моделиране.

- Договорът за дългосрочно сътрудничество между Метеорологичната служба на Великобритания (*Met Office*) и Майкрософт за нова суперкомпютърна система (най-мощната във Великобритания и между най-мощните в света), базиран на отпускания бюджет от правителството от 1,2 млрд. паунда за период от 10 години. Обосновката за отпускане на такава значителна част от държавния бюджет за Мет Офиса включва очакването за значително подобрени прогнози и климатични сценарии, необходими за планиране с оценка на рисковете, както и за по-точни и детайлни краткосрочни прогнози и предупреждения за екстремните явления; очакват се още подобрени специализирани прогнози за икономически сектори като авиация, енергетика и др.

Технологичните иновации във ВПИК, по които вече се работи в големите прогностични центрове, са свързани с нови архитектури с използването на графични и тензорни процесори (GPU и TPU), които значително ускоряват определени изчисления. Тяхното ефективно използване изисква адаптиране и пренаписване на значителна част от софтуера на моделите, което не е лесна задача, особено за оперативните системи. Очакват се и по-радикални промени в алгоритмите и цялостния дизайн на моделите, за да може да се използват пълните възможности на новите ВПИК-екосистеми, вкл. и предстоящото навлизане на „екзаскейл“ системите¹, навлизането на AI/ML модули в числените модели, както и за особено ресурсоемкото климатично симулиране за десетилетя напред.

Неразделен въпрос към очакването за огромно нарастване на данните, както от наблюденията (най-вече от новите сателитни системи с висока пространствена и времева резолюция), така и на изхода на новите прогностични системи, е как ще се справим с менажирането на тези обеми от данни. Проблемът е както за потребителите – достъп и даунлоуд, така и за доставчиците (*providers*), включително неизбежните грижи за киберсигурност. Разходите и ресурсите за поддържане и менажиране на системите за архивиране във всеки голям прогностичен център стават непосилни, което ще обуславя прехода към ползване на комерсиалните „облачни услуги“. Това вече се случва, например в

¹ С „екзаскейл“ (*Exascale computing*) се означават компютърни системи с производителност от поне един ексафлоп (един милиард милиард изчисления в секунда – 10^{18}). Това е 50 пъти по-бързо от най-мощните суперкомпютри в момента и представлява хилядократно увеличение в сравнение с първите петафлоп компютри, които се появяват през 2008 г.

големите НХМС като Мет Офиса във Великобритания, Националната служба за времето на САЩ и др., които сключват публично-частни партньорства с фирмите, предоставящи облачни услуги (основно *Google Cloud*, *Amazon Web Services*, *Microsoft Azure*, *IBM Cloud*). В ход са също планове за „федеративни решения“, например планът на Европейските НХМС, членове на EUMETNET, да изградят съвместен, с предимството за по-голям ин хаус контрол върху данните и тяхното управление.

Преходът към облачните услуги ще даде нови възможности на НХМС, частните компании и изследователските институти не само за архивиране на данните, но и за експериментално или оперативно числено моделиране и прогнозиране с помощта на модели, „качени“ върху облака. Това може да се окаже голям потенциал за ефективност и гъвкавост с наличието на различни контрактни възможности за ползване на облачните услуги и разтоварването на бюджета на организациите от необходимостта за поддържане и обновяване на собствени изчислителни и архивиращи системи.

В допълнение на инфраструктурните и технологични подобрения, какви са очакванията за напредък в прогностичните модели и методи

Климатичните промени поставят нови изисквания за повишена прогнозируемост на особено опасните явления (*high-impact weather events*) като ветрови бури, включително тропическите, интензивните валежи и свързаните наводнения, засушавания и горещи вълни, водещи до пожари, замърсяване на въздуха, и пр. Усъвършенстването на анализа и прогнозите на такива явления в последните години е значимо благодарение на по-доброто отчитане на физическите процеси в моделите и повишаването на тяхната резолюция, с което процеси и явления, които в миналото бяха трудни за прогнозиране като „подмрежови“, сега се третират адекватно. Подходът „система-Земя“ със съчетаването на океанските и атмосферните модели, по-доброто представяне на криосферата, растителността и въглеродния цикъл, както и разширяването на моделната област по вертикалата, с което се отчитат важните стратосферни процеси, дава нови теоретични знания и реализъм в моделите. „Бялата книга“ на СМО отбелязва най-важните очаквани разработки през настоящото десетилетие, с които числените прогнози за времето и климата ще продължават да вървят напред. Най-съществени успехи се очакват в двата края на прогностичния спектър – при най-краткосрочните прогнози и при дългосрочните такива. При средносрочните прогнози ще продължи тяхното устойчиво линейно подобрене.

Големи са очакванията за прогрес в по-точното и реалистично описание на физическите процеси, третирани чрез параметризация – една област, в

която досега напредъкът беше по-бавен. Това включва процесите на дълбока конвекция, орографско триене, микрофизиката на облаците, влиянието на аерозолите, термодинамичното и динамично отчитане на характера на земната повърхност, растителността, снежната и ледена покривка. Наличието на повече наблюдателни данни и повишаването на резолюцията на моделите, и особено на методите за асимилация и инициализация, дават възможност мезомащабните и по-слабите явления да бъдат третирани в цялата им динамика, особено в регионалните и локалните модели с километрова или подкилометрова резолюция. Но дори и водещите глобални модели, за които през десетилетието се очаква хоризонталната резолюция да падне под 5 km, ще са много по-способни да прогнозира опасни и екстремни явления с по-добро изпреварване (няколко дни до седмица напред). Напредъкът ще е видим и в количественото прогнозиране на валежите (QPF), което винаги е било предизвикателство за моделите.

В най-късия прогностичен интервал, „наукастинг“ (до 2 часа) и много краткосрочните прогнози (*very short-range forecasts* – VSRF), новите наблюдателни свръхдетайлни данни (спътникови, радарни, неконвенционални – дронове, смарт устройства и пр.) ще имат голям положителен ефект върху прецизността на прогнозите и предупрежденията, което е свързано с най-важната мисия на ИОВВК – спасяване на човешки живот и намаляване на материалните загуби. Тук напредъкът ще идва и от новите възможности да се достигне бързо и директно до крайните адресати (например хора, които трябва да се скрият или евакуират) чрез мобилни приложения и социалните мрежи. Стремешът също така е при формулирането на прогнозите да се преминава все повече от отговора на въпроса „какво ще бъде времето“ към „какво ще причини времето“ или т.нар. прогнозиране на въздействието с количествена оценка на риска (*impact-based forecasting, risk-based warnings*). Този подход е много по-адекватен за предоставянето на информация, помагаша при вземане на решения (*decision-support information and services*).

Отивайки към дългосрочното прогнозиране, големите прогностични центрове работят усилено в областта на месечните и сезонните (*sub-seasonal to seasonal*) прогнози, чието подобряване на качеството ще има изключително голям икономически ефект. Вече има прогрес в този обхват, най-забележим в тропичните райони, където усилените изследвания на явления като Ел-Ниньо и Ла-Ниня водят до надеждно прогнозиране на режима на валежи и температури върху големи географски райони. Редица предизвикателства съществуват в прогнозите за умерените ширини (особено в Северното полукълбо), където нивото на прогностичния сигнал на подобни периодични явления е много по-слаб. Въпреки това, успехи се отбелязват в достигането на задоволително ниво на прогнозата до четири седмици напред в определени циркулационни

режими и дори за сезон. Бъдещият напредък в тази област може да дойде с използването на повишен брой членове на ансамбловите прогнози и тяхната постобработка, както и от подобреното третиране на водния цикъл в моделите, режима на полярните ледове и други сезонни фактори.

Отивайки още по далеч – към климатичните симулации, интензивна работа предстои при регионалното моделиране, откъдето се очаква по-детайлна информация за потенциалните въздействия. Фокусът на тези симулации е върху екстремните прояви като горещи вълни и засушавания, където новото поколение модели с висока резолюция и разрешена конвекция вече дават добри резултати. Тези модели обаче са силно зависими от глобалните „стартови“ модели, по които има още много работа за повишаване на резолюцията и по-добра параметризация. Изчислителните ресурси, необходими за климатичните симулации, са огромни, което определя необходимостта от широко коопериране на институтите, работещи по тях. Една от важните съвместни дейности са провежданите сравнения на моделите в рамките на Световната програма за климатични изследвания (*World Climate Research Programme – WCRP*). Серията от проекти за сравняване на климатичните модели (*Coupled Model Intercomparison Projects – CMIP*), започнали през 1995 г., включва експерименти по оценка на успеха на моделите в симулирането на минали исторически периоди, което дава информация за предсказуемостта на климата в различни пространствени и времеви мащаби. Данните от мултимоделните експерименти са публично налични, за да подпомогнат общата работа на учени и институти в много страни за напредъка в климатичното моделиране.

От тиха революция към ускорен прогрес на базата на научни и технологични пробиви (*breakthroughs*)

Водещи учени в моделирането считат, че най-важната задача през десетилетието ще бъде разработването и операционализирането на глобални ансамблови прогностични системи с хоризонтална стъпка от 1 до 3 km. Това е една много амбициозна задача, знаейки, че постигнатата досега най-добра хоризонтална резолюция на ансамбловите прогнози на ЕЦСПВ е 18 km, но в приетата стратегия на Центъра за периода 2021 – 2030 г., целта да стигне до 3 – 4 km в края на десетилетието е ясно поставена. Надеждите се засилват и от приемането и финансирането от Европейския съюз на проекта *Destination Earth*, в който ЕЦСПВ си партнира с Европейската космическа агенция и EUMETSAT за създаването на дигитален близък на планетата Земя като мултифункционална и мултипотребителска платформа за изследователски и приложни дейности. В този проект създаването на глобален прогностичен ансамбъл с висока резолюция играе централна роля.

От гледна точка на развитието на численото прогнозиране, новата глобална ансамблова прогностична система с висока (1 – 3 km) резолюция се очаква да отговори на три основни потребности:

- Екстремните явления на времето са най-често свързани или с мезомащабни нелинейни конвективни процеси (екстремни валежи), или с устойчиви квазистационарни антициклони (екстремни суши). Повишаването на резолюцията (намаляването на стъпката) позволява да се моделират по-добре важните междумасщабни взаимодействия, които са ключови за развитието на тези процеси. Това важи и за други физически процеси на взаимодействие, като влиянието на земната повърхност, детайлната орография и др., които са решаващи за въздействието на ветрови бури или пък за траекторията на тропическите циклони и свързаните приливни наводнения.

- Моделите от сегашното поколение не са в състояние да асимилират големите обеми от налични наблюдателни данни поради ниската си резолюция. Най-добрите модели асимилират не повече от 10% от наличните сега данни, а както вече отбелязахме, те ще се увеличават. Ето защо, повишаването на резолюцията на асимилационната част от ансамбловата прогностична система понякога се счита за по-важен фактор за подобряване качеството на прогнозите от увеличаването на количеството данни (което е също важен аргумент за това къде трябва да се приоритизират бъдещите инвестиции).

- По-добрата резолюция ще помогне за намаляването на систематичните грешки в моделите, които често са от същия порядък като сигналите, които моделът се опитва да предскаже. Това е особено важно за подобряването на по-дългосрочните прогнози.

Естествено, ансамбловите системи с висока резолюция и с поне 50 члена на ансамбъла ще изискват много по-мощни компютри. Оптимизмът идва от очакването, че първите достъпни екзаскейл компютри ще бъдат на разположение на прогностичните центрове към края на десетилетието.

Активната изследователска и внедрителска дейност в области като моделиране на състава на атмосферата с отчитане на аерозолните компоненти, усъвършенстване на представянето на неадиабатните процеси на нагриване/охлаждане, особено в тропиците, представянето на крупномасщабните динамични телевръзки, ще продължи и ще води до устойчив ръст на качеството на дългосрочните прогнози. Реанализът и репрогнозирането, които са критични за калибрирането на прогнозите с отсяване на систематични грешки/отклонения, както и за тяхната верификация, също са част от тези усилия.

Важен аспект на бъдещото прогнозиране е продължаващият преход от детерминистично към вероятно прогнозиране на прогностичните продукти. Това ще се ускорява от наличието на големи ансамбли с висока резолюция и

ще разширява приложението на вероятностните продукти като по-адекватен тип информация в комплексни системи за вземане на решения в много практически области.

Много интересна е дискусиата днес за използването на AI/ML в бъдещите прогностични системи. Това ще бъде и една от областите на интензивна изследователска и приложна работа в идващите няколко години. Първоначалният скептицизъм, че методите от типа „черна кутия“ за обработка на големи масиви данни не могат да изместят физическите модели, се преодолява (може би и поради това, че никога не е съществувал такъв въпрос). Вече е достатъчно ясно в кои подсистеми AI и ML ще бъдат ефективни и може би по-успешни от сегашните методи. Това са областите, които се нуждаят от обработка на големи обеми хетерогенни данни, главно предварителната обработка на наблюдателните данни и тяхната асимилация, както и в етапа на постобработка за създаване на конкретни приложни информационни продукти. Обещаващи са ранните резултати от прилагане на AI/ML в свръхкраткосрочното прогнозиране, както и в дългосрочното. Предварително условие за успешно прилагане на AI/ML е наличието на дълги времеви архиви от наблюдателни данни, реанализ и прогнози, които са необходими за „трениране“ на ML. Има данни, че AI/ML могат да вършат определени дейности по-бързо и по-добре от сегашните методи при подходящи изчислителни архитектури. Също така, може да се очаква, че при наличието в бъдеще на глобални детерминистични и ансамблови прогнози с висока резолюция, напредъкът в използването на AI/ML за генериране на целеви приложни продукти за обслужване на потребителите може да елиминира необходимостта и целесъобразността от използването на модели за ограничена територия (регионални, локални модели, които сега целят прецизиране на макромасщабните модели), което, от своя страна, може да освободи ресурс за по-полезни дейности.

AI/ML методите имат голям потенциал и в своята способност за съвместен анализ на много разнородни обеми от данни, например, метеорологични данни със социо-икономически данни, което ще помогне да се разработват импакт модели. Разбира се, целият ентузиазъм за потенциални „пробиви“ в прогностичната практика с използването на AI/ML трябва да се упражнява с внимателна оценка, тестване и верификация, за да не се стига до разстройване на съществуващи работещи системи.

Какъв ще е ефектът върху оперативните прогнози – ще се подобрят ли корелацията „дъжд – чадър“

Закачката в подзаглавието е ясна, но нещата наистина се променят дори и за тривиалните потребителски въпроси. Погледнете мобилното приложение

на Метео-Франс и ще видите прогноза за валежа по минути за близкия час; тогава наистина ще решите информирано дали да вземете чадър, когато излизате навън.

Дискутираните по-горе очаквания за значителен прогрес в областта на численото моделиране и прогнозиране отварят много нови възможности пред т.нар. оперативно прогнозиране на времето. Именно там се реализират практическите ползи от научния и технологичен напредък, свързан с прогнозирането, защото, както казва Алън Мърфи през 1993 г., „...прогнозите не притежават своя вътрешна стойност. Те придобиват стойност чрез своя способност да повлияят решенията, вземани от потребителя на прогнозата“.

В началото на третото десетилетие на XXI в. оперативното прогнозиране на времето е сфера на динамично развитие с поява на нови „играчи“, както от страна на предоставянето, така и на потреблението на ИОВВК-продукти и услуги. Благоприятно за всички е бързото разширяване на наличността и свободния достъп до огромно количество диагностична и прогностична информация, която може да се използва за разработване на приложения и предоставяне на услуги.

НХМС ще продължат да бъдат основния източник на метеорологични прогнози и предупреждения за масовия и специализиран потребител. Същото се отнася в голяма степен и до обслужването с хидрологична и климатична информация, но в редица страни има и други институти и агенции, които са ангажирани в този вид обслужване.

Особено важно за НХМС като организации с мандат от правителството да извършват основните хидрометеорологични дейности за страната, както и да участват в международния обмен на информация и други сътрудничества, е да имат своя визия за развитието през идващите години, за да се адаптират към променящите се условия и да имат възможността да използват пълноценно новите възможности за предоставяне на информация и услуги. Така например, преходът към облачни услуги за архивиране и обработка на данни рано или късно ще е абсолютна необходимост за повечето НХМС. В областта на наблюдателните данни и поддръжката на собствените оперативни мрежи много НХМС изпитват затруднения поради стагнирания публичен бюджет. В същото време се появяват варианти за адаптация на техните бизнес модели към пазарни условия, например закупуване на определени типове данни, вместо инвестиране в собствена наблюдателна инфраструктура. Икономическият анализ тук трябва да покрива както капиталовата инвестиция, така и оперативните разходи в дългосрочен план, вкл. тези за обслужващ персонал и дори за поскъпващите сметки за електрозахранване. Например повечето НХМС с времето се откаха да изграждат собствена инфраструктура за данни за мълните и отидоха

към икономически по-изгодния вариант на контракти за предоставяне на тези данни от частни фирми. Моделът *Observations-as-a-service* (OaaS) на база на дългосрочни публично-частни партньорства с частни фирми се разраства и навлиза вече и в сектора на сателитните данни. Възможни са и комерсиален тип бизнес модели, които не са свързани с директна покупко-продажба на данни и информация, а с изграждане на партньорство за взаимно генериране на услуги и дялово участие в печалбата (*revenue sharing*) от тяхното предоставяне.

