



СЪЮЗ
НА ФИЗИЦИТЕ
В БЪЛГАРИЯ

4'20

СВЕТЪТ
СВЕТЪТ
СВЕТЪТ
СВЕТЪТ

НА

ФИЗИКАТА

Корица: Церера

С В Е Т Ъ Т Н А Ф И З И К А Т А

ТОМ XLIII, кн. 4, 2020 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, Игоръ
Масляницын, Михай Анастасеску,
Лилия Атанасова

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, Liliya
Atanasova

РЕДАКЦИОНЕН СЪВЕТ

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

EDITORIAL COUNCIL

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

ВОДЕЩ БРОЯ: Сашка Александрова

VOLUME EDITOR: Sashka Alexandrova

АДРЕС НА РЕДАКЦИЯТА:

Бул. „Джеймс Баучер“ №5,
1164 София

EDITORIAL OFFICE ADDRESS:

5, James Bouchier Blvd,
1164 Sofia

☎ 02 862 76 60

E-mail: worldofphysics@abv.bg

Предпечатна подготовка: Л. Атанасова

ISSN: 0861-4210

РЕДАКЦИОННО

Науката като остров на съкровищата

Легендата разказва, че веднъж учениците на древно-гръцкия философ Зенон от Елея го попитали: „Защо ти, учителю, който знаеши повече от нас, винаги се съмняваш в правилността на отговорите, които на всички нас изглеждат очевидни и ясни?“. Мъдрецът начертал на пясъка един голям и един малък кръг и отвърнал: „Големият кръг са моите познания, а малкият – вашите. Моите знания са действително по-големи от вашите, но всичко извън тези кръгове е неизвестността. Обиколката на големия кръг е много по-голяма от тази на малкия, следователно и границата на моите знания с неизвестното е значително по-голяма. Това е причината аз да имам и повече съмнения“. В по-ново време Джон Уилър (John Wheeler), изтъкнат американски физик-теоретик, определя нашите знания като остров, заобиколен от море от невежество. С нарастването на острова расте и брегът на нашето невежество.

Всъщност науката е остров, но остров на съкровища, събирани с хилядолетия от учени и изследователи. За първи път в историята на цивилизацията живеем в райски високотехнологичен свят, който функционира толкова гладко, че хората погрешно започват да вярват, че всичко е наистина просто. С един клик на мишката или докосване на екрана можем да направим всичко: да си поръчаме пица, да си купим кола, да организираме събитие. Но не само това. Пред нас е цялото знание на света. Никой не мисли за всички, които правят това възможно: учените, инженерите, технолозите, софтуерните дизайнери. Всичко е толкова просто и разбираемо. Само дапомним, че *World Wide Web (WWW)* е изобретен в ЦЕРН през 1990 г. Целта по това време е да се създаде мрежа за обмен на информация между физици от цял свят, но тази мрежа промени живота на всички. Подобри достъпа до информация и даде самочувствие на хора далеч от науката да обсъждат проблемите ѝ и да дават мнения и оценки. Не само това. Всеки може да се почувства експерт във всяка област, да дава съвети и да оценява работата на учителите, лекарите, преподавателите в университетите, на депутатите в парламента, на министерства и правителства. Всъщност „ефектът на всезнайкото“ отдавна е известен на психолозите като „Ефект на Дънинг-Крюгер“. Сблъсъкът с реалността може ли да отрезви носителите на цялото знание на света? Нека да научим в настоящия брой малко повече за този ефект и, без да да стигнем до катастрофа, да осъзнаем къде се намираме и да оценим ролята на знанието. Защото това особено добре се вижда в критични ситуации като днешната пандемична обстановка. В момента ролята на науката е по-важна от всякога, за да не попа-

даме в капана на парадоксални концепции като вяра в свръхестествени събития и конспиративни теории, които не водят до решаване на проблемите.

Ще довършим и историята за българската космическа одисея, напрегнатата работа по така наречения проект „Б-1300“ за изстрелването на българския научен спътник, чрез разказа на един от непосредствените участници.

Може ли историята на един необикновен живот да ни каже нещо не само за науката, но и да бъде от по-общ исторически интерес? Представяме в този брой разказ за проф. Порфирий Бахметиев, който през далечната 1889 г. става първият ръководител на катедрата по експериментална физика в основаното година преди това Физико-математическо отделение към Висшето училище, предшественик на Софийския университет. Той е и един от първите трима български академици в областта на физическите науки. Забележителен учен и организатор, с оригинални идеи като например за електрически „телефотограф“ – далечен предшественик на телевизията, както и в други области на физиката и биофизиката.

Прочете и новините, които клон „Космос“ ни представя, за предстоящи проекти и интересни исторически открития.

На нашите верни читатели и почитатели, настоящи и бъдещи, малки и пораснали, е посветена Коледната ни приказка.

Традиционно, в последния брой на годината, „Светът на физиката“ публикува статия за Нобеловата награда по физика за съответната година. През 2020 г. наградата беше присъдена за изследвания на черните дупки. В своето встъпително слово Гьоран Хенсон (*Göran K. Hansson*), Генералният секретар на Кралската шведска академия на науките, я определи като награда за най-тъмните тайни на Вселената. Съобщението дойде изненадващо за физическата общност по няколко причини. За втора поредна година Академията отбелязва работа по космология и астрофизика. Обикновено областите се редуват в обширното поле на физиката, което обхваща всичко – от най-малката субатомна частица до необятната Вселена. Нобеловите награди традиционно не се присъждаха за теоретична физика, освен ако изследванията по-късно не бъдат директно потвърдени от експерименти. Известен пример е Питър Хигс, за когото наградата дойде след повече от петдесет години, едва след откриване на бозона, носещ неговото име. Много теоретици нямат този късмет, като Стивън Хокинг, съавтор на Роджър Пенроуз в изследванията на черните дупки. Ако беше жив, най-вероятно щеше да е сред Нобеловите лауреати, но, както е известно, Нобеловата награда не се присъжда посмъртно. На Нобеловата награда по физика за 2020 г. е посветена статията на проф. С. Язаджиев.

През 2020 г. за отбелязване на златния 50-ти юбилей на *Physical Review B*, най-значимото научно списание, посветено на физиката на кондензираната материя и материалознанието, редакторите на списанието избират от ар-

хива си три основополагащи статии с голямо значение за развитието на нови направления. Прочетете кои са те.

За Роджър Пенроуз, аристократ не само във физиката (той е посветен в рицарско звание през 1994 г.), и за Стивън Хокинг, който никога не получи Нобеловата награда, също можете да прочетете в настоящия брой.

Не забравяйте за острова на съкровищата!

Честита Коледа!

Сашка Александрова,
главен редактор на „Светът на физиката“



Обявяване на Нобеловата награда по физика за 2020 г.
<https://www.nobelprize.org/prizes/physics/2020/prize-announcement/>

ЗА НОБЕЛОВИТЕ ЛАУРЕАТИ ПО ФИЗИКА ЗА 2020 г.

На 6 октомври Кралската шведска академия на науките присъди Нобеловата награда по физика за 2020 г. „за откриването на свръхмасивен компактен обект в центъра на нашата галактика“.

Лауреатите са трима учени – Роджър Пенроуз (*Roger Penrose*), английски физик, математик и философ, Райнхард Генцел (*Reinhard Genzel*), немски астрофизик и Андреа Гез (*Andrea Ghez*), американски астроном. Наградата се поделя между тримата учени, като Роджър Пенроуз от Университета в Оксфорд, Великобритания, и Калифорнийския университет в Бъркли, САЩ, получава $\frac{1}{2}$ „за **откритието, че образуването на черни дупки е надеждно предсказание на Общата теория на относителността**“. Втората половина се поделя между Райнхард Генцел от Макс Планк Института по космическа физика в Гархинг, Германия, и Андреа Гез от Калифорнийския университет в Лос Анджелис, САЩ, „за **откриването на свръхмасивен компактен обект в центъра на нашата галактика**“.



Райнхард Генцел



Андреа Гез



Роджър Пенроуз

Безспорно Роджър Пенроуз е най-известният от тримата лауреати. Носител е на множество отличия и награди. На българския читател е известен с книгите си „Сенките на ума“, „Пътят към реалността“ и „Новият разум на царя“, както и „Природата на пространството и времето“ в съавторство със Стивън Хокинг.

Роджър Пенроуз е роден през 1931 г. в Колчестър, Великобритания, в семейство на лекари и амбицията на родителите му е той да следва по същия път. Детството му преминава в Канада. Семейството се завръща в Англия през 1945 г. Бащата заема длъжността професор по човешка генетика в Университетския колеж в Лондон, а Роджър постъпва в училището към същия колеж. Това е време, когато интересът му към математиката се засилва. Както е типично за училищата по това време, биологията и математиката са отделни направления в Университетския колеж, като учениците трябва да избират измежду тях. Пенроуз си спомня случая, когато трябва да реши кои предмети да изучава през следващите две години. Учениците отиват при директора, един след друг. Когато идва неговият ред, на въпроса какви предмети иска да изучава, той отговаря: „Бих искал да се занимавам с биология, химия и математика“. Отговорът е, че това е невъзможно, не може специализация едновременно по биология и математика, просто училището не предлага такава опция. Роджър не иска да се откаже от математиката и отговаря: „Математика, физика и химия“. Родителите му са силно недоволни от този избор – на медицинската кариера с един удар е сложен край.

Пенроуз получава докторска степен за работата си по алгебра и геометрия от Университета в Кеймбридж през 1957 г., но по това време се проявява интересът му към физиката. Той описва как курсове, които е посещавал по време на първата си година в Кеймбридж, са му оказали силно влияние в тази насока. „Спомням си, че бях на три курса, нито един от които нямаше нищо общо с изследванията, които трябваше да направя. Единият беше курс на Херман Бонди (*Hermann Bondi*) по Обща теория на относителността, който беше силно завладяващ ... Друг беше курсът на Пол Дирак по квантова механика, който беше красив по съвсем различен начин ... И третият курс ... беше курс по математическа логика от Стийн (*Steen*). Научих за машините на Тюринг и теоремата на Гьодел ...“.

Повече за многостранните занимания на Роджър Пенроуз можете да прочетете в „Светът на физиката“, 2/98, 134, както и в настоящия брой.

Райнхард Генцел е роден през 1952 г. в Бад Хомбург (Хесен), Германия. Баща му е професор по физика и е първият директор на Макс Планк Института за изследване на твърдите тела в Щутгарт при основаването му през 1970 г. Той събужда интереса му към експерименталната физика. „Винаги ще помня, как той ми показва (на 16-годишна възраст) как да построя добър спектрометър от основните му оптични компоненти“, пише Генцел. Гимназията завършва във Фрайбург с хуманитарен профил, което включва 9 години изучаване на латински и гръцки език и, както сам отбелязва: „Може би в резултат на това цял живот се интересувам от историята и археологията“. Физика учи в Университета във Фрайбург и Университета в Бон. Докторската си степен получава през 1978 г. През 1981 – 1982 г. е стипендиант и после до 1986 г.

професор във Физическия факултет на Калифорнийския университет в Бъркли, когато се връща в Германия на поста директор на Макс Планк Института по космическа физика в Мюнхен. Той е и почетен професор в университета „Лудвиг-Максимилиан“ (*Ludwig-Maximilian University*). Носител е на множество награди и отличия, сред които медала Ото Хан (*Otto Hahn Medal*) на Дружеството Макс Планк, награда на Американското астрономическо дружество, наградата Лайбниц на Германската фондация за наука и др. Бил е един от най-обещаващите млади немски състезатели в хвърлянето на копие.

В интервю за Шпигел на въпроса към него като най-добре познаващ центъра на нашата галактика, как изглежда това място, той отговаря: „Ярко. Ако можехте да пътувате до центъра на нашата галактика, бихте се изненадали колко ярко е там. Концентрацията на звездите спрямо нашата околност е милион пъти по-висока. И не са просто много на брой, те са гигантски. Накратко, гледката на звездите в небето би била драматична“. Дали може ли човек да живее в там? Бихме ли могли да намерим подслон по време на нашето пътуване? „Хубав въпрос, но нямам отговор за вас. Предполагам, че шансовете ви биха били доста лоши, защото гравитацията от гигантските звезди и черната дупка са достатъчни, за да разхвърлят всички планети на разни страни. Но не знаем със сигурност“.

Андреа Миа Гез е родена през 1965 г. в Ню Йорк. Баща ѝ е професор по икономика, а майка ѝ – директор на Художествения музей на Ренесансовото дружество на Чикагския университет и куратор на изложбите му. Детството ѝ преминава в Чикаго. Програмата „Аполо“ за кацане на Луната я вдъхновява и тя мечтае да бъде първата жена астронавт, а майка ѝ я насърчава. Нейният модел на жена за подражание е учителка по химия в гимназията. Отначало започва да учи математика, но след това променя специалността си на физика. През 1987 г. получава бакалавърска степен по физика от Масачузетския технологичен институт, а през 1992 г. – докторска степен от Калифорнийския технологичен институт. От 2000 г. е професор по физика и астрономия в Калифорнийския университет в Лос Анджелис.

Носител е на награди, сред които тези на Американското физично дружество: Мария Гьоперт-Майер (*Maria Göppert-Mayer*) и Нютън Лейси Пиърс (*Newton Lacy Pierce*) по астрономия. Спечелвайки Нобеловата награда по физика за 2020 г., Андреа Гез става четвъртата жена, получила наградата след Мария Кюри през 1903 г., Мария Гьоперт Майер през 1963 г. и Дона Стрикланд през 2018 г. Съавтор е на книгата „Можеш да бъдеш жена-астроном“ заедно с Юдит Лъв Кoen (*Judith Love Cohen*), американски космически инженер и писателка.

В интервю след получаване на Нобеловата награда, Андреа Гез разказва какво представлява една черна дупка. „В известен смисъл черната дупка е невероятно прост обект, защото има само три характеристики, които могат

да бъдат описани: маса, въртене и заряд. И ще говоря само за масата. Така че, от една страна, това е много прост обект. Но, от друга страна, това е невероятно сложен обект, за описанието на който се нуждаем от доста екзотична физика и до известна степен представлява пробив във физическото разбиране за Вселената“. Оказва се, че Андреа е романтичка – има любима звезда. „Повечето астрономи имат любима звезда“, казва тя, „и днес моята звезда се нарича SO-2. Без съмнение, любимата ми звезда на света. Защото тя прави един оборот около черната дупка само за 15 години. За да разберем колко малко е това, нека кажем, че на Слънцето са необходими 200 милиона години, за да обиколи центъра на галактиката. На звездите, които познавахме преди това, тези, които са най-близо до центъра на галактиката, са им необходими 500 години, а на тази – време в рамките на човешкия живот“.

Литература

<https://www.nobelprize.org/prizes/physics/2020/summary/>

<https://mathshistory.st-andrews.ac.uk/Biographies/Penrose/>

<https://www.spiegel.de/international/zeitgeist/nobel-prize-in-physics-winner-it-s-unbelievable-all-that-s-going-on-at-the-moment-in-astronomy-a-6b4867e5-ead6-43f3-910b-bf69e9485ff2>

https://www.ted.com/talks/andrea_ghez_the_hunt_for_a_supermassive_black_hole?

Подбор и превод: **Сашка Александрова**

THE 2020 NOBEL LAUREATES IN PHYSICS

The article presents a short story about the 2020 Nobel prize winners in physics, who they are and what inspired them to choose physics as their professional career and life long engagement.

Selection and translation: **Sashka Aleksandrova**

НОБЕЛОВАТА НАГРАДА ПО ФИЗИКА ЗА 2020

Стойчо Язаджиев

Нобеловата награда по физика за 2020 г. бе присъдена за изследвания на черните дупки, които безспорно са сред най-интересните и най-загадъчните обекти във Вселената. Една втора от наградата е за Роджър Пенроуз (*Roger Penrose*), а другата втора – за Райнхард Генцел (*Reinhard Genzel*) и Андреа Гез (*Andrea Ghez*). Р. Пенроуз е професор по математика в Университета на Оксфорд, Великобритания. Р. Генцел е директор на Института Макс Планк за извънземна физика в Гархинг, Германия, и е професор в Университета на Калифорния, Бъркли, САЩ. А. Гез е професор в Университета на Калифорния, Лос Анджелис, САЩ.

Наградата се връчва на Пенроуз за математическо доказателство, че черните дупки могат да се образуват в съгласие със законите на Общата теория на относителността. Генцел и Гез получават наградата за наблюдателното доказателство, че свръхмасивният и свръхкомпактен обект в центъра на нашата галактика е черна дупка. Най-екзотичното в това „Нобелово трио“ е фактът, че Пенроуз е математик. Това е единственият случай, когато математик получава Нобелова награда за физика. Въпреки че е нетипично, присъждането на Нобеловата награда на математик е закономерно следствие, като се има предвид огромният и критичен принос на математиците и математическите физики за създаването и развитието на Общата теория на относителността.

За да разберем важността на приносите на тримата Нобелови лауреати, е необходимо да се проследи развитието на идеите във времето. Всичко започва със създаването на Общата теория на относителността (ОТО) преди повече от 100 години. ОТО се ражда от синтеза на две велики идеи, изказани от математици – немския математик Херман Минковски и швейцарския математик Марсел Гросман, и в определена степен от Айнщайн. През 1907 г. Минковски прави първата гениална стъпка, като се отказва от пространството и времето като отделни категории и въвежда единно пространство-време като нова категория. Следващата гениална идея, която всъщност поставя основите на ОТО, е изказана от Гросман и Айнщайн в обща работа – те отъждествяват гравитационното поле с метриката на пространство-времето. Най-интересното е, че самият Айнщайн първоначално се противопоставя на идеята, мислейки, че описанието на гравитационното поле с многокомпонентна величина, каквато е метриката, противоречи на принципа за причинност. Малко по-късно обаче приема идеята. Полевите уравнения на ОТО във вакуум, именно $R_{\mu\nu}=0$, където $R_{\mu\nu}$ е тензорът на Ричи, са получени в общата рабо-

та на Гросман и Айнщайн, като водещият принос е именно на Гросман. Невероятно, но Гросман и Айнщайн не успяват да изведат пълните уравнения на ОТО в присъствие на материя. Днес причината за това изглежда комична – и двамата не съобразяват добре известни тъждества за тензора на кривината. Пълните полеви уравнения на гравитационното поле в присъствие на материя се извеждат за пръв път чрез вариационен принцип от великият немски математик Давид Хилберт през 1915 г. Малко по-късно са изведени и от Айнщайн на базата на други аргументи. Днес тези уравнения се наричат уравнения на Хилберт-Айнщайн.

Още с идването си на бял свят ОТО прави важни и разтърсващи предсказания – гравитационни вълни, разширяваща се вселена, черни дупки и много други. През 1922 г. руският математик А. Фридман прави шокиращо предсказание – той показва, че съгласно уравненията на ОТО Вселената трябва да се разширява. Това предсказание е потвърдено само няколко години по-късно, през 1929 г., от американският астроном Е. Хъбъл, за съжаление след смъртта на Фридман. Независимо от това, почти всички физици по онова време разглеждат ОТО като някаква екзотика. Това отношение към ОТО е продиктувано от няколко факта. Първият и основен факт е, че ОТО е силно математическа теория и предизвиква буквално страх във физиците. Тя използва езика и апарата на абстрактната диференциална геометрия и топологията, области, в които физиците по онова време (а в много голяма степен и днес) са абсолютно неподготвени. В съчетание и с факта, че полевите уравнения на ОТО са най-нелинейните уравнения в цялата физика, теорията наистина изглежда като кошмарна екзотика¹. Това отношение на физиците към ОТО, с малко изключения, се запазва десетилетия и се промъква дори и днес.

За щастие математиците обръщат сериозно внимание на ОТО и дават съществени приноси за развитието на ОТО, които изпреварват времето си с десетилетия. Като ярък пример може да се посочи, че още през 20-те години на миналия век (!) математиците започват да разработват т.нар. 3+1 формализъм, на който се основават числените симулации, залегнали в основата на експерименталното потвърждение на гравитационните вълни през 2015 г.

Самите черни дупки излизат на сцената в скрита форма още през 1916 г., но не са разпознати като такива. През 1916 г. немският астроном Карл Шварцшилд намира първото точно и нетривиално решение на уравненията на Хилберт-Айнщайн, за съжаление само четири месеца преди смъртта си. Това решение днес се нарича решение на Шварцшилд и описва гравитационното поле на статично и сферично-симетрично тяло. Явната форма на решението на Шварцшилд е следната:

¹Нелинейностите на негравитационната физика се промъкват в уравненията на ОТО чрез тензора на енергията-импулса $T_{\mu\nu}=0$.

$$ds^2 = g_{\mu\nu} dx^\mu dx^\nu = - \left(1 - \frac{2MG}{c^2 r} \right) dt^2 + \frac{dr^2}{1 - \frac{2MG}{c^2 r}} + r^2 d\theta^2 + r^2 \sin^2 \theta d\phi^2,$$

където t е времевата координата, а (r, θ, ϕ) са сферичните координати. Масата на тялото е означена с M , а G и c са съответно гравитационната константа и скоростта на светлината. Това е фундаментално решение и играе критична роля при многобройните приложения на ОТО в астрономията и астрофизиката. То въвежда по естествен начин нова характеристика на всяко самогравитиращо тяло – неговият гравитационен радиус $R_g = \frac{2MG}{c^2}$ или още радиус на Шварцшилд. Решението обаче има „очевидна“ сингулярност при $r = R_g = \frac{2MG}{c^2}$, като една от компонентите на метриката става нула, а друга – безкрайност. Основавайки се на неписаното правило във физиката, че всичко, което е безкрайно, е нефизично, физиците обявяват, че решението има смисъл само за $r > \frac{2MG}{c^2}$. Следващите две десетилетия, до началото на 40-те години на миналия век, точно това е доминиращата интерпретация на решението на Шварцшилд, независимо че много математици настояват, че решението описва дори обект, които се е свил под собствения си гравитационен радиус и че само $r = 0$ е истинска сингулярност.

През 1939 г. американският физик Робърт Опенхаймер, бъдещият баща на атомната бомба, заедно с своя студент Хартланд Снайдер, изследват колапса на сферично симетричен облак от материя в ОТО и ясно осъзнават ролята на радиуса на Шварцшилд, като напълно правилно го идентифицират с присъствието на хоризонт. Според тях колапсиращото сферично-симетрично тяло, след свиване под радиуса на Шварцшилд, се самозатваря и прекъсва всякаква комуникация с външните наблюдатели, като остава само собствено-то му статично гравитационно поле във външното пространство². Статията на Опенхаймер и Снайдер е критична крачка в теорията на черните дупки, тя е в съгласие с идеите на математиците и на практика пуска духа от бутилката. Въпреки че ще минат доста години преди черните дупки да се появят официално в ОТО, една част от по-будните физици започват да се замислят сериозно върху проблема, вероятно заради авторитета на Опенхаймер.

През 1958 г. американският физик Дейвид Финкелщайн, използвайки много проста координатна трансформация, показва съвсем ясно и категорично, че $r = R_g$ е напълно регулярна повърхнина в пространство-времето и че причината физиците да я смятат за пространствено-времева сингулярност, е координатен артефакт. Той също ясно показва, че повърхнината $r = R_g$ дейс-

²За първи път наименованието черни дупки за обектите с хоризонт е използвано от Робърт Дике в една от лекциите му в Принстън в началото на 60-те години, но ученият, които популяризира това наименование е Джон Уилър, също от Принстън.