Броят на частните доставчици на ИОВВК нараства значително в последните години. При това профилът на тези провайдъри е изключително разнообразен – от съвсем малки фирми с един уебсайт или „апп“ за смарт телефон, до най-големите глобални ИТ компании като Google, IBM и Microsoft. В днешно време вече е съвсем нормално да говорим за „пазар за ИОВВК“, който се развива по пазарната логика на търсенето и предлагането. Динамиката на този пазар е много интересна с непрекъсната поява (или изчезване) на фирми, консолидация чрез сливания и алианси и не малка конкуренция в борбата за клиенти и дял от пазара. Една от най-значимите прояви на пазарната динамика беше закупуването през 2016 г. от IBM на най-голямата частна компания за прогнози *The Weather Channel*, заедно с други две известни фирми WSI (с голям дял в авиационните и други индустриални услуги) и *Wunderground* (известна с *crowdsourcing*). Цената на покупката беше близка до два млрд. долара, огромна за размера на ИОВВК-пазара, затова някои се шегуваха, че IBM изглежда са възприели облачните услуги твърде буквално. Разбира се, такова придобиване е било с добре премерен риск и очакване на бързо възвръщане на инвестицията чрез печелившата комбинация от ИТ потенциала на IBM (особено на лидерската позиция на IBM Watson в бизнес услугите) и на нетуъркинга и метеорологичната експертиза на трите закупени фирми.

При наличието на увеличаващ се брой провайдъри на ИОВВК необходимостта от ясна законова и регулативна база с отчетливо дефинирани функции и на публичните, и на частните заинтересовани страни е от изключителна важност. Това се отнася най-вече за вида информационно обслужване, което е пряко свързано със сигурността на гражданите, както и с решенията на държавно ниво за управление на природните ресурси и пр. НХМС обикновено са натоварени с официални функции за предоставяне на прогнози и предупреждения, климатични анализи и проекции, за които основен потребител са държавните органи или обществото като цяло. При нарастващите рискове от екстремните явления задачата на НХМС е непрекъснато да повишава качеството на тези продукти, като под качество се разбира точност, навременност, надеждност и адекватност на подаваната информация за директно интегриране в системите за вземане на решения от различно естество. СМО поддържа концепцията, че

НХМС трябва да действат в страните си като официален авторитетен източник на критично-важната информация за времето, водата и климата. За да поддържат тази си роля, НХМС трябва да имат финансовите и човешки ресурси, които да позволяват непрекъсната работа на оперативните системи и тяхното своевременно надграждане, да усвояват бързо новите иновативни методи и да развиват човешкия си ресурс с добавяне на необходимите нови знания и компетентност. Тези изисквания не са лесно изпълними в много страни поради системното недофинансиране на НХМС. Някои организации опитват да компенсират този бюджетен недостиг с генериране на приход от комерсиални услуги, но и това не е лека задача в условията на растяща конкуренция с частния сектор. Частните компании пък, от своя страна, са силно зависими от наличието на наблюдателни и прогностични данни, произведени от публичния сектор (т.е. НХМС), защото голяма част от тяхната работа по създаване на продукти с „допълнителна стойност“ (*added value*) за потребителите им се състои в постобработка на тези публични данни (разбира се, те се допълват и от собствени данни или такива от трети страни). Така съвременната публично-частно-академична общност, която съвместно генерира продукти и услуги за разнообразните потребители – от отделните граждани през правителствените и административни органи до бизнес потребителите, е, по необходимост, изключително взаимнообвързана. Това е причината в последните 5 години СМО да работи интензивно по създаването на политики и насоки в помощ на страните членки за ефективни партньорства между тези сектори с взаимна изгода, подпомагане и оптимизиране на ресурсите.

От страна на потребителите, промените също са съществени по отношение на типа информация и начина на достигане на информацията до тях. Прогнози, съдържащи чисто метеорологична информация, често не са достатъчни за бързото и адекватно вземане на решения. Метеорологичните (хидрологични, климатични) параметри трябва да се транслират в бизнес решения и интегрират в системи с нарастваща автоматизация на решенията чрез оптимизация на риска (типичен случай е авиацията, където оперативните центрове на авиокомпаниите интегрират метеорологичната информация с много други типове информация, за да вземат решение за оптималния полетен план; при това се оценяват рискове, например от прелитане в близост до потенциално опасни зони, съчетано с икономически и екологични показатели като икономия на гориво). Особено важни са форматите и начина на достигане на предупрежденията за опасни явления до органите за гражданска защита, които вземат решения в стресови условия, както и до застрашени хора в отдалечени райони с лоша инфраструктура. Използването на социалните медии за доставка на прогнозите и предупрежденията в разбираема форма (например на съответен

език или диалект) вече доведе до значителна ефективност на предупрежденията благодарение на това, че дори и в най-бедните държави броят на потребителите на мобилни и смарт устройства нарастна неимоверно.

Горните аргументи определят някои от най-важните предстоящи задачи в подобряването на оперативното прогнозиране, а именно – иновации при произвеждане и разпространяване на информация за вземане на решения за голям кръг потребители. Това ще изисква по-близко сътрудничество с потребителите, запознаване с техните специфични информационни нужди, системи и алгоритми. Този процес, описван като коразработка или кодизайн на продукти и услуги, ще носи най-голяма добавена стойност и съответно ще генерира по-голям апетит за ВВК услуги. В този разрастващ се пазар на услуги, място ще има и за публичните доставчици (НХМС), и за частните фирми, като състезанието между тях ще генерира повече иновации и качествени услуги.

Неизбежни промени предстоят и в профила на типичните професии в процеса на предоставяне на ИОВВК. С напредването на автоматизацията на наблюденията, професията метеонаблюдател е на изчезване (което за съжаление с времето може да ни лиши от експертизата в детайлното определяне на видовете облаци – трудна задача за автоматичните системи). Много съществени промени се очакват и в необходимите умения и компетенции на най-важната фигура в оперативното прогнозиране – тази на прогнозиста (синоптика, форкастъра). Създаването на физическата прогноза ще се автоматизира напълно с идващите по-детайлни и усъвършенствани модели, прогнозистът едва ли ще може да добавя стойност на база на индивидуални знания и опит, както беше в миналото. Ансамбловите прогностични системи ще генерират вероятностни прогностични продукти с „безшевен“ времеви обхват от минути до дни, седмици и месеци. Постобработката с помощта на AI/ML ще позволява извличането и персонифицирането на продукти за отделни потребители-абонати по определено разписание.

Това не означава, че важноста на човека-прогнозист като част от системата ще намалее, но ролята му ще е доста по-различна. Основните задачи на прогнозиста ще са свързани с интерпретацията на информацията и предаването ѝ до потребителя, с добро разбиране на нуждите и процесите на отделните потребители. Общоприето е, че ролята на прогнозиста в издаването и разпространяването на ранните предупреждения не само че не намалява, а и ще нараства в бъдеще с прехода към импакт ориентирани продукти и с увеличаването на рисковете от екстремни явления, излизащи извън „двете сигми“ на климатичните очаквания (да си спомним, че при някои горещи вълни в последните 3 – 4 години новите температурни рекорди за деня биваха с по 4 – 5 °C над досегашните, докато в миналото това се случваше в рамките

на десети от градуса). Квалификацията и компетенцията на прогнозиста ще продължи да обхваща теоретичните физични основи на времето и климата, но ще трябва да се разшири значително в другите области на земната система; те ще изискват също основни познания за комплекса на ИОВВК, численото моделиране, новите AI/ML методи, заедно с техните ограничения. Съобщаването на вероятностите и неопределеностите в крайните продукти за потребителите е вече ежедневна задача при съвременното съставяне на крайната прогноза на базата на мултимоделни ансамбли. Всички тези изменения в профила на работната характеристика на прогнозиста трябва да навлязат в образованието чрез осъвременяване на програмите на университетските курсове, както и на програмите за обучение и опресняване на знанията в хода на работата.

По отношение на продуктите за масовия потребител те все повече ще се генерират автоматично и разпространяват чрез приложения за смарт мобилни устройства (интересна е еволюцията на основните средства за комуникация до масовата публика – печатните медии вече не са от интерес за прогнозите, макар че по инерция продължават да ги публикуват; радиото и телевизията са все още важни, но с ограничено обновяване; уебсайтът на компютъра е много добър източник при наличие на скоростен интернет и когато сте зад бюрото; така че възможността за бързо обновяване, „пуш“-съобщения за приближаваща опасност и обилната графична информация прави смарт телефона в ръката ви най-непосредствения източник – винаги с вас, с възможност за бързо реагиране според обстановката). Осъзнаването и адаптирането към тези промени е от особена важност за НХМС за да могат да поддържат своята конкурентоспособност и да печелят нови потребители. Проблем за много НХМС е, че те не успяват да наемат и задържат качествени ИТ специалисти, които са дефицитни и високоплатени. Тук отново идва необходимост за коопериране с частния и академичния сектор, които могат да помогнат на НХМС за създаването и поддържането на съвременни приложения, ориентирани към широката публика или специализирани потребители. Тази задача ще бъде улеснена и от възприетата от повечето центрове политика за публичен достъп до информацията, която те произвеждат. В допълнение на това се предоставят, също публично, приложнопрограмни интерфейси (*application programming interface* – API), които помагат за бързо разработване на приложения с използване на публичните данни.

Някои изводи и заключения

Тази статия е опит да се обхване и предаде накратко една изключително широка и динамична област на изследователска и приложна дейност в световен мащаб. Тя се базира на предприетата от СМО инициатива за създаване на „визия

2030“ за най-горещите теми в сферата на отговорност на организацията под формата на серия от „бели книги“. Ползата от това усилие ще се реализира, ако лидерите, изследователите и практиците, ангажирани в комплекса за ИОВВК във всяка страна, се запознаят с въпросната визия и се опитат да използват някои от нейните елементи в подходящ за местните условия обем и начин.

Бъдещото развитие на прогнозирането ще предложи качествено нови възможности за произвеждане и предоставяне на информация, чрез която много от рисковете, свързани с времето и климата, ще бъдат отчетени и интегрирани в множество системи за вземане на решения. Като цяло, това ще води до увеличаване на устойчивостта (*resilience*), но в същото време изменението на климата ще продължи и свързаните неблагоприятни фактори ще се изострят. Така че приносът на ИОВВК ще е много важен като средство за изместване на риска (*offset*) и намаляване на най-тежките последствия и опасности за живота на хората и на икономическите загуби.

В последно време разбирането за зависимостта на практически всички човешки дейности от времето и климата претърпя сериозен напредък. Много сектори на индустрията виждат тази зависимост не само чрез екстремните явления, но и с ежедневната вариация на температурата, валежа, вятъра, слънчевото греене и пр. Тези изменения водят до поведенчески реакции, които, от своя страна, влияят съществено на икономическите показатели в бизнеса като масова търговия, туризъм и т.н. Много съществени връзки се доказват и между времето, климата и здравето на хората. Глобализацията в производството и транспорта на стоки и услуги също изтъкна „чувствителност“, която изисква информирано планиране и вземане на решения с кратко-, средно- и дългосрочна прогностична информация. Всичко това води до засилено търсене на ИОВВК, т.е., до нови възможности за растеж на множеството участници в т.нар. *Global Weather Enterprise*.

Ако горното се възприема като добрата новина, да не забравяме, че има и редица предизвикателства от научен, финансов, технологичен, правен и политически характер, които трябва да бъдат разрешени за да се освободи целият потенциал на това „предприятие“, за да се събднат очакваните ползи за обществото. В този аспект, визията 2030 дава еднозначно заключение, че това ще е възможно само чрез многократно засилено партньорство на национално, регионално и глобално ниво между всички заинтересовани страни от публичния и частния сектор, академичната общност и гражданските форми на участие. Такова общо действие ще е съизмеримо с мащаба на предизвикателствата.

В процеса на подготвяне на тази статия беше публикуван новият доклад на Работна група II към Междуправителствения панел за климатични промени (*Intergovernmental Panel on Climate Change – IPCC*), който е част от шестия

доклад по измененията на климата. Този доклад представя тези изменения в още по-изострен вид в сравнение с предишните. Всичко, което се дискутира по-горе по отношение на рисковете и влиянията на екстремните явления, близостта на много компоненти на земната система до необратимата точка в измененията и необходимостта от драстични координирани действия на всички държави, се потвърждава в този доклад. Това е и повик за действие и на нашето метеорологично, хидрологично и климатологично съдружие да засили усилията и партньорството за намиране отговор на предизвикателствата, в помощ на тези глобални действия.

Литература:

1. Abbe, C. 1901: The physical basis of long-range weather forecasts, *Monthly Weather Review*, 29(12):551–561.
2. BBC News, 2015: The birth of the weather forecast, <https://www.bbc.co.uk/news/magazine-32483678>.
3. Bauer, P., A. Thorpe and G. Brunet, 2015: The quiet revolution of numerical weather prediction. *Nature*, 525(7567):47–55.
4. Bauer, P., Peter D. Dueben, T. Hoefler, T. Quintino, T. C. Schulthess, N. P. Wedi, 2021: The digital revolution of Earth-system science. *Nature Computational Sciences* (forthcoming)
5. Benjamin, S.G., J.M. Brown, G. Brunet, P. Lynch, K. Saito and T.W. Schlatter, 2019: 100 years of progress in forecasting and NWP applications. *Meteorological Monographs*, 59(1):13.1–13.67.
6. Bjerknes, V., 1904: Das Problem der Wettervorhersage, betrachtet vom Standpunkte der Mechanik und der Physik. *Meteorologische Zeitschrift*, 21:1–7.
7. Cassidy, D.C., 1985: *Meteorology in Mannheim: The Palatine Meteorological Society, 1780-1795*; Sudhoffs Archiv, Band 69, Heft 1 (1985); ©Franz Steiner Verlag Wiesbaden GmbH, Stuttgart
8. IPCC, 2022: 6th Assessment Report, Climate Change 2022: Impacts, Adaptation and Vulnerability, Summary for Policy-makers.
9. Lynch, P., 2006: Margules's tendency equation and Richardson's forecast. *Weather*, 58: 186 - 193.
10. Murphy, A., 1993: What is a good forecast? An essay on the nature of goodness in weather forecasting. *Weather and Forecasting*, 8(2):281–293.
11. Palmer, T.N. and B. Stevens, 2019: The scientific challenge of understanding and estimating climate change. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 116(49):24390–24395.
12. Pudykiewicz, J. and G. Brunet, 2009: The first hundred years of numerical weather prediction. In: *Large-Scale Disasters: Prediction, Control, and Mitigation* (M. Gad-El-Hak, ed.). Cambridge, Cambridge University Press.
13. Red Cross EU Office, n.d.: Forecast based financing, <https://redcross.eu/projects/forecast-based-financing>.
14. Strømmer, K. and T.N. Palmer, 2019: Signal and noise in regime systems: A hypothesis on the predictability of the North Atlantic Oscillation. *Quarterly Journal of the Royal Meteorological Society*, 145:147–163.
15. Sutton, R.T., 2019: Climate science needs to take risk assessment much more seriously. *Bulletin of the American Meteorological Society*, 100:1637–1642.
16. Suwa, M., A.-M. Bogdanova, S. Grünigen, D. Kull, C. Ramshorn and T. Frei, 2019: *The Power of Partnership Public and Private Engagement in Hydromet Services: Public and Private Engagement in Hydromet Services*. Washington, DC, International Bank for Reconstruction and Development/ The World Bank.

17. World Meteorological Organization, 2015: *Seamless Prediction of the Earth System: From Minutes to Months* (WMO-No. 1156). Geneva.
18. World Meteorological Organization, 2019a: *Report of High-level Round Table (5–6 June 2019, Palexpo, Geneva): Open Consultative Platform, Partnership and Innovation for the Next Generation of Weather and Climate Intelligence*. Geneva.
- 19 World Meteorological Organization, 2019b: *WMO Strategic Plan 2020–2023* (WMO-No. 1225). Geneva.
20. World Meteorological Organization, 2015: *WMO Guidelines on Multi-Hazard Impact-based Forecast and Warning Services* (WMO-No. 1150). Geneva.
- 21 World Meteorological Organization, 2021: *WMO Open Consultative Platform White Paper #1 - Future of weather and climate forecasting* (WMO-No. 1263). Geneva.

THE FUTURE OF WEATHER AND CLIMATE FORECASTS

part two

Dimitar Ivanov

There has been steady improvement of the quality of the weather forecast and climate projections over the last decades. This was due to the improvements of the numerical models towards a more realistic representation of the atmospheric processes and their coupling with the processes in the oceans and other elements of the Earth system. The advances in the information technology and the utilization of more and more powerful computer systems by the leading forecasting centres also stimulated the progress in the numerical modeling and forecasting, which in turn, helped in the production of more accurate and user-oriented forecasting products and services by the operational forecasting centres in all countries.

Based on these successes, the article presents a vision for the future advances in the field of weather and climate forecasting in the 2030s. The objective is to highlight observed trends, as well as expected challenges and opportunities which will determine the expected improvements in both numerical modelling and the operational forecasting. The article is widely based on the White Paper, entitled „Future of Weather and Climate Forecasting“ published by the World Meteorological Organization (WMO) in 2021 and provides an opportunity for the Bulgarian audience to familiarize with the global trends and plans which could be downscaled to the local circumstances to enable a rapid progress in the weather and climate services in the country.



КЛОН КОСМОС КЪМ
СЪЮЗА НА ФИЗИЦИТЕ В БЪЛГАРИЯ
ОРГАНИЗИРА

3-ТИ НАЦИОНАЛЕН ФОРУМ ЗА СЪВРЕМЕННИ КОСМИЧЕСКИ ИЗСЛЕДВАНИЯ

Инкубатор, зала "The Venue", София Тех Парк

10 - 12 НОЕМВРИ 2022 Г.

- Бизнес и Космос
- Наука и Космос
- Образование и Космос

<https://bulgarianspace.online/en/nafski2022/>



ЗА КАКВО СЕ ПРИСЪЖДА *IG NOBEL PRIZE*: ДА СЕ ПОСМЕЕМ И ДА СЕ ЗАМИСЛИМ

Сашка Александрова



„The Stinker“, логото на
Ig Nobel наградите

Ig Nobel наградите се присъждат всяка година в средата на септември, малко преди да се обявяват получателите на истинските Нобелови награди. Според Комитета за присъждане на *Ig Nobel*, наградите са за „изследвания, които карат хората да се смеят и след това да се замислят“. Те се дават за десет постижения в десет различни категории.