тва като хоризонт. Този резултат заедно с динамичния резултат на Опенхаймер и Снайдер категорично показва, че сферично-симетричното решение на Шварцшилд е в сила за всяко $r > 0$ и описва тяло, което се е свило под гравитационния си радиус и притежава хоризонт, лежащ при $r = R_g$, като крие в себе си истинска сингулярност при $r = 0$, където кривината на пространство-времето е безкрайна.

След това събитията се зареждат в полза на черните дупки. В началото на 60-те години астрономите откриват квазарите – екстремално ярки галактически ядра с маса от порядъка на милиони и дори милиарди слънчеви маси, обградени от акреционни дискове. Първоначалната хипотеза е, че квазарите са свръхмасивни звезди, но скоро става ясно, че това е абсолютно невъзможно, тъй като те са нестабилни и не могат да обяснят наблюденията. Единственото ясно нещо е, че централните двигатели на квазарите трябва да са чудовищно масивни и свръхкомпактни обекти. През 1963 г. новозеландският математик Рой Кер намира ново точно решение на уравненията на Хилберт-Айнщайн с аксиална симетрия, описващо въртящ се обект, притежаващ хоризонт, т.е. въртяща се черна дупка, което се свежда до това на Шварцшилд, когато ъгловата скорост на въртене клони към нула.

Започва да се промъква идеята, че централните обекти, свързани с квазарите, са черни дупки, т.е. решение на Кер или в частен случай – решение на Шварцшилд. През 1964 г. Джон Уилър споделя идеята с Пенроуз, който започва да мисли върху проблема. Основното притеснение на физиците е дали черни дупки могат да се образуват при реален гравитационен колапс. Както вече коментирахме, Опенхаймер и Снайдер са показали това в случая на сферична симетрия, но остава съмнението, че хоризонт може да се образува само при много специални симетрии, но не и в общия случай.

Приносът на Пенроуз

През 1964 г. пред Пенроуз стои следната фундаментална задача: да се покаже, че черните дупки са общо следствие от законите на ОТО, като се формират в области с висока плътност на материята. Така поставена задачата е много сложна. Обикновено във физиката винаги се разглеждат процеси и обекти с висока симетрия в един или друг смисъл, но сега всяка симетрия е изключена изначално, което усложнява проблема прекалено много. Подходът на Пенроуз към задачата е корено различен от подходите на физиците – като математик той атакува задачата чисто математически на базата на абстрактната диференциална геометрия и топология. За тази цел въвежда ново понятие в ОТО, което играе ключова роля, а именно: уловена повърхнина. Уловената повърхнина е двумерна повърхнина в пространство-времето, която има свойството да фокусира светлинните лъчи, излъчени навън и ортогонално на нея. За сравнение – светлинните лъчи, излъчени навън и ортогонално на двумерна сфера в плоско пространство, не се фокусират, а се разбягват един от

друг. С други думи, уловената повърхнина е сигнал за достатъчно силно гравитационно поле. Като най-известен пример за уловени повърхнини са сферичните повърхнини $r = \text{const}$ под радиуса на Шварцшилд, т.е. сферичните повърхнини вътре в черната дупка на Шварцшилд.

Във фундаментална статия от 1965 г. Пенроуз доказва, че ако веднъж се е образувала уловена повърхнина и ако материята удовлетворява определени естествени енергетични условия (като положителна плътност на енергията), съгласно законите на ОТО вътре в уловената повърхнина настъпва необратим колапс към сингулярност.

За тези, които разбират по-дълбоко ОТО и за любителите на екстремното, ще представим и оригиналната теорема на Пенроуз в съвременна редакция, без да коментираме математиката зад тази теорема.³

Теорема *Нека (M, g) е глобално хиперболично пространство-време с некомпактна повърхнина на Коши. Ако тензорът на енергията-импулса на материята удовлетворява слабото (или силното) енергетично условие и пространство-времето съдържа уловена повърхнина, тогава пространство-времето (M, g) е изотропно геодезически непълно.*

Веднага се вижда, че строгата и чисто научна формулировка на резултата на Пенроуз е съвсем различна от физическото му представяне. Необходимо е дълбоко разбиране на математиката и теорията, за да се преведе теоремата на физически разбираем език. Именно тази разлика в научните езици е стената, която и днес пречи на повечето физици да разберат ОТО в по-голяма дълбочина. Развитието на ОТО обаче е органично свързано с математиката и не може да се разчита на примитивни физични модели, каквато и да е цената за тези, които са се посветили на нейното развитие.

Теоремата на Пенроуз поставя началото на нов златен период за ОТО и нова ера за астрономията и астрофизиката. Черните дупки влизат официално във физиката, а свръхмасивните черните дупки стават общоприетото обяснение на квазарите. Теоретиците показват, че материята, която пада спирално към черната дупка, може да освободи от 6 % до 42 % от масата си на покой като лъчение, което обяснява високата светимост на квазарите. За сравнение,

³В интерес на истината е добре да споменем, че първата от така наречените теореми за сингулярности в ОТО е доказана през 1955 г., т.е. 10 години преди теоремата на Пенроуз, от индийския математик и физик Амал Райчадхури (*Amal Raychaudhuri*) (1923 – 2005). В своята статия *Phys. Rev.* **98**, 1123 (1955) Райчадхури не въвежда понятието уловена повърхнина, но извежда фундаментално уравнение, което стои зад всяка теорема за сингулярност, описвайки фокусирането на геодезичните. В по-малка или в по-голяма степен идеята на теоремата на Райчадхури се промъква във всички модерни теореми за сингулярности, доказани от Пенроуз, Хокинг, Героч и други.

при термоядрени реакции може да се освободи едва 0,7 % от масата на покой.

След 1965 г. Пенроуз дава още много важни математически и физически приноси в развитието на ОТО. Заедно със С. Хокинг доказват серия от теореми, обобщаващи горната фундаментална теорема. През 1969 г. Пенроуз прави много важно откритие за астрофизиката, като показва, че ротационната енергия на въртящите се черни дупки е мощен източник на енергия. Механизмът, чрез който става това, се нарича механизъм на Пенроуз. През 1977 г. Бландфорд и Знаек, използвайки идеята на Пенроуз, конструират реалистичен модел как да се извлича енергия от въртяща се черна дупка и този подобрен механизъм на Пенроуз е в основата на обяснението на мощните космически струи от свръхмасивни черни дупки.

Приносът на Генцел и Гез

Генцел и Гез ръководят две изследователски групи, които наблюдават движението на звездите около ядрото на нашата галактика. Групата на Генцел използва телескопи на Европейската южна обсерватория, разположени в Чили, докато тимът на Гез използва обсерваторията Кек на Хаваите. Самите наблюдения продължават почти 30 години.

Защо е важно да се наблюдава движението на звездите около ядрото на галактиката? При своето движение звездите чувстват кривината на пространство-времето и техните орбити съдържат информация за тази кривина и за параметрите на централния обект, особено за звездите, които се движат най-близо до галактическото ядро. Наблюдението на отделни звездни орбити обаче е голямо предизвикателство поради много причини. Многобройни облаци междузвезден газ и прах поглъщат по-голямата част от видимата светлина, идваща от центъра на галактиката. Освен това атмосферата влияе на движението на приеманите фотони и размива образите. Ето защо звездите примигват, а също така и образите им са размити. За да се справят с тези предизвикателства, Генцел и Гез разработват и усъвършенстват свои техники, изграждайки уникални инструменти за дългосрочни наблюдения.

Турбуленцията в земната атмосфера размазва траекториите на фотоните във времеви мащаби около една 1 секунда. За да компенсират това, и двете групи разработват и използват техника на *speckle imaging* в близката инфрачервена област. Правят се кратки експозиции с много чувствителен детектор, около 0,1 s, за да има ефективно замразяване на динамиката на атмосферата. Отделните експозиции се наслагват като се използва референтен източник. По този начин се получават по-отчетливи и по-дълбоки изображения, ограничени само от дифракцията. За инфрачервената линия на наблюдение (2,2 μm) това ограничение съответства на 0,05 дъгови секунди или на физическо разстояние около 2,5 светлинни дни от центъра на галактиката. Чрез тези методи след 4 годишни наблюдения екипите успяват да измерят зависимостта

на скоростта на звездите от координатното разстояние до масивния център. Те получават, че скоростта v зависи от координатното разстояние r , като $v \sim r^{-1/2}$, което се очаква за силно компактен централен обект.

Описаният по-горе метод има и някои недостатъци. Краткото време на експозиция ограничава наблюдението само до най-ярките звезди и е необходимо продължително време на наблюдение, за да се определи скоростта на звездите. Тези ограничения са преодоляни, когато адаптивната оптика става достъпна за екипа на Гез в обсерваторията „Кек“ и за екипа на Генцел – на Много големия телескоп (*VLT, ESO*). Адаптивната оптика използва ярък референтен обект до целта за наблюдение или дори изкуствена „звезда“, създадена чрез лазерно възбуждане на натриеви атоми в горните слоеве на атмосферата. Деформируемо вторично огледало променя формата си, за да компенсира отклоненията от референтния обект и се осъществява обратна връзка в реално време с телескопа, което позволява дълго време на експозиция и създаване на много резки и дълбоки изображения до границата на дифракция. Това позволява използването на спектрограф за изследване на звездите – съставът на звездите може да бъде проучен и, решаващо за проекта, лъчевите скорости могат да бъдат измерени.

Групите се концентрират върху една от звездите, наречена S2, която минава близо до ядрото на галактиката и има много кратък орбитален период, малко под 16 години. За сравнение Слънцето обикаля центъра на галактиката за около 230 милиона години. S2 има силно елиптична орбита с ексцентricитет $e = 0,88$. Нейното перицентрично разстояние до ядрото през пролетта на 2002 г. е само 17 светлинни часа, или $1400 R_g$, за черна дупка с маса $4 \times 10^6 M_\odot$ ($M_\odot$ – слънчева маса, бел. ред.). Равнината на орбитата има наклон от около 46 градуса спрямо небесната равнина. Наблюдателните данни на двете групи показват, че движението на S2 се определя изцяло от централния обект и влиянието на останалата материя е напълно пренебрежимо, и най-важното – галактическият център съдържа изключително концентрирана маса от порядъка на 4 милиона слънчеви маси. Като се вземе предвид, че видимият размер (радиоизлъчващата част) на ядрото е по-малък от 1 AU, означава, че имаме чудовищно компактен обект (еквивалентно на 4 милиона слънца между Земята и Слънцето!).

Изключително достижение е и измерването на релативистката прецесия на орбитата на S2 – много важен ефект, предсказан от ОТО. Този ефект съдържа в себе си директна информация за кривината на пространството и по независим начин показва, че централният обект е свръхмасивна черна дупка.

Пионерските наблюденията на Генцел и Гез дават най-убедителните доказателства, че ядрото на нашата галактика е свръхмасивна черна дупка.

Нещо повече, те поставят основата на нови прецизни тестове на ОТО и нейните удивителни предсказания.

Литература

- <https://www.nobelprize.org/uploads/2020/10/advanced-physicsprize2020.pdf>
S. Hawking, G. F. R. Ellis, The large scale structure of spacetime, Cambridge University Press, Cambridge, 1973.
J. Senovilla, Singularity theorems and their consequences, Gen. Rel. Grav., Vol.30, No. 5, pp.701–848, 1998.
A. Eckart, R. Genzel, „Observations of stellar proper motions near the Galactic Centre“, Nature, vol. 383, no. 6599. pp. 415-417, 1996.
A. Ghez, S. Salim, N. Weinberg, J. Lu, T. Do, J. Dunn, K. Matthews, et al., „Measuring distance and properties of the Milky Way's central supermassive black hole with stellar orbits“, The Astrophysical Journal, vol. 689, no. 2. pp. 1044–1062, 2008.
GRAVITY Collaboration, Astron. Astrophys. 636, L5, 2020.

NOBEL PRIZE IN PHYSICS 2020

Stoytcho Yazadjiev

This year's Nobel Prize in physics was awarded for research on black holes. In this article we present briefly the history of the black holes and the contributions of the three Nobel laureates.

Харесайте страницата на списанието във facebook

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

СПИСАНИЕ „СВЕТЪТ НА ФИЗИКАТА“ СЪЮЗ НА ФИЗИЦИТЕ В БЪЛГАРИЯ



Списанието „Светът на физиката“

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



ПОСЕТЕТЕ НАШИЯ САЙТ

wop.phys.uni-sofia.bg

АБОНИРАЙТЕ СЕ

Абонамент за 1 година (4 броя) – 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.

СТАНЕТЕ НАШИ АВТОРИ

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

Броевете на списанието можете да намерите на сайта ни

wop.phys.uni-sofia.bg

и на адрес:

Съюз на физиците в България, Физически факултет

СУ „Св. Климент Охридски“

бул. „Джеймс Баучер“ 5, София 1164

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

както и по време на ежемесечната ни лектория

„Светът на физиката на живо“

в Софийска градска библиотека

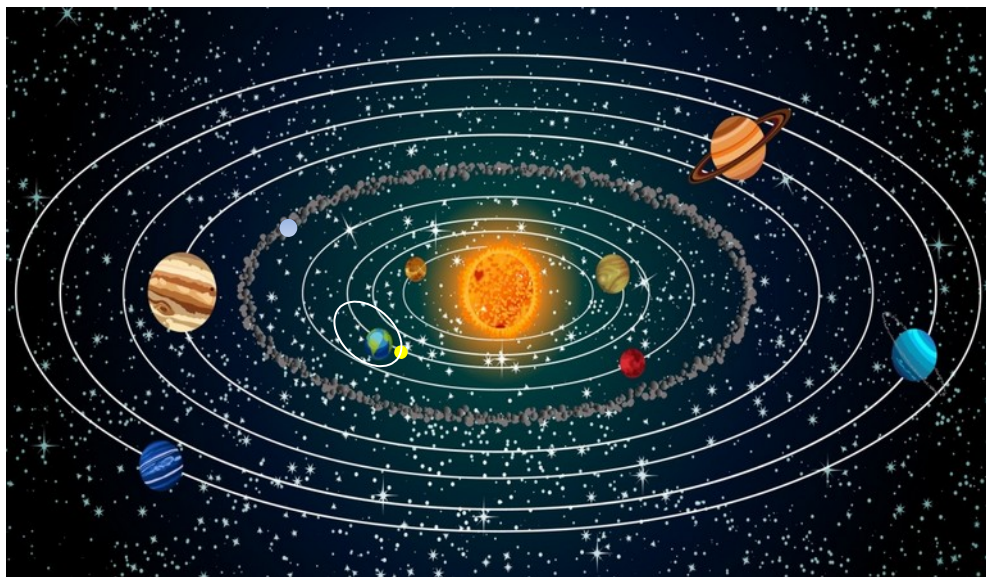
КОЛЕДНА ПРИКАЗКА

(за малки и пораснали деца)

Имало едно време малка каменна прашинка. Тя се носела в безкрая самотна и тъжна. Наоколо имало и други като нея, някои били големи, студени и страшни, една била много гореща, една изглеждала червена. Една била светло кафява и сякаш пухена. Но най-красива била една не много голяма, която изглеждала ту синя, ту зелена. Тя си играела с една мъничка жълта прашинка. Около всичките тях се въртели и играели още много други. Всички били послушни и танцували, както им казвала най-голямата златна прашинка. Да участва в играта искала и самотната и тъжна прашинка, но нямала име. Как да я повикат останалите да танцува с тях? Тогава видяла, че синьо-зелената прашинка сякаш леко просветва. Това било по Коледа, а тогава стават чудеса, нали? Или май било не точно на Коледа? Изведнъж разбрала, че вече има име – Церера! Какво хубаво име, кой ли го измисли? Няма значение, важното е, че получила име и вече имало на кого да се похвали със сребриста си рокля. Вижте я на корицата! Каква история само! Дали точно така е било? Прочетете на стр. 314.

Честита Коледа!

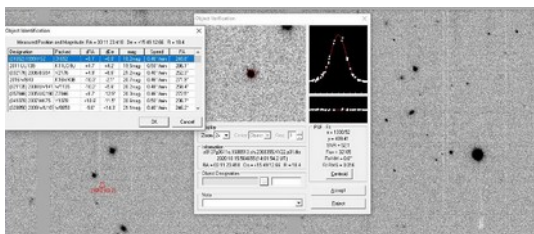
Записал: Сашка Александрова



Международната програма за откриване и проследяване на астероиди Веселка Радева



последните месеци на 2020 г. български екипи участват в *International Asteroid Search Campaign* и *All Bulgaria Asteroid Search Campaign*. Българските екипи обединяват студенти от Висшето военноморско училище „Никола Вапцаров“, Висшето военновъздушно училище „Георги Бенковски“, ученици от Математическата гимназия „Д-р Петър Берон“ и Професионалната гимназия по икономика в Шумен. В хода на кампаниите се обработват астрономически изображения, получени с големи телескопи. Младежките екипи използват професионалния астрономически софтуер *Астрометрика* за откриването на астероидите и изчисляването на техните екваториални координати. Резултатите от обработката се изпращат в Центъра за малки планети в Харвард, където се уточняват орбитите на астероидите. Българските екипи досега са направили над 1000 предварителни открития и над 30 потвърдени открития на астероиди, които се намират в Основния пояс между Марс и Юпитер. След като бъдат уточнени орбитите на откритите астероиди, Комисията по наименоване на астероиди към Международния астрономически съюз ще предостави възможност на откривателите да дадат име на астероида.



Определяне на екваториални координати на астероид с астрономическия софтуер Астрометрика

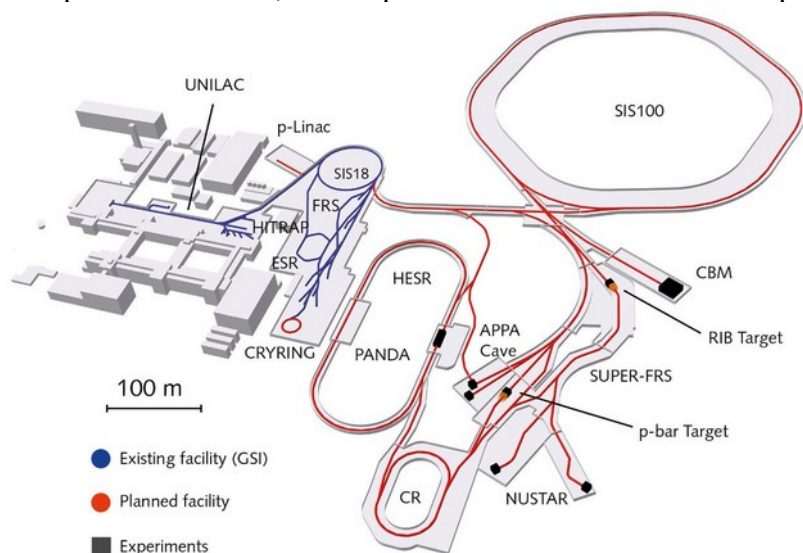
Национален координатор за България на *International Astronomical Search Collaboration* е доц. д-р Веселка Радева, ръководител на Морската астрономическа обсерватория и планетариум, Висше военноморско училище „Никола Вапцаров“, Варна.

Рубриката „Новини“ се списва със съдействието на клон „Космос“.

ВСЕЛЕНАТА ВЪВ FAIR

Стефан Лалковски

Къде и как са синтезирани тежките елементи? Каква е структурата на неутронните звезди? От какво е изградена кората и какво има във вътрешността им? Какви свойства притежава антиматерията и как тя може да ни помогне да разберем механизмите за генериране на маса в нашата Вселена? Какви фундаментални симетрии определят света, в който живеем? Какви свойства имат плазмите при високите налягания във вътрешността на големите планети? Можем ли да използваме атомните ядра за лекуване на заболявания и как да защитим астронавтите от космическа радиация? Можем ли да използваме снопове от заредени частици, за да променяме свойствата на материалите?

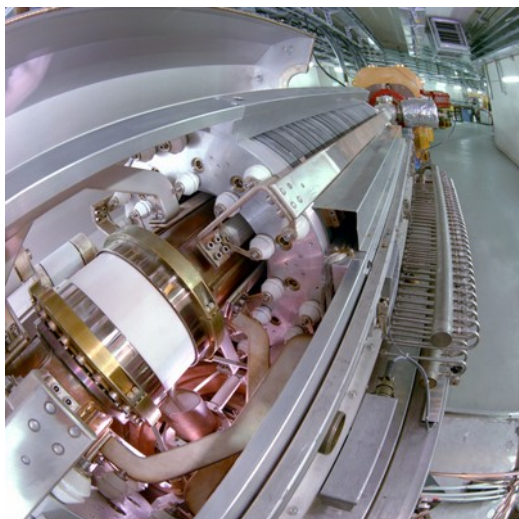


FAIR – разположение на ускорителния комплекс и на основните експериментални сектори. (Източник: GSI Helmholtzzentrum für Schwerionenforschung GmbH)

За да търси отговори на тези и други подобни въпроси, международен консорциум от изследователски институти се обединява около мащабен проект за изграждане на ускорителен комплекс край Дармщат, Германия. В консорциума *FAIR* (*Facility for Antiproton and Ion Research*) участват финансиращи организации от Германия, Индия, Полша, Румъния, Русия, Словения, Финландия, Франция и Швеция с асоциирани партньори Великобритания и Чехия. Повече от 3000 изследователи от цял свят работят по научната програма и формират четирите научноизследователски стълба, на които е базиран проектът – *NuStAR* (*Nuclear Structure, Astrophysics and Reactions*), *CBM* (*Com-*

pressed Baryonic Matter), *PANDA* (*antiProton ANnihilation in DArmstadt*), *APPA* (*Atomic Physics, Plasma physics and Applied sciences in the bio, medical, and material sciences*).

След натрупани забавяния от няколко години *FAIR* е все още в етап на изграждане. Първите снопове от новия комплекс се очакват през 2025 г. Поради насочване на значителен ресурс към *FAIR*, експерименталната програма на *GSI* беше временно спряна. Новината от началото на тази година, както писахме в брой 1/2020 на „Светът на физиката“, беше, че експерименталната програма на *GSI* ще бъде възобновена през 2020 г. Няколко месеца по-късно обаче изпълнението на експерименталната програма на *GSI* беше отново затруднено, този път поради наложените извънредни мерки, свързани с пандемията от *COVID-19*.



Синхротронните ускорители на *GSI* и *FAIR* се нуждаят от свръхпроводящи магнити, за да насочват бързите заредени частици. Голяма част от комплекса ще бъде под свръхвисок вакуум за получаване на безпрецедентно високи интензивности на снопа. Част от приборите ще работят при температура от -269°C , която ще бъде поддържана от криогенна система, работеща с течен хелий (Източник: A. Zschau, *GSI*)

Технологията позволява едновременното ускоряване на четири различни снопа.

За ядрено-физичните експерименти ускорените снопове се отвеждат до дебела мишена, където посредством ядрени реакции на фрагментация и де-

Комплексът *FAIR* е своеобразно надграждане на построената от ФР Германия през 1969 г. лаборатория *GSI* (*GSI Helmholtzzentrum für Schwerionenforschung*), в която, в края на миналия век, бяха открити химичните елементи от $Z = 107$ до 112. В *GSI* атомните ядра на химични елементи от водород до уран след йонизиране биват първоначално ускорявани от линейен ускорител (*UNILAC – Universal Linear Accelerator*) до 20% от скоростта на светлината, или 60 000 km/s. Дължината на *UNILAC* е 120 m. С този пуснат през 1975 г. ускорител бяха открити свръхтежките елементи в последните две десетилетия на миналия век.

Ускорените от *UNILAC* ядра могат да бъдат инжектирани в синхротронен ускорител (*SIS18*) с обиколка 216 m, който допълнително ускорява ядрата до 90% от скоростта на светлината. Ускорените ядра се разпределят по експерименталните зали в зависимост от нуждите на съответния експери-

лене в полет се получават вторични снопове от екзотични ядра, които се разпределят по експерименталните зали на *GSI*. За целта се използва технология, базирана на метода на прелитане, който се състои в това, че ядра с различни маси прелитат през сепаратора за различно време.

Освен с откриването на 6 от свръхтежките ядра, познати на човечеството днес, *GSI* се гордее и с разработването на нова технология за третиране с тежки йони на тумори, разположени в близост до жизненоважни органи. Технологията използва отдавна известния научен факт, че заредените частици, за разлика от рентгеновите лъчи, отдават напълно енергията си в по-добре локализиран район от средата, в която се разпространяват. В *GSI* успяха да разработят и усъвършенстват технологията за лекуване на хора. Дългогодишните опити, провеждани там, показват, че максимален биологичен ефект може да бъде постигнат



Компютърният център Green IT Cube ще съхранява и обработва големите масиви от данни, генерирани от FAIR (Източник: G. Otto/GSI)

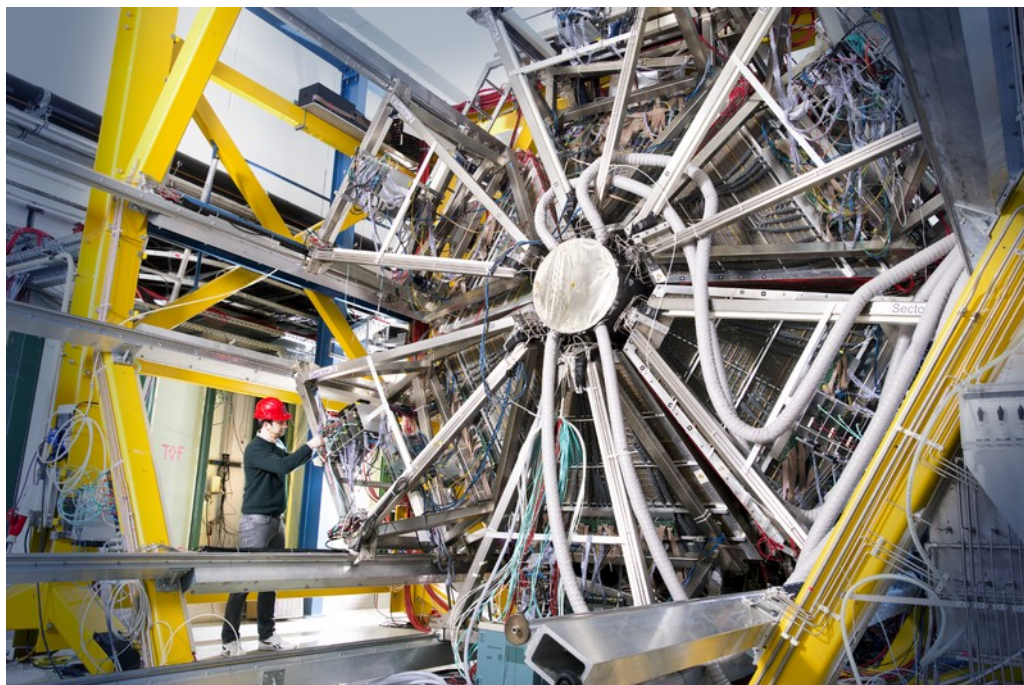


Клетъчни изследвания в лабораторията по биофизика (Източник: J. Hosan/GSI)

с хирургическа прецизност чрез ускорени въглеродни йони. През 2009 г. в Медицинския център на Университета на Хайделберг започна третиране на пациенти по технологията, разработената в *GSI*. За изграждането на ускорителния комплекс в Хайделберг Германия инвестира 119 млн. евро. Така че, освен чисто фундаментални изследвания, в *GSI* се провеждат и приложни изследвания с висока добавена стойност за обществото. До голяма степен *FAIR* ще наследи структурата на *GSI*, но ще има по-големи възможности за селекция на ядрата и ще доставя снопове с по-висока интензивност, което ще позволи изучаването на по-малко вероятни процеси.

Във *FAIR*, основният „двигател“ на комплекса ще бъде синхротронен ускорител с диаметър 1,1 km и магнитна твърдост 100 T.m, в който ще се инжектират предварително ускорените снопове от *SIS18*. Ускорените ядра ще бъдат използвани от *NuSTAR*, *CBM*, *PANDA* и *APPA*. Експериментите ще са обособени в различни сектори на *FAIR*. За нуждите на четирите големи колаборации ще бъдат използвани десетки нови многодетекторни системи, голя-

ма част от които вече са построени и се използват в *GSI* и други лаборатории по света.



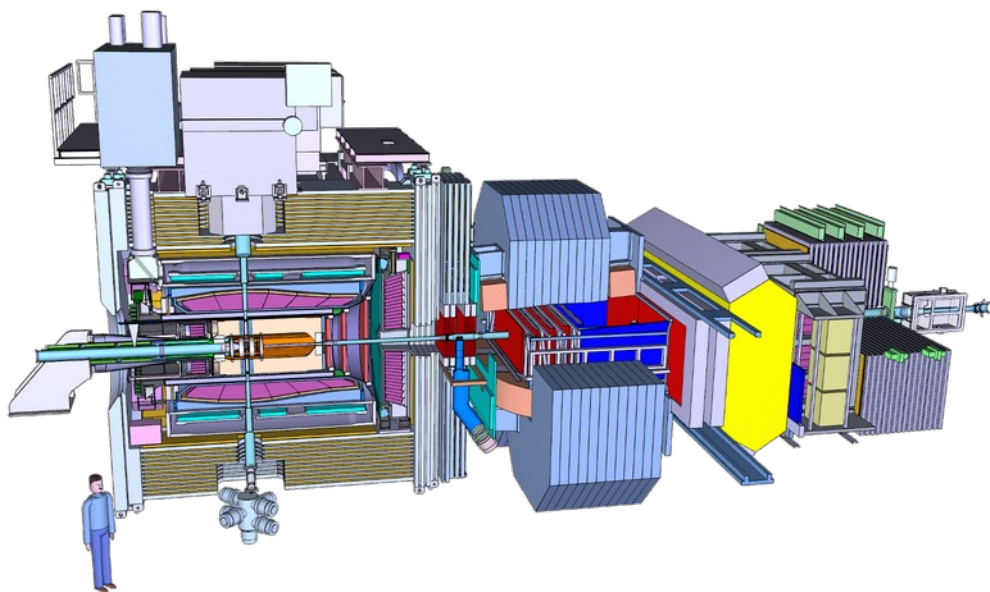
Детекторът HADES (High Acceptance Di-Electron Spectrometer) от CBM (източник: J. Hosan/GSI)

APPA колаборацията е развита около идеята за използване на ускорени тежки йони за приложни изследвания. В периода 1997 – 2008 г. *GSI* успешно разви технология за терапия на тумори на мозъка. Повече от 440 пациенти са били третирани в *GSI*, а новата технология вече се използва в Медицинския център на Хайделбергския университет. Плановите на *FAIR* са свързани с развитието на това направление.

CBM ще изучава материята при екстремните условия, които съществуват във вътрешността на неутронните звезди.

PANDA е експеримент за изучаване на антиматерията.

България има неформално участие чрез една от гореспоменатите колаборации – *NuSTAR*, което е по-скоро плод на индивидуални усилия, отколкото на цялостна и последователна национална научна политика. Колаборацията, която наброява над 700 изследователи от цял свят, цели изследване на ядрената структура на краткоживущи екзотични ядра, намиращи се далече от линията на бета стабилност (виж бр. 2/2020 на „Светът на физиката“). Структурата на тези ядра е недобре изучена и те често проявяват нови неочаквани свойства – нехарактерни за ядрата, разположени в близост до линията на бета стабилност. Което пък, от своя страна, позволява изучаването на силното ядрено взаимодействие от различна перспектива. Част от синтезираните в



Експериментът PANDA (източник: J. Hoss/GSI)

лабораторни условия екзотични ядрени системи около ядрата на ^{132}Sn и ^{208}Pb обаче се произвеждат във Вселената посредством едни от най-високоенергетичните процеси, наблюдавани от Земята – сливането на неутронни звезди и свръхнови, причинени от колапс на тежки звезди. Една от основните причини да бъде изградена инфраструктура за повече от 1 млрд. евро е в лабораторни условия да бъдат създадени и изучени тези екзотични ядрени системи, което ще позволи прецизното тестване на хипотези, свързани с произхода на по-тежките от желязо химични елементи.

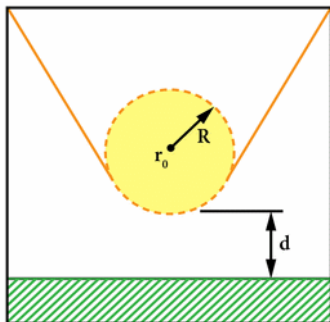
За да бъдат постигнати заложените цели, NuSTAR колаборацията разработи набор от инструменти, сред които *AIDA* (*Advanced Implantation Detector Array*), *DEGAS* (*DEcay spectroscopy Germanium Array Spectrometer*), *FATIMA* (*FASt TIMing Array*), *LYCCA* (*Lund-York-Cologne CALorimeter*), *MONSTER* (*MODular Neutron time of flight SpectromETER*), с тях ще бъдат направени прецизни измервания на важни ядрени характеристики като енергии на възбуждане, времена на живот, вероятности за излъчване на неутрони и др. Тези системи са вече построени и тествани. Някои от тях, като *FATIMA*, за която писахме в брой 2, са инсталирани в GSI и подготвени за провеждане на първите експерименти.

Авторът на статията, д-р Стефан Лалковски, е доцент във Физическия факултет на СУ, председател на клон „Космос“ към СФБ и ръководител (*Project Manager*) на проекта UK NuSTAR в периода 2014 – 2016 г., в рамките на който беше изградена и доставена през 2016 г. британската апаратура за *FAIR*.

50 ГОДИНИ *PHYSICAL REVIEW B*: ОСНОВОПОЛАГАЩИ ПОСТИЖЕНИЯ В ИЗСЛЕДВАНИЯТА НА КОНДЕНЗИРАНИТЕ СРЕДИ

Тази година се навършват 50 години от *Physical Review B* – най-значимото списание в света, посветено на физиката на кондензираната материя и материалознанието.

По случай златния юбилей редакторите на списанието избират от архива си три основополагащи статии, които са свързани с процъфтяващи днес области [1]. Как са се развили идеите, представени в тези статии, разказват някои от авторите им, както и изследователи, които са навлезли в тези области десетилетия по-късно.



Принципна схема на STM острието от статията на Джери Терсоф и Доналд Хаман

публикувана през 1985 г., той и Доналд Хаман от *Bell Labs* представят теория за интерпретиране на измерванията със *STM*. Повърхностите дотогава до голяма степен са били изследвани чрез дифракция и са представяни като картина от добре подредени атоми. Но благодарение на *STM* повърхностната атомна структура може да се види директно. „Повърхностите изобщо не изглеждаха така, както си представяхме“, казва Терсоф. „Беше някак страшно да се види колко разхвърляни и сложни са те“.

При *STM* игла с изключително фин връх сканира повърхността на изследвания материал. При внимателна подготовка най-долните атоми на върха, когато се доближат достатъчно близо до повърхността на материала, „събират“ електронен тунелен ток, който може да се използва за картографиране

1985: Приложима теория за сканиращия тунелен микроскоп [2]

(1985: *A Ready-to-Use Theory for the Scanning Tunneling Microscope*)

Изобретяването на сканиращия тунелен микроскоп (*STM*) в началото на 80-те години на миналия век дава по безпрецедентен начин възможност за визуализация на повърхността на материалите. Виждайки за първи път *STM* изображения с атомна разделителна способност, „всички бяха като смаяни“, спомня си Джери Терсоф (*Jerry Tersoff*) от *IBM*. В статия,

на повърхностната структура. Докато е на постдок позиция в *Bell Labs*, Терсоф разработва проста теория, за да получи информация за електронните състояния на повърхността от такива измервания. „Беше ясно, че истинският интерес към *STM* метода е за експериментаторите и целта на теорията беше просто да ги окуражи да правят експерименти и да разбират какво означават“, казва Терсоф. За да се получи достатъчно проста и полезна теория, се налага да се направят определени опростявания. Терсоф и Хаман разсъждават, че тъй като повърхността е обектът на интерес, трябва да опростят формата на острието и го апроксимират с миниатюрна сфера.

„Моделът на Терсоф-Хаман е стандартен източник за запознаване на студентите с теорията на *STM*“, казва Фабиан Натерер (*Fabian Natterer*) от Университета в Цюрих. „Използвал съм и съм виждал рисунките им на остриетата над образеца безброй пъти“. Натерер, който получава докторска степен през 2013 г., търси начини за адаптиране на *STM* за изследване на магнитни повърхности и за построяване на квантова материя атом по атом. Той се ентусиазира от непредсказуемостта на изследванията със *STM* и обяснява, че неговата група често променя посоката на изследване, след като се натъква на интересно явление. „Научаваме много неща, за които изобщо не сме имали представа“, казва той. Подобно на много фенове на играчките *LEGO* от детството, той обича да строи нещата с малки парчета – в този случай с единични атоми.

1996: Мощен тласък за прогнозиране на свойствата на материала [3] (1998: *An Explosive Boost for Predicting Material Properties*)

С развитието си през 60-те години на миналия век Теорията на функционала на плътността (*Density-Functional Theory – DFT*) се превърна в един от най-популярните методи за предсказване на свойствата на материалите – както подпомага проектирането и откриването на катализатори, свръхпроводници, екзотични съединения и много други.

„*DFT* е нашият основен работен метод и е основа на по-голямата част от нашите изчисления“, казва Кристофър Улвъртън (*Christopher Wolverton*) от Северозападния университет в САЩ, „при изследване на материали за батерии, слънчеви клетки и други енергийни технологии“.

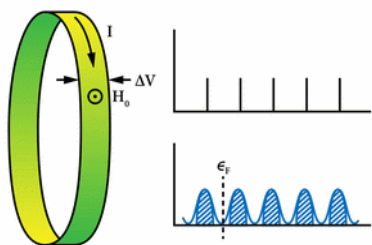
Подобно на много изследователи в областта на материалознанието, Улвъртън и неговата група разчитат до голяма степен на компютърна програма, наречена *Vienna Ab initio Simulation Package (VASP)*. Лицензираният софтуер е произлязъл от публикация от 1996 г. на Георг Кресе (*Georg Kresse*) от Виенския технологичен университет и Юрген Фуртмюлер (*Jürgen Furthmüller*) от Университета „Фридрих Шилер“ в Йена, Германия. Чрез *DFT* може да се намира приблизително решение на многочастичното уравнение на Шрьодингер за една електронна система. Както е описано в статията им, Кресе и Фур-

тмюлер са намерили начин да направят този процес много по-ефективен, за да може да се прилага за все по-големи ансамбли от атоми.

Според Улвѐртън *VASP* е помогнал за демократизирането на *DFT*, като предоставя код в ръцете „практически на всеки изследовател, на когото е необходим“. Тази възможност доведе до намиране на по-креативни приложения на *DFT* и в резултат – до поток от прогнози. „В областта на изчислителното материалознание наистина възникна експлозия“, казва той. Днес *VASP* се използва широко от учени по материалознание, физици и химици, а статията на Кресе и Фуртмюлер е една от най-цитираните статии във *Physical Review B*.

„Използвам *VASP* всеки ден“, казва Менген Уанг (*Mengen Wang*), пост-док в Калифорнийския университет, Санта Барбара. Уанг и преди това е използвала програмата, за да разбере по-добре стъпките в каталитичните реакции. В настоящото си изследване тя я прилага за изучаване на растежа на полупроводников материал, който е полезен за приложения за силова електроника. „Популярността на *VASP*“, казва тя, „произтича от неговата ефективност и надеждност – изследователите знаят, че могат да се доверят на точността на изчисленията“.

Улвѐртън добавя, че *VASP* улеснява областта на информатиката на материалите, която има за цел да разработи материали с желани свойства, като комбинира бази данни за материали с аналитични инструменти, като машинно обучение. Няколко групи (включително неговата собствена) са разработили големи бази данни за *DFT* изчисления, които „проследяват“ нови и съществуващи материали с определени свойства. „Всяка от тези бази данни се базира на *VASP* кода“, казва Улвѐртън.



Проста фигура, с която Робърт Лафлин (*Robert Laughlin*) дава обяснение за квантовия ефект на Хол

1981: Обяснение на квантовия ефект на Хол [4]

(1981: *Explaining the Quantum Hall Effect*)

Да вземем метална лента, да пропуснем електрически ток през нея и след това да приложим върху лентата магнитно поле. Подвижните заряди ще се отклонят встрани, произвеждайки така нареченото напрежение на Хол, което

трябва да нараства непрекъснато, когато полето се усилва или токът се повишава.

Повторението на този основен експеримент обаче, когато температурата е много ниска, ивицата метал много гладка и полето много силно, разкрива изумителен ефект. Вместо да се променя непрекъснато, напрежението се променя само на квантови стъпки с изключително точна стойност на разли-

ката между тях. Тези стъпки, за които се съобщава през 1980 г., показват, че проводимостта на Хол (съотношението на тока към напрежението на Хол) може да приема само целочислени стойности, кратни на e^2/h (e е елементарният заряд, а h е константата на Планк).

Поразителното в случая е, че проводимостта на Хол е нечувствителна към наличие на примеси. Този факт предполага, че „квантовият ефект на Хол (*QHE*) се дължи на фундаментален принцип“, пише Робърт Лафлин, тогава работещ в *Bell Labs*, в елегантна статия от 1981 г. и става един от първите, които обясняват *QHE*. Принципът се оказва калибровъчна инвариантност на локализираните и разширените електронни състояния. Тази идея на Лафлин е в основата на обяснението му на друг изключителен резултат – наблюдението на дробния квантов ефект на Хол от 1982 г. (За тази теоретична работа Лафлин е отличен с Нобелова награда през 1998 г., виж „Светът на физиката, 1999 г., брой 1, с. 1).

Квантовата система на Хол стана известна като първия пример за топологичен материал, който има свойства, оставащи постоянни, въпреки някои постоянно променящи се параметри, като външно поле. Оттогава физиците откриха множество други форми на такива материали, като топологичните изолатори, които могат да бъдат полезни за осъществяване на стабилни кюбити за квантови изчисления. От 2005 г. насам *Physical Review B* публикува над 5000 статии, в които се споменават топологични изолатори. „Огромният интерес към темата днес беше „непредсказуем“ тогава“, казва Лафлин, сега на работа в Станфордския университет. Той добавя, че осъзнаването на възможностите на топологичните изолатори „предизвика поредица от невероятни събития и действия, извършени от други хора“.

Един от учените, които се включват в такива изследвания, е Тейлър Хюз (*Taylor Hughes*) от Университета на Илинойс, САЩ. „Когато за пръв път започнах да работя в тази област през 2005 г., се притеснявахме, че топологичните изолатори са просто поле за теоретиците“, казва той. „Въпреки това през последните 15 години бяха предсказани и открити толкова много нови топологични материали, че в наши дни е почти по-лесно да се изброят нещата, които не са топологични!“

По повод на своя 50-ти юбилей *Physical Review B* публикува и колекция от избрани статии [5], основните проучвания в които представляват траен принос към физиката чрез докладване на значими открития, поставяне на началото на нови области на изследвания или на принципно нови методи, за постигане на напредък в перспективни области на физиката на кондензираната материя.

Във *Physical Review B* са публикувани и статии, които са част от приноса на авторите им за получаване на Нобелова награда по физика – освен Роберт

Лафлин и лауреатите Кенет Уилсън (*Kenneth Wilson*) през 1982 г. за развитието на теорията на критичните явления във връзка с фазовите преходи [6], Петер Грюнберг (*Peter Grünberg*), заедно с Албер Ферт (*Albert Fert*), през 2007 г. за откриването на гигантското магнитосъпротивление [7] и Дейвид Таулес (*David Thouless*) заедно Дънкан Халдейн (*Duncan Haldane*), и Майкъл Костерлиц (*Michael Kosterlitz*) през 2016 г. за откриване на топологичните фази на материята [8].

Литература

- [1] 50 Years of *Physical Review B*: Solid Hits in Condensed Matter Research
<https://physics.aps.org/articles/v13/29>
- [2] J. Tersoff and D. Hamann, „*Theory of the scanning tunneling microscope*“, Phys. Rev. **B 31**, 805 (1985)
- [3] G. Kresse and J. Furthmüller, „*Efficient iterative schemes for ab initio total-energy calculations using a plane-wave basis set*“, Phys. Rev. B **54**, 11169 (1996)
- [4] R. B. Laughlin, „*Quantized Hall conductivity in two dimensions*“, Phys. Rev. B **23**, 5632(R) (1981)
- [5] <https://journals.aps.org/prb/50th>
- [6] K. G. Wilson, *Renormalization Group and Critical Phenomena. I. Renormalization Group and the Kadanoff Scaling Picture*, Phys. Rev. **B 4**, 3174 (1971); II. Phase-Space Cell Analysis of Critical Behavior Phys. Rev. **B 4**, 3184 (1971)
- [7] G. Binasch, P. Grünberg, F. Saurenbach, and W. Zinn, *Enhanced magnetoresistance in layered magnetic structures with antiferromagnetic interlayer exchange*, Phys. Rev. **B 39**, 4828 (1989)
- [8] Q. Niu, D. J. Thouless and Y.-Shi Wu, *Quantized hall conductance as a topological invariant*, Phys. Rev. **B 31**, 3372 (1985)

Подбор и превод С. Александрова

50 YEARS OF *PHYSICAL REVIEW B*: GROUNDBREAKING ACHIEVEMENTS IN CONDENSED MATTER RESEARCH

To celebrate golden anniversary of Physical Review B, the journal's editors selected three seminal papers from its archive that relate to flourishing fields today. To find out how the ideas in these papers evolved, some of the original authors and researchers who joined the field decades later were interviewed to reflect on landmark papers and how they influence research today.

Selection and translation S. Alexandrova

ВТОРА БАЛКАНСКА ОЛИМПИАДА ПО ФИЗИКА

След дългогодишно прекъсване Балканският физически съюз (*BPU*) възобнови Балканската олимпиада по физика. Първото издание се проведе в периода 14-18 юли 2019 г. в Солун, Гърция. Българският отбор в състав: Александър Илиев, Виктор Василев и Мартин Василев от СМГ „Паисий Хилендарски“ и Тодор Кюркчиев от Американския колеж в София спечелиха съответно 3 сребърни и един бронзов медал.