Тези награди в никакъв случай не са пародия на Нобеловите награди, не осмиват науката и не целят да обидят авторите. Присъждат се за реални и сериозни изследвания, публикувани в рецензирани научни списания, и само показват, че научните изследвания могат да имат необичайна, комична и понякога абсурдна страна.

Както казва Марк Ейбрахамс (*Marc Abrahams*), редактор на списанието *Annals of Improbable Research*, което организира *Ig Nobel*, „наградите имат за цел да отпразнуват необичайното, да почетат въображението и да стимулират интереса на хората към науката, медицината и технологиите“.

След година и половина на глобална пандемия, когато изследванията бяха от решаващо значение и за всички стана ясно, че науката е много сериозна дейност, *Ig Nobel* наградите бяха възприети като стъпка към нормалния начин на живот.

Церемонията по връчването на *Ig Nobel*, която обикновено се провежда в *Sanders Theatre* на Харвардския университет в началото на септември всяка година, през последните две години се проведе онлайн поради Ковид-пандемията.



Марк Ейбрахамс, водещ церемонията по връчването на наградите

Всяка година за наградите *Ig Nobel* се определя тема. Миналата година беше „Инженерство“. Съответно наградите, костюмите, аксесоарите и шоуто в церемонията са избрани така, че да отговарят на темата.

Връчването на наградите на 31-вата церемония се състоя онлайн в интернет

на 9 септември 2021 г. Празненствата традиционно започват с хвърляне на хартиени самолети. Когато церемонията се провеждаше в театър, присъстващите носеха хартия, която сгъваха, и хвърляха самолетите на сцената. Някои от тях биваха хвърлени обратно в публиката от хората на сцената. Този път самолетите летяха във видеоклипове, изпратени от около четиридесет страни. До церемонията имената на победителите се пазят в тайна. Наградите на победителите, този път учени от 24 държави, бяха „виртуално“ връчени от действителни Нобелови победители от предишни години, сред които лауреатите по физика Карл Уиман (*Carl Weiman*) и Ерик Корнел (*Eric Cornell*) за 2001 г. и Джеръм Фридман (*Jerome Friedman*) за 1990 г.

Церемонията включваше премиера на миниопера „Мост между хората“, представена от оперни певци и учени.

Както всяка година бяха представени лекциите 24/7, на които поканени видни учени споделят свои мисли. Всеки от тях разказва своята тема два пъти, отначало като пълно описание за 24 секунди и след това ясно кратко резюме от 7 думи, което всеки да може да разбере.



Проф. Франсоаз Брошар на фона на плакат на комикса „Бабар на меката планета“

Ето 24-секундната лекция на Франсоаз Брошар (*Françoise Brochard*), професор по теория на меката материя в Института Кюри, Париж, на тема „Меката материя“.

„Мътилката „мека материя“ беше въведена в комикса „Бабар на меката планета“ и изобретена от лауреата на Нобелова награда Жил дьо Жен, описвайки сложни форми на материя, като течни кристали, полимери и адхезия. „Колкото по-меко, толкова по-лепкаво“, каза Бабар, когато

загуби залепналата си обувка. Меката материя е науката за всекидневния живот“.

Резюмето от седем думи гласи: „Вие всички сте направени от мека материя“.

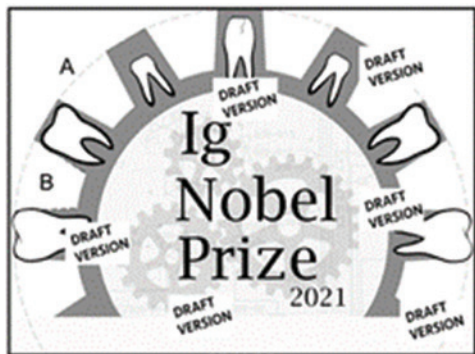


Банкнотата от 10 трилиона долара от Зимбабве

Наградата на *Ig Nobel prize* 2021 включва копие на банкнота от 10 трилиона долара от Зимбабве и хартиена фигура на зъбно колело с изображение на човешки зъби върху зъбците. Оригиналите на тези банкноти вече са излезли от обръщение и имат само колекционерска стойност. Дори през периода на обръщение те са могли да бъдат обменени само за няколко щатски

долара.

Лауреатите трябваше сами да отпечатаат и изработят наградата, за което предварително са получили pdf файл със съответните изображения и инструкция за сглобяването на триизмерното зъбно колело.



Зъбното колело – наградата за 2021 г.

Както и Нобеловите лауреати, носителите на Ig-наградата представят лекции, в които „те обясняват, ако могат, какво са направили и защо“. Обикновено лекциите се провеждат в Масачузетския технологичен институт (MIT) два дни след церемонията по връчването на *Ig Nobel*. Поради пандемията те бяха представени само онлайн, по една на ден в седмиците след церемонията и могат да се видят на уеб сайта на *Improbable Research* (<http://www.improbable.com.wpcomstaging.com>) и в YouTube.



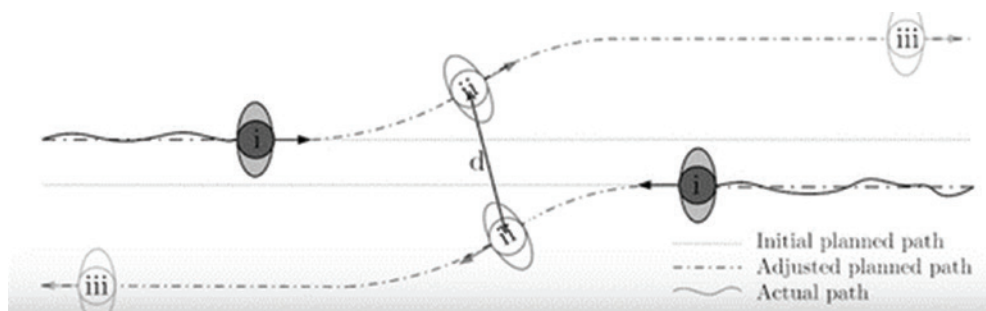
Движение на пешеходци и
техните траектории;
Dmytro/stock.adobe.com

Този път две от наградите бяха присъдени на физици, изучаващи динамиката на движението на пешеходци в тълпа. Наградите за физика и кинетика бяха присъдени за две противоположни проучвания, които изследваха как пешеходците по оживени улици постоянно избягват да се блъскат един с друг и защо понякога не успяват в това начинание и все пак се сблъскват. Това показва нарастващия интерес сред физиците към изследването на

основните „сили“, които контролират поведението на тълпата.

Наградата по физика получиха Алесандро Корбета (*Alessandro Corbetta*), Джаспър Мюзен (*Jasper Meeusen*), Чънг-мин Ли (*Chung-min Lee*), Роберто Бензи (*Roberto Benzi*) и Федерико Тоски (*Federico Toschi*) от Технологичния университет в Айндохвен (*Eindhoven University of Technology, the Netherlands*), за изследването „Защо пешеходците не се блъскат постоянно“.

Авторите моделират движението на пешеходците в оживени пътища, като приемат, че те се ръководят от „социални“ взаимодействия, като избягване на „зоните на комфорт“ на други пешеходци. За да характеризират точно подобни взаимодействия, те използват най-съвременна система за проследяване, за да съберат данни за пет милиона индивидуални траектории на пешеходци на гарата в Айндховен за период от шест месеца. Екипът избира събития с двама души, движещи се в противоположни посоки. Резултатите показват, че всеки път, когато планираните пешеходни маршрути са в рамките на 1,4 m, двамата пешеходци адаптират траекториите си, така че да се отдалечат един от друг. Въз основа на наблюденията екипът разработва модел за избягване на сблъсък, който включва както взаимодействие на далечни разстояния (базирано на зрението), така и взаимодействие на къси разстояния (избягване на непосредствен контакт). Изводът от проведените експерименти е, че хората могат да предвидят движението на другите хора. Резултатите могат да помогнат на архитекти и инженери при проектиране на пътеки за по-гладко и по-безопасно движение.

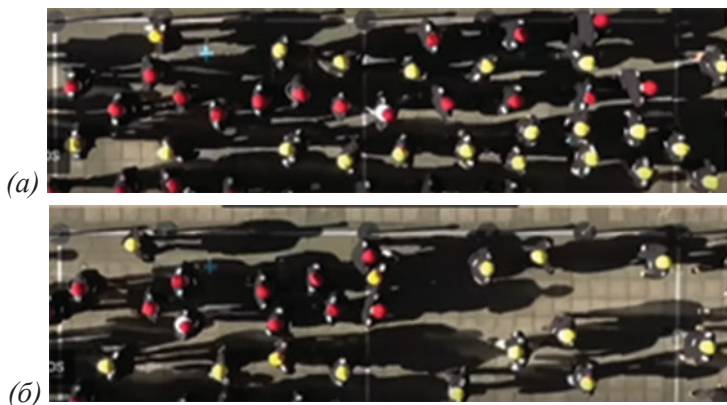


Двама пешеходци, движещи се един срещу друг

Ig Nobel Prize 2021 за кинетика получиша Хисаши Мураками (*Hisashi Murakami*), Клаудио Фелисиани (*Claudio Feliciani*), Юта Нишияма (*Yuta Nishiyama*) и Кацухиро Нишинари (*Katsuhiro Nishinari*) от Технологичния институт в Киото (*Kyoto Institute of Technology, Japan*), за „Изследване защо пешеходците понякога се блъскат един в друг при движение в тълпа“. Отговорът е, че хората се разсейват, най-често от мобилните си телефони, и не могат да предвидят движението на други хора. Екипът провежда експеримент, като наблюдава две групи от по 27 студенти, които се приближават една към друга от противоположни посоки.

Когато двете групи се движат при нормални условия, пешеходците спонтанно образуват ленти за всяка посока, вероятно поради взаимното очакване на индивидите за движението, и се разминават плавно. Но когато трима членове от едната група са инструктирани да използват своите смартфони, докато вървят, те се разсейват. Разсеяните пешеходци влошават способността на другите да

предвидят движението на тълпата. Като резултат всички пешеходци се движат припряно, за да избегнат сблъсък, което води до забавяне на движението и прекъсване на лентите. Мураками и неговият екип правят заключение, че рискът от сблъсък се увеличава, когато пешеходците не са в състояние да предвидят действията на другите. Резултатите са от значение за различни области на човешката дейност, като управление на трафика, изследвания за вземане на решения и динамика на тълпата.



Движение на две групи, идващи от противоположни посоки (а) самоорганизация на движението в ленти (б) движение при наличие на разсеяни пешеходци

Какво предизвиква толкова голям интерес към динамиката на пешеходците? „Битува представата, че човешкото поведение не е предвидимо“, каза Федерико Тоски, един от лауреатите по физика. Според него статистическото поведение на голям ансамбъл от индивиди може да се предвиди. Например учените могат да измерят колко бързо хората вървят средно в добре осветен коридор или навън в дъжда. След това данните могат да се използват при проектиране на гари, футболни стадиони, посещения в музеи и други градски среди, така че да се избегне пренаселеността.

Церемонията беше закрыта с традиционните думи: „Ако тази вечер не сте спечелили *Ig Nobel* награда, и особено, ако сте спечелили, повече късмет през следващата година“.

В интервю след получаването на наградата лауреатът Алесандро Корбета се пошегува, че наградата *Ig Nobel* е възможност хората да осъзнаят, че физиката не е само изучаване на частици и планети.

„Винаги изпитвам малко срам, когато чуя за *Ig Nobel* наградата, защото винаги съм по-развълнуван да чуя кой я е спечелил, отколкото обикновената Нобелова награда“, пише в коментарите зрител на церемонията.

Следващата, 32-ра церемония по връчването на годишните *Ig Nobel* награди ще се състои на 15 септември 2022 г.

Пояснения

Името на наградата *Ig Nobel* е игра на думи с „*ignoble*“, което означава „неблагороден“ и *Nobel Prize*.

Логото на *Ig Nobel* е алюзия на „Мислителят“ на Огюст Роден, изобразяващ прочутата статуя, съборена от пиедестала си, преименувана от „*The Thinker*“ на „*The Stinker*“ (Миризливецът), и също е игра на думи.

„Бабар на меката планета“ е серия от комикс за приключенията на слончето Бабар, в която то е отвлечено на чужда планета.

Литература

<https://improbable.com/ig/about-the-ig-nobel-prizes/>

<https://improbable.com/ig/2021-ceremony/>

<https://www.youtube.com/watch?v=8Mpa-AgnMsg>

<https://physics.aps.org/articles/v14/128>

A. Corbetta, J. A. Meeusen, Chung-min Lee, R. Benzi, F. Toschi, (14 December). "Physics-based modeling and data representation of pairwise interactions among pedestrians", *Physical Review E* 98 062310 (2018); arXiv:1808.02466.

H. Murakami, C. Feliciani, Y. Nishiyama, K. Nishinari, "Mutual anticipation can contribute to self-organization in human crowds". *Science Advances*. 7 eabe7758 (2021).

WHAT IS THE IG NOBEL PRIZE AWARDED FOR: TO LAUGH AND THINK

Sashka Alexandrova

The Ig Nobel Prize is awarded to research that makes people laugh and then think. Last year two teams of physicists won the prize – for physics and for kinetics – for conducting experiments and modeling to explain why pedestrians do not constantly collide with other pedestrians and sometimes do not avoid collisions while walking.

Фотоконкурсът се осъществява с финансовата подкрепа
на фондация „Еврика“



НАЦИОНАЛЕН ФОТОКОНКУРС ЗА УЧЕНИЦИ И СТУДЕНТИ „ФИЗИКА И КЛИМАТ“

Милка Джиджова

Конкурсът е част от Младежката научна сесия: „Физика, околна среда и климатични промени“, организирана съвместно с фондация „Еврика“. Сесията се проведе в рамките на Юбилейната 50-та Национална конференция по въпросите на обучението по физика на тема „Климатичните промени и образованието по физика“, организирана от Съюза на физиците в България и Министерството на образованието и науката.

Конкурсът има за цел да провокира участниците да наблюдават, заснемат и споделят определен елемент на климата (валеж, облачност, мъгла, вятър, температура на въздуха, атмосферно налягане, влажност на въздуха) и да направят неговото физично описание. С обявяване на конкурса бяха определени и критериите за оценка:

- представяне на климатичния елемент и неговото физично описание;
- художествена стойност на фотографията.

Във фотоконкурса взеха активно участие ученици и студенти от цялата страна.

Прави впечатление големият интерес на учениците към темата на конкурса. За участие са получени фотографии от 31 средни училища от 24 населени места и от 4 висши училища. Всички получени фотографии могат да бъдат видени на Фейсбук страницата на конкурса (Физика и климат – национален фотоконкурс за ученици и студенти).

Конкурсните работи бяха оценени от компетентно жури в състав: проф. д.т.н. Сашка Александрова – преподавател по физика в Техническия университет София, доц. д-р Нели Димитрова – експерт в Департамента за информация и усъвършенстване на учители към Софийския университет, Венцислав Петров – експерт в област фотография, преподавател в НБУ.

Резултатите от конкурса са публикувани на 24 май на сайта на Съюза на физиците в България: <http://upb.phys.uni-sofia.bg/coming/index.html>.

Отличените фотографии бяха представени на фотоизложби по време на:

- 50-ата Национална конференция по въпросите на обучението по физика (2 – 5 юни 2020 г., гр. Варна).

- Заключителната среща за връчване на отличията (сертификати, дипломи и плакети) на участниците във фотоконкурса (20 юни 2022 г., София).

Редакционната колегия на „Светът на физиката поздравява наградените и благодари на всички участници. В следващите броеве ще публикуваме и други снимки от конкурса.

Очакваме ви на следващото издание на фотоконкурса.



Каменни гъби – Специална награда за снимка и описание на природни феномени – продукт от климатични въздействия. Автор: **Андрей Конов**, 8 клас, НПМГ „Акад. Л. Чакалов“, гр. София



Двойно слънце – Първо място в класирането по художествена стойност. Автор: **Христо Иванов**, 11 клас, НГПИ „Св. Лука“, гр. София

ИНСТИТУТЪТ ПО ЕЛЕКТРОНИКА КЪМ БАН ВРЪЧИ ГОДИШНАТА НАГРАДА НА ИМЕТО НА АКАДЕМИК ЕМИЛ ДЖАКОВ В КОНКУРСА ЗА НАЙ-ДОБРА НАУЧНА ПУБЛИКАЦИЯ ПРЕЗ 2021 Г.



Наградата на името на създателя на Института по електроника – академик Емил Джаков, в традиционния конкурс за най-добра научна публикация през 2021 г. в областта на радиофизиката, физичната и квантовата електроника бе връчена на колектив от учени от лаборатория „Физични технологии“. Научният съвет на Института награди серия от публикации на тема „Повърхнинна обработка на метали и сплави за приложения в съвременната биомедицина“ с автори гл. ас. Мария Орманова, доц. д-р Стефан Вълков, Димитър Дечев, Николай Иванов, д-р Станислава Рабаджийска, доц. д-р Мария Николова и проф. д.фз.н. Петър Петров.

1. Valkov, S.; Dechev, D.; Ivanov, N.; Bezdushnyi, R.; Ormanova, M.; Petrov, P.; Influence of Beam Power on Young's Modulus and Friction Coefficient of Ti-Ta Alloys Formed by Electron-Beam Surface Alloying, *Metals* 11 (2021) 1246.
2. Valkov, S.; Parshorov, S.; Andreeva, A.; Rabadzhyska, S.; Nikolova, M.; Bezdushnyi, R.; Petrov, P.; Influence of beam power on the surface architecture and corrosion behavior of electron-beam treated Co-Cr-Mo alloys, *Nuclear Instruments and Methods in Physics Research Section B: Beam Interactions with Materials and Atoms* 494-495 (2021) 46-52.
3. Nikolova, M.; Ormanova, M.; Nikolova, V.; Apostolova, M.D.; Electrochemical, Tribological and Biocompatible Performance of Electron Beam Modified and Coated Ti6Al4V Alloy, *Int. J. Mol. Sci.* 22 (2021) 6369.