Второто издание на олимпиадата трябваше да се проведе в Крайова, Румъния, но поради епидемичната обстановка се проведе онлайн на 24 октомври 2020 г. Българският отбор отново се представи отлично, като Александър Проданов от ППМГ Казанлък спечели златен медал, Васил Николов от ПЧМГ София и Явор Йорданов от НПМГ София – сребърни медали, а Маргулан Исмолдаев от МГ Варна – бронзов медал.

Представяме ви задачите от тазгодишното състезание. Решенията можете да намерите на интернет страницата на *BPU*:

<https://balkanphysicalunion.info/?p=1540>

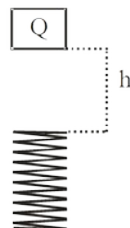
Задача 1 – Градска кола

Нормална градска кола с маса $m = 1000 \text{ kg}$ има мотор с максимална мощност $P_{\max} = 80 \text{ kW}$. Единствено предните колела са водещи, т.е. задвижвани от мотора, докато задните се въртят свободно, с пренебрежимо съпротивление. Центърът на масите е по средата между предните и задните гуми и по средата между левите и десните гуми. Коефициентът на статично триене между гумите и пътя е $\mu = 0,8$. Приемаме, че земното ускорение е $g = 10 \text{ m/s}^2$. Във всички части на задачата, колата се движи хоризонтално и по права линия.

- Какво е максималното ускорение $a_{\max}$ на колата, когато тръгва от покой?
- Какво е най-краткото време $t_{\min}$, необходимо за да достигне колата от покой скорост $v_f = 30 \text{ m/s}$?
- След като колата премине скоростта v_f , по-нататъшното ѝ движение е силно повлияно от силата на въздушното съпротивление F_d , което се пренебрегва, в точки **a)** и **b)**. Големината му зависи от квадрата на скоростта v на колата: $F_d = Dv^2$, където $D = 0,5 \text{ kg/m}$ е коефициентът на въздушното съпротивление. Използвайки тази информация, намерете максималната скорост $v_{\max}$, която може да бъде достигната от колата.

Задача 2 – Трупче върху пружина

Трупче с тегло $Q = 4000 \text{ N}$ е поддържано на височина $h = 5 \text{ m}$ над идеална пружина. Пружината има коефициент на еластичност $k = 8000 \text{ N/m}$ и първоначално е в равновесно положение. Трупчето е пуснато и пада върху пружината, докато е подложено на постоянна сила на триене $F_0 = 1000 \text{ N}$ от съпротивлението на въздуха.



а) Изведете израз за деформацията x_0 на пружината, след като трупчето падне върху нея, пренебрегвайки силите на триене, и пресметнете числената му стойност.

б) Отчитайки силата на триене, изведете израз за деформацията x_1 на пружината, след като трупчето падне върху нея, и пресметнете числената му стойност

в) Отчитайки силата на триене, изведете израз за максималната височина h_1 на трупчето след първото взаимодействие с пружината (т.е след първия „скок“) и пресметнете числената му стойност.

г) Отчитайки силата на триене, изведете израз за максималната височина h_2 на трупчето след второто взаимодействие с пружината (т.е след втория „скок“) и пресметнете числената му стойност.

д) Отчитайки силата на триене, блокчето ще подскочи ли след третото взаимодействие с пружината (т.е след третия „скок“)? Обосновете отговора си.

е) Отчитайки силата на триене, пресметнете крайната деформация x_f на пружината, след като блокчето достигне покой.

Задача 3 – Коефициенти на триене

Тяло с пренебрежими размери се пързая по наклонена равнина. Разстоянието между началната позиция на тялото (където то е в покой) и основата на наклонената равнина е s_1 . Ъгълът между наклонената и хоризонталната равнина е α . Коефициентът на триене между тялото и наклонената равнина е k_1 , а съответно между хоризонталната равнина и тялото – k_2 . В края на движението тялото спира на разстояние s_2 от основата на наклонената равнина (от началото на хоризонталната равнина, виж фигурата). Няма загуба на енергия при преминаването от наклонената към хоризонталната равнина.

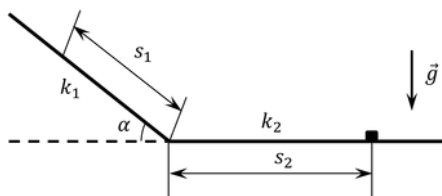
а) Получете израз, който показва зависимостта на разстоянието s_2 от зададените параметри (α , s_1 , k_1 , k_2).

б) На дадено разстояние $s_1 = 0,500$ m е получена експериментално зависимостта на разстоянието s_2 , от ъгъла α . Измерванията са показани в таблицата. Използвайки подходящи нови променливи, покажете експерименталната зависимост по такъв начин, че да може да бъде лесно обработена графично и да бъдат определени лесно коефициентите на триене. Получете израз за новите променливи, като функция на зададените параметри.

в) Използвайки празните колони в таблицата, пресметнете стойностите за новите променливи за всяко измерване. Начертайте зависимостта на приложения лист за графики.

г) Използвайки получената графика, пресметнете стойностите на коефициентите на триене k_1 и k_2 .

д) От получените данни пресметнете стойността на максималния ъгъл $\alpha_{\max}$, при който тялото ще спре върху наклонената равнина.



$\alpha / ^\circ$	s_2 / cm			
15	8.0			
20	19.5			
25	30.3			
30	40.6			
35	51.0			
40	61.4			
45	70.5			
50	79.9			
55	88.3			
60	95.5			

Задача 4 – Измерване на съпротивления

A. За да измери съпротивления, ученик свързва електрическата верига, показана на Фигура 1. Ключът k може да бъде в позиция, означена на схемата с 1, или съответно с 2. R е резисторът с неизвестна стойност, V е волтметър, а A – амперметър. Вътрешното съпротивление на волтметъра е R_V , а на амперметъра – R_A .

a) Получете, за всяка позиция на ключа (1 и 2), израз за измерената стойност на съпротивлението (R_m), като функция на R , R_V и R_A .

Тъй като амперметърът и волтметърът не са идеални, измерената стойност R_m на съпротивлението е различна от реалната стойност R на съпротивлението.

b) Получете израз за относителното отклонение $\alpha_R = (R_m - R)/R$ (като мярка за точността) за всяка позиция на ключа.

В зависимост от стойността на съпротивлението R , едната позиция на ключа е за предпочитане пред другата.

с) Въз основа на получените по-горе резултати, получите областите от стойности за съпротивлението R , за които всяка от позициите на ключа е за предпочитане. Изразете получения резултат чрез R_A и R_V . Използвайки познатото отношение между R_A и R_V , докажете, че (практически) приближения израз за границата между двете области на съпротивленията е $\beta \sqrt{R_A R_V}$ и получите числената стойност на коефициента β .

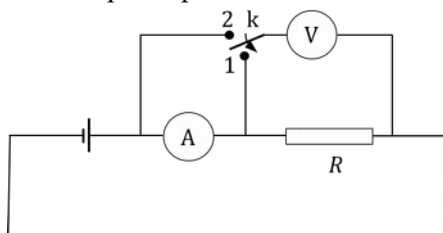
B. Използвайки част от елементите на веригата от Фигура 1, ученикът съблява собствен омметър. Целта е да бъде измерено съпротивление с непозната стойност R_x . Полученият резултат е показан на Фигура 2. Електродвижещото напрежение на източника е $E = 9,00 \text{ V}$ (с пренебрежимо вътрешно съпротивление), а вътрешното съпротивление на амперметъра е $R_A = 10,0 \, \Omega$. Амперметърът е аналогов със област на измерване до $I_{\max} = 50 \text{ mA}$ и с $N = 100$ деления (Фигура 3). Токът се измерва със стрелка.

Ученикът избира резистор със съпротивление R , така че, когато омметърът е даден накъсо, стрелката показва максималната стойност на скалата.

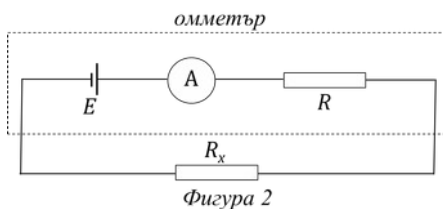
d) Изведете математически израз за R и пресметнете числената му стойност.

Когато резистор с непознато съпротивление е свързан към омметъра, стрелката се отмества с n деления.

e) Изразете R_x като функция на n , N , E и $I_{\max}$.



Фигура 1



Фигура 2



Фигура 3

Ученикът измерва съпротивлението на няколко резистора и се чуди, за кои от тях точността е най-добра.

ф) Получете математически израз за относителната грешка при определянето на R_x . Въз основа на резултата, определете стойността за n , за която относителната грешка е най-малка.

Забележка: считайте че $\left(\frac{\Delta n}{n}\right)^2 \ll 1$, където Δn е точността на измерване, с която ученикът определя стойността на n деления на скалата на амперметъра.

г) Получете израз за R_x и за абсолютната грешка ΔR , използвайки n , получено от подточка **ф)**, и пресметнете числената му стойност.

По време на експеримента, ученикът не поставя амперметъра точно пред себе си, а вдясно, така че ъгълът между посоката на наблюдение и перпендикуляра на скалата е θ . Дължината на скалата на амперметъра е L , а разстоянието между стрелката и равнината на скалата е h .

h) Получете израз за систематичната грешка, получена от невярното отчитане на тока.

и) Изчислете максималната стойност на ъгъла θ , за който грешката на отчитане е по-малка от едно деление на скалата амперметъра. Дължината на скалата на амперметъра е $L = 10$ cm, а разстоянието между стрелката и равнината на скалата – $h = 2,0$ mm.

ГОДИШНА НАГРАДА „ПРОФ. Д-Р ЕЛИСАВЕТА КАРАМИХАЙЛОВА“

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

Наградата на стойност 700 лв. е за изработка на уред, методика, опит, нагледно помагало и др. (без компютърни симулации), демонстриращи явление от областта на атомната и ядрената физика и/или тяхно приложение.

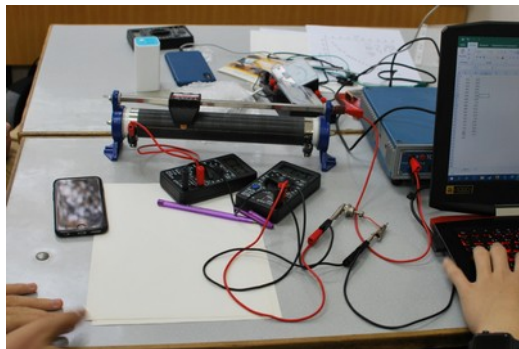
Условията за участие са описани на сайта на Софийския клон на Съюза на физиците в България:

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

ЕКСПЕРИМЕНТАЛНА ЛАБОРАТОРИЯ ЗА РАБОТА С УЧИТЕЛИ И УЧЕНИЦИ

Цветан Велинов, Гошо Гоев, Тома Томов

На 1 октомври 2020 г. във Физическия факултет на СУ „Св. Климент Охридски“ беше официално открита Експериментална лаборатория по физика за работа с учители и ученици. Тя беше създадена с решение на Факултетния съвет година по-рано, но на практика работи и трупя опит от няколко години. Лабораторията е създадена изцяло с дарения, голяма част от които от бивши възпитаници на факултета, и доброволен труд от негови членове.



Както издава името, тази лаборатория е място, където учениците ще могат да изпитат вълненията от дóсега с експерименталната физика и където учителите ще могат да опреснят знанията и уменията си и да придобият нови. Тя също е замислена като модел, откъдето учителите могат да черпят идеи за своите кабинети, и в тази насока те могат да разчитат на безрезервната ни експертна помощ.

Другата характеристика, залегнала в самата идея за лабораторията, е нейната подвижност. Съзнавайки, че организирането на посещения във факултета не винаги е лесна задача, голяма част от упражненията са направени така, че с тях да можем да дойдем в училищата, независимо дали са в София, голям град или отдалечено село.



При съставянето на упражненията беше взет под внимание препоръчителният списък на МОН и са разработени всички упражнения от този списък. Включени са и упражненията за избираемия модул по физика за 11 клас. Упражненията за модула по физика за 12 клас се подготвят. От друга страна, стремежът ни е да покажем в пълна степен логическото развитие на

идеите в дадена област, като ги свържем с исторически най-важните експерименти в тази област. Поради това още седем цикъла упражнения се разработват за извънкласна и кръжочна работа. По този начин се надяваме да покажем красотата на физиката и взаимната връзка между усъвършенстването

на експериментите и развитието на идеите. Например в упражненията, посветени на електричеството, учениците ще могат сами да направят електрометър, Лайденска стъклена (прототип на кондензатора) и батерия на Волта, да ги сравнят със съвременни кондензатори и източници на ток и напрежение, като батерии и токоизправители. Запознавайки се на практика с генераторите на променлив и постоянен ток, трансформатора и електромотора, те ще могат да разберат защо в ежедневието си използваме предимно променлив, а не постоянен ток.



Разбира се, нашите усилия ще останат напразни, ако в лабораторията не кънтят постоянно гласове на ученици или не виждаме нашите колеги учители. Наша грижа, надежда и задача е, заедно с колегите от училищата, районните управления и МОН, да намерим най-подходящите форми за работа така, че лабораторията да не остава празна. Досега сме изпробвали с успех следните форми на работа:

- Няколкодневни курсове за учители, насочени към определени класове, за които СУ издава сертификат със съответните кредити; възможно е наши колеги да дойдат заедно с апаратурата и да проведат курсовете на място след уговорка.

- Еднократно посещение на ученици, главно от училища извън София, след предварително съгласуване на темата. Обикновено това отнема два астрономически часа. След началните обяснения учениците се разделят на групи и правят експерименти.

- Лабораторията поема всички упражнения, препоръчителни за даден клас. Следвайки утвърдения във факултета модел, едно упражнение се състои от три части – подготовка, по време на която учениците се запознават с упътването към упражнението, извършване на експериментите и написване на протокол, включващ необходимите пресмятания за получаване на търсения резултат, анализ на резултатите и изводи.

- Кръжочна работа с желаещи ученици от дадено училище.
- Няколкократно посещение на ученици от дадено училище, свързано с определена тема, например електричество, оптика и др. Упражненията могат да са от препоръчителния списък или извън него.

- Консултиране на учители.

Приветстваме всяко предложение за сътрудничество.

Реализирането на тази лаборатория, от идеята до осъществяването ѝ, отне около шест години. В същото време необходимите средства се оказаха по-малко, отколкото мислехме в началото, и са във възможностите на повечето училища. С удоволствие ще споделим опита си с всяко училище, желаещо да оборудва кабинет по физика или близки науки. Не е тайна, че през последните години тези кабинети бяха занемарени и никой по-добре от учителите не е наясно с последиците от това. Вярваме, че всеки, който някога е преподавал, ще се съгласи с думите на Конфуций: „*Те ми казаха и аз забравих, аз видях и разбрах, аз го направих и научих*“.

Повече информация за упражненията можете да получите от брошурата за учители, която е качена на страницата на Физическия факултет:

https://www.uni-sofia.bg/index.php/bul/universitet_t/fakulteti/fizicheski_fakultet2/za_uchiteli

За нас ще бъде удоволствие да ви посрещнем.

АБОНАМЕНТ И РАЗПРОСТРАНЕНИЕ

Абонамент за 1 година (4 книжки) – 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

Банкова сметка: Първа Инвестиционна Банка

IBAN: BG91FINV91501215737609; BIC: FINVBGSF

Броеве от списанието можете да намерите на следните места:

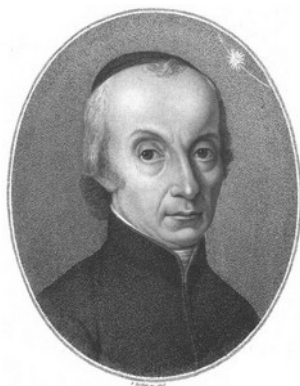
- Книжарницата на Математическия факултет на СУ „Св. Климент Охридски“, София 1164, бул. „Джеймс Баучър“ 5,
- Книжарница Технически университет – София, блок 10,
- Съюз на физиците в България, Физически факултет, СУ „Св. Климент Охридски“, София 1164, бул. „Джеймс Баучър“ 5, тел. +359 2 62 76 60, e-mail: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

ЦЕРЕРА – ИСТОРИЯТА НА ЕДНО ОТКРИТИЕ

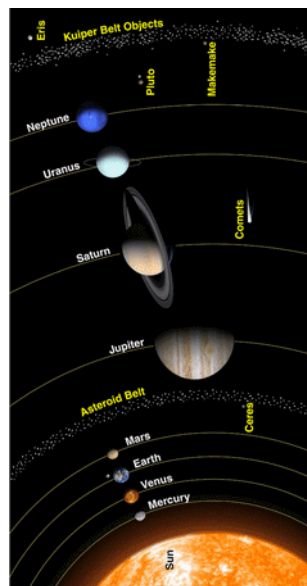
Стефан Лалковски

Историята на откриването на планетата-джудже Церера е една от най-интересните и вълнуващи. Първоначално смятана за планета, след това за астероид, а днес за планета-джудже, историята за нейното откриване започва преди точно 220 години.

На 01.01.1801 година в Палермо италианският астроном Джузепе Пиаци (*Giuseppe Piazzi*) наблюдава за пръв път небесно тяло, което нарекъл Церера на името на римската Богиня на земеделието. Всъщност, двацет и девет години по-рано германският астроном Йохан Боде (*Johann Elert Bode*) предсказва съществуването на планета, намираща се някъде между Марс и Юпитер. Хипотезата е базирана на необикновено голямото разстояние между орбитите на двете планети. В търсене на липсващата планета в Европа била сформирана група от двацет и четирима астрономи, които провеждали систематични наблюдения с цел идентифициране на липсващото тяло от Слънчевата система. Въпросната група била ръководена от астронома Франц фон Цах (*Franz von Zach*), който бил и редактор на списание *Monatliche Correspondenz zur Beförderung der Erd- und Himmelskunde*. В тази група бил и самият Пиаци – католически свещеник от Академията в Палермо, Сицилия.



Джузепе Пиаци, Източник: Библиотека на Смитсоновия институт.



Източник: NASA

Пиаци наблюдавал Церера до 11 февруари 1801 г., след което се разболял и преустановил работата си за известно време, но още на 24.01.1801 г. той изпраща три писма до колегите си Боде, Ориани (*Oriani*) и Лаланд (*Lalande*) от Берлин, Милано и Париж, съответно, с които ги уведомява за направеното откритие. Писмото до Лаланд пристигнало още през февруари, но писмата до Боде и Ориани пристигат чак през април. Новината достигнала и до редактора на *Monatliche Correspondenz*, фон Цах, който в юнския му брой публикува статия „за дългоо-

чакваната и вероятно открита голяма планета между Марс и Юпитер“. Въпреки че фон Цах се съгласил да забави публикуването на оригиналните данни на Пиаци, статията съдържа предварителни резултати от изчисления на орбитата на Церера, направени от астронома Буркхарт (*Burckhardt*). През септември същата година фон Цах публикува работата на Пиаци, а в октомври в брой докладва, че търсенето на Церера продължава, но без резултат. За съжаление наблюденията на Пиаци продължили само до 11.02.1801 г., когато Церера била толкова близо до Слънцето, че продължаване на наблюденията били вече практически невъзможни. За това време Церера се преместила само на 3 дъгови градуса. При тези оскъдни данни и след почти година Церера би могла да бъде навсякъде.

Междувременно, използвайки данните от наблюденията на Пиаци, били правени опити за изчисляване на орбитата на Церера. Те били донякъде базирани на наблюдателните данни, предоставени от Пиаци, но в доста голяма степен били чисти предположения. Естествено, астрономическите търсения, основани на тях, не се увенчали с успех. Това привлякло вниманието на двацет и четири годишния тогава Карл Фридрих Гаус (*Karl Friedrich Gauss*), който по това време бил защитил докторат и си бил спечелил името на брилянтен математик. Задачата за Церера обаче му позволила да тества нови математически подходи към проблем, който изисквал бързо и точно решение. Получената от Гаус орбита на Церера била публикувана през ноември 1801 г. в същото списание, в което половин година по-рано Пиаци публикувал откритието си. На 7 декември 1801 г., почти една година след наблюденията на Пиаци, фон Цах наблюдавал отново Церера в областта от небето, предсказана от изчисленията на Гаус. В новогодишната нощ астрономът-любител Вилхелм Олберс (същият като парадокса) потвърдил направеното откритие. Почти моментално репутацията на Гаус нараснала до „звездна величина“.

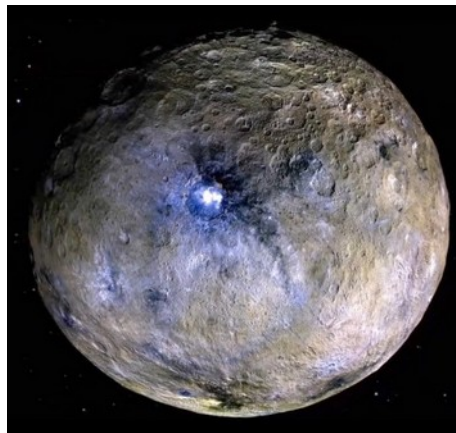
Всъщност, с работата си от 1801 г. Гаус не само изчислил орбитата на Церера, но и показал, че неопределеностите (или грешките) от измервания са разпределени по нормален закон. Неслучайно днес Гаус е смятан за един от бащите на Теорията на грешките, която е използвана всекидневно в безброй фундаментални и приложни научни изследвания, инженерни решения, социология, медицина и други. Благодарение на тези работи днес Гаус е смятан за един от основателите на Теорията на вероятностите и Статистиката – математически дисциплини, които са от особено значение днес за всички нас. Обемът от данни, който нашата цивилизация генерира, расте експоненциално, а с него – и нуждата от адекватни модели за анализа им. А това велико пътешествие започва с едно наблюдение в следногодишната нощ на 1801 г.

Портрет на Церера

Днес, благодарение на провежданите в последните 220 години наблюдения, знаем, че Церера е най-големият обект в астероидния пояс, намиращ се между Марс и Юпитер. Тя е 25-ия по големина обект в Слънчевата система и има сферична форма, образувана под действието на собствената ѝ гравитация. Радиусът на планетата джудже е 940 km. За сравнение радиусът на Плутон е 1188 km.

Предполага се, че Церера е образувана преди 4,568 млрд. години с орбита някъде между орбитите на Юпитер и Сатурн. Смята се, че във вътрешността на Слънчевата система е единствената оцеляла планета-джудже и поради това изучаването ѝ е от съществено значение за разбиране на механизмите за образуване на планетите в ранната Слънчева система. Церера е придобила днешната си орбита в резултат на гравитационното си взаимодействие с Юпитер и е резултат от мигрирането му към по-отдалечена от Слънцето орбита.

На 6 март 2015 г. в орбита около Церера навлезе роботизираната мисия на *NASA Dawn* („Зора“ в превод от английски). Мисията регистрира геоложка активност, която продължава да оформя повърхността на планетата-джудже. През август 2020 г. комбинирани данни във видимата и инфрачервената област, получени от мисията *Dawn*, разкриват солена течност на повърхността на планетата. Течността е изтласкана на повърхността на Церера в резултат от геологичната ѝ дейност. Според съвременни оценки 40 – 50% от обема на Церера се състои от вода. Това постави Церера в един списък с други небесни тела, характеризиращи се с условия, благоприятни за развитието на живот, каквито са ледените луни на Сатурн и Юпитер – Енцеладус и Европа. „Вероятността да намерим живот в други светове нараства. Церера е по-редното доказателство за това, че нашата Слънчева система е изпълнена с древни обитаеми среди“, смята Джим Брайденстайн (*Jim Bridenstine*), директор на НАСА.



Източник:

NASA/JPL-Caltech/UCLA/MPS/DLR/IDA

ЕКИПЪТ НА КЛОН „КОСМОС“ ВИ ПОЖЕЛАВА
ВЕСЕЛИ НОВОГОДИШНИ ПРАЗНИЦИ!

СПОМЕНИ ЗА БЪЛГАРСКАТА КОСМИЧЕСКА ЕКСПАНЗИЯ: 1967 – 1987 г.

(продължение от бр. 3)

Иван Кутиев

Космическият проект „България-1300“



Спътника Б-1300 в истински размери

Програмата „България – 1300“ бе утвърдена от Министерския съвет през юни 1977 г. със срок на действие до 31 декември 1984 г. Спомените ми са избледнели за подробности, но си спомням как подготвихме текста на Програмата със Серафимов. На него се падна писането на голямата част от Програмата, но и аз без излишна скромност ще кажа, че написах голямата част от научната програма на йоносферния спътник.

Още в тези години, пък и по-късно, срещнах много писания за това, че „Б-1300“ е един голям кьорфишек и е бил нужен само за хвалби на управляващите. Програмата „Б-1300“ планира и осъществи едно голямо усилие на нашата наука да се нареди всред държавите със значими космически постижения. България е 8-ата държава, изстреляла свой собствен научен спътник, като пред нас са само известните космически държави. Бюджетът на Програмата бе 3877 млн. лв., като от тях 640 000 лв. в конвертируема валута, което е много малко за стандартите на космическите програми. Програмата осигури качествен скок в технологичното ниво и възможностите на нашите инженери и техници, научната ни продукция нарасна качествено и бе приета много добре от международната научна общност.

Стигнахме до съгласие да разработим 11 прибора, които измерват целия спектър физични характеристики на йоносферата. Понеже спътникът се водеше българо-съветски, отново имахме съветски консултанти, наречени куратори. От българска страна водещата организация бе ЦЛКИ, а от съветска – ИКИ – Москва. Всъщност без помощта на руските колеги ние не бихме се

справили не само в разработката на приборите, но и при техните изпитания в Русия. В обсъжданията на приборния състав ние имяхме под ръка един чудесен репер – проекта „*Dynamics Explorer*“. Този американски проект за йоносферен спътник беше вече публикуван, а неговият приборен състав бе много близък да нашето виждане и цел. Всъщност американският проект съдържаеше два спътника, единият – „*Dynamics Explorer-1*“, бе предназначен за изследване на магнитосферата, а вторият – „*Dynamics Explorer-2*“, беше йоносферният спътник. Подобен приборен състав искахме да разработим и ние. Тъй като няхмахме опит в маспектрометричните измервания, ние измислихме един оригинален прибор за измерване на свръхтермалните йони с дискриминация по енергия и маса. Последният прибор (но не по важност), проектиран в нашата секция, бе приборът за измерване на естествените електрични полета около спътника (измерител на електростатични полета – ИЕСП). Колкото принципът на измерване да изглежда прост, толкова измерването е трудно поради необходимостта от пределна чувствителност. Сондите (в нашия случай сферични) трябваше да се покрият с материал с възможно най-нисък фотоелектронен добив и повърхността им да бъде хомогенна. Най-добрите прибори за измерване на електрични полета използват сфери от монолитен стъкловъглерод. При нас се появи идеята да направим сондите от графит, който да покрием после със слой стъкловъглерод, вместо да ги правим монолитни, каквато технология ние няхмахме. За мен това е един от най-ярките ни примери за трансфера на космически технологии в практиката.

Още три оригинални български прибора бяха проектирани и изготвени от нашите старозагорски колеги. Това бяха „Фотон-1“ – за измерване на собственото излъчване на атмосферата в областта на вакуумния ултравиолет (115 – 259) nm, спектрометърът „ЕМО-5“ – за измерване на излъчванията на атмосферата във видимия спектър, и приборът „Протон-1“ – за измерване на високоенергийните протонни потоци в диапазона 90 – 1000 keV. За съжаление, голяма част от писмените документи, свързани с проекта, както и историята на ЦЛКИ и НКИИКП, ги няма.

Работата по „Б-1300“ не беше затворена само в рамките на ЦЛКИ, ние имяхме възможност да ползваме уменията и капацитета на много външни изпълнители и институти. Една от най-ярките прояви на това сътрудничество бе с Института по металознание и технология на металите (ИМТМ) на БАН в развитието на технологията на стъкловъглеродното покритие на датчиците на ИЕСП. Във връзка с постигнатата висока чувствителност, по наше искане целият спътник АУОС беше покрит с електропроводима материя, за да се осигури еквипотенциалност и да се избегне появата на електрически пробиви между различните покрития на спътника. Впоследствие стъкловъглеродната технология бе развита за редица наземни приложения, например в ме-

дицината. Почти при всички прибори се получиха технологични решения, които впоследствие намираха приложение в практиката.

Кулминацията

През април 1980 г. в ИКИ – Москва се проведеха първите изпитания на технологичния комплекс на спътника. По него време изградихме Лабораторията за вакуумни изпитания на приборите и я оборудвахме с уникална вакуумна камера, изработена в завода „Вакуумтерм“ във Велико Търново. През лятото на 1980 г. създадохме компютърен център за обработка на данните на базата на компютъра „НР-1000“, купен специално за проекта.

Серафимов беше създал смесени колективи за изработката на приборите, наречени Временни проблемни групи (ВПГ). По това време в България беше много модерен т.нар. „програмно-целеви метод“ на работа, по който се създаваха смесени колективи от различни специалности, които да работят по проект със зададена предварително цел.

През 1980 г. по инициатива на Серафимов бе създадена ВПГ по обработка на информацията от „Б-1300“. Идеята нямаше да бъде чак толкова лоша, ако нейната роля беше ограничена до първичната и вторичната обработка на данните от приборите. Тези фази на обработката докарваха данните до вид на измервани величини (като ток, напрежение и т.н.), които после трябваше да бъдат предоставени на разработчиците на прибори. Третата и най-важна фаза от обработката е измерването на величини да бъдат преобразувани във физически параметри на средата (йонна и електронна плътност и температура, йонен дрейф, интензитет на естествените електрични и магнитни полета и т. н.). Тази обработка трябваше да се извършва от разработчиците на прибори съгласно теорията на съответния прибор, калибровки, лабораторни изпитания и др.

В началото на 1981 г. в ИКИ – Москва се проведеха комплексните изпитания на спътника „Б-1300“.



Ракетата, извела спътника Б-1300, пред старта

Преведоха се физическите калибровки на приборите и се приеха вторите екземпляри на приборите. Наближаваше времето до изстрелването на спътника. То дойде на 7 август 1981 г. Аз бях в делегацията за изстрелването от северния космически полигон „Плисецк“. Пътувахме от Москва на север доста дълго, спяхме във влака и накрая пристигнахме в едно

военно градче – *Мирний*. Така ние наблюдавахме самото изстрелване на живо. Научихме многоочакваната новина, че спътникът е влязъл в планираната орбита и че всички системи и научни прибори работят нормално. В следващите дни в ИКИ получихме и първите данни от нашите прибори. Предстоеше мъчителният процес по тяхната обработка.

Българо-американското сътрудничество



М. Гогошев и аз, 1974 г.

Гогошев организира в Стара Загора Първия старозагорски семинар с международно участие, на който беше поканен Джим Уокър от Радиообсерваторията в Аресибо, Пуерто Рико, световноизвестен учен с всепризнати приноси в областта на аерономията на високата атмосфера. През следващата година той отново участва във Втория старозагорски семинар, заедно с Джим Вети от НАСА. Ставахме разпознаваеми на конгресите на *COSPAR*, *IAGA* и др., нараснаха цитиранията на нашите резултати в международните списания.

Вече писах за сътрудничеството ни с Тексаския университет в Далас (ТУД). Към ТУД беше сформирана група, занимаваща се с научноизследователска дейност, наречена *Space Science Center*. Този Център се ръководеше от проф. Хенсън и в него работеха няколко изтъкнати учени. Проф. Хенсън (по-нататък ще го наричам Бил Хенсън) гледаше много сериозно на нашето сътрудничество. Не само затова, че провеждахме сходни измервания – ние по програмата „Интеркосмос“, а те – по техните американски програми. Той видя, че ние имаме потенциал да бъдем равностойни партньори в едни съвместни научни изследвания. Интересът към нас се засили, когато на семинар, а после и в множество обсъждания, им разказах за нашия проект „Б-1300“. Ние вече бяхме публикували някои интересни резултати по вариациите на преходното ниво между йоносферата и плазмосферата по данните от „Интеркосмос-2“ и 8. В ТУД продължихме работата по тази тема на базата на данните от американския спътник ОГО-6 (*OGO – Orbiting Geophysical Observatory*). Предложих на Бил Хенсън да организираме българо-американски семинар в България за съвместен анализ на данните от „DE-2“ и „Б-

Паралелно с тясното сътрудничество и съвместна работа с руските колеги, ние с голямо желание се стремяхме да се отворим и на запад. Участието в международни научни мероприятия и конгреси не ни задоволяваше, търсехме потесни връзки с отделни учени. През 1974 г. Митко

1300“. Уточнихме среща под наименованието Първи българо-американски семинар да се проведе в началото на септември същата година.

Бил Хенсън беше извършил чудесна пропаганда за семинара и на него дойдоха 8 американски учени. Това масирано участие на известни американски учени беше голяма чест за нас и ние се стараехме да организираме семинара на ниво. Семинарът се проведе успешно и всички бяха много доволни от това. Акцентът беше върху възможното съвместно използване на данните от „Б-1300“ и *DE*, но ценни доклади бяха изнесени и върху актуални аспекти на йоносферно-магнитосферните взаимодействия. Всички бяхме убедени, че семинарът трябва да има продължение в следващите години.

През пролетта на 1981 г. от ДКНТП препратиха на Серафимов телекс от НАСА, в който се предлага сътрудничество между НАСА и ЦЛКИ в съвместното използване на данните от „Б-1300“ и *DE*. В телекса се казваше, че с такава цел, като представител на НАСА, в София ще пристигне Джордж Кариган от Илинойския университет в Ан Арбър. Той бе водещият учен на неутралния мас-спектрометър на *DE-2*. Отговорът от наша страна явно е бил положителен и скоро след това Дж. Кариган пристигна в София. Работата ни наистина порасна много, щом и НАСА желаше нашето сътрудничество. Ние показвахме каквото имаме досега и планове за в бъдеще и мисля, че Дж. Кариган беше впечатлен. Обаче така и не се стигна до официално сътрудничество с НАСА. Почнахме да чувстваме съществуването на невидими дотогава препятствия пред разширяването на сътрудничеството ни със САЩ.

През лятото на 1982 г. Бил Хенсън дойде у нас по пътя си към някакво мероприятие в Европа. Неговата цел бе да договори с нас провеждането на втори българо-американски семинар в Сан Антонио, Тексас, през есента на същата година. Този път от наша страна е било взето решение да не приемаме участие в този семинар. Дали отказът е бил заради финансови причини (доста пари трябваше да се похарчат за участието на десетина българи в САЩ), или това сътрудничество започваше да пречи някому, не стана известно.

Спомените на моите колеги за това, как продължи българо-американското сътрудничество, доста се различават. Според някои колеги втори българо-американски семинар не се е провеждал. Според Людмил Банков този семинар все пак се е провел през лятото на 1985 г., отново в Стара Загора, но този път в новопостроената сграда на МСЦ (Международния ситуационен център) в двора на Обсерваторията. На този семинар от американска страна са присъствали почти същите хора от първия семинар. Моята версия е, че този семинар наистина се проведе, но година по-рано – през лятото на 1984 г. През лятото на 1985 г. се проведе Четвъртият (пореден) старозагорски семинар. На него дойдоха колеги от Русия, от ГДР, Франция, Канада и др.



*В една от почивките по време на Четвъртия Старозагорски семинар през 1985 г.
От ляво надясно: Борис Комитов, М. Гогошев, Кольо Казаков и аз.*

След „България-1300“

Проектът „България-1300“ беше връх в нашата космическа активност, но след него останаха въпросите за по-нататъшното ни развитие. В ЦЛКИ беше създаден солиден научен и технически потенциал, който, след като бе изстрелян спътникът, можеше да остане в безтегловност. Серафимов търсеше решения на този проблем по две направления. Първото бе да се развие т.нар. технологичен трансфер на нашите космически разработки в практиката. Второто направление бе да се участва активно в следващи космически проекти, както такива по програмата „Интеркосмос“, така и по национални съветски програми. Още през 1980 г. с решение на Президиума на БАН бе създаден „Национално-методичен съвет по използване на данните от проекта „България-1300“ в народното стопанство и технологичния трансфер“. Имаше много наши предложения в тази насока, като стъкловъглеродната технология, радиационни сензори, електромагнитна екология, магнитометрични приложения и др. Серафимов много държеше да осигурим широко участие в бъдещите космически проекти, предложенията за които нарастваха лавинообразно. Само ще спомена част от тези проекти, в които ние реално се включихме: „Интербол“, „АПЕКС“, „Активен“, „ЛИМА“, „Фобос“, „Венера-Халей“ и др. Отделно направлението на проф. Д. Мишев по дистанционни изследвания на Земята от Космоса се готвеше със свои прибори в проектите „УЛИС“, „Фрегат“, „Гранат“ и др. Включването на наши прибори в отделните проекти не беше никак лесно, имаше страхотна конкуренция от всички социалистически страни. Обикновено се процедираше така: съветска група си намираще чуждестранен партньор и заедно атакуваха място в приборния състав на дадения

проект. Решението се взимаше от ръководството на проекта, доминирано, разбира се, от руснаците. Спомням си едно от първите съвещания по проекта „Интербол“, чийто ръководител беше самият Алберт Галеев. По един от приборите, именно АМЕЙ, ние се съюзихме с групата на Олег Вайсберг от ИКИ – Москва. Всъщност те бяха куратори на АМЕЙ на „Б-1300“, така че беше естествено да продължим нататък заедно. Конкуренцията беше голяма и ние разпалено доказвахме предимствата на АМЕЙ. Един от конкурентите ни беше К. Грингауз, нашият пръв ментор и съавтор, който сега си беше избрал унгарците за партньори. Той ми каза „*Иван, это не „Болгария-1300“*“, в смисъл, че сега нямаме никакви специални предимства в свободната конкуренция. С примера „Интербол“ искам да посоча голямата промяна в подхода на руската страна към бъдещото космическо сътрудничество. Политическият елемент, който бе втъкан в идеологията на програмата „Интеркосмос“ от първото десетилетие, отстъпи място на прагматичното търсене на високо научно и технологично ниво. Не съм сигурен дали самата програма „Интеркосмос“ се отвори към западното участие или руснаците развиха алтернативна платформа. През лятото на 1987 г. напуснах ЦЛКИ и нямам сведения в какъв формат продължаваха съвместните проекти. Проектът „Интербол“, в частност, се забави с цяло десетилетие и силно промени ранния си облик. Той стана част от международна програма, координирана от *Inter-Agency Consultative Group (IACG)*, включваща Европейската космическа агенция (ESA), НАСА, Руската космическа агенция (РКА) и Японската космическа агенция (JAXA). Според тази програма 10 основни спътника на горните агенции провеждат координирани измервания по цялата магнитосфера чак до либрационната точка L1 (на 1,5 млн. km от Земята към Слънцето). Магнитосферният спътник на Интербол литна през 1995 г., а авроралният – през 1996 г. След първоначалния напън за участие, в крайна сметка в приборния състав на авроралния спътник бяха приети ИМАП-3 заедно с неговия партньор от ИЗМИРАН и приборът УФСИПС с неговия куратор от ИКИ – Москва. На магнитосферния работи един български прибор – АМЕЙ-2, техният партньор от ИКИ – Москва. Два чешки субспътника – „Магион 4 и 5“, съпровождат основните спътници и на тях работеше чешко-българският прибор КЕМ-3 за измерване на постоянните и нискочестотните електрични полета. В КЕМ-3 Д. Теодосиев поставяше датчиците със стъкловъглеродно покритие. За наша радост, в другите проекти българите имаме солидно участие. Нямам обаче необходимата информация да отразя по-подробно това участие.

Моята основна дейност беше насочена към обработката на данните от „Б-1300“.

В ЦЛКИ кипеше творчески труд. Колективите по отделните прибори от „Б-1300“ работеха по данните си, броят на публикациите в престижни списания нарастваше. Към 1985 г. Митко Гогошев беше изброил над 100 публика-

ции по данните от „Б-1300“ от наши, руски и смесени българо-руски колективи. Връзките с американските учени се засилваха, през лятото на 1985 г. се проведе Вторият българо-американски семинар, през септември в Стара Загора се проведе и работна среща на Групата по международната референтна йоносфера на *COSPAR*.

С Разпореждане 21 на МС от 03.03.1987 г. ЦЛКИ прерасна в Институт за космически изследвания (ИКИ) и официално бе въведена нова аерокосмическа тематика. През юни същата година преминах на работа в Геофизичния институт на БАН.

Библиография

- К. Серафимов, Космическите изследвания в България, Изд. БАН, София, 1979.
К. Серафимов, България и Космосът, изд. „Народна младеж“, София, 1979.
К. Серафимов, Социалистическата интеграция в космоса, Партиздат, София, 1983.
Biobibliography of Kiril Borisov Serafimov, изд. Българско астронавтическо дружество, София, 1992.
М. Гогошев, Между Сцила и Харибда, сборник „Космическо призвание“, с. 27 – 56, изд. Интеграл, София 1996.

Статията представя откъси от „Спомени за българската космическа експанзия 1967 – 1987г.“ на Иван Кутиев, публикувани в блога му <https://kosmos-bg.blogspot.com/2020/04/1967-1987.html>

ПЪРВИ НАЦИОНАЛЕН ФОРУМ ЗА СЪВРЕМЕННИ КОСМИЧЕСКИ ИЗСЛЕДВАНИЯ

На 21 и 22 октомври в Иновационния форум „Джон Атанасов“ на София Тех Парк се проведе Първият национален форум за съвременни космически изследвания. Форумът бе организиран от клон „Космос“ при СФБ с финансовото съдействие на фондация „Еврика“, национален фонд „Научни изследвания“, фонд Научни изследвания на Софийския университет и с подкрепата на София Тех Парк. Повече информация очаквайте в следващия брой на „Светът на физиката“.

ПРИЛОЖНА ФИЗИКА И КОМПЮТЪРНО МОДЕЛИРАНЕ – МОДЕРНАТА СПЕЦИАЛНОСТ

В рамките на кандидатстудентската кампания 2020 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.

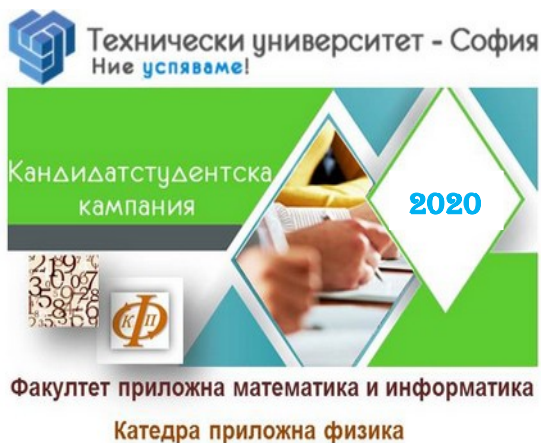


Специалността „Приложна физика и компютърно моделиране“ има за цел подготвянето на специалисти, които да са свързващо звено между фундаменталните знания, научните разработки, компютърното моделиране и симулации и индустриалните им приложения. Такива специалисти имат важна роля в прилагането на иновации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



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

ЕФЕКТЪТ НА ДЪНИНГ-КРЮГЕР

В психологията ефектът на Дънинг-Крюгер е когнитивно изкривяване, което се изразява в това, че хора, които имат ниско ниво на квалификация, правят грешни изводи, взимат неправилни решения и при това не са способни да осъзнават своите грешки поради ниското ниво на своята квалификация. Това води до възникване на завишени представи за собствените им възможности, а в същото време наистина висококвалифицирани хора са склонни да занижават своите способности и страдат от недостатъчна увереност в своите сили, считайки другите за по-компетентни. По този начин по-малко компетентни хора като цяло имат по-високо мнение за собствените си възможности от компетентните, които освен това са склонни да предполагат, че окръжаващите ги оценяват толкова ниско, колкото и самите те.

Хипотезата за съществуването на подобен феномен е формулирана още в 1999 г. от Джъстин Крюгер и Дейвид Дънинг, които цитират изказване на Чарлз Дарвин, че *„Невежеството по-често ражда увереност отколкото знанието“* и на Бертран Ръсел, че *„Едно от неприятните качества на нашето време се състои в това, че тези, които изпитват увереност, са глупави, а тези, които имат поне някакво въображение и разбиране, са изпълнени със съмнения и нерешителност“*.

Всичко започва с комичен случай, когато някой си Мак Артур Уилър (*McArthur Wheeler*) ограбва две банки в Питсбърг, САЩ, посред бял ден, без маска, закриваща лицето му. Уилър знаел, че лимоновият сок се използва като невидимо мастило при писане на писма, но бил достатъчно глупав, за да повярва, че така ще скрие лицето си. Този случай попада в центъра на вниманието на Дейвид Дънинг, професор по психология от университета Корнел, и неговия студент Джъстин Крюгер и в крайна сметка става първият описан пример за ефекта, който по-късно става известен като „Ефект на Дънинг-Крюгер“.

Резултатите, потвърждаващи хипотезата на двамата автори, работещи по това време във Факултета по психология на Университета Корнел (*Cornell University's Department of Psychology*), са били публикувани в английския *Journal of Personality and Social Psychology* през м. декември 1999 г. За това изследване на авторите им е била присъдена т.нар. *Ig Nobel Prize* по психология за 2000 г. Наградата се дава от 1991 г. и се организира от списанието за научен хумор „Анали на невероятните изследвания“ (*Annals of Improbable Research*). Тази награда не е сатирична или хумористична, както някои могат да си помислят, а се присъжда по определение за изследвания, *„които първо те карат да се смееш, а после да се замислиш“*.

С това явление вероятно често сте се срещали в живота, около масата, или на семейно тържество. Някой от присъстващите започва да говори надълго и широко по проблем, по който той твърди, че е прав, а всички останали неинформирани, глупави или просто грешат.

В оригиналната работа за този феномен Дънинг и Крюгер са описали поредици от четири проучвания. Оказало се, че хората, които са получили най-ниска оценка на тестовете по граматика, хумор и логика, са били склонни да надценяват драматично своето представяне. Колкото повече знае човек, толкова по-очевидно е за него колко бедни са тези знания – да си спомним Сократ: *„Аз знам, че нищо не знам“*. Със същия успех този ефект работи и обратно: колкото по-малко знае човек, толкова по-уверен е той в своите знания и тяхната безграничност.