Наградената научна тема, отразена в серията публикации на колектива, представя значимите резултати от изследвания, постигнати с предложението от тях нов подход в обработката на биомедицински материали. Отличеният екип от изследователи, в който много успешно се включиха млади колеги, е фокусирали научните си търсения върху разработването на нови материали за

нуждите на съвременната биомедицина, които да са съвместими с човешкия организъм, устойчиви на износване и корозия. Тези съвременни методи и техники за модификация на повърхностната структура и свойства на биомедицинските материали са изключително актуални и активно използвани от учените по света. Екипът от учени от ИЕ – БАН е постигнал значителен принос в модифицирането на структурата и свойствата на повърхността на редица материали, които активно се използват за направата на импланти. Изследователите са представили адаптирани, иновативни и обогатени методи, базирани на електронни и йонни технологии за повърхнинна обработка на съвременни биомедицински материали. В разработките си те успешно доказват възможността за изключително прецизен и ефективен контрол на структурата и свойствата на повърхността, което води до значително подобряване на експлоатационните характеристики на материалите. Научните резултати, получени в рамките на тази тема, имат потенциал да бъдат въведени директно в практиката, което би довело до значително повишаване на качеството на човешкия живот. Това е неоспорим и актуален принос на научните разработки на изследователите от Института по електроника. Постигнатите и анализирани научни резултати от насочените им изследвания са публикувани в утвърдени и престижни международни научни списания, което е атестат за качеството на научноизследователската работа в Института по електроника към БАН.



*Отляво надясно: доц. д-р Стефан Вълков, инж. Чавдар Георгиев, ас. д-р
Станислава Рабаджийска, инж. Николай Иванов, гл. ас. д-р Мария Орманова,
инж. Димитър Дечев*

Награденият екип от учени със своите научни постижения успява да докаже осъзнатата от академик Джаков, още при създаването на ИЕ – БАН, значимост на физичната и приложната електроника.

Пожелаваме на колегите успехи в бъдещите им изследвания!

АНТАРКТИДА И МЯСТОТО НА БЪЛГАРИЯ В НЕЯ

Борислав Александров

В статията се разглежда мястото на България в световната антарктическа мисия и изследванията на Антарктида. Мнозина от сънародниците ни едва ли са запознати с факта, че България дели равноправно място на световната антарктическа сцена с велики сили като САЩ, Русия, Китай, Германия, Франция, Великобритания, Австралия и други. Накратко е коментиран Антарктическият договор и историята на Българската антарктическа база (БАБ).

Една история:

... Следната история се описва като истинска. При завръщането си от шестата си полярна експедиция, в която на 6.04.1909 г. се достига за първи път Северния полюс, Робърт Пири, офицер от Американския флот, изпраща следната телеграма на тогавашния президент на САЩ – Уилям Тафт: „...Г-н президент, имам честта да предоставя Северния полюс на Ваше разположение“. На този символичен жест президентът отговаря: „Благодаря Ви за щедрия подарък, но не знам какво да правя с него“. Изминали са само 110 години оттогава, а дали сега някой би отговорил така?

Българската антарктическа база „Св. Климент Охридски“



Фигура 1. Остров Ливингстън в архипелага Южни Шетландски острови, Антарктика

България заема едно вече утвърдено място в антарктическото семейство, заедно с най-развитите и мощни икономически и военни гиганти на света. Макар и за много кратко време, от тридесет години, страната ни е равноправен участник в антарктическите отношения. През 1988 г. са положени основите на Българската антарктическа база (БАБ), но за пет години дейността там прекъсва, до 1993 г., когато съоръженията са обновени. Мястото е в Южния залив на о-в Ливингстън, в архипелага Южни Шетландски острови, Западна Антарктика

(Фигура 1). На Базата се дава името „Св. Климент Охридски“ (Фигура 2) и се утвърждава със специален Указ на президента Желю Желев [1]. От 1995 г. на Базата функционира действителен пощенски клон 1090 на „Български пощи“ ЕАД. Три години по-късно в употреба влиза нова сграда със закрыта площ от

над 60 кв. м, със спални помещения и медицински кабинет.



Фигура 2. Българската антарктическа база „Св. Климент Охридски“

През 2003 г. е построена първата православна постройка в Антарктида – параклиът „Св. Йоан Рилски“, а пет години по-късно, през 2009 г., са построени двете нови сгради, където понастоящем са разположени научната лаборатория, медицинският кабинет и спални помещения. Първата българска постройка, известна като „Куцото куче“, беше официално докумен-

тирана като първи действащ музей в Антарктида през 2015 г. В днешни дни базата може да приеме 22 души при нормални условия за работа.

Българският антарктически институт е Национален оператор на българските дейности в Антарктида и организатор на експедициите, като заедно с това поддържа Българската антарктическа база на о-в Ливингстън. Националната антарктическа програма се финансира от Министерството на образованието и науката и частично от Министерството на околната среда и водите. Антарктическите дейности на България са под егидата на Президента на Републиката.

Много важна е логистичната подкрепа на полярните институции на няколко големи страни – Испания, Бразилия, Чили и Аржентина. Съответно в Българската база са работили съвместно с българите учени от много държави: Испания, Португалия, Германия, Южна Корея, Япония, Аржентина, Чили, САЩ, Канада, Монголия, Турция, Люксембург, Северна Македония, Колумбия, Русия, Беларус – 16 държави от цял свят, като може да се каже, че в най-тясно сътрудничество са българската и испанската полярни програми. Двете бази, „Св. Климент Охридски“ и испанската „Хуан Карлос I“, са разположени в съседство на о-в Ливингстън.

Основните приоритети на българските антарктически експедиции са насочени към изследвания в областта на геологията, биологията, геодезията, океанологията, геофизиката, глациологията, ботаниката, метеорологията, зообиологията, картографията, екологията и медицината. Направени са няколко топографски карти на района на БАБ: на скалните разкрития Пико Мурес, Серо Миrador и Пико Напие в едри мащаби, за нуждите на различните специалисти в експедициите. Голямо внимание се отделя на актуалния проблем с глобалните климатични промени, като се постави началото на проследяване динамиката

на морското ниво и състава на хидросредата като количествено изражение на глобалното затопляне на климата. Беше монтирана мареографна станция, която записа данни от първото си зимуване в Южния залив.

Досега са приключили успешно 30 национални антарктически експедиции, в които българските учени могат да се гордеят със сериозни постижения в науката и практиката. Част от тях са обобщени в монографиите: „Български антарктически изследвания – синтез“ с автори проф. Х. Пимпирев и проф. Н. Чипев, издадена през 2015 г., и „Геодезическата теория и практика в българските антарктически експедиции“ с автор доц. Б. Александров, издадена през януари 2022 г., както и в многобройни публикации в различни български и чуждестранни издания. Базата е посещавана веднъж от български президент – Георги Първанов, през януари 2005 г., както и от много чуждестранни учени, специалисти, известни имена от културата и изкуството в целия свят.

Антарктическият договор

Основният Антарктически договор е подписан на **1 декември 1959 г.**, първоначално от **12-те държави, участвали в Международната година на геофизиката (1957 - 1958) в Антарктика**



Фигура 3. Първите 12 държави, подписали Антарктическият договор

Антарктическият договор е подписан на 1 декември 1959 г., във Вашингтон от дванадесет държави (Фигура 3), участвали в Международната геофизична година (1957 – 58) в Антарктика – Аржентина, Австралия, Белгия, Франция, Япония, Съветския съюз, Великобритания, САЩ, Нова Зеландия, Норвегия, ЮАР, Чили [1]. В сила е от 23 юни 1961 г. Според него Антарктида не принадлежи на никого и трябва да се използва само за мирни и научни цели. След тези държави се присъединяват и други, а от 1978 г. – и България. Досега страните, подписали договора, са 53, но само 29 от тях, включително България, имат право да участват във вземането на решения на тези срещи. На останалите им е разрешено да присъстват. Участниците по вземането на решения са наречени

консултативни страни и в допълнение към първоначалните 12 членки са добавени още 17 държави, които са демонстрирали интереса си в Антарктика чрез извършването на важна научна дейност там.

Подписаният договор разглежда Антарктика като научен резерват и установява свобода на научните проучвания, като забранява военна дейност на този континент. За целите на договора Антарктика се определя като цялата земна площ и ледения шелф на юг от 60-ия паралел. Договорът забранява военната дейност, ядрените опити, добив на полезни изкопаеми и друго нарушаване природните дадености на Антарктика. Тук следва едно важно уточнение – районът е напълно демилитаризиран, но се използва доста военна логистика, все пак се счита, че по цял свят военната техника и технологии са най-развити, а за Антарктика това е съществено. Така българските експедиции разчитат изцяло на военновъздушните сили на Бразилия, Чили, Аржентина с техните самолети С-130 Херкулес, на военноморските кораби на Испания (най-много използваният от нас военен океанографски кораб „Хесперидес“, и корабът „Лас Палмас“), чилийските („Ари Ронжел“ и „Карпук“), аржентинските военни кораби, и рядко – други плавателни съдове или авиация, използвани за цивилни цели. Страните по Договора имат право на свободен достъп и преминаване до всеки район и всяка антарктическа база, което позволява извършването на взаимни инспекции.

Основните решения по Договора се вземат веднъж годишно на консултативни срещи в някоя от страните членки. Страните членки имат ангажимент да осигурят включване на решенията от срещите в националното си законодателство. Такава среща се проведе в София през лятото на 2015 г.

Нито една страна не упражнява ефективни териториални права върху обособена територия от Антарктида, като и законите са от съответното законодателство. Например нашата база не е българска територия в истинския смисъл на думата, но както на българската територия, всички се подчиняват на българското законодателство. Това довежда понякога до сложни ситуации – пътувайки до Българската база напускаме границите на България и влизаме в друга територия, но пак с наше законодателство.

Антарктическият договор е особена форма на управление, почти не действаща в геополитическата реалност сега и все пак съществуваща вече 60 години, независимо от примерите на човешката цивилизация до днешни дни. Надеждата на разумното човечество е той да продължи да съхранява непокътнат най-големия и безценен резерват на Земята – Антарктида.

Изследователските бази в Антарктида

Изследователските бази в Антарктика са душата на континента. Интересно

е да се разгледа следната таблица (Таблица 1). Тя е извадка от Католага на COMNAP (*The Council of Managers of National Antarctic Programs*) за антарктическите бази за 2019 г. [2]. В каталога са описани всичките 76 действащи към момента бази на Ледения континент, 40 целогодишни и 36 сезонни, като освен снимков материал са описани основните им характеристики и капацитет.

Държава	Бази в Антарктика	Годишни	Сезонни
Аржентина	13	6	7
Русия	10	5	5
Чили	9	3	6
Китай	4	2	2
САЩ, Австралия	3	3	0
Великобритания	3	2	1
Германия	3	1	2
Испания	3	0	3
Франция, Индия, Южна Корея	2	2	0
Уругвай	2	1	1
Бразилия, Нова Зеландия, Норвегия, Полша, Украйна, Холандия, ЮАР, Япония	1	1	0
БЪЛГАРИЯ , Белгия, Беларус, Еквадор, Италия, Перу, Финландия, Чехия, Швеция	1	0	1
ОБЩО:	76	40	36

Таблица 1. Антарктическите бази според COMNAP Antarctic catalogue

Най-общата категоризация на базите е тяхната организация – годишна или сезонна. Първите са по-големи, по-осигурени станции, които поддържат живот в тях и изследователска работа през цялата година, като част от хората прекарват там и шестмесечната полярна зима. За тези бази се изисква наистина сериозна логистика, голям финансов ресурс и неслучайно за този огромен континент, по-голям от 14 млн. кв. км, има само 40 такива. Другите се наричат сезонни и функционират през астралното лято, обикновено се разконсервират през ноември и се зазимават най-късно през април, когато настъпва тъмната и по-студена част от годината в южното полукълбо. Основен критерий за сравнение между полярните станции са техните закрити площи, логистични помещения, научни лаборатории и възможност за поемане на определен брой хора. Съществуват огромни станции, наподобяващи големи градове, с пътна мрежа, транспорт и сериозен сграден фонд, например американската база „МакМърдо“, която представлява над 45 000 кв. м закрыта площ, от които

научни лаборатории над 5000 кв. м и логистични помещения почти 8000 кв. м, с медицински кабинети 450 кв. м. Ако го сравним с ежедневието в града, това са около 500 апартамента, но построени на почти 78° южна ширина! Тази база може да приеме нормално 1200 души едновременно. За сравнение българската база разполага с около 300 кв. м закрыта площ (лаборатории 20 – кв. м и логистика – 60 кв. м) и възможност за едновременно приемане на 22 души.

Първото, което прави впечатление в таблицата е, че водещото място не е на известните най-силни държави, а е на Аржентина, с 13 бази, от които 6 целогодишни. Това е показателно за отношението на самата държава към каузата Антарктида. Все пак близостта на Аржентина и Чили допринася да бъдат със самочувствието на домакини в района. Големите сили като Русия и САЩ са представени съответно с 10 и 3 бази, но разликата в числата не е показателна на пръв поглед, тъй като САЩ стопанисват най-голямата антарктическа база, за която се спомена по-горе, както и базата „Амундсен-Скот“ на самия Южен полюс. Освен това, по отношение на целогодишните бази имат сравнително равен брой, а американците не поддържат сезонни бази. Тук е и Китай с 4 станции, две от които целогодишни. След тях с по 3 бази са отново държави с огромни възможности – Австралия, Великобритания и Германия, а държавите с по две бази са Франция, Индия, Уругвай и Южна Корея.

Страните, които поддържат една база, където попада и Република България, са 17 от цял свят. Независимо че 9 от тях поддържат целогодишна база, все пак България се нарежда по брой изградени бази на 14-то място в света. Страните, които са като нас, с една сезонна база, са Белгия, Беларус, Еквадор, Италия, Перу, Финландия, Чехия и Швеция. Така ние сме в една общност от само 29 държави от целия свят, повечето от които се определят като икономически и политически гиганти.

Заклучение

През изминалите 30 години работа на българските учени сред Белия континент се доказва какъв е потенциалът на родната наука, колко полезно е присъствието ни на световната научна сцена и как са оценени по достойнство те в много различни международни проекти. Всички ентусиасти в науката и приключенията, които са дали своя принос за развитие на българската наука и практика в тежките условия на Антарктика, са част от утвърдените специалисти, допринесли за опознаването на най-суровия континент на Земята и развитието на човешкото познание за планетата ни.

Литература:

[1] Български антарктически институт – <https://bai-bg.weebly.com>

[2] COMNAP Antarctic catalogue, 2019



ЕВРОПЕЙСКА НОЩ НА УЧЕНИТЕ 2022

София, Пловдив, Русе, Бургас, Стара Загора, Хасково, Ямбол, Габрово, Силистра,
Видин, Разград и Тараклия (Молдова),

30 септември 2022 г.

През последните години особено внимание в Европейския съюз се обръща на науката и иновациите като основни двигатели на обществото на знания. От 2006 г. досега ежегодно се финансира организирането на Европейска нощ на учените в цяла Европа, регулярно събитие, даващо възможност на учените да представят своите постижения пред широката общественост.

В България Европейската нощ на учените 2022 се осъществява по проект K-TRIO, финансиран от Европейския съюз по дейностите „Мария Склодовска Кюри“ на програма „Хоризонт Европа“, и с подкрепата на екипа на Центъра за върхови постижения в областта на информационните и комуникационни технологии УНИТе, финансиран от Европейския фонд за регионално развитие чрез ОП „Наука и образование за интелигентен растеж“ 2014 – 2020.

Целта на проекта K-TRIO съвпада с целта на Европейската нощ на учените: „да приближим учените до широката общественост и да увеличим осведомеността за научните и иновационни дейности върху ежедневието на хората, което от своя страна да привлече младите хора към научна кариера“. Проектът се реализира от консорциум с координатор СУ „Св. Климент Охридски“, а СФБ е сред асоциираните партньори.

През 2022 г. мотото на проекта е „**Науката променя начините на живот**“. Разнообразната научна програма включва демонстрационни, творчески и забавни прояви за представяне на постиженията на български учени и колективи по проекти, финансирани от ЕС; филми за изследователи и научни открития; неформални срещи на чаша кафе; дискусии; работилници; забавни демонстрации в Кабинети по любопитство, специална програма за деца и т.н. Много от инициативите са посветени на младите хора и на Международната година на фундаменталните науки за устойчиво развитие.

Информация, резултати от конкурси, снимки, рисунки, произведения на учени и др. ще бъдат публикувани на интернет страницата на K-TRIO: <https://night.nauka.bg/> и на официалната му Facebook страница: <https://www.facebook.com/ktrioproject/>, както и на сайтовете на участниците в проекта.

Проект BG05M2OP001-1.001-0004 финансиран от Оперативна програма „Наука и образование за интелигентен растеж“, съфинансирана от Европейския съюз чрез Европейските структурни и инвестиционни фондове.

ЕВРОПЕЙСКИЯТ ФЕСТИВАЛ „НАУКА НА СЦЕНАТА“ 2022 г. и УЧАСТИЕТО НА БЪЛГАРСКАТА ДЕЛЕГАЦИЯ В НЕГО

Ана Георгиева

председател на Националния управителен съвет на
„Наука на сцената – България“

С огромно удоволствие участниците от България в 12-ия Европейски фестивал в Прага споделят впечатленията си, натрупания нов опит и създадените нови контакти по време на събитието. На него те имаха възможността да се фокусират върху откриването, споделянето и разширяването на представените добри практики и да оценят собствените си постижения на фона на постигнатото в цяла Европа. Те високо оценяват и възможността да споделят с колегите си тук наученото и видяното и да се опитат да го приложат в бъдещата си дейност.