В един от експериментите си Дънинг и Крюгер са поискали от 65 участника да оценят колко смешни са различни анекдоти. Някои от участниците са били много зле при определянето на това, какво други хора ще сметнат за смешно, макар че самите те са се самоопределили като отлични ценители на хумора.

Учените установяват, че некомпетентните хора не само се представят слабо, но и не могат да оценят правилно качеството на своята собствена работа. Това е причината, поради която студенти, които получават лоши оценки на изпит, понякога имат чувството, че заслужават много по-висока бележка. Представящите се слабо не могат да разпознават нивото на умения и компетентност на други хора, което е част от причината те да считат себе си за по-добри, по-способни и по-знаещи от другите.

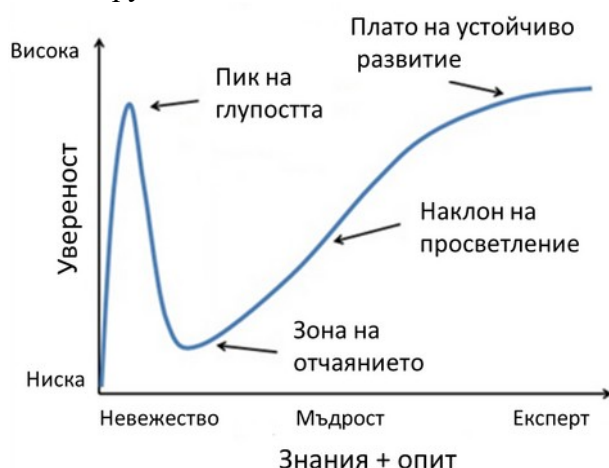
„В много случаи некомпетентността не прави хората дезориентирани, объркани или плахи“ – пише Дънинг. *„Обратно, некомпетентните са често „благословени“ с несъответстваща увереност, подкрепяна от нещо, което на тях им изглежда като знание“*.

Дънинг и негови колеги са провели експеримент, в който са питали участниците дали са запознати с различни термини, отнасящи се до области като политика, биология, физика и география. Заедно с наистина съществуващи термини и понятия те включили напълно измислени такива. В едно от изследванията около 90% от отговарящите са твърдели, че знаят поне нещо за измислените термини. Колкото участниците са се чувствали по-запознати с предмета, толкова по-вероятно било да твърдят, че са запознати с безсмислените термини и понятия.

Резултатите могат да се илюстрират със графиката по-долу на зависимостта на собствената увереност като функция от знанията и уменията.

Най-лявата част на фигурата показва пик на увереността на тъкмо онези хора, чиито знания граничат с невежеството. С повишаване на знанията увереността спада, въпреки постигнатата компетентност, достигайки *„аз знам,*

че нищо не знам“. По-нататък тенденцията е увереността бавно да расте, но много трудно се доближава до пика на невежеството.



Дънинг и Крюгер считат, че с нарастването на опита в дадена област, увереността обикновено намалява до по-реалистични нива. Когато хората научават повече за даден предмет, те започват да разпознават недостатъчността на своите знания и способности. След това, придобивайки повече информация, те стават експерти в областта и нивата на увереност започват да растат отново.

Как може да се обясни този психологически ефект? Толкова ли са тъпи и задръстени някои хора, че не разбират колко слабоумни са? Дънинг и Крюгер считат, че този феномен произлиза от нещо, което те наричат „двоен товар“. Тези хора са не само некомпетентни – тяхната некомпетентност ги лишава от способността да разберат колко неумели са те.

Некомпетентните хора са склонни да:

- надценяват собствените си умения;
- не виждат действителните умения и опит на други хора;
- не виждат своите грешки и липса на умения.

Дънинг посочва, че именно знанията и уменията, необходими за да се справиш добре с дадена задача, са същите, които ти трябва да да прецениш, че не ставаш за нея. Той счита, че дефицитът на умения и опит създава двоен проблем. Първо, този дефицит е причина хората да се справят лошо в област, в която са некомпетентни. Второ, техните грешни и недостатъчни знания ги правят неспособни да разберат своите грешки.

Ефектът на Дънинг-Крюгер има отношение и към затрудненията с метапознанието, т.е. способността да видиш отвън своите способности и поведение. Човек често е в състояние да направи самооценка само от своята ограничена и крайно субективна гледна точка. От тази ограничена перспектива той изглежда много умен, знаещ и превъзхождащ другите. Поради това му е трудно да има по-реалистично виждане за собствените си възможности.

Друг фактор, обясняващ ефекта, е това, че понякога скромни познания за даден предмет могат да накарат хора погрешно да повярват, че знаят всичко, което трябва да се знае за него. Както се казва – малкото знания може да са опасно нещо. Човек може да има съвсем слаба представа за един предмет, но да вярва, че е експерт.

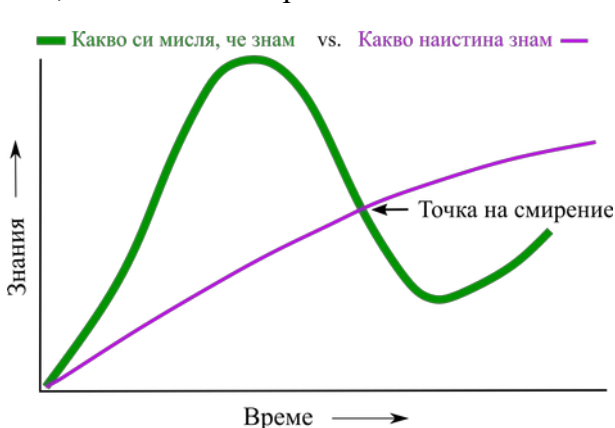
И така, кой е засегнат най-силно от ефекта на Дънинг-Крюгер? За съжаление, всички ние. Така е, защото независимо от това, колкото и информирани или опитни да сме в дадена област, за всеки има такава, в която е некомпетентен и неинформиран.

Истината е, че всеки е податлив на този феномен и всъщност повечето от нас вероятно ги засяга с удивителна честота. Хора, които са истински експерти в дадена област, може погрешно да вярват, че тяхната интелигентност и знания някак си се преливат и в други области, които не са им толкова добре познати. Един брилянтен учен например може да е много лош писател и дори да не е в състояние да види това.

Е, ако некомпетентните са склонни да мислят, че са експерти, какво мислят истинските експерти за своите собствени способности? Дънинг и Крюгер откриха, че тези на върха на скалата на компетентност имат по-реална представа за своите знания и способности и нерядко са дори склонни да ги подценяват. Всъщност хората с най-високи резултати знаят, че са над средното ниво, но не са сигурни колко по-добри са те в сравнение с другите. Проблемът в този случай е, не че експертите не знаят колко добре са информирани, а че те са склонни да вярват, че всички други са също знаещи.

И така, може ли някак да се минимизира влиянието на този феномен? Има ли момент, в който некомпетентният осъзнава своята неспособност? „Ние всички сме двигатели на заблуда“ – казва Дънинг. И докато всички сме предразположени да изпитаме ефекта на Дънинг-Крюгер, изучаването на работата на ума и грешките, на които всички сме податливи, може да ни доведе една крачка по-близо до коригиране на поведенческите схеми.

Дънинг и Крюгер считат, че с нарастването на опита в дадена област увереността обикновено намалява до по-реалистични нива. Когато хората научават повече за даден предмет, те започват да разпознават недостатъчността на своите знания и способности. След това, придобивайки повече информация, те стават експерти в областта и нивата на увереност започват да растат отново. Развитието на този процес във времето е илюстриран



на графиката вляво. Кривите, които показват изменението на собствената оценка (по-плътната линия) и реалните знания, се пресичат в една точка, моментът на осъзнаване, от която нататък тази оценка започва да става по-реална.

Какво можем да направим, за да придобием по-реална

оценка на своите лични способности в дадена област, ако не сме сигурни в своята самооценка?

- Да продължим да се учим и упражняваме.
- Да искаме оценката и на странични хора за това как се справяме.
- Да поставяме под въпрос своите знания.

За да не оставим читателя с негативно впечатление, трябва да напомним, че ефектът на Дънинг-Крюгер е аспект на непрекъснатия процес на усъвършенстване и развитие на нашата преценка и знания. Той не определя по никакъв начин развитието на уменията или учебния процес, а просто обяснява защо понякога сме били прекалено уверени и защо понякога все още не сме достатъчно уверени.

Литература

- Charles Darwin. The Descent of Man (w) Introduction, p. 4, 1871.
- D. Dunning, We are all confident idiots, *Pacific Standard*; 2014.
- D. Dunning, Chapter five: The Dunning-Kruger effect, On being ignorant of one's own ignorance, *Advances in Experimental Social Psychology*, **44**, 201, pp. 247-296. doi: 10.1016/B978-0-12-385522-0.00005-6.
- J. Ehrliner, K. Johnson, M. Banner, D. Dunning, & J. Kruger, Why the unskilled are unaware: Further explorations of (absent) self-insight among the incompetent, *Organ Behav Hum Decis Process*, **105**(1), 2008, pp. 98-121. doi: <https://doi.org/10.2139/ssrn.946242>
- J. Kruger, D. Dunning, Unskilled and unaware of it: how difficulties in recognizing one's own incompetence lead to inflated self-assessments, *Journal of Personality and Social Psychology*, **77** (6), 1999, pp. 1121–34 doi:10.1037/0022-3514.77.6.1121. PMID 10626367
- <https://loneswimmer.com/2014/11/11/what-is-the-dunning-kruger-effect-and-how-does-it-relate-to-pool-swimming-and-open-water-swimming/>
- <https://www.improbable.com/whatis/>

Подбор и превод **Бойко Георгиев**

THE DUNNING-KRUGER EFFECT

Abstract: The Dunning-Kruger effect in psychology finds that a lack of knowledge, skills and experience creates a double problem. First, this deficit is a reason for people to do poorly in an area in which they are incompetent. Second, their wrong and insufficient knowledge makes them unable to understand their mistakes. Conversely, competent people tend to assume that those around them value them as low as they self-evaluate.

Selection and translation **Boyko Georgiev**

СТИВЪН ХОКИНГ – ИСТОРИЯТА НА ЕДИН НЕОБИКНОВЕН ЖИВОТ

Мариана Кънева

*„Човек трябва да е достатъчно зрял,
за да разбере, че животът не е справедлив.
Дай най-доброто, на което си способен“.*

Стивън Хокинг



Преди две години светът се сбогува с един от най-блестящите си умове. Стивън Хокинг си отиде на 14 март 2018 г., в деня на числото Пи и на 139 години от рождението на Айнщайн. В живота му има и други впечатляващи съвпадения на дати, на които той самият обръща внимание – роден е в деня, в който се отбелязват точно 300 години от смъртта на Галилей. Считан за един от най-умните хора в света, освен със своите научни трудове, той е известен с редица международни бестселъри, предназначени за широката публика: „Кратка история на времето“ (продадена в над десет милиона екземпляра в целия свят), „По-кратка история на времето“, „Черни дупки, бебета вселени и други есета“, „Вселената в орехова черупка“, „Великият дизайн“, „Черните дупки: Лекциите на Рийт“, „Кратки отговори на големите въпроси“, „Произходът на почти всичко“, „Бог създаде целите числа“, както и книги за деца в съавторство с дъщеря му Лу-си („Джордж и синята луна“, „Джордж и неразбиваемият код“, „Тайният ключ на Джордж за Вселената“, „Джордж търси съкровища в Космоса“, „Джордж и Големият взрив“). Една голяма част от тях вече са преведени и отпечатани на български език. Издаването на тази последна автобиографична книга* сега е своеобразен реверанс към необикновената личност на Хокинг, чийто живот е блестящ и вдъхновяващ пример за триумфа на човешкия дух, за силата на интелекта и волята за пълноценен живот, за любовта, като мотивация. Това е книга за вълнуващия път от неудържимото детско любопитство и измислянето на игри – стратегии, до създаването на революционни теории, които обясняват законите, на които се подчинява Вселената, кни-

*Стивън Хокинг, „Моята кратка история“, ИК „Бард“, 2020, в превод на Иван Иванов.

га за отговорността, която талантът изисква, за мъдрост, за мъжество и смирение, за неизчерпаемо вдъхновение и радост от живота.

Написана съдържано и точно (едно надникване в личната вселена на Хокинг, само надникване, показващо толкова много!), с интелигентен и изящен хумор и изискана самоирония, автобиографията дава съвършено ясна представа за еволюцията на автора като личност и учен, започвайки от изпълненото с интелектуални игри, пътувания и незабравими преживявания детство, през купищата разгلوبени играчки с едничката цел да се разбере на какъв принцип действат, с родителското разбиране, окуражаващо заниманията му с наука, и недотам интересните училищни занимания в училището на Сейнт Олбънс, при които всичко е прекалено ясно и скучно на фона на толкова много други интересни неща, които предстои да бъдат открити, разбрани и обяснени. *„Мисля, че тези игри, както и влакчетата, корабите и самолетите, бяха резултат от стремежа ми да разбера как действат системите и как да ги контролирам. След като започнах докторантурата си, тази нужда бе запълнена от изследванията ми по космология. Ако разбирате как действат вселената, я контролирате, в известен смисъл“.* *„В училище физиката винаги ми беше най-скучният предмет, защото бе лесна и очевидна.... Но физиката и астрономията даваха надежда да разберем откъде сме дошли и защо сме тук. Искях да проумея дълбоките загадки на вселената“.* Пътят на недотам старателния, но ярко открояващ се ученик, прозорливо наречен от съучениците си „Айнщайн“, продължава през следването в Оксфорд (приет за студент само на 17 години) и докторантурата в Кеймбридж, през членството в Кралското научно дружество и революционните хипотези за нашата Вселена, до позицията на Лукасов професор по математика (на 37 години) в Кеймбриджкия университет, директор на Изследователския център по теоретична космология в Кеймбридж и на най-блестящ космолог, символ на съвременната физика. Пътят минава и през получената Награда за фундаментална физика и отказаната рицарска титла заради недостатъчното държавно финансиране на научните изследвания. Много често приносят на Хокинг за развитието на физиката се сравнява с този на Нютон и Айнщайн, а името му се свързва с третата златна епоха на физиката.

Почти веднага след започването на докторантурата си, едва на 21 години, Хокинг е диагностициран с АЛС (амиотрофична латерална склероза) и прогнозата е за още максимум 2 години живот. *„Моите очаквания бяха сведени до нула, когато бях на 21 години. Всичко от тогава досега е бонус“.* *„...беше ми трудно да се съсредоточа, след като можеше и да не доживея да завърша докторантурата си“.* Трудно е да си представи човек болката и ужаса от тази присъда, получена на прага на живота, когато надеждите и очакванията са най-силни. Но в книгата тази болка не се усеща. Хокинг успява да я превърне в своя лична философия, в нов смисъл и поглед върху живота. Та-

ка, след осъзнаването за силно ограничения запас от време, вместо паника, отчаяние или ступор започва неговото живеене на бързи обороти, което изключва варианта да бъде изразходвано време за самосъжаление или оплакване. *„Когато пред теб стои възможността за ранна смърт, това те кара да осъзнаеш, че животът си струва да се живее и че има много неща, които искаш да направиш“*. *„Самосъжалението е безполезно и е загуба на време. Дори когато се парализирам напълно, ще мога да се занимавам с прекрасни неща. Например да изследвам Космоса“*. И още: *„Изведнъж осъзнах, че има много стойностни неща, които бих могъл да свърша, ако присъдата ми бъде отменена“*. Той отменя присъдата сам – с воля и кураж, мъжество и труд, любов и непохватно жизнелюбие, и успява да я отложи с цели пълни със смисъл и щастие 55 години: *„...макар че над бъдещето ми бе надвиснал облак, за своя изненада открих, че се радвам на живота“*. Зад видимата крехкост на неговото тяло се крие един от най-силните характери и интелект, които човечеството познава.

Тази автобиография е и един безценен исторически преглед, съдържащ интересни факти за английското средно образование през 50-те години, отразяващ духа на следвоенните Оксфорд и Кеймбридж и водещите области във физиката през 60-те години на миналия век и след това. Богатият снимков материал, предоставен в книгата, дава допълнителна възможност да се насладим на тези скъпоценни късчета история от първа ръка. Читателят с лекота проследява развитието на различни идеи чрез контактите и съвместната работа на Хокинг с легендарни личности като Файнман, Уебър, Пенроуз, Уилър, Торн, Прескил, Гел-Ман, чиито имена надничат от страниците на тази малка книга, представляваща и кратка история на възникването и еволюцията на някои от най-важните теории, възприети от съвременната физика: квантовата електродинамика, гравитационните вълни, черните дупки, идеята за пътуване във времето и имажинерното време. Теорията за Големия взрив – работата на Хокинг с Роджър Пенроуз и Боб Джерок – е естественият акцент в поредицата от разгадани тайни на Вселената: *„Чувството да имаме цяла научна област практически само за себе си беше страшно. Колко различно бе това от физиката на елементарните частици, където хората се спъваха един в друг в стремежа си да се вкопчат в най-новата идея. И все още е така“*. Ако беше жив, тази година Хокинг щеше вероятно да получи Нобеловата награда по физика заедно с Пенроуз.

Както вече стана дума, популяризирането на науката е много важна част от светогледа и дейността на Хокинг, част от неговата мисия на мислител и израз на социална ангажираност, присъща на великите улове. В кратката автобиография е отделено немалко място за концепцията и историята на написването на „Кратка история на времето“, първата му книга за популяризиране на науката, превърнала се в една от най-емблематичните за миналия век кни-

ги. И мотивът за написването ѝ: „Мисля, че е важно хората да имат някакво основно понятие от наука, за да могат да вземат информирани решения в един все по-високо научен и технологичен свят“.

Особено място е отделено на любовта – от родителската любов, разбиране и подкрепа, до мотивацията за живот, която любовта създава. От любовта към науката и най-близките му хора („Вселената не би означавала почти нищо, ако не беше дом на хората, които обичаш“), до любовта към живота във всяка негова възможност и проява. Книгата дава в голяма степен и отговор на сакралния въпрос „Какво е щастието?“, а между редовете ѝ прозира наръчник за сбъждане на мечти и за това как да бъдем щастливи. Докосването до личната му вселена, до неговия уникален начин на мислене, дава надежда, кураж и пример за реализация и пълноценен живот на много хора. „Моят съвет към хората с увреждания е да се концентрират върху неща, за които техният недъг не е пречка да вършат добре и да не съжаляват за нещата, на които пречи. Не си увреждайте духа заради физическото увреждане“. В този смисъл книгата е изключително вдъхновяваща и жизнеутвърждаваща.

Това е и автобиография – равностойка на живот, пълен с любов, предизвикателства и сбъднати мечти: „Имах пълноценен живот, който ми носеше удовлетворение. Аз успях да свърша повечето неща, които исках. Пътувах нашир и надлъж“.... „Изнасял съм лекции в Народния дворец в Пекин и в Белия дом. Бил съм в подводница, потопена под водата, летял съм в балон с горещ въздух и съм се носил в безтегловност (в симулатора на НАСА – б.а.), освен това съм записан за полет в Космоса с „Върджин Галактик“. ... „Женил съм се два пъти и имам три прекрасни и талантиливи деца“.

Специално внимание изисква последната глава от книгата, озаглавена „Без граници“. Въпреки че условието „без граници“ се отнася за вселената и имажинерното време („Условието „без граници“ е ключът към съзиданието, причината ние да сме тук“), в по-широк смисъл то характеризира и живота на Хокинг. Последната глава е нещо като жизнена рекапитулация и равностойка, но заглавието е и намек за безграничните човешки възможности, превърнали трагедията в триумф, за което този необикновен човек е емблематичен пример. „Без граници“ сякаш е и тази кратка история на неговия живот, въпреки неговия брой страници и малкия формат на книгата. Ето и финалният обобщаващ шрих от тази последна глава: „Ранната ми работа показва, че класическата обща относителност престава да действа в сингулярностите на Големия взрив и черните дупки. По-късната ми работа показва как квантовата теория може да предскаже какво става в началото и края на времето. Това бе славно време да живея и да се занимавам с изследвания по теоретична физика. Радвам се, ако съм допринесъл с нещо за нашето разбиране за Вселената“.

Стивън Хокинг не успя да полети в Космоса, който беше негова съдба, смисъл и вдъхновение, но в момента на полагането на праха му в Уестминстърското абатство в Лондон, между гробовете на Исак Нютон и Чарлз Дарвин, запис на гласа му полетя към най-близката, намираща се на 3500 светлинни години от Земята, черна дупка 1A 0620-00.

По повод кончината на Стивън Хокинг американският астрофизик Нийл Деграс Тайсън, научен коментатор и директор на планетариума „Хейдън“, написа: *„Липсата му оставя интелектуален вакуум. Но този вакуум не е празен. Мислете за него като за вид енергия, пронизваща тъканта на пространство-времето, която не се поддава на измерване“*.

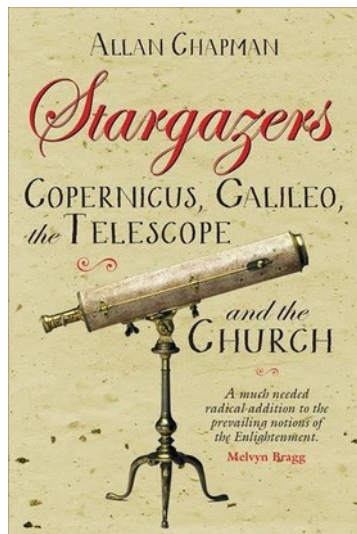
ПОСЕТЕТЕ НАШИЯ САЙТ

wop.phys.uni-sofia.bg

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

БИБЛИОТЕКА „КОСМОС“

Звездобройци. Коперник, Галилей, Телескопът и Църквата

*Stargazers. Copernicus, Galileo, the Telescope and the Church*Автор: *Allan Chapman*

Книгата на Алан Чапман разказва за развитието на идеите в астрономията от дълбока древност до началото на Индустриалната революция през XVIII в. и е фокусирана основно върху събитията в периода 1500 – 1700 г. По един великолепен начин авторът ни превежда през период от двеста години, в който Коперник, Галилео, Тихо Брахе, Кеплер и много духовници картографират небето в търсене на знания за нашата Вселена. По увлекателен начин в книгата е разкрита връзката между развитието на технологиите, протичащите в обществото процеси и зараждането на нови идеи.

В книгата Чапман поставя под въпрос широко приетото схващане за Галилео като мъченик с необикновени способности, който запалва искрата

на познанието в морето на невежеството. В нея авторът показва, как по онова време папи, църковни служители и крале са били заплениени от новите открития в астрономията и всъщност са били отворени за новите идеи. На страниците на тази книга Коперник и Галилей се намират в компанията на монасите йезуити, които пренасят новите идеи в Китай; на калвинистите в Лайден и на епископ Джон Уилкинс, който измисля летяща колесница, предназначена за полет до Луната; на Йохан Хевелиус, Джеремая Хорокс, Робърт Хук и сър Исак Нютон и ранното Кралско дружество, както и на свещеника Джеймс Брамбли, който най-накрая през 1728 г. детектира земното движение в пространството.