1. Европейският фестивал на науката на сцената 2022 г.



Домакин на 12-ия Европейски фестивал „Наука на сцената“ беше *Elixir do škol* с основната подкрепа на Община Прага, фондация *Česká spořitelna* и фондация JABLOTRON, в сътрудничество с „Наука на сцената – Европа“ и „Наука на сцената – Чехия“.

Фестивалът беше под патронажа на Мария Габриел, Еврокомисар за иновациите, научните изследвания, културата, образованието и младежта, и беше одобрен от Чешкото министерство на образованието. За повече информация за събитието вижте: www.sons2022.eu.

От 24 до 27 март 2022 г. около 350 учители от над 30 държави се събраха на най-големия Европейски образователен панаир за STEM учители в *Clarion Congress Hotel Prague*. Те представиха своите иновативни концепции за преподаване на **панаир**, в **работилници** и **на сцена** пред колеги с подобни ценности и работеха в мрежа отвъд границите на своите страни. Това бяха четири дни, пълни с вълнуващи дискусии, страхотни идеи и прекрасни преживявания.

Еврокомисарят Мария Габриел откри събитието и похвали учителите: „Преподавателите по природни науки играят ключова роля в сърцето на нашите

образователни системи. От нещо абстрактно те създават лично разбиране и променят начина, по който живеем. Вашата мисия е от първостепенно значение“.

Следващият Европейски фестивал *Science on Stage* ще се проведе в Торку, Финландия. Платформата „Наука на сцената – Европа“ (*Science on Stage – Europe*, /SonS-EU/) обединява преподаватели по природни науки от цяла Европа, за да обменят най-добри практики, идеи и концепции за преподаване между ентузиазирани учители от над 30 държави. *Science on Stage – Europe* вярва, че най-добрият начин за подобряване на преподаването на природни науки и насърчаване на повече ученици да обмислят кариера в областта на науката или инженерството е да мотивират и информират своите учители. Организацията с нестопанска цел е основана през 2000 г. и достига до 100 000 учители в цяла Европа. Основен поддръжник на мрежата *Science on Stage* е Федерацията на германските асоциации на работодателите в металната и електротехническата индустрия (GESAMTMETALL) с инициативата ѝ *thinkING*.

1.1 Най-добрите учители по STEM в Европа 2022 г.

Как да се превърне науката, инженерството, технологиите и математиката (накратко: STEM) в ярко и вълнуващо преживяване? Учителите на 12-ия фестивал *Science on Stage* със сигурност знаеха как да ентузиазират учениците си за науката. На фестивала международното жури избра най-добрите проекти и присъди **Европейската награда за STEM учители**. В този процес на подбор бяха взети предвид препоръките за най-добрите проекти на националните организационни комитети от събития в страните участнички. На Европейския фестивал за наука на сцената 2022 в Прага, Чехия, **тринадесет учители по STEM** спечелиха Европейската награда за STEM учители. Тази година носителите на наградите са от Чехия, Германия, Гърция, Италия, Полша, Испания и Обединеното кралство. Можете да научите повече за всеки от наградените проекти от [1].

1.2 Най-добрите европейски учебни проекти за STEM образование

С такова звание бяха отличени от участниците най-добрите проекти във всяка категория. От симфония от атоми до производството на фолио от нишесте и използването на микроконтролери в уроците по физика, отново имаше разнообразие от практични идеи за преподаване от „**учители за учители**“.

С проекти като *Defying Gravity!* (Побеждавайки гравитацията) или „Астробиология – нов инструмент за приобщаване на учениците от началното училище към науката“, учителите удивиха не само своите колеги, но и **международното жури**. Журито похвали учителите за техния ангажимент да издигнат STEM образованието на по-високо ниво с изключителни идеи и

методи на преподаване. Техните проекти вече ще намерят своя път в класните стаи в цяла Европа чрез **уебинари, обучение на учители или като учебни материали**, разпространявани от образователната инициатива с нестопанска цел *Science on Stage – Europe*. Така учителите и техните ученици в цяла Европа ще се възползват от това събитие. Можете да научите повече за всеки от наградените проекти от [2].



Фотос 1. Най-добрите учители по STEM в Европа 2022 г.



Фотос 2. Авторите на Високо оценените проекти

2. Участието на България на фестивала в Прага

2.1 Делегацията на България на фестивала в Прага

Както вече бе публикувано в [3], според определената от МОК на България квота от **7 проекти, 2 бяха определени като 5* (изключителни) и 2 предложени за представяне като Работилници (Р)**, като останалите 3 са проекти, отличени на Националния кръг. **Делегацията на България на фестивала в Прага** се състоеше от ръководителите на тези проекти плюс един придружаващ учител на ръководителя на 5* проекта от Плевен и на проекта, предложен за работилница от Софийската професионална гимназия по електроника „Джон Атанасов“. Делегацията се водеше от ръководителя на НОК – Ана Георгиева и Теодора Конова – учителка по ИТ и зам.-директор на училище „Васил Левски“,

Севлиево. За първи път част от нашата делегация беше и д-р Лилия Атанасова, като член на Международното жури на фестивала. Благодарение на партньорството на българския сайт на технологичния гигант SAP и Фондация „Работилница за граждански инициативи“ (ФРГИ) [4] ние за първи път имахме специални отличителни униформи за представянето си на фестивала. По покана на организаторите на фестивала, за наша голяма радост към групата ни беше включена и Моника Ковашка-Димитрова от SAP – България.



Фотос 3. Българската делегация на фестивала

2.2 Българските проекти в Прага [5,6]

За съжаление в делегацията имахме само един мъж-учител – **Наско Стаменов** (липсва на снимката), преподавател по химия от Националната природо-математическа гимназия „Акад. Любомир Чакалов“, София. Неговата работилница „Дистанционно обучение – когато кухнята е лаборатория“ беше избрана от Международното жури за представяне на фестивала, като една от 20-те измежду 60 номинирани от НОК работилници. Интересът към нея беше толкова голям, че се наложи нашите делегати да се откажат от присъствие на нея, за да може повече от другите колеги да присъстват.

Другата работилница – „**Физика и роботи – обучителен комплект**“ на Милена Гошева и Грета Райковска от СПГЕ „Джон Атанасов“, София, предложена от нас за представяне на Европейския фестивал в категория „Технологии в STEM образованието“, беше много актуална и щандът на авторките ѝ предизвика голям интерес, тъй като предлагаше нов и модерен начин за провеждане на експерименталните упражнения по физика. Учебните комплекти, използвани и демонстрирани в проекта, са разработени и изпробвани в педагогическата практика и подпомагат учебния процес в часовете по физика. Проектът дава идея как да се повиши мотивацията и интересът на учениците към физиката и как да свърже физиката с основни познания по роботика.

Проектът 5*: „**Цветове и чистота – мисия възможна**“ на Катя

Трифенова – учител по биология и здравно образование в гимназиален етап, г-н Александър Асенов – учител по информатика и ИТ в гимназиален етап (ръководител и на клуб „Роботика“) и г-жа Нина Ценкуловска-Джанати – учител по английски език в гимназиален етап от СУ „Стоян Заимов“, Плевен, демонстрира уред за опазване на чистотата на водите и идея за сепарирането на битови отпадъци, възможности за „умна“ пътна маркировка, основани на принципа на цветоусещането при човека. Идеята за създаването на филтър за пречистване на битова вода е разработена в партньорство с Център за компетентности към Института по органична химия към БАН в категория „Сътрудничество в STEM образованието“.

Другият 5* проект: „Създаване на животоподдържаща система за астронавти на мисия до Марс“ (*MELiSSA – Micro Ecological Life Support System Alternative*) е на Христина Костадинова от Езикова гимназия „Иван Вазов“, Пловдив. Целта му е създаването на животоподдържаща система за астронавти при продължителни мисии, за което е необходимо да се отглежда свежа храна на борда на космическия кораб. Предложените в проекта растения са репички и спиролина, чиито хранителни вещества ще запазят здравословното състояние на астронавтите. Необходимо е още рециклиране на водата, за да се постигне нейното многократно използване и намаляване на общия товар на космическия кораб. Трябва да се отчете и влиянието на физическата активност върху нуждата от кислород на борда на космическия кораб.

Останалите 3 проекта, представени от нашата делегация, също предизвикаха голям интерес с щандовете си и около тях винаги имаше оживление. Проектът „Обновени и споделени активности в STEAMS образованието“ на Румянка Гълчавова, старши учител 5 – 7 клас в ОУ „Ц. Церковски“, с. Средище, област Силистра, представи „Каталог с упражнения“, който предлага упражнения, игри, фитнес оборудване, полезни за всеки, особено в периодите на дистанционно обучение. Проектът „Отдолу нагоре – история за 20 кристала захар“ на Златина Димитрова от Частно основно училище „Наука за деца“, София, е на тема „Обърната класна стая“. В този случай часът е изпълнен с ученици от начален етап. Основната насока е „експерименти с разтваряне и разтвори“, а учениците са разделени на малки отбори. Всеки отбор представя план за експеримент, посочва необходимите пособия и реактиви и инструктира учителя за провеждането му. След изпълнението на учителя се осъществява дискусия. Проектът „Вълшебства сътвори и планетата спаси!“ на Кинка Иванова от Средно училище „Васил Левски“, Севлиево, има за цел да приобщи всички ученици към идеята за опазване на природата чиста, като намалим замърсяването и дадем възможност на децата да мислят и творят за спасяване на нашата планета. Той е реализиран под формата на приказка, в която героите

са самите ученици.

Преди фестивала с финансовата помощ на фондация „Еврика“ беше издадена **брошура**, в която бяха представени на български и английски език **членовете на българската делегация и описанията на техните проекти** [5, 6]. Книжката беше раздавана по време на фестивала в Прага на всички заинтересувани участници с цел да се популяризира дейността и добрите практики на нашите най-добри учители по природни науки не само в България, но и в Европа, както и за обмен на опит. По този начин иновативните идеи на учителите могат да достигнат до хиляди ученици и студенти в цяла Европа, които биха могли да бъдат мотивирани да избират кариера в науките и технологиите не само у нас, но и извън националните граници.

В Деня на отворените врати местните учители и широката общественост имаха възможност да се убедят сами в някои от вълнуващите идеи на фестивала.

За първи път участието ни на фестивала в Прага беше отбелязано и бе проявен интерес към събитието и нашето представяне от **Българското посолство в Чешката Република**, като в деня на откритите врати бяхме посетени от **Христо Йовчевски** – първи секретар, завеждащ Пресслужбата му. Той не само ни удостои с вниманието си, но и уреди на следващия ден посещение от **Българското училище в Прага**, което от 1996 год. носи името на великия български възрожденец д-р Петър Берон. Сега то е средно общообразователно училище със 120 ученици, които получават много добра подготовка и успешно се реализират след завършване на 12 клас. Издаваните дипломи на завършилите са валидни в европейските държави. Заедно с малка група ученици, Валентина Лазарова, учител по физика и астрономия и химия и опазване на околната среда, и Сашо Илиев – учител по математика и информационни технологии, посетиха фестивала, разгледаха щандовете на панаира и се запознаха подробно с нашите проекти. Надяваме се, че проявеният интерес и създадените контакти ще станат основа за сътрудничество и участие на учителите от Пражкото училище в организираните от „Наука на сцената – България“ национални събития.

В заключение можем да споделим, че Фестивалът ни предложи множество възможности за обмен на идеи с отдадени колеги и презареди батериите на избраните участници в него за ежедневието им в училище. Тръгнахме си с много идеи за преподаване, много контакти и голяма чаша „еликсир“ за нашите училища и живота си. Всички се насладихме на фестивала и престоя си в Прага. Фестивалът действително се оказа кулминацията на националните събития в участващите страни. Следвайки принципа „от учители за учители“, се надяваме да превърнем фестивала в отправна точка за широка гама от последващи национални дейности, чрез които най-добрите идеи за

преподаване от фестивала ще намерат своето място в учебни материали и стратегии в страните на участниците и в нашата страна.

Литература:

- [1] <https://www.science-on-stage.eu/european-stem-teacher-award-winners-2022> .
- [2] <https://www.science-on-stage.eu/highly-commended-projects-2022>
- [3] А. Георгиева, Какво ново в 8-мия Национален фестивала „Наука на сцената“, *Светът на физиката*, бр. 3 (2021 г.)
- [4] <https://scienceonstage.bg/about-us/>
- [5] Зина Соколова, За динозаврите, роботите и още нещо..., вестник *АзБуки*, брой 27, 8 – 14.VII.2021 г.
- [6] https://nauka.offnews.bg/news/Novini_1/Naj-dobrite-balgarski-idei-za-po-dobro-STEM-obrazovanie_181853

THE EUROPEAN FESTIVAL *SCIENCE ON STAGE* 2022 AND THE PARTICIPATION OF THE BULGARIAN DELEGATION

Ana Georgieva

Chairperson of the National Steering Committee of
Science on stage – Bulgaria

It is with great pleasure that the participants from Bulgaria in the 12th European Festival in Prague share their impressions, the gained new experience and the new contacts created at the event. At it, they had the opportunity to focus on discovering, sharing and disseminating the good practices presented and to evaluate their own achievements against the background of what has been achieved across Europe. They also appreciate the opportunity to share with their colleagues here what they have learned and seen and to try to apply it in their future work.

ПРИЛОЖНА ФИЗИКА И КОМПЮТЪРНО МОДЕЛИРАНЕ – МОДЕРНАТА СПЕЦИАЛНОСТ

В рамките на кандидатстудентската кампания 2023 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.

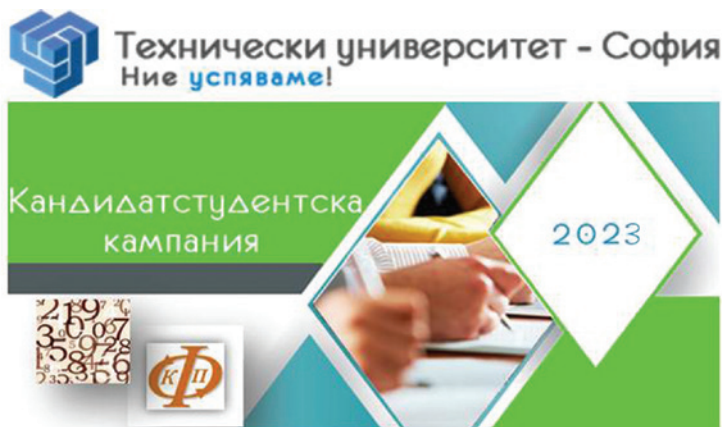


Специалността „Приложна физика и компютърно моделиране“ има за цел подготвянето на специалисти, които да са свързващо звено между фундаменталните знания, научните разработки, компютърното моделиране и симулации и индустриалните им приложения. Такива специалисти имат важна роля в прилагането на иновации 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 в университетите, както и позиции на преподаватели в университети, търговски представители или дистрибутори на техника, представители на фирми, занимаващи се с инженерингова дейност.



Факултет приложна математика и информатика

Катедра приложна физика

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



Фотос 12. Преподаватели и студенти физици и математици, вип. 1921. Седнали от ляво надясно: втори – Иван Ценов (матем.), Емануил Иванов (матем.), Александър Христов, Кирил Попов, Петър Пенчев. Прави на последния ред – абсолвентите: трети вляво – Аркадий Стоянов (матем.), осми – Георги Наджаков (физ.), последният вдясно – Никола Обрешков (матем.)

1924 година



Фотос 13. Проф. Георги Манев (1884 – 1965)

Създава се Катедра по теоретична физика с титуляр до 1944 г. **проф. Георги Манев** (Фотос 13), специализирал теоретична физика в Тулуза, Франция (1913 – 1914). Асистент по физика е от 1919 г., доцент по математическа физика (1921), частен доцент по теоретична физика (1925) и редовен професор – от 1924 г. Научните изследвания на Г. Манев в областта на гравитацията са публикувани в Годишника на ФМФ и в авторитетни международни научни списания. В периода 1924 – 1935 г. той е сред най-цитираните български физици и математици. Автор е на първия у нас учебник по теоретична физика. Създава над 12 курса в областта на теоретичната и математическата физика.

ската физика.

1926 година

Назначена във ФМФ е **Вера Постомпирова-Наджакова** (1902 – 1973) – **първата жена – асистент по физика** в Софийския университет (от 3 март 1926 до 3 март 1931 г.) (Фотос 14). Тя е първата сътрудничка на Г. Наджаков в научните изследвания върху електрометрите – една от областите на неговите научни интереси.



Фотос 14. Вера Постомпирова-Наджакова със съпруга си Г. Наджаков (1928)

1937 година

Титуляр на Катедрата по експериментална (по-късно по опитна) физика (до 1963 г.) става проф. Георги Наджаков – асистент (1921), редовен доцент (1927), извънреден професор (1932), редовен професор (1937) (Фотос 15). Специализирал във Франция в лабораторията на Пол Ланжвен към Висшето училище по индустриална физика и химия в Париж и в Института „Радийум“ при Мария Кюри (септември 1925 г. – септември 1926 г.). Откривател е на **фото-електретното състояние на веществата** (27 юни 1937 г.), **регистрирано като първото научно откритие в България**. Основател и пръв директор е на Физическия институт при Българската академия на науките (1946), подпредседател на Комитета за мирно използване на атомната енергия (1956 – 1969), пълномощен представител на България в Обединения институт за ядрени изследвания в Дубна, СССР.



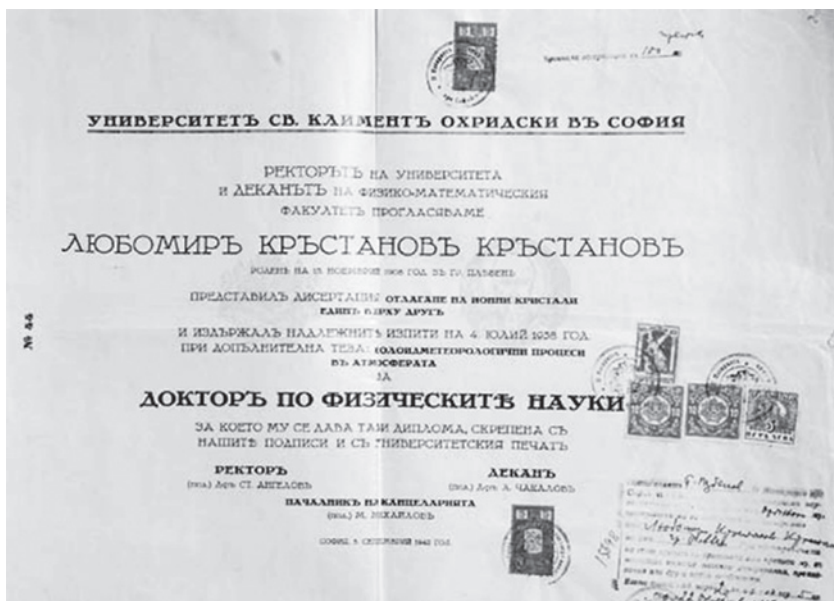
Фотос 15. Георги Наджаков (1897 – 1981)

Започва нов етап в развитието на висшето образование и научноизследователската работа по физика у нас. През периодите 1939 – 1940 г. и 1943 – 1947 г., когато Г. Наджаков е декан на ФМФ и директор на Физическия институт при СУ (преди него директори на Института за различни периоди от време са били проф. П. Бахметъев, проф. Ал. Христов и проф. П. Пенчев), той извършва огромна организаторска дейност по обзавеждане на Физическия институт с апаратура и създаване на технически работилници (механична и оптична). Така създадената техническа служба към Факултета улеснява значително преподавателския състав в неговата учебна и научна дейност. Като ръководител на Катедрата по опитна физика Г. Наджаков продължава традициите на първия ѝ ръководител – П. Бахметъев, и привлича към научноизследователска работа млади физици и студенти. Негови първи непосредствени сътрудници са Саздо Иванов (в изследванията на фотоволтаични ефекти) и Разум Андрейчин

(в изследванията на фотоволтаични ефекти в диелектрици). Г. Наджаков и докторантът му Р. Андрейчин първи наблюдават фотоволтаичен ефект в сяра при използване на нов тип електроди от различни метали и доказват, че възникващите при осветяване електрични напрежения са много близки до контактно-потенциалната разлика между използваните метали. По-късно този ефект е наречен „контактно-потенциален фотоволтаичен ефект при високомни полупроводници“ [9]. На 23 май 2014 г. кабинетът на акад. Г. Наджаков в Института по физика на твърдото тяло при БАН е обявен за *European Physical Society Historic Site* (Историческо място на Европейското физическо дружество), като обект с голям принос за физиката и нейната история.

1938 година

Любомир Кръстанов става **първият доктор на физическите науки на Софийския университет**. Научен ръководител на дисертацията му на тема „Отлагане на йонните кристали един върху друг“ е световноизвестният български физикохимик Иван Странски (Фотос 16).



Фотос 16. Дипломата на Л. Кръстанов за доктор по физическите науки на Софийския университет (1938)

1939 година

След два неуспешни опита за редовен доцент по атомна физика при Катедрата по експериментална физика, през 1939 г. е избрана Елисавета Карамихайлова (1897 – 1968) – първата жена – **хабилитирано лице в Софийския университет**

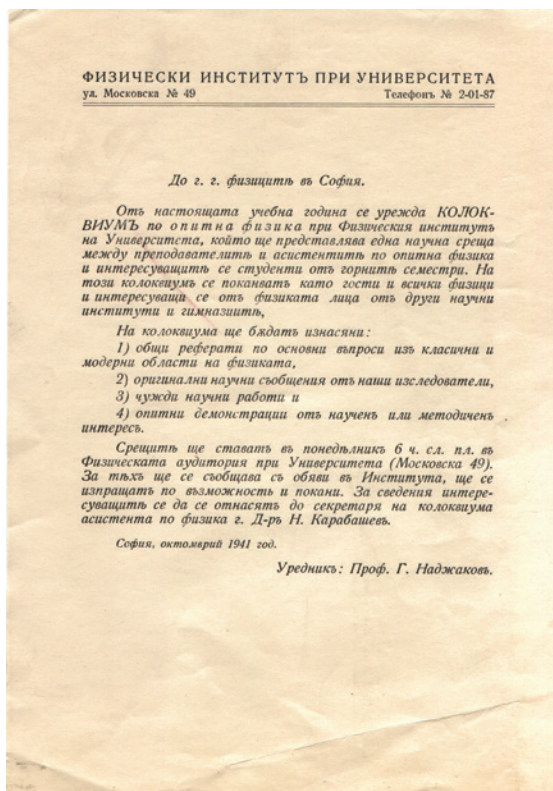
(Фотос 17). Тя е член на Международното дружество на жените с висше образование (1929). Работила е в Радиевия институт във Виена и специализирала в Кавендишовата лаборатория в Кеймбридж със светилата на ядрената физика: Е. Ръдърфорд, У. Л. Брег, Х. Петерсон, Б. Карлик, К. Пшибрам, М. Блау и др. Автор и съавтор е на повече от 40 научни труда в областта на радиоактивността, радиолуминесценцията и ядрените реакции, намерили широко признание в световната литература. Е. Карамихайлова организира първия системен курс по атомна физика с практически занятия у нас, чете специални курсове по спектрален анализ, по луминесценция, по радиоактивност, по ядрена физика. От 1945 г. до 1958 г. е ръководител на новосъздадената Катедра по атомна физика при Софийския университет. През учебната 1951/52 г. създава студентски научен кръжок по атомна физика. Основател и пръв ръководител е на Лабораторията по радиоактивност във Физическия институт на Българската академия на науките (1955). Проф. Карамихайлова е първият професор по радиоактивност и ядрена спектроскопия (1962) и първата жена – професор по физика у нас [10].



Фотос 17. Елисавета Карамихайлова в работния си кабинет във Факултета

1941 година

По инициатива и под ръководството на проф. Г. Наджаков на 10 ноември във Физическата аудитория на ФМФ започва работата си **първият общоинститутски колоквиум (научен семинар) по опитна физика**, който има за цел да „представлява една научна среща между преподавателите и асистентите по опитна физика и интересувалите се студенти от горните семестри... поканват се като гости и всички физици и интересувалци се от физиката лица от други научни институти и гимназиите...“ (Фотос 18).



Фотос 18. Първата покана за колоквиума (ноември 1941 г.)

1942 година

Открива се Висшето техническо училище (Държавна политехника от 1944 г.). ФМФ става основа за формирането на неговия състав с хонорувани и редовни преподаватели по математика, физика, химия, геология и петрография. Проф. Г. Наджаков започва да чете лекции по физика, асистентът му Саздо Иванов подготвя 24 двучасови упражнения към тях, а впоследствие започва и да чете част от лекциите по физика. Доцент, а по-късно професор по радиотехника и електроника, става друг асистент от Катедрата по опитна физика – инж. Кирил Кирков. „Академичният съвет при Държавната политехника цени високо направеното от Вас пред съвета на ФМФ за предоставяне през учебната 1945/46 г. физическата аудитория за лекциите по опитна физика. Независимо от това Вие също така оставихте на разположение всички апарати, пособия и материали, необходими за извършване демонстрациите по опитна физика, без които обучението щеше да бъде чувствително спънато...“ (из благодарствено писмо от ректора на Държавната политехника проф. Васил Пеевски до проф. Г. Наджаков, по това време декан

на ФМФ, 21.06.1946 г.) [11].

1945 година

От Катедрата по опитна физика се отделя **Катедрата по техническа физика** с пръв ръководител Е. Джаков (Фотос 19) – асистент в Катедрата по експериментална физика (1933), специализирал в областта на радиофизиката и електрониката в Института за изследване на трептенията „Хайнрих Херц“ в Берлин (1936), доцент към Катедрата по експериментална физика (1939) на ФМФ, извънреден професор (1942), редовен професор и пръв ръководител на Катедрата по техническа физика (1945 – 1967), директор на Физическия институт към Софийския университет (1948 – 1955). Създава като учебни дисциплини и чете основните курсове по електротехника и радиотехника за физици. Пръв у нас въвежда в лекциите си системата метър-килограм-секунда, по-късно приета като Международна система СИ. Ръководител на Секция „Физическа и приложна електроника“ във Физическия институт към БАН (1955 – 1963). Основател и директор на Института по електроника на БАН (1963 – 1978), който носи неговото име. Създава научни групи в нови области на електрониката, вкл. на квантовата електроника. Зам.-директор е на ОИЯИ в Дубна (1959 – 1963). Постоянен член е на българската делегация в Комисията за мирно използване на атомната енергия. Представява България в редица международни организации: Европейското физическо дружество, Международния съюз по чиста и приложна физика, Международната конфедерация по измерителна техника, Международния съюз по физика, техника и приложение на вакуума и др. Член е на Международния комитет за мерки и теглилки, член-представител на България в Международната комисия по символи, единици и номенклатура.

За асистент в Катедрата по астрономия е назначена **Малина Попова** (Фотос 20) – **първата жена астроном в България**. В продължение на 8 години тя води упражненията по сферична и теоретична астрономия на студентите по физика и математика. Успоредно с това се занимава с научна дейност и на 1 юли 1949 г. става първият астроном, защитил докторска дисертация в България, и първата жена – доктор по астрономия у нас.



*Фотос 19.
Емил Джаков
(1908 – 1978).
Основател на университетското
обучение и на
изследванията по
физическа електроника и радиофизика
в България*



*Фотос 20. Малина
Попова (1922 – 2011)*

Специализира в обсерватории в Унгария и в Зонебергската обсерватория в Германия, където открива 40 неизвестни по-рано променливи звезди. През 1953 г. в БАН се създава Институт по физика и М. Попова е назначена като научен сътрудник в Секцията по астрономия.

1946 година

Създава се **Катедрата по метеорология и геофизика** с титуляр до 1958 г. **проф. Русчо Райнов** (Фотос 21) – първият избран доцент по метеорология, създател на първия самостоятелен курс по метеорология у нас (1920). Р. Райнов е специализирал във Виена (1912), Берлин (1922 – 1923) и Париж (1927). През 1926 г. е избран за извънреден, а през 1946 – за редовен професор. През 1930 г. започва да чете и лекции по геофизика във ФМФ.



Фотос 21. Проф.
Русчо Райнов
(1886 – 1965)

1947 година

Физико-математическият факултет се преименува на Природо-математически факултет със специалности: математика, физика, химия, биология и геология. Извършва се основна преработка на учебните планове и програми [12].

1950 година

Биологията и геологията минават към новообразувания Биолого-геолого-географски факултет.

1961 година

Физико-математическият факултет се премества в сградата на бул. „Антон Иванов“ (днес „Джеймс Баучер“) №1, където днес е Факултетът по химия и фармация.

1962 година

Отделя се Химическият факултет.

1963 година

Физиката и математиката се разделят на самостоятелни **Физически и Математически факултет**.

Физици – декани на **Физико-математическия факултет** от 1895 г. до обособяването на самостоятелен **Физически факултет** през 1963 г., са били: **Марин Бъчеваров** – 4 мандата (1897 – 1898, 1901 – 1902, 1911 – 1912, 1914 – 1915),

Александър Христов (1922 – 1923), **Георги Манев** (1926 – 1927), **Русчо Райнов** – 2 мандата (1933 – 1934, 1936 – 1937), **Георги Наджаков** – 4 мандата (1939 – 1940, 1943 – 1947, 1947 – 1949, 1949 – 1951), **Никола Бонев** (1934 – 1935), **Асен Дацев** (1950 – 1955), **Милко Борисов** (1961 – 1963) [13].

От откриването на Физико-математическото отделение (ФМО) на Висшето училище през 1894 г. до наши дни ректори на нашата Алма Матер са били петима физици: **Марин Бъчеваров** – 2 мандата (1895 – 1896, 1904 – 1905), **Георги Манев** (1936 – 1937), **Георги Наджаков** – 2 мандата (1947 – 1949, 1949 – 1951), **Христо Я. Христов** (1972 – 1973) и **Иван Лалов** – 2 мандата (1993 – 1995, 1995 – 1999) [14].

Завършваме този кратък преглед на историята на Физическия факултет на Софийския университет от създаването на Физико-математическия факултет през 1889 г. до обособяването му като самостоятелен факултет към нашата Алма Матер с един цитат от патриарха на българската физика акад. Георги Наджаков: *„На мен лично заниманията в областта на физиката ми носят дълбоко, несравнимо удовлетворение, защото насочват мисълта ми към най-кардиналните природно-философски проблеми, чието разрешение човечеството все още не е успяло да намери“*. Пожелаваме на всички колеги физици да изпитват удовлетворение от работата си и се надяваме някой от днешните или бъдещите български учени да сбъдне мечтата на акад. Наджаков – България да има нобелов лауреат!

Литература

1. Михаил Арнаудов. *История на Софийския университет Св. Климент Охридски през първото му полу столетие (1888 – 1938)*. Придворна печатница, София, (1939).
2. *Алманах на Софийския университет Св. Климент Охридски. Животоописания и книгописни сведения за преподавателите*. Придворна печатница, С., (1940).
3. Пенка Лазарова, Димитър Христов. За началото на физическите науки в България. *Наука*, т. XXII, бр. 1, с. 27 – 31 (2012).
4. *Нашето първо изложение*, бр. 1 и 2 дек., 1891, с. 1.
5. Апарати и модели, изложени от Физическото отделение при ВУ в София. *Нашето първо изложение*, бр. 47, 31.X.1892, с. 3 – 4.
6. Валери Голев, Антоанета Антонова, Любов Филипова. Катедра „Астрономия“ – години на растеж . В: *50 години Физически факултет. Годишник на Софийския университет „Св. Климент Охридски“*. Юбилейно издание. Унив. изд. „Св. Климент Охридски“, София, с. 26 – 39 (2015).
7. Георги Иванов. Астрономията в Софийския университет. *Publ. Astron. Obs. Belgrade*, №64, р. 45 – 52
8. Пламен Физиев. 90 години катедра „Теоретична физика“. В: *50 години Физически факултет. Годишник на Софийския университет „Св. Климент Охридски“*. Юбилейно издание. Унив. изд. „Св. Климент Охридски“, София, с. 63 – 73, (2015).
9. Саздо Иванов, Пенка Лазарова. *Георги Наджаков*. Университетско издателство „Климент

- Охридски“, София, (1989).
10. Пенка Лазарова, Никола Балабанов. *Професор д-р Елисавета Карамихайлова – първият български ядрен физик*. Издателска къща Тип-топ Прес ООД, С., (2013).
 11. Пенка Лазарова. Ролята на Физико-математическия факултет за организирането на Висшето техническо училище в София. *Наука*, т. XIV, бр. 1, с. 31 – 33, (2004).
 12. Пенка Лазарова, Александър Ваврек. Първите 60 години от развитието на преподаването и научните изследвания по физика в Софийския университет „Св. Климент Охридски“. В: *Видни физици от Софийския университет „Св. Климент Охридски“*. Съст. проф. д.фз.н. Иван Лалов. Унив. изд. „Св. Климент Охридски“, С., с. 11 – 61, (2014).
 13. Пенка Лазарова, Любов Филипова, Бистра Константинова. Изложба „100 години Физико-математически факултет“ (ноември-декември, 1989 г. Централно фоайе на Софийския университет). Тематико-експозиционен план. НА на НПТМ.
 14. Цвета Тодорова. *Ректорите на Софийския университет „Св. Климент Охридски“*. Унив. изд. „Св. Климент Охридски“, С., (2009).
 15. *Бележити български физици*. Под редакцията на Параскева Симова. Държ. изд. „Народна просвета“, С., (1981).
 16. Димитър Христов, Мариана Кънева. *Физико-математическият факултет на Софийския университет „Св. Климент Охридски“ 1889 – 1963. АЛМАНАХ*. Ред. Д. Христов. Изд. „Фараго“, С., 92 с., 4 ил., (2008)
 17. Димитър Христов и кол. *Професорите в Софийския университет „Св. Климент Охридски“ 1888 – 1939*. Ред. Д. Христов. Изд. „Фараго“, С., 99 с., 2 ил., (2008)

BITS OF THE HISTORY OF THE FACULTY OF PHYSICS OF SOFIA UNIVERSITY part two

Penka Lazarova

Higher education in physics in Bulgaria starts with the foundation of the Department of Physics and Mathematics at the Higher School in the 1899/1900 academic year – the second school year of our Alma Mater. Some important moments from the history of the Faculty of Physics till 1963 are presented – the year when it becomes an independent structure of Sofia University.

Рубриката „Млади изследователи“ се осъществява с
финансовата подкрепа на фондация „Еврика“



НАЦИОНАЛЕН КОНКУРС ЗА ЕСЕ 2022 НА ТЕМА „ФИЗИКА, ФИЗИЦИ И ОКОЛНА СРЕДА“

Пенка Лазарова

*...днешните физици продължават своите усилия в изследването на климатичните промени и опазването на околната среда.
С участието на всеки един от нас и общите ни усилия
можем да живеем в един по-безопасен свят“.*

Иванина Тинова – 6 кл., СУ „Отец Паисий“ – гр. Стамболийски,
научен ръководител: Роза Рангелова

В Националния конкурс за есе 2022 на тема: „Физика, физици и околна среда“ 139 участници – ученици от 33 основни и средни училища, Академия „Никола Тесла“ и STEALM Academy, както и студенти от 2 висши училища, представиха своите виждания за причините и последиците от замърсяването на околната среда и свързаните с това климатични промени и изпратиха своите „послания“ за нейното опазване. Темите на есетата варираха от анализ на физичните явления в климата, атмосферата и водите на Земята, представяне на физични методи и апаратура за изследване на климатичните промени, постиженията на учените в изследването на промените в климата, до анализ на природните и антропогенните причини за климатичните промени, като специално внимание беше обърнато върху човешката дейност в замърсяването на околната среда и последиците от нея. В някои от есетата бяха представени и изследванията на физици с научни приноси в областта на климатичните промени, но за съжаление след тях липсваха имената на български учени, работили или работещи в областта на климата и опазването на околната среда. А такива има – нещо повече, български учени не само че са признати като водещи специалисти от международната научна общност, но някои от тях са били или са на водещи позиции в международните организации по изследване на климата. В много от есетата беше обърнато внимание на политиката на ЕС, свързана с намаляване последиците от глобалното затопляне, законодателни инициативи в международен мащаб за намаление на въглеродните емисии, действията на природозащитни организации, стратегии за ограничаване на повишаването на температурата, необходимите политики и в областта на научните изследвания,

енергетиката, нововъзникващите технологии и т.н.