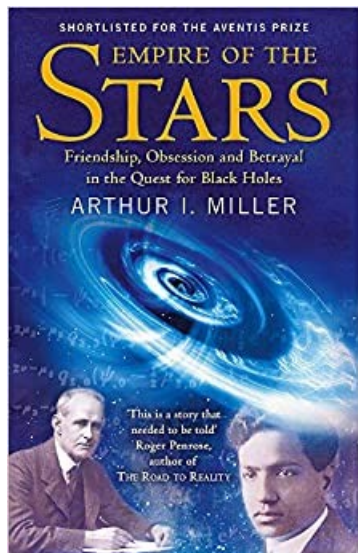
Книгата е богато илюстрирана. Множество от илюстрациите са от личния архив на автора, а някои от тях са рисувани от самия Чапман.

Д-р Алан Чапман преподава история на науката в Оксфордския университет и е член на Кралското астрономическо дружество. Книгата е издадена на английски през 2014 г. от *Lion books* и няма превод на български. Чапман е автор на множество книги сред които *Slaying the Dragons – Destroying myths in the history of science and faith* и *England's Leonardo* – за Робърт Хук. През 2018 г. *Lion Hudson ltd.* издадоха продължението на *Stargazers Comets, Cosmology, and the Big Bang – A History of Astronomy from Edmond Halley to Edwin Hubble*.

Империята на звездите. Приятелство, обсебване и предателство в търсенето на черните дупки

Empire of the Stars. Friendship, Obsession and Betrayal in the quest for Black Holes

Автор: *Arthur I. Miller*



През август 1930 г., на път от Мадрас към Лондон, млад индиец погледнал към звездите и прозрял тяхната съдба. Този млад мъж бил Субраманян Чандрасекхар или Чандра, както го наричали. Той изчислил, че някои звезди ще претърпят бурна смърт, свивайки се почти до нищото. Това необикновено твърдение, съдържащо първото математично описание на черна дупка, привлякло вниманието на един от най-изтъкнатите астрофизици тогава – сър Артър Едингтън. Когато Чандра изложил възгледите си на семинар пред Кралското астрономическо дружество през 1935 г., бил подложен на присмех и унижение от страна на Едингтън, което създава една от най-големите научни вражди на два века. Това, оказва се, забавило развитието на астрофизиката с цели четири-

десет години.

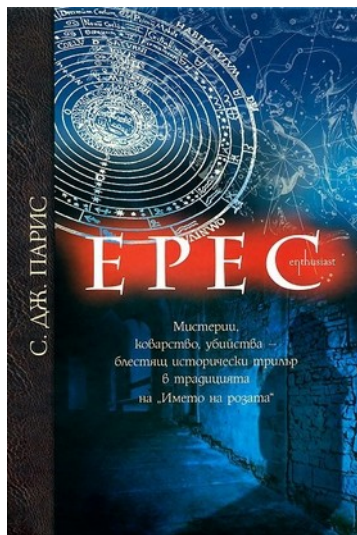
Според проф. Мартин Рийс (*Martin Rees*) тази книга е „добре изследвана хроника на това, как най-брилянтните умове се изправят пред едни от най-впечатляващите предизвикателства в света на науката и как в същото време се конфронтират помежду си“, а проф. Роджър Пенроуз (*Roger Penrose*), Нобелов лауреат за 2020 г., изтъква – „Това е история, която трябваше да бъде разказана“.

Книгата е издадена от *ABACUS*, Лондон през 2005 г. и влиза в късия списък за награда *Aventis* през 2006 г. Не е преведена на български.

Артър Милър е професор по история и философия на науката в *University College London*. Той е лектор и публицист, който пише за креативността в науката и изкуството и е автор на *Insights of Genius: Imagery and Creativity in Science and Art*; *Imagery in Scientific Thought: Creating 20th Century Science*; Неговата книга *Einstein, Picasso: Space, Time and the Beauty that Causes Havoc*, е номинирана за Пулицър.

Ерес

Автор: С. Дж. Парис



Годината е 1583 г., Англия е управлявана от кралица Елизабет I, а главният ѝ шпионин Франсис Уолсингъм е във война с католиците. На Острова убежище намира един италиански монах, гонен от инквизицията. Монахът е Джордано Бруно, който бързо попада в полезрението на Уолсингъм и е изпратен в Университета на Оксфорд, смятан от мнозина за свърталище на католическата съпротива. Там той търси древен ръкопис, за който се смята, че съдържа тайни, способни да унищожат християнската църква. Спокойният и уединен живот в Оксфорд обаче скоро ще бъде разтърсен от серия ужасяващи убийства. Уликите сочат, че жертвите са замесени в еретични дела. И докато

преследва коварен и непоколебим убиец из подземния свят на Оксфорд, Бруно осъзнава, че границата между вярата в Бог и религиозния фанатизъм е тънка и прекриването ѝ често има фатални последици ...

Романът е първият от серия романи на писателката С. Дж. Парис, в които главно действащо лице е Джордано Бруно. Въпреки че историите са измислени, романите проследяват времето, действително прекарано от Бруно в Англия. Според писателя Матю Пърл, той е „задължително четиво за всеки любител на историческите трилъри. Невероятно точно описание на епохата, пълнокръвни образи и спиращ дъха съспенс – С. Дж. Парис пренася читателя в едно необикновено време“. Не можем да не се съгласим с него.

От всички романи на Парис за Бруно само първият е преведен на български. Издаден е от *Enthusiast* през 2010 г.

Библиотека „Космос“ се списва със съдействието на клон „Космос“.

СЪР РОДЖЪР ПЕНРОУЗ

Анатоли Недков

Чувствали ли сте се не на място в часовете по математика? Един човек, който спечели Нобелова награда по физика тази година, също се е чувствал така! Това е известният британски учен Сър Роджър Пенроуз.

„Аз винаги бях много бавен. Да, бях добър в математиката, но не винаги се представях отлично на тестовете. Но учителят разбра, че ако ми даде достатъчно време, аз ще се справя отлично. Като цяло трябваше да направя всичко, започвайки работа от първите принципи“.

С тези думи Пенроуз показва, че не е нужно да си роден гений, за да успееш да станеш велик учен, нужно е да работиш непрестанно и никога да не се отказваш от целите и мечтите си.

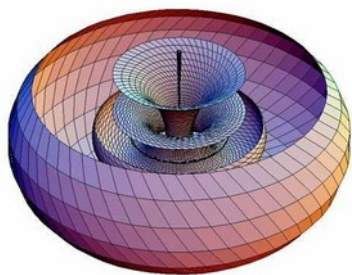


Роджър Пенроуз във фойето на Института за фундаментална физика и астрономия Мичъл, Университета в Тексас, на мозайката, носеща неговото име, „мозайка на Пенроуз“

Сър Роджър имал интерес към топологията – математика, описваща свойствата на геометричните обекти при усукване или разтягане. Точно този негов интерес повлиява върху проблема с онези обекти в Космоса, тъй загадъчни и непознати, непропускащи дори светлина. Днес тези обекти ние наричаме Черни дупки, можем да ги наблюдаваме и изследваме до някаква степен, но най-важното е, че знаем със сигурност, че ги има. Когато Пенроуз започва да се занимава теоретично с тях, повечето от учените приемат черните дупки като твърде идеализирани, с перфектна симетрия, обекти, които едва ли биха съществували в реалния свят. Когато Айнщайн осъзнава, че на теория би трябвало да има такива обекти, дори той не вярва в тяхното съществуване.

Подходът на Роджър Пенроуз е да използва топологични „инструменти“, за да покаже, че една сингулярност или състояние на безкрайна плътност и налягане би било очаквано независимо от симетрията, ако има достатъчно струпване на материя.

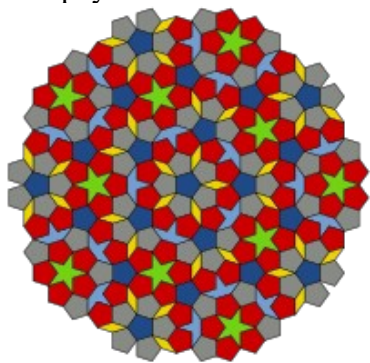
„Мислех за геометрията на това, което се случва (вътре в тези „неща“, които сега наричаме черни дупки) – как се държат светлинните лъчи, какво правят, когато започнат да се фокусират и можете ли да ги спрете да се фокусират“.



Пространство-времето на
Роджър Пенроуз

„И имах общи аргументи, които бяха чисто математически, топологични аргументи – не от нещата, които хората използват. И това беше идеята, която по-късно нарекох уловена повърхност (повърхност в капан), която описва процеса, когато гравитационният колапс достига точка, от която, грубо казано, няма връщане, и това не зависи от симетрията или нещо подобно. Това беше просто едно общо описание, което може да ви каже, че нещо е станало интересно“.

Нобеловата награда по физика може да остане като най-известното му признание, но Сър Роджър има много други награди в различни области на науката. Той може да е на 89 години, но продължава да има нови идеи, идеи, които за повечето хора са научна фантастика. Той работи в съвсем нови области, като приложението на квантовата теория към биологията. Много от неговите мисли и идеи са предизвикали противоречия и съмнения, но той винаги остава позитивен и работи върху идеите си, колкото и нелепи, нереални, мечтателски и фантастични да са те. Има обаче едно нещо, което той признава, че едва ли ще разбере, дори с повече отделено време – как работи *PowerPoint*. „Това винаги ще остане борба“ – споделя Пенроуз.



Мозайка на Пенроуз

Някои негови приноси в различни области на науката са интерпретирането на Теорията на относителността, за да докаже, че от умиращите звезди могат да се образуват черни дупки. Той създава теорията на усукването (*twistor theory*) – нов начин за разглеждане на структурата на пространство-времето, като така ни довежда до едно по-задълбочено разбиране на същността на гравитацията. Открива забележително семейство геометрични форми, които са известни като плочки на Пенроуз (*Penrose tiles*). Една от най-дръзките му и провокативни теории е, че съзнанието на човека възниква от квантово-механични процеси. Пише много книги, но споделя, че само определена група хора биха харесали и разбрали неговите книги.

Сър Роджър Пенроуз – дързък, неразбран, различен, невероятен. В живота си е имал моменти, в които е бил сам срещу света, но е вярвал и работил над предположенията и теориите си. Не се е отказал от нищо и никой не е успял да сломи желанието и волята му. Позитивизмът и усиленият труд го издигат сред най-великите умове, а борбата му със света продължава и до днес.

ИЗВАДКИ ОТ ЕСЕТА НА УЧЕНИЦИ ОТ НАЦИОНАЛНИЯ КОНКУРС НА ТЕМА: „БЕЛЕЖИТИ БЪЛГАРСКИ ФИЗИЦИ“

III част

Пенка Лазарова

В настоящия брой продължаваме да публикуваме подбрани извадки от есетата на участниците в конкурса, отново посветени на учителите им, които според тях заслужават признание. Редакционната колегия на „Светът на физиката“ напълно споделя това мнение.

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/48NK.html>.

Йордан Миновски – III курс

ВТУ „Св. св. Кирил и Методий“

Научен ръководител: гл. ас. д-р Тамара Драганова

Моят учител по физика

Има големи имена във физиката, които са направили световни открития, благодарение на които се е подобрил животът на стотици хиляди хора. Но има и такива физици, които не са толкова известни, но пък будят почит и уважение, наистина в малък кръг от свои последователи, но затова пък много от тях събуждат най-ценното у младите хора – докосват сърцата и умовете им за първоначалната любов към науката. Говоря и споделям за тези физици, които запалват у другите пламъчето на живия интерес към физиката. Това са нашите любими учителите...

...Моята учителка по физика успя да предаде своите знания и умения, любов и физичен устрем на нас и да ни вдъхнови за своя предмет, като ни показва колко интересен и полезен е той. Сега си спомням думите на един друг мой учител, който ни беше казал, че може много да четеш и знаеш, но истински учител ставаш, ако съумееш да предадеш своето знание на децата. „Ако някой ден, много години след като са завършили, поне един ученик се върне назад и се сети за мен, за мен това е ценен подарък. А как става това да те запомнят? Като правиш всичко със сърцето си!“. Тези думи ги помня и до днес и се надявам и ще бъда много щастлив и горд някой ден, някой да ги каже и за мен като бъдещ педагог.

Или... изводът е – правете всичко от сърце и със сърце, с любов и вдъхновение към физиката!

Уважавайте своите учители по физика!

Симона Клашнева – IV курс

ВТУ „Св. св. Кирил и Методий“,

Научен ръководител: гл. ас. д-р Тамара Драганова

Моят учител по физика – по-различната история!

Една по-различна история!

В тази история няма да говоря твърде научно, няма да полагам основите на физически закони, научни тези или заключения. Ще започне като любовен разказ, но ще видите дали реално е такава. Искри ще прехвърчат, да! Но как-ви?

.....Тя е моята учителка по физика. Казвам моята, защото винаги ще я помня все така... Физика и астрономия!? Предмет труден, непонятен и необясним за мен, но беше! Госпожа „Х“, това не беше нейното име, но предпочитам да запазя нейната анонимност от съображение. Тя превърна физиката във връх, който трябваше да покоря.

... С мотивация от Госпожата и усилия от мен започнах да покорявам върхове, а шестистата беше първият връх. Вторият бе олимпиада, на която стигнах до национално ниво, и така все повече и повече. Един минус стана плюс за мен, тя бе моят мотиватор и вдъхновител. Заживях с физиката и науката, заживях с любов към физиката!

Таня Кадиева – 12 кл.

Английска езикова гимназия „Гео Милев“ – Русе

Моят учител по физика

Според мен, добрият учител трябва да научи своите ученици да си задават въпроси: „Какво?“, „Как?“, „Къде?“, „Защо?“ и да търсят отговори. Така ме е научил моят учител по физика... Смятам, че учителят ми е не само специалист в своята сфера, но и че обича своя предмет и знае как да накара учениците си да го заобичат...

...Моят учител е човек за подражание. Винаги е коректен към учениците си, като те са равни в неговите очи. Поставя реалните оценки, които сме си заслужили. Показва ни интересната част от физиката и ни стимулира да работим, като ни възлага проекти, лабораторни упражнения или чрез участие в конкурси по физика с рисунки, макети или есета. Много обичам да взимам участие в такъв вид извънкласна дейност.

Симона Михова – 11 кл.

МГ „Баба Тонка“ – Русе

Научен ръководител: Диана Йорданова

Учени физици и преподаватели по физика в средните и висшите училища през XX век

Колко много неща може да научи човек. Нужно е само малко любопитство и интерес. Например наскоро научих, че в гимназията, в която уча, една достойна жена е била учителка по физика. Била е не само учителка, но и приятел, стойностен човек, който всички са уважавали. Нейното име е Руска Драгнева. Да, сигурно за някои от вас тя е позната, но за тези, които за пръв път чуват за нея, ще разкажа малко повече...

За учениците си тя е била принципна, вискателна и всеотдайна. За нея ученикът е бил гражданин, който идвал в училище със своите проблеми, а нейната първа задача била да създаде обстановка, така че ученикът да пристъпва психически и физически в клас. Нейните уроци винаги протичали интересно, защото винаги били добре подготвени и богато онагледени. Руска Драгнева водила кръжок, в който нейни ученици изнасяли доклади, решавали задачи, правели опити, изработвали уреди за кабинета по физика и участвали в ежегодните вечери на физиката. ... Починала на 4 март 1996 г., тя остава в спомените на своите ученици и до ден днешен. Как да не се гордееш с такъв човек? За да постигнеш толкова много и най-вече, за да те помнят цял живот най-важното нещо за един учител е да работи с любов към децата, да обича работата си и да прави всичко с удоволствие.

Маргарита Василева – 11 кл.

ППМГ „Васил Левски“ – Смолян

Научен ръководител: Милка Хаджиева

Моят учител по физика

Предмет като физиката се нуждае от преподаватели със стабилни знания. Те трябва да са изпълнени с търпение и воля, за да ни потопят в този безкраен и интересен свят. Учителите ни трябва да могат да обясняват по лесен и достъпен начин, за да възприемем и усвоим материята. Често са нужни примери от ежедневието, за да се онагледят и запомнят някои закони и твърдения. Всички изброени до момента качества ги притежава моята учителка по физика...

...Часовете по физика са истинско щастие да мен. Господжата винаги, когато има нужда, обяснява това, което не сме разбрали. Тя е готова винаги да ни помогне с всяка задача. Дава ни примери и ни показва нещата нагледно... Тя ни демонстрира винаги интересни нови неща и по този начин затвържда-

ваме вече получените знания. Часовете не са еднотипни. Разнообразието се състои в това, че понякога се налага ние да потърсим информация за определени теми и да я представяме пред класа. По този начин ние се учим да се изразяваме свободно, защото от решаване на тестове все по-трудно общуваме. Понякога гледаме научни филмчета, които са направени много интересно и нагледно.

Физиката е наука, която разширява нашия мироглед, развива общата ни култура и ни учи на много практични неща. Учителите по физика са проповедници на знания и закони.

Клаудия Проданова – IV курс

ВТУ „Св. св. Кирил и Методий“ – Велико Търново

Научен ръководител: гл. ас. д-р Тамара Драганова

Моят учител по физика

...Учителката ни по физика беше един от малкото учители, които успяваха с приятния си глас да те накара да се вслушаш и замислиш над урока. И до днес помня това, което ни казваше: „Слушайте и се интересувайте от това, което ни заобикаля и от това, което е все още непознато.....“.

Всеки час преминаваше неусетно из дебрите на физиката като миг, а на нас ни се искаше да не свършва!

Най-запомнящият се час беше този, в който тя отдели време да представи постиженията на един бележит български физик – проф. Иван Странски. Личност, която въпреки всички трудности, които среща по пътя, не се предава и продължава да работи усърдно. Постига огромни успехи зад граница и прославя България, като показва завиден умствен капацитет и непоклатим дух.

Запомних тази личност, защото идеално се препокриваше с моята учителка – непоклатима, интелигентна и отдадена на професията. Искане ми се в днешно време повече учители да бъдат като нея, да защитават тази професия и да показват, че да си учител, не е просто да застанеш и да изговориш дадено учебно съдържание.

СТРАТЕГИЧЕСКИ ПЛАН ЗА БЪДЕЩЕТО НА МЕЖДУНАРОДНИЯ СЪЮЗ ЗА ЧИСТА И ПРИЛОЖНА ФИЗИКА (*IUPAP*)

Нека припомним, че в края на 2019 г. България възстанови членството си в *IUPAP*, което беше инициентирано от Съюза на физиците в България и се осъществява с финансовата подкрепа на Министерството на образованието и науката. На вашето внимание предлагаме проект за стратегически план, който *IUPAP* счита за необходим при по-нататъшното управление на Международния съюз на прага на второто столетие от учредяването му.

В следващите три години – до 2023 г., годината на Първото общо събрание, *IUPAP* ще продължи своите основни начинания, поставяйки началото на нови дейности. Целта, която Съюзът си поставя, е, работейки със своите членове, да вземе решение за бъдещия план на работа през второто си столетие за продължаване на изпълнението на основната си мисия, а именно „да подпомага развитието на физиката в световен мащаб, да насърчава международното сътрудничество и да стимулира приложенията на физиката за решаването на общочовешки проблеми“.

За организацията *IUPAP*

В *IUPAP* членуват 60 организации, представляващи физичната общност от 60 държави от цял свят. В него няма индивидуални и корпоративни членове. Приходите на Съюза са основно от годишни такси за членство, придружени понякога от дарения, които позволяват изпълнението на заложените проекти. Съюзът има само един администратор и за изпълнението на своята дейност зависи от доброволен персонал-16 доброволци в Изпълнителния съвет, 19 комисии с около 250 доброволци, 11 работни групи с около 100 доброволци.

Тези доброволно наети колеги работят за реализиране на мисията чрез финансово подпомагане на международни срещи и връчване на награди, насърчаване на контактите във физичната общност и сред обществото, насърчаване на изследванията и образованието, както и на свободното движение на учени, подпомагане на международни съглашения за символи и мерни единици, сътрудничество с други организации по дисциплинарни и интердисциплинарни проблеми.

Дейностите, по които *IUPAP* е работил много активно и ще продължава в бъдеще да работи включват:

1. Редуциране на различията по пол и даване на нов шанс за жените във физиката. През последните три години *IUPAP* имаше съществен принос за

реализацията на такъв проект и ще продължи тази дейност заедно с много други научни съюзи.

2. Насърчаване на обучението по физика и физичните изследвания в слабо развитите страни. В частност бяха проведени редица семинари в тези страни с цел по-добро разбиране на начина, по който физиката може да допринесе за тяхното развитие.

3. Чрез наградите за млади учени беше повишено признанието на жизненоважната роля, която играят младите физици. Желателно е да се намерят повече форми за включване на тези млади физици в дейностите на Съюза.

4. *IUPAP* положи много усилия за осигуряване на тесни контакти между физиците от различни страни, ключов фактор за прогреса на физиката. Това може да продължи дори и когато международните отношения между страните не са на добро ниво. При сегашния международен климат тази дейност е толкова важна и отговорна, колкото е била и преди 50 години.

Нови дейности на *IUPAP*

Новите дейности на *IUPAP*, които ще имат ключова роля, могат да бъдат систематизирани както следва:

1. *IUPAP* оглавява организацията на обявената за 2022 г. Международна година на фундаменталните науки за устойчиво развитие (*International Year of Basic Sciences for Sustainable Development*). През 2019 г. ЮНЕСКО препоръча на ООН да обяви тази Международна година и *IUPAP* вече работи усърдно в тази насока.

2. От гледна точка на ограниченията за срещи и пътувания заради пандемията от *COVID-19*, организирани и спонсорирани от *IUPAP* международни конференции биха довели до намаляване на въглеродните емисии, важен жалон от етична гледна точка на *IUPAP*.

3. Болшинството от физиците по света не работят в изследователски и академични институции, а в индустрията, в компании и правителствени звена. Учредена е работна група, която да спомогне за осъществяване на подобри връзки с физиците от индустрията и използването на тези връзки за внедряване на физичните постижения.

4. За укрепване на *IUPAP* и разширяване на международните връзки, вниманието е насочено към привличане на нови членове на *IUPAP*.

IUPAP във второто столетие

IUPAP навлиза в своето второ столетие, консултирайки се с 60-те си държави-членки за тяхното виждане как техните структури да способстват за по-нататъшно развитие на физиката и физиците. Това ще помогне за по-добро подпомагане на членовете и евентуално привличане на нови членове. 30-то Общо събрание на *IUPAP* ще се проведе в Пекин през октомври 2021 г. и

ще даде възможност за реорганизиране на Съюза и успешно да преведе обновения Съюз до 31-то Общо събрание.

Обявяването на Международна година на фундаменталните науки за устойчиво развитие ще бъде част от честванията по повод 100-годишния юбилей на *IUPAP* със симпозиум в Женева включвайки *CERN* и местни организации (към настоящия момент са осъществени контакти с Фондация *H. Dudley Wright*).

На Общото събрание през 2021 г. ще бъдат обсъдени промени в Устава като основа за бъдеща реорганизация на Съюза.

В тези трудни времена на пандемия от *COVID-19* е налице вярата, че хората се учат да оценяват полезността на науката и научната експертиза, на обмена на достоверна информация, на съвместните усилия и обосновани решения. Това ще бъде в плюс за бъдещето на човечеството в борбата му не само с епидемии, но и с предизвикателства като глобалното затопляне, загубата на биологично разнообразие, управлението на отпадъците, недостига на чиста вода, чиста енергия и устойчиво развитие, като по този начин ще се укрепят приятелството и мира в световен мащаб.