В почти всички есета младите автори обръщаха внимание на ролята на физиката и науката, както и на необходимостта от лични действия за опазването на околната среда, защото:

„Борбата с промените в климата не е задача само за учените и международните организации – напротив, промяната започва от самия човек. Добри начини, с които можем да помогнем, са: да уважаваме зелените пространства и природата, да не използваме прекомерно пластмаси, да засаждаме дървета, вдъхвайки сила на Природата, рециклираме, използваме устойчив транспорт и др. Промяната ще се сбъдне, само когато повярваме в нея!“.

Джованна Игнацио Колу – 10 кл., ПГПЗЕ „Захарий Стоянов“ – Сливен,
научен ръководител: Гинка Велева)

Впечатление направиха задълбочените проучвания, които повечето от участниците – от ученици от 5 клас до студенти във висши училища, бяха подхождали към темата, сериозното проучване на източници на информация и цитирането им, задълбоченото излагане на информацията и най-вече – личното отношение към изложените факти.

Поради големия брой есета, които си заслужаваха да бъдат отличени, журито в състав: председател – проф. д.ф.м.н. Веселин Александров, ръководител секция „Климат“ в ИИКАВ – БАН, и членове: доц. д-р Мариана Кънева, Валентина Александрова и Пенка Лазарова решиха за първо, второ, трето място и поощрения във всяка възрастова група да бъдат класирани по няколко есета. Класацията на журито в трите възрастови групи: ученици (5 – 8 кл.), (9 – 12 кл.) и студенти, можете да видите на сайта на СФБ: http://upb.phys.uni-sofia.bg/conference/NK/concurs_eseta2022_klasirane.pdf.

На вниманието на читателите на сп. „Светът на физиката“ в настоящия брой и в следващи броеве на списанието ще представим някои от есетата на участниците в конкурса.

Изкушаваме се да цитираме представени в есетата конкретни действия, свързани с опазването на околната среда, за които изказваме поздравления на авторите и на техните ръководители:

„Моля Ви, следващият път,когато сте на разходка в гората не си хвърляйте боклуците там. Когато си купувате дизелов или бензинов автомобил, замислете се колко, какви и какво ще причинят газове, които ще излязат от ауспуха му. Когато отсечете дърво, замислете се колко кислород ще загуби светът. Всеки може да направи промяна. Както виждате, аз съм седмокласник и се сецам за решение на проблемите, които посочвам. Направете своето днес, за да можете

да имате чисто утре!“.

Стойчо Стоев – 7 кл., 5 ОУ „Митьо Станев“ – Стара Загора,
научен ръководител: Мария Личева

„Човекът със своята дейност е допринесъл значително за климатичните промени и замърсяването на околната среда и пак той е този, който трябва да реши проблема. Решенията на екологичните проблеми изцяло зависят от нас, хората, и то от всеки един човек поотделно. Това послание е нужно да достига до хората ежедневно, за да не забравят за съществуващите проблеми и ежедневно да се борят за справянето с тях. Аз им напомням. Напомням на всички около мен безотказно, с моите думи и дела. Вярвам, че комуникирането на ценностите и науката са сред най-съществените стратегии за успех днес в тези най-важни за човечеството направления и се надявам да постигна мечтата си и да допринесе родината ни и светът да станат едно по-добро място за живеене“.

Калина Калинова Талева – 7 кл., STEALM Academy,
научен ръководител: д-р Марияна Филипова

„В нашето училище имаме изградена традиция, наречена „Мисия гора“. Всяка година засаждаме млади фиданки в отговор на изсичането на горите и запазването на дома на хиляди животни и птички. За да ни е топло през зимата пък се използват природните ресурси от горещите минерални извори, което допринася за намаляване на вредните емисии от други газове замърсители“.

Ася Атипова – 7 кл., ИСУ „Методий Драгинов“ – с. Драгиново,
научен ръководител: инж. Мариана Радева

„Аз осъзнавам, че ще има катастрофални последици във всички аспекти на света и съм решила да не стоя встрани да наблюдавам и да бездействам. Затова, като за начало, живо се интересувам от науки като математика, физика, биология, география, химия, астрономия, история, психология и информатика. Следя редовно за нови статии и видеа на тази тема от достоверни източници на информация... Също така в нашето семейство се стремим да изхвърляме разделно своите отпадъци, защото сме наясно, че по този начин ние спестяваме не само материали за повторното им използване, но и огромно количество емисии... Миналата година започнах да правя доброволчески презентации и уроци за деца на тема опазване на околната среда. Първият урок беше за замърсяването в природата, а преди месец проведох първа част от урок за опазване на водите на сушата и живота в океаните. Освен това планирам да разработя ученически проект за климатичните промени и справянето с тях, който ще представя в края на учебната година пред публика“.

Преслава Бойчева – 9 кл., STEALM Academy,

научен ръководител: д-р Марияна Филипова).

„Ние от езикова гимназия „Христо Ботев“ – гр. Кърджали, няколко поредни години по време на нашата иновативна седмица засаждаме по сто дръвчета в региона и полагаме всекидневни грижи за нашата околна среда. За тази година тема на предстоящата ни иновативна седмица е „Аз живея тук и променям“. Всеки клас от гимназията ще представи своите иновативни идеи и различни начини за промяна и подобряване на околната среда и живота на планетата. Периодично организираме дни за почистване на града и засаждаме цветя в училищния двор. Организирали сме възможност за придвижване до училище с велосипеди. Тези малки и на пръв поглед така незначителни неща водят до големите и значителни промени за обществото и планетата Земя“.

Теодора Момчилова – 10 кл., ЕГ „Христо Ботев“ – Кърджали,
научен ръководител: Катя Славова

И за оптимистичен финал на ситуацията с климатичните промени и влиянието им върху околната среда представяме извадка от есето на единадесеткласника от Националната търговско-банкова гимназия – София, Георги Гълъбов с научен ръководител Силвия Михайлова, с която изразява вяра в науката за едно по-добро бъдеще за човечеството:

„Едно е безусловно установено – Науката ФИЗИКА е в основата на всичко. Тя трябва да е в основата на една екологично насочена наука, която да ни покаже пътищата, по които хора, наука и околна среда ще съжителстват безкрайно дълго, намерили баланса между практично и екологично. Уверен съм в бъдещето на тази ФИЗИКА, с такива ФИЗИЦИ, в такъв прекрасен ОКОЛЕН СВЯТ – Светът на бъдещето!“.

ХАРЕСАЙТЕ СТРАНИЦАТА НА СПИСАНИЕТО ВЪВ FACEBOOK

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

Рубриката „Млади изследователи“ се осъществява с
финансовата подкрепа на фондация „Еврика“



ЮНИС ФУТ – НЕПОЗНАТИЯТ ПИОНЕР НА КЛИМАТИЧНАТА НАУКА И РАДЕТЕЛ ЗА РАВНОПОСТАВЕНОСТ НА ЖЕНИТЕ В НАУКАТА¹

Цветомир Петров

Научен ръководител: д-р Стефан Петров,
Институт по молекулярна биология – БАН

Ако можехме да се върнем назад във времето, щяхме да преоткрием историите на много представителки на нежния пол със забележителни открития в областта на медицината, науката и технологиите. Особено внимание заслужават онези от тях, които никога не получават дори елементарен акт на внимание, както и онези, които макар и късно, все пак получават приживе признание за своите постижения. Сред отдадените на науката дами, които „не са си взели“ своя полагаем „кредит“ са „тъмната дама на ДНК“ Розалинд Франклин, афроамериканките Катрин Джонсън, Дороти Воган и Мери Джаксън, които промениха историята на NASA, както и много други, за които поради ред причини човечеството научава на по-късен етап [1].

Такъв е случаят с родените преди повече от два века съвременници от двете страни на океана – американката Юнис Нютън Фут (1819 – 1888) и ирландския физик Джон Тиндал (1820 – 1893). Последният години наред е считан за бащата на климатичната наука, за този, на когото дължим днешните си познания за метеорологията и изменението на климата [2]. През 1859 г. Тиндал докладва пред Британското кралско научно дружество своите първи находки по тази проблематика [3]. Две години по-късно, в своята публикация в сп. *Philosophical Transactions of the Royal Society of London*, той размишлява върху ефекта на водните пари и някои газове върху климата [4]. Впоследствие изследванията на Тиндал са доразработени в детайли от Флеминг [5].

Преди малко повече от едно десетилетие, през 2011 г., пенсионираният петролен геолог Рей Съоренсон преобръща конвенционалните представи, излагайки на показ своята находка от архивите: парниковият ефект, за който години наред се твърди, че има за свой баща Джон Тиндал, всъщност има своя майка, потънала в безизвестност в продължение на повече от 150 години. Това е Юнис Нютон Фут, чието име мнозина не са чували и до днес. На базата на своя

¹ Есе, отличено с I награда във възрастовата група 9 – 12 кл. в Националния конкурс за есе „Физика, физици и околна среда“.

щателен преглед, обхващащ задълбочен анализ на повече от 300 технически и научни публикации от времето преди и след Американската гражданска война, Съоренсон публикува в качеството си на независим изследовател своите наблюдения за забравената работа на Фут, наричайки я „пионерът“, открил връзката между CO_2 и глобалното затопляне [6]. Само преди две години Джоузеф Ортиц (*Kent State University*) и Сър Роланд Джаксън (*University College London*) отбелязват колко важна е реконструкцията на Съоренсон. Двамата посвещават своята публикация в сп. *Notes and Records* на Юнис Фут и на всички жени, които не успяват да развият своя потенциал в резултат на социален натиск, неравнопоставеност между половете и ред други причини [7].

За да не оставя читателя с погрешна представа, трябва да поясня, че горепосочените автори не омаловажават забележителните приноси на Тиндал за разгадаването на механизма на парниковия ефект. Те само повдигат някои важни актуални и до днес въпроси. **Коя, всъщност, е Юнис Фут? Познавал ли е Джон Тиндал нейните открития и хипотези, до които тя достига няколко години по-рано?**

Юнис Нютон Фут е далечен роднина на Сър Исак Нютон по бащина линия. Родена е през 1819 г. в гр. Гошен, щата Кънектикът. Родом е от многодетно семейство от общо 12 деца (седем сестри и пет братя). Омъжва се през 1841 г. за Елайша Фут – съдия, изобретател и математик, специалист по патентно право в Патентния офис на САЩ. От литературата е известно, че Юнис Фут няма никакъв бекграунд в областта на експерименталната физика, а по-скоро формален опит, който гради последователно в женската семинария Троя (Училището на Ема Уилард), в научните класове към Политехническият институт Ранселар (тогавашен мъжки научен колеж). Фут изучава Основи на биологията и химията в Ню Йорк и години наред пази страстта си към науката [8].

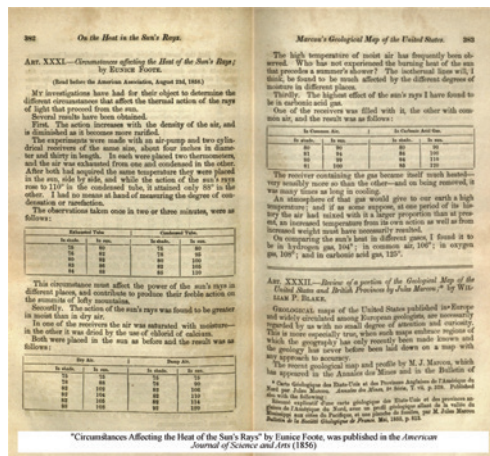
Нека да обърнем поглед към същината на нейната работа. Джоузеф Ортиц възкликва „Бях повален от елегантността на нейните експерименти“. „Тя е събрала всичко известно от областта на геологията, подплатила го е с физика и е сътворила една нова непозната наука – тази за климата“ [9]. Чрез серия от експерименти посредством твърде опростена (както я определят повечето) апаратура, състояща се от вакуумна помпа, живачни термометри и два стъклени цилиндъра, Фут наблюдава как съдържащите се във въздуха CO_2 и водни пари поглъщат слънчевата топлина и по този начин предизвикват неговото затопляне.

Смелото предположение на Фут впоследствие се оказва напълно правилно – високите нива на CO_2 в атмосферата причиняват глобално изменение в климата на нашата планета. Когато Юнис извършва своя експеримент, средните нива на CO_2 в атмосферата са около 300 ppm. Тя навярно никога не си е представяла,

че към 2016 г. тези нива ще надхвърлят 400 ppm [10]. Ще повтора, че редица учени определят нейната опитна установка като недостатъчно добре изпитана, за да може да обясни механизма на наблюдавания ефект. Накратко, апаратурата на Фут, която е много оскъдно описана в литературата, включва стъклени цилиндри с диаметър 4 инча и дължина 30 инча. Тя по-скоро е оприличавана на хелиотермометъра на швейцарския учен Хораций Бенедикт дьо Сосюр (1740 – 1799). Фут създава и изследва две изкуствени среди в стъклените цилиндри (едната с висока, а другата с ниска плътност) и документира, че след известен престой на слънце, средата с по-висока плътност се нагорещява по-силно. Тя допълва анализа си, изследвайки ефекта на водните пари и различни газове. В резултат установява, че затворен цилиндър, изпълнен с въглероден диоксид и изложен на слънце, задържа повече топлина и остава горещ за по-дълъг период от време, в сравнение с цилиндър с CO_2 , поставен на сянка. Сравнява показанията на термометри, прикрепени към цилиндри, поставени на слънце, единият от които съдържа обикновен въздух, а останалите – водни пари и CO_2 [6].

Независимо от недостатъците на опитната установка, тази пилотна дейност се определя като огромен скок, който бележи раждането на климатичната наука. Уникалността ѝ се изразява в специфичните резултати с въглеродния диоксид и влажния въздух, нещо, което не е било известно по онова време – свойството им да абсорбират слънчевата топлина. Именно за това тя заслужава признание, въпреки че не успява да разграничи ефекта на слънчевата топлина от ефекта на топлината, отделяща се от нагрятата земна повърхност. Юнис Фут подготвя два материала на базата на своите наблюдения – един през 1856 г. и още един, година по-късно. Те са и единствените, подготвени някога от американска физичка в годините преди 1899 г. [8].

Първият материал е озаглавен „*Circumstances affecting the heat of the sun's rays*“ [11]. Според Норма Розадо-Блейк, архивист в Американската асоциация за развитие на науката (AAAS), Фут е имала право да представи от свое име резултатите си на годишната среща на AAAS, защото нейният съпруг Елайша е неин член. Въпреки това, вместо нея уважаваият проф. Джоузеф Хенри от Смитсонския университет докладва нейните резултати – и то по достоен за уважение начин. Професорът ясно подчертава, че за науката няма



пол, нито държава, прекланяйки се пред красотата и истинността на женския пол. Тук е мястото да отворим една скоба и да споменем, че на другия полюс е Тиндал, според когото в креативен аспект жените, занимаващи се с наука, проявяват по-скоро интуиция, отколкото някакъв интелект. Но нека отново да се върнем към годишната среща на AAAS от 1856 г. Според климатолога Катарин Хайхо остава загадка, защо проф. Хенри представя откритията на Фут. Огромно значение за популяризиране на работата на Юнис има журналистът Дейвид Уелс (1828 – 1898). През 1857 г. той подготвя материал за *Annual of Scientific Discovery* относно изследванията на Фут [12]. Благодарение на журналистическия му нюх, оригиналността на нейните разработки е документирана. Дълги години обаче и двата материала за работата на американката са пренебрегвани. Едва след откритията на Съоренсон през 2011 г. започва мащабна онлайн дискусия за Юнис Фут [6].

През 2019 г. биографът на Тиндал, Сър Роланд Джаксън, публикува нещо като сравнителен анализ между Фут и Тиндал, озаглавен „*Eunice Foot, John Tyndall and a question of priority*“ [8]. Авторът повдига въпроса за техния произход. Юнис Фут е непозната за научната общност. За разлика от „аматьорката“ американка Фут, произхождаща от държава с недостатъчно добре развита през онези години инфраструктура, Тиндал защитава докторат в университета Марбург, след което работи там, в Берлин и в Лондон, и то с изявени за времето физици. Той притежава достъп до съвременна апаратура и контакти със специалисти, които притежават необходимите познания и опит да конструират планираната от него апаратура. Наред с това, Тиндал вече има изграден имидж от предишните си разработки, свързани с диамагнетизма. Експерименталният подход на Тиндал се отличава съществено от този на Фут в две направления: (1) дамата излага на целия спектър от слънчевата светлина изследваните от нея газове в (предполага се) стъклени цилиндри, докато ирландецът ползва куб на Лесли с кипяща вода като топлинен източник и (2) изобретеният от Тиндал диференциален спектрометър, който той внедрява в опитната си установка, му дава възможност да измери прецизно разликата в нивото на абсорбция на изследваните от него газове.