В заключение, не само физиците, но и всички учени в сферата на природните науки могат и трябва да допринасят посредством:

- развитие на интелигентни и силно ефективни модели;
- създаване на нови инструменти и методи с цел опазване на околната среда;
- споделяне на знания и дистанционен достъп до средства и данни, но също и да продължават да насърчават непосредственото взаимодействие, което ще доведе до по-добро разбирателство, мир, приемане на многообразието и мира;
- привличане на повече млади хора в *STEM*-специалностите (наука, технология, инженерство, математика) и популяризация сред гражданите на най-новите научни постижения.

Превод Митко Гайдаров

ПОСЕТЕТЕ НАШИЯ САЙТ

wop.phys.uni-sofia.bg

**ВСИЧКИ СНИМКИ И ФИГУРИ СА ЦВЕТНИ В ОНЛАЙН
ВЕРСИЯТА НА СПИСАНИЕТО**

ЗА ПРОФЕСОР ПОРФИРИЙ БАХМЕТИЕВ – ПЪРВИЯТ ПРОФЕСОР ПО ФИЗИКА В БЪЛГАРИЯ

Пенка Лазарова



Фотос 1. Проф. Порфирий Бахметиев (1860 – 1913)

Преди 130 години, на 1 октомври 1890 г., една година след откриването на Физико-математическото отделение (ФМО) към Висшето училище в София (от 1894 г. Физико-математически факултет на Софийския университет), за „преподавател по физика и физически упражнения“¹ е назначен русинът по произход Порфирий Иванович Бахметиев² [1, с. 11 – 35, 2], завършил физика и химия в Университета в Цюрих (1884), след което остава на работа там като редовен асистент по физика до 1885 г., а после – като частен доцент (1885 – 1890). Още като студент Бахметиев докладва в Цюрихския славянски съюз „Славия“ своя първи оригинален научен труд върху електрическия „телефотограф“ – далечен предшественик на телевизията, който подробно описва в руското сп. „*Электричество*“ (1885).

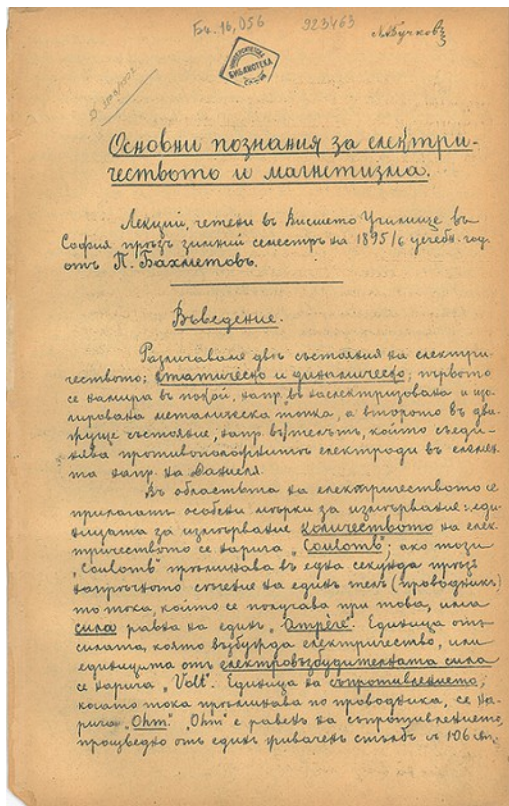
Свидетелства за интересите му към току-що публикуваната научна физическа литература са рецензиите на статии и книги по физика, които той публикува през Цюрихския си период. Само през 1886 г. в „*Журнал Русского физико-химического общества*“ са поместени 13 рецензии с подписа Бхм., отличаващи се с изключително ерудирана и етична критика.

Бахметиев (Фотос 1) идва в България по покана на тогавашния министър на Народното просвещение Георги Живков с препоръка от проф. д-р А. Клайнер, декан на Философския факултет на Цюрихския университет. В препоръката е обърнато внимание на склонността на Бахметиев към техническите изобретения, практическите занимания по физика, на педагогическия му талант и на изобретателските му интереси, както и на неговата „научна устременост“, доказана с научните му публикации.

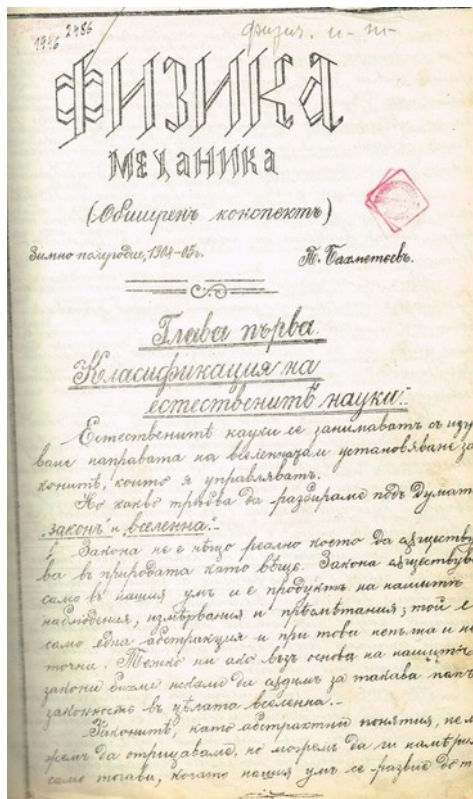
¹През първата учебна година (1889/1890) на новосъздаденото отделение лекции по физика (4 ч. седмично) е чел математикът Емануил Иванов (бел. авт.).

²На руски език името се изписва „Бахметьев“. В настоящата статия е използвана българската транскрипция на името Бахметиев. В българските източници името се появява и в двата варианта.

Бахметиев отдава 17 години от живота и дейността си на Софийския университет, където през 1895 г. е избран за редовен професор в Катедрата по експериментална физика и метеорология, която ръководи до 5 януари 1907 г. През 1907 г. защитава в Цюрихския университет докторска дисертация на тема „Съвременното състояние на въпроса за електрическите земни токове“. През 1898 г. е избран за дописен член на Българското книжовно дружество, днешната Българска академия на науките, а през 1900 г. – за неин действителен член (академик) – един от първите трима български академици в областта на физическите науки.



А)



Б)

Фотос 2. Първа страница от литографските записки на лекциите на П. Бахметиев, четени през уч. 1895/1906 (А) и през уч. 1904 – 1905 г. (Б)

През уч. 1890/91 г. 30-годишният Порфирий Бахметиев започва да чете курс по обща физика (електричество и магнетизъм), а впоследствие и по оптика, топлина, механика. Неговите лекции са илюстрация на широката му ерудиция. Запазените литографски записки, освен че съдържат последните постижения на науката, показват и връзките между общите физически закони и съответните технически постижения (Фотос 2, А и Б). „Надарен със си-

лен, чудновато синтетичен ум, богат с идеи, често пъти смели, но не химери, той увеличаваше слушателите си. Изложението му беше тихо, спокойно, приятно и понякога подслаждано с шега, свързана с лекцията. Майстор на научното слово... Аудиторията, най-голямата тогава, винаги беше натъпкана със студенти, дори и от други факултети“ – така описва П. Бахметиев като преподавател в спомените си бившият му студент Георги Николов [3].



Фотос 3. П. Бахметиев с най-близките си сътрудници – студенти и бъдещи преподаватели и асистенти във Висшето училище, във физическата лаборатория на ВУ (1894). Отляво надясно: Петър Пенчев, Порфирий Бахметиев, Янаки Въжаров, Георги Стамболиев, Никола Стоянов

Благодарение на Бахметиев преподаването по физика от самото начало се поставя на високо ниво, разширява се материалната база на Физико-математическото отделение, което се превръща в средище на научни изследвания в областта на физическите науки. Необходимата материална база за научно-изследователската и преподавателската работа по физика Бахметиев разширява с активната помощ на студентите си (Фотос 3). Обогаत्या заварената сбирка от 295 физически апарата, прехвърлени на Физико-математическото отделение с протоколи от Първа софийска мъжка гимназия [4], с изработените от студентите уреди, които през 1895 г. са около 100. На първото Пловдивско изложение (1892) колекцията от 42 апарата и модела, изработени от студентите във физическата лаборатория под ръководството на П. Бахметиев е отличена със сребърен медал [5, 6]. Тази колекция е подробно описана в статията „Апарати и модели, изложени от Физическото отделение при ВУ в София“. В нея се дава и висока оценка на представените физически уреди, изработени „от нашите прилежни ученици по физиката, под прямото ръководение на учителят им, г-на Бахметьева.... трябва да отдадем на тоя пръв плод на тая практическа школа най-похвално и напълно признателно оценение, както и да честитим на инициаторът, г-ну Бахметьева, очевидната сполука“ [5, с. 4].

През 1897 г., две години след като е публикувал статията „Какво нещо е физически институт“ [7], Бахметиев основава Физическия институт към Висшето училище/Софийския университет (1897). В статията той разяснява устройството и оборудването на физическите институти в чужбина и ги сравнява с материалната база в областта на физиката у нас³. През 1907 г. под неговото ръководство Физическият институт разполага с апаратура на стойност 83 000 лв. по тогавашни цени.

Преди идването си в България П. Бахметиев вече има около 20 научни публикации в най-реномирани международни списания. По-малко от една година след пристигането си у нас публикува в едно от най-известните и реномирани научни списания – „*Annalen der Physik und Chemie*“ (Band XLIII, 1891), статията „*Über den Einfluss der Magnetisirung auf die thermoelektrischen Eigenschaften des Eisens und Nickels*“ (Върху влиянието на намагнетизирането върху термоелектрическите свойства на никела и кобалта), с адрес *Sofia, Phys. Lab. der Hochschule, April 1891* (Фотос 4). Тази статия на преподавателя по физика във Висшето училище в София Порфирий Бахметиев е **първата българска научна публикация в областта на физиката**.

Бахметиев продължава в България научноизследователската си дейност, поставяйки началото на научните изследвания в България в областта на физическите науки: физика на твърдото тяло (магнетизъм и термоелектричество), геофизика (изследване на земните токове), биофизика (анабиоза – състояние, в което изпадат някои живи организми при охлаждане под определена температура). Анабиозата при насекомите („мнима смърт“, както Бахметиев я нарича) е обект на биофизичните му експериментални изследвания и с нея е свързано първото голямо научно откритие, направено у нас. Тези изследвания той обобщава в тритомния си труд „*Експериментални ентомологични изследвания от физикохимична гледна точка*“. С помощта на физически методи изучава насекомите и пръв обобщава известните дотогава данни по перерудната фауна на България в монографията си „*Бабочки Болгарии*“ (1902). Автор е на над 220 научни, обзорни и научно-популярни статии в немски, руски и български списания. Около 100 от тях са в областта на физиката (магнетизъм, термоелектричество и термодинамика, земни електрически токове) [8]. Автор е на редица изобретения. Бил е голям популяризатор на български научни трудове в чужбина. Развива значителна дейност по реферирание и рецензиране на научни статии в областта на физиката и биологията, както и на някои изобретения. Един от пионерите е в развитието на библиографската дейност в България. Активно е участвал и в обществения живот. Често изнасял сказки по различни въпроси. Една година след откриването на рентгеновите лъчи, в сътрудничество с руския лекар Павлов, прави първата

³Статията „Какво нещо е физически институт“, публикуваме по-долу (бел. П. Л.).

снимка на човешко тяло в България. Още с идването се в България е бил назначен от кмета на София Д. Петков за член на създадената на 12 юли 1890 г. комисия, която трябвало да проучи възможностите за осветяване на столицата ни с електричество.

III. Ueber den Einfluss der Magnetisirung auf die thermoelectrischen Eigenschaften des Eisens und Nickels; von P. Bachmetjew.

Durch die Versuche von W. Thomson ist festgestellt worden, dass in einem zur Hälfte durch eine Magnetisirungsspirale magnetisirten Eisendraht beim Erwärmen der Contactstelle des unmagnetisirten und magnetisirten Theiles von ersterem zu letzterem durch die Contactstelle ein Thermostrom fließt, bei transversaler Magnetisirung aber vom transversal magnetisirten zum nicht magnetisirten, demgemäss auch in einem in einer Hälfte transversal, in der anderen longitudinal magnetisirten Draht von ersterer zu letzterer. — Nickel zeigte in letzterem Falle gerade das entgegengesetzte Verhalten.

Diese Versuche wurden an Eisenstäben von Strouhal und Barus mit stärkeren magnetisirenden Kräften bestätigt, wenn auch die thermoelectromotorische Kraft stets sehr gering war.

Nach der Theorie der Molecularmagnete oder der sie ersetzenden Ampère'schen Ströme würde also Eisen, in welchem die Molecularmagnete axial stehen, gegen solches, in welchem sie äquatorial oder transversal stehen, thermoelectrisch positiv sein. Hierauf könnte auch das verschiedene thermische und electriche Leitungsvermögen des magnetisirten und unmagnetisirten Eisens und Nickels beruhen.

Ganz analog verhalten sich gespannte und nicht gespannte Eisen- und Nickeldrähte gegeneinander. Der bei Erwärmung der Contactstelle erzeugte Thermostrom fließt in ersteren von einem gewöhnlichen zu einem gespannten Theile, im Nickel umgekehrt.

Da nun nach Joule gewöhnliche Eisendrähte sich beim Magnetisiren verlängern, gedehnte weniger, noch stärker gedehnte sich aber verkürzen, und umgekehrt Nickeldrähte, so lag die Vermuthung nahe, dass der beim Erwärmen der Contactstelle von unmagnetisirtem zum magnetisirten Eisen

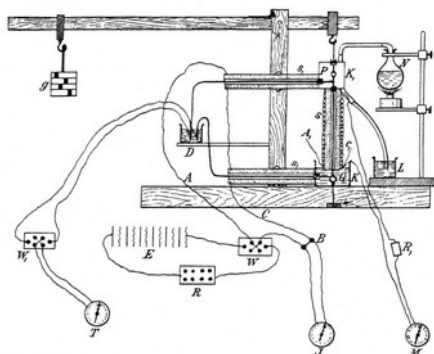
46*

724

P. Bachmetjew.

erzeugte Thermostrom sich beim Dehnen des letzteren bis zu Null vermindern und dann umkehren würde. Die folgenden Versuche bestätigen diese Voraussetzung.

Zum Spannen von Drähten diente derselbe Apparat, welchen ich in einer früheren Abhandlung¹⁾ beschrieben habe, nur war derselbe jetzt aus Holz gemacht.



Der zu untersuchende Draht (s. Fig.) hing in der 358 mm langen Spirale S, welche aus Kupferdraht von 0,8 mm Durchmesser in zwei Lagen zu 225 Windungen gewunden war. Dieser Eisendraht war bei P und Q ringförmig gebogen; über und unter P und Q wurden Kupferdrähte angelöthet. Das Ende P befand sich in einer von allen Seiten geschlossenen runden Messingbüchse, von deren Boden der Eisendraht mittelst Kautschukkorke isolirt wurde; zwei gleich dicke horizontale Eisendrähte wurden bei P und Q etwas unter bez. über den ringförmigen Enden angelöthet; zwischen die verticalen und die horizontalen Eisendrähte wur-

1) P. Bachmetjew, Exner's Rep. 26. p. 137. 1890.

Фотос 4. Първите страници от публикацията на П. Бахметиев „Über den Einfluss der Magnetisirung auf die thermoelektrischen Eigenschaften des Eisens und Nickels“, публикувана в Ann. d. Phys. u. Chem. N.F. (Wied. Ann.), Band XLIII (Achstes Heft), S. 723–747.

Бил е много прецизен в изследванията си, които извършвал по най-съвършената за времето си методика, отчитайки влиянието (или отсъствието на влияние) на различни фактори. При липса на достатъчно прецизен уред, коректно отбелязва в статията си, че този факт го е довел до недостатъчно точни измервания (напр. *Тепловые явления магнетизма.*, Журн. Русс. Физико-химического общества, 1884, с. 81 – 135). Проф. П. Ю. Шмидт, говорейки на много места за Бахметиев в книгата си „Анабиоза“ (1948), отбелязва една особеност на изследванията му – много по-съвършената методика на измерване температурата на насекомите в сравнение с други изследователи. Винаги търси практическото приложение на научните си изследвания. Например започва изследвания върху земните токове „...поради своето научно и прак-

тическо значение, а именно аз исках да се възползувам от тях за телеграфирани без жици“ [9]. Много от проектите му са граничили с фантастиката и не случайно някои са го наричали „съвременния Фауст“. Изследванията си по анабиоза той искал да приложи за пренасяне на рибите на големи разстояния в анабиотично състояние, за замразяване на пчелите през зимата и на домашните животни, за да се икономиса храна... Научните му резултати в областта на биологията „се дължаха безспорно и на богатите му познания по физика.... Голям учен като физик, той винаги имаше ясна представа за законите, на които почиват наблюдаваните от него биологични явления. А оттам и голямата му продуктивност на всеобхващащия му ум, непрестанно раждащ теории, обобщения и остроумни заключения, изненадващи с широтата си и дълбоката смисленост, граничаща понякога с фантазията...“ [10].

Свидетелство за многостранните научни интереси на Бахметиев и признанието му от научната общност е членството му в редица български и чуждестранни научни общества: член-основател на Физико-математическото дружество в София и на Ентомологическото и Природонаучното дружество в България, почетен доктор на Цюрихския университет, член-кореспондент на Физическото дружество в Цюрих, почетен член на Физико-медицинското дружество, на Дружеството за аклиматизация на животните и растенията в Москва и на Московския хладилен комитет, редовен член на Физико-химическото дружество в Петербург, член на Ентомологическото дружество в България, на Всеславянския пчеларски съюз, на Императорското общество на любителите на естествознанието, антропологията и етнографията в Русия и др.

Въпреки че Бахметиев показва в чужбина, „че и в малка България се ражда наука“ (И. Буреш), по редица причини неговата забележителна дейност остава недооценена у нас. Бостънският университет го кани на работа в Америка, като му предлага най-добри условия за работа. Но ученият иска да работи в Русия, където не е бил от 35 години. През 1913 г. е поканен да чете лекции в Народния университет „А. Л. Шанявски“ в Москва, където е избран за професор, и да оглави специално създадената лаборатория по анабиоза. Бахметиев пристига в Русия със семейството си, започва пътешествие по южните градове на Русия с лекцията „На границите на живота и смъртта“. Руските вестници от онова време отбелязват големия успех на Бахметиев, интереса, който е предизвикал сред специалистите и обикновените хора. Присъства в Саратов на заседанието на Дружеството на естествоизпитателите, чийто почетен член е от почти 10 години. Преждевременната смърт на Бахметиев същата година попречила на планове за по-нататъшна работа в областта на анабиозата.

Погребан е в Миуското гробище в Москва на държавни разноски и с големи почести. Присъствали са много професори, студенти и граждани. Вестниците са излезли с дълги статии за живота, творчеството и заслугите му, издадени били много некролози, получени били траурни телеграми от много академии на науките. Мозъкът му е бил запазен в Московския университет. Негов бюст е поставен в института „Шанявски“, чието ръководство решава да се построи лаборатория по анабиоза по плановете, останали от Бахметиев.



Фотос 5. Възпоменателен медал, изработен по повод честването на 120-годишнината от рождението на проф. П. Бахметиев

Приживе и дълги години след смъртта му научните постижения на проф. Порфирий Иванович Бахметиев са били недостатъчно оценени в България. Но не е бил забравен от неговите ученици и сътрудници – физици и биолози: проф. Петър Пенчев, акад. Иван Буреш, акад. Методи Попов, проф. Петър Петров и много други. Едва през 50-те години на миналия век на научни сесии и чествания, посветени на проф. Бахметиев, се популяризираха неговите приноси за развитието на университетското образование по физика и научноизследователската дейност в областта на физическите и биологическите науки. А 120-ата годишнина от рождението му и 90-годишнината от началото на дейността му във Висшето училище в София беше отбелязана с голямо честване с научна сесия и изложба, организирано от Българската академия на науките, СУ „Св. Климент Охридски“, Дружеството на физиците в България и Националния политехнически музей. По инициатива на Дружеството на физиците в България точно на неговия рожден ден – 26 февруари, на ул. „Кракра“ №17, на мястото на къщата, в която е живял със семейството си, беше поставена паметна плоча. Днес една от улиците в т.нар. „Квартал на физиците“ в София, носещи имената на видни физици, е ул. „Проф. Порфирий Бахметиев“ – в знак на признателност към преподавателя и учения, основоположник на висшето образование и научните изследвания по физика у нас.

Литература

- Борисов, М., Стойчева, Хр., Лазарова, П. (1981) Порфирий Иванович Бахметиев. В: Бележити български физици. Под редакцията на Параскева Симова С., Държ. изд. „Народна просвета, с. 11 – 35.
<http://upb.phys.uni-sofia.bg/old/BG-Physicists.pdf>
- Лазарова, П. (1980) 120 години от рождението на проф. Порфирий Иванович Бахметиев (изложба). Тематико-експозиционен план. НА на НПТМ.
- Николов, Г. (1932) Нашите учители. *Младежки физико-математически вестник*, бр. I, №6.
- Лазарова, П. (1989) Доклад от представителите по специалността физика за състоянието на Физическия институт. В: Бюлетин на Дружеството на физиците в България, бр. 3, с. 13 – 17.
- Апарати и модели, изложени от Физическото отделение при ВУ в София. (1892) *Нашето първо изложение*, бр. 47, 31.X., с. 3 – 4.
- Лазарова, П. (1992) Физико-математическото отделение при Висшето училище в София на Първото Пловдивско изложение. В: 100 години от Първото българско земеделско-промишлено изложение. Юбилейна научна сесия. Пловдив, 17 – 18 септември, с. 67 – 73.
- Бахметиев, П. (1895). Какво нещо е физически институт. В: Бълг. преглед, кн. 5, 10, с. 111 – 118.
- Буреш, И. Библиографски очерк върху научно-писателската творба на физика-биолог професор Порфирий Бахметиев. В: Годишник на библиографския институт, София, ч. 1, 1947, с. 68 – 96.
- Бахметиев, П. И. (1895) Материал за изучаване на земните електрически токове в България. В: Сборник за народни умотворения. Наука и книжнина. София, Държавна печатница, т. 12, с. 58 – 120.
- Петков, П. (1933) Двайсет години от смъртта на знаменития учен професор Бахметиев. Литературен глас, VI, бр. 209, 19.XI.1933, с. 3 – 4.

PROF. PORFIRY BAKHMETIEV – THE FIRST PROFESSOR IN PHYSICS IN BULGARIA

Penka Lazarova

Prof. Porfiry Ivanovich Bakhmetiev (1860 – 1913) is the first professor in physics at the Sofia University, one of the first three academicians in Physics – full members of the Bulgarian Academy of Sciences, one of the founders of the Physical and Mathematical Society in Sofia (1898). He is a founder of the higher education and research in Physics in Bulgaria and of the Institute of Physics of the Higher School in Sofia (later Sofia University).

КАКВО НЕЩО Е ФИЗИЧЕСКИ ИНСТИТУТ*

Порфирий Бахметиев

Химически лаборатории има отколе при висшите учебни заведения, а сега се въвеждат