По отношение на техните открития, разминаващи се в много кратък времеви период, Сър Джаксън обръща внимание на участието на Тиндал в редакционната колегия на списанието, в което попада единият материал на Юнис. Той твърди, че е малко вероятно Тиндал да е прочел материала на Фут [8]. Това, което буди особено внимание в публикацията на Сър Джаксън, е естеството на комуникация между американските и европейските физици през онези времена, значимостта на пола и репутацията на учените в Европа и отвъд Океана. Според автора, ако Тиндал е бил наясно с работата на Фут,

то той би предприел изследвания с избраните от нея въглероден диоксид и водни пари, което би му осигурило бързи и гарантирани резултати. Вместо това, Тиндал, който всъщност е описван като човек без специален интерес към климата, се вълнува повече от фундаментална физика, с други думи – от механизма на взаимодействие на слънчевата радиация с материята. Воден от тези свои интереси, той счита за разумно да започне експеримента си, използвайки „прости“ газове като водород, кислород и азот. Според Сър Джаксън, това не е поведение на човек, който вече е наясно с резултатите на Фут. Все пак, глобалните климатични промени не са движеща сила на неговата работа. Всъщност, оказва се, че ние сме тези, които провъзгласяват Тиндал за баща на климатичната наука. Самият той никога не се самопровъзгласява за такъв. В рамките на цяло десетилетие след откритията на Фут на тях внимание обръщат едва няколко вестникарски източника. Това очевидно не е така при Тиндал, чиито резултати, както стана въпрос в началото, се публикуват бързо и то не къде да е. Обръща им се сериозно внимание и то не от кого да е.

Ориз и Джаксън обобщават съвместно работата на Фут в сп. *Notes and Records*, пречупвайки я през призмата на историческия контекст и опитвайки се да реконструират начина на мислене на Юнис. Те определят работата ѝ като „метеор“ [7]. Всъщност, това, което тя не дава за разлика от Тиндал, е детайлното обяснение на физичната основа на парниковия ефект (т.е. на отразената от Земята слънчева топлина под формата на дълговълнови ИЧ – лъчи в горните слоеве на атмосферата).

Може би тук е мястото да спомена за гледната точка на някои автори, които повдигат въпроса за ефекта на Матилда в науката, който се изразява в принижаване качеството на труда на жените-учени в сравнение с този от подобен характер на техните колеги от мъжки пол [13]. Твърди се, че Тиндал не е бил наясно с резултатите на Фут. На противоположното мнение обаче е Джон Перлин от Департамента по физика към Университета Калифорния. Той открива, че Тиндал публикува материал за цветната слепота в същия брой на списанието, в което е публикуван първия материал на Фут. Неведнъж Перлин повдига въпроса: „Дали Тиндал е пропуснал останалите статии в списанието, в което сам е публикувал?“ (вж. на <https://www.youtube.com/watch?v=t7-TxgB4vE8>). За Перлин това е „изключително грозно доказателство“, че ирландецът е бил наясно с работата на своята американска колежка...

Дали това, че Юнис Фут е централна фигура в ранните движения за правата на жените има връзка с нейния дълго забравен статут, преценете сами. Тя е петата в списъка от стоте, подкрепили през 1848 г. *Seneca Falls* – първата конвенция в САЩ за правото на жените на глас и социално равенство. Юнис Фут заслужава да бъде запомнена не само като майката на климатичната наука,

защото истински пионерната научна разработка е тази, върху която стъпват и надграждат другите учени. Фут трябва да бъде запомнена и като радетел за кауза с огромно значение за насърчаване на социалния прогрес във време, когато борбата за равенство на жените се разглежда като екстравагантност, нещо опасно и загуба на време.



The signature page of the Declaration of Sentiments, with Foote's signature on the left

Повече за Юнис Фут можете да научите от следните видеоресурси:

<https://www.youtube.com/watch?v=SnYUMoo3E0>
<https://www.youtube.com/watch?v=WxgAOKzOcBU>
https://www.youtube.com/watch?v=Ztmo_SCNEII
<https://www.youtube.com/watch?v=U7iKCZn-2Ys>
<https://www.youtube.com/watch?v=1JFaBF2aeaY>

Литература

- [1] <https://www.climate.gov/news-features/features/happy-200th-birthday-eunice-foote-hidden-climate-science-pioneer>
- [2] https://nauka.offnews.bg/news/Novini_1/Dzhon-Tindal-zabraveniiaat-osnovatel-na-klimatichnata-nauka_154277.html
- [3] Tyndall, John, Note on the transmission of heat through gaseous bodies: *Proceedings Royal Society of London*, v. 10, 3.pp. 37 – 39, (1859).
- [4] Tyndall, John, On the absorption and radiation of heat by gases and vapours, and on the physical connection of radiation, absorption and conduction: *Philosophical Transactions of the Royal Society of London*, v. 151, part I, pp. 1 – 36, (1861)
- [5] Fleming, James Rodger, *Historical Perspectives on Climate Change*, Oxford University Press, New York, 194 p., (1998)
- [6] R. P. Sorenson, 'Eunice Foote's pioneering work on CO₂ and climate warming', *Search and Discovery* article #70092 (2011).
- [7] Ortiz Joseph D. and Jackson Roland. Understanding Eunice Foote's 1856 experiments: heat absorption by atmospheric gases. *Notes Rec.* 7667–84. (2020).
- [8] Jackson Roland. Eunice Foote, John Tyndall and a question of priority. *Notes Rec.* 74: 105–118. (2020)
- [9] <https://www.kent.edu/magazine/eunice-foote-finally-gets-some-credit>.
- [10] <https://theconversation.com/scientists-understood-physics-of-climate-change-in-the-1800s-thanks-to-a-woman-named-eunice-foote-164687>.
- [11] Eunice Foote, 'Circumstances affecting the heat of the sun's rays', *Am. J. Sci. Arts* 22, 382–383 (1856).
- [12] Wells, David A., ed. Heat of the Sun's Rays (pp. 159 – 160), In: *Annual of scientific discovery: or, year-book of facts in science and art, for 1857*. Gould and Lincoln, Boston, 406 p., (1857)
- [13] https://moodle.med.lu.se/pluginfile.php/65697/mod_resource/content/1/The%20Matthew%20and%20Matilda%20effects%20-%20Diana%20Grajales%20Abellan.pdf.

ПРОФ. Д.ФЗ.Н. ЛЮДМИЛ ПЕТРОВ ВАЦКИЧЕВ (1939 – 2022)

На 31 март 2022 г. ни напусна видният български физик и Почетен член на Съюза на физиците в България (СФБ), **проф. д.фз.н. Людмил Вацкичев** – дългогодишен член на УС на СФБ и на редколегията на сп. „Светът на физиката“.

Роден е в гр. Лом на 20.08.1939 г. Завършва висшето си образование във Физическия факултет на СУ „Св. Климент Охридски“ (СУ) през 1963 г. със специалност „Физика – производствен профил“ и специализация по радиофизика и електроника. От 1964 г. до пенсионирането си работи във Физическия факултет на СУ, като преминава през всички длъжности от асистент до професор.



През 1964 г. започва работа като асистент в катедра „Техническа физика“, която впоследствие от 1974 г. е преименувана в катедра „Радиофизика и електроника“. В периода 1968 – 1974 г. е задочен докторант (тогава аспирант) в Полша. Защиства успешно дисертация за научната степен *doctor nauk fizycznych* (по това време в България е еквивалентна на научната степен „кандидат на физическите науки“) с диплом от Полската академия на науките от 27.02.1974 г. От 1977 г. Людмил Вацкичев е главен асистент, от 1983 г. – доцент в катедра „Радиофизика и електроника“.

През 1999 г. Висшата атестационна комисия при Министерския съвет на Република България присъжда на Людмил Вацкичев научната степен „доктор на физическите науки“, а през 2001 г. – научното звание „професор“ по научната специалност „Радиофизика и физическа електроника (основи на електротехниката и радиоелектрониката, магнитоелектроника)“. От 1992 г. проф. Людмил Вацкичев е член на Специализирания научен съвет по радиофизика и физическа електроника. В периода 1993 – 2003 г. е ръководител на катедра „Радиофизика и електроника“. Владее руски, полски и английски езици.

Научноизследователската дейност на проф. Вацкичев е в областта на магнитоелектрониката – научна област, възникнала на границата между магнетизма и явленията на пренос на електрични заряди. От една страна, магнитоелектрониката е дял от физичната електроника, а от друга – от физиката на магнитните материали. Най-общо казано, магнитоелектрониката се занимава с физичните явления, които настъпват в материали, подложени на едновременното действие на електрични и магнитни полета, известни като галваномангнитни явления. По-конкретно, проф. Вацкичев изучава галваномангнитните явления в тънки магнитни слоеве, в частност ефект на Хол в тях. Осъществява дългогодишно

международно сътрудничество по тази тематика с Ягелонския университет в Краков, Полша. Автор е на една монография, два тома стандартно-справочни таблици и многобройни научни статии, доклади и авторски свидетелства в тази научна област.

Проф. Вацкичев е дългогодишен преподавател по електротехника и електроника за редовните студенти от специалностите „Физика и математика“, „Химия и физика“ и др., както и за всички задочни студенти във Физическия факултет. Написва за своите студенти учебник по електротехника и електроника, който актуализира, преработва и преиздава неколkokратно. Създател и титуляр е на специализиращ курс по магнитеелектроника. Бил е научен ръководител на множество студенти и докторанти, някои от които продължават да работят в катедра „Радиофизика и електроника“ и в други висши училища.

Проф. Вацкичев съчетавахе работата си на учен и преподавател в СУ с подчертано внимание към средното образование, популяризирането на физиката и управлението на науката. Той е автор и съавтор на десетки учебници и пособия за средното училище, научнопопулярни книги и на стотици публицистични статии, посветени на политиката в науката и образованието. Той е „лицето“ на физиката по Българската телевизия през 1980-те години, когато участва като сценарист и води поредица от 24 на брой телевизионни предавания, посветени на физиката („Картина на природата“ и „От науката за живота“). Сътрудничи и на Българското радио в програма „Съдружие на науките“. Той беше един от стълбовете на Проблемната група по образованието – огромната му научна култура и език, близък до децата, допринесоха за създаването на първите STEM учебници в България (Природа). Неговите безспорни качества и опит са оценени от обществеността и държавата с избирането му за експерт в Комисията по образованието и науката към 38-ото Народно събрание (1997 – 2001).

Проф. Вацкичев отделяше значително време и сили за участие в работата на Съюза на физиците в България. Той беше сред основателите на Софийския клуб на физика и активно действащ всеотдаен председател на Софийския клон на Съюза на физиците в България. Той участваше с душа и сърце във всички дейности на Съюза – Националните конференции по въпросите на обучението по физика, Младежките научни сесии, публични лекции по различни проблеми на физиката – всичко, свързано с проблемите на физиката и общността на физиците в България.

В периода 1989 – 1997 г. беше член на Управителния съвет и заместник-председател на СФБ. На Шестия конгрес на СФБ през 2007 г. той е избран за Почетен член на СФБ като израз на признателност за дългогодишната му плодотворна дейност в СФБ и Софийския му клон. Неговата обществена и управленска дейност включва и участие в Университетския демократичен синдикат в СУ,

на който е бил заместник-председател.

Ще запомним проф. Вацкичев с дружелюбното му отношение към колегите, с активната му гражданска позиция и с чувството за хумор, което му помогна да съхрани своята работоспособност до последно.

Поклон пред паметта на проф. Людмил Вацкичев!

Управителен съвет на Съюза на физиците в България
Редколегия на сп. „Светът на физиката“

НА ВНИМАНИЕТО НА БЪДЕЩИТЕ ВЕЛИКОДУШНИ И ЩЕДРИ
СПОМОЩЕСТВОВАТЕЛИ НА „СВЕТЪТ НА ФИЗИКАТА“

Банкова сметка на СФБ:
IBAN: BG91FINV91501215737609
BIC: FINVBGSF
ПЪРВА ИНВЕСТИЦИОННА БАНКА

Корица: „Интерференция на слънчева светлина“, автор: Йоанна Статева,
XI клас, СУ „Гео Милев“, гр. Раднево. 4-то място, класиране по Художествена
стойност в Национален фотоконкурс за ученици и студенти „Физика и климат“

НАШИТЕ АВТОРИ:

Сашка Александрова – проф. д.т.н., Технически университет, София;
Илиана Апостолова – доц. д-р, Лесотехнически университет, София;
Ангел Апостолов – проф. д-р, Университет по архитектура, строителство
и геодезия;
Юлия Веселинова – проф. д.фз.н., Софийски университет „Св. Климент
Охридски“;
Милка Джиджова – Съюз на физиците в България;
Димитър Иванов – Консултант към СМО. Директор по публично-частно
партньорство, СМО, Женева, до м. юли 2021 г.;
Борислав Александров – доц. д-р инж., Български антарктически институт,
катедра „Геодезия и геоинформатика“, УАСГ;
Ана Георгиева – проф. д.фз.н., Институт за изследвания на климата,
атмосферата и водите, Българска академия на науките;
Пенка Лазарова – Съюз на учените в България;
Цветомир Петров – ученик, 9 клас, 18 СУ „Уилям Гладстон“, гр. София.

Фондация „Еврика“ е основана през 1990 година за подпомагане на даровити деца и млади хора при реализирането на проекти в областта на науката, техниката и управлението; подкрепа на младите новатори и предприемачи, разпространение на научни, технически и икономически знания; усъвършенстване на материалната база за научно и техническо творчество; подпомагане на обучението и специализацията, на международното сътрудничество в областта на науката и техниката.

Фондацията осъществява пет програми:

Таланти – Програмата има за цел издирването и развитието на надарени млади хора в областта на науката, техниката, технологиите и управлението. Чрез нея се подпомага обучението на талантлив младежи, подкрепя се участието им в научно-технически изяви, стимулира се провеждането на школи, летни университети и др.

Научни изследвания – Програмата има за цел да подпомага научните изследвания на младите учени във фундаменталните области на науката и по този начин да осигурява възможност за научна изява и развитие. Подкрепя финансово публикации на млади учени в реферирани списания с импакт фактор.

Информация, издания, изяви и международно сътрудничество – Чрез програма „Информация, издания, изяви и международно сътрудничество“ се организират дейностите на фондацията, свързани с информационното осигуряване и разпространението на научно-технически знания сред младежта и децата, организирането на изяви за наука и техника, технологии и управление – конкурси, симпозиуми, семинари, кръгли маси, школи, научно-технически състезания, олимпиади, изложби, да насърчава международното сътрудничество на младите хора и техните организации в областта на науката, техниката, технологиите и управлението, както и да подпомага деловите им контакти със сродни организации в други страни.

Насърчаване на стопански инициативи – Чрез програма „Насърчаване на стопански инициативи“ се насочва и координира дейността на фондацията за стимулиране на създаването и внедряването на научно-технически идеи и разработки и други стопански инициативи на младежки колективи и търговски дружества на млади хора, както и на отделни младежи на възраст до 35 години.

Развитие – Програмата има за цел да подпомага ускореното развитие на съвместни дейности на програмна и проектна основа с международни, чуждестранни и национални организации и институции, в рамките на целите и предмета на дейност на фондацията.

За делови контакти: София 1000, бул. „Патриарх Евтимий“ No1
Тел: (02) 9815181; тел/факс: (02) 9815483
E-mail: office@evrika.org

СВЕТЪТ НА ФИЗИКАТА 3'2022 СЪДЪРЖАНИЕ

РЕДАКЦИОННО

НАУКА

- И. Апостолова, А. Апостолов, Ю. Веселинова – Мултифероици
– Д. Иванов – Бъдещето на прогнозите за времето и климата, част 2

НАГРАДИ

- С. Александрова – За какво се присъжда *Ig Nobel Prize*: да се посмеем и да се замислим
– М. Джджова – Национален фотоконкурс за ученици и студенти „Физика и климат“
– ИЕ към БАН връчи Годишната награда в Конкурса за най-добра научна публикация през 2021 г.

НАУКА И ОБЩЕСТВО

- Б. Александров – Антарктида и мястото на България в нея
– Европейска нощ на учените 2022
– А. Георгиева – Европейският фестивал „Наука на сцената“ 2022 г. и участието на българската делегация в него

ИСТОРИЯ

- П. Лазарова – Щрихи от историята на Физическия факултет при Софийския университет, част 2

МЛАДИ ИЗСЛЕДОВАТЕЛИ

- П. Лазарова – Национален конкурс за есе 2022 на тема „Физика, физици и околна среда“
– Ц. Петров – Юнис Фут – непознатият пионер на климатичната наука и радетел за равнопоставеност на жените в науката

IN MEMORIAM

- Проф. д.фз.н. Людмил Вацкичев

THE WORLD OF PHYSICS 3'2022 CONTENTS

EDITORIAL 159

SCIENCE

- I. Apostolova, A. Apostolov, J. Wesselinowa – Multiferroics 161
– D. Ivanov – The Future of Weather and Climate Forecasts, part 2 175

AWARDS

- Sashka Alexandrova – What is the Ig Nobel Prize Awarded for: to Laugh and Think 193
– M. Dzhdzhova – National photo contest for school and university students „Physics and Climate“ 199
– The Institute of Electronics at BAS awarded the yearly prize at the Best scientific publication contest 2021 201

SCIENCE AND SOCIETY

- B. Aleksandrov – The Antarctic and Bulgaria's place on it 203
– European Researchers' Night 2022 ... 209
– A. Georgieva – The European Festival Science on Stage 2022 and the Participation of the Bulgarian Delegation 210

HISTORY

- P. Lazarova – Bits of the History of the Faculty of Physics of Sofia University, part 2 219

YOUNG RESEARCHERS

- P. Lazarova – National essay contest 2022 „Physics, physicists and environment“ 227
– Ts. Petrov – Eunice Foote – the unknown pioneer of climate science and campaigner for the equality of women in science 231

IN MEMORIAM

- Prof. Lyudmil Vatskichev D.Sc. 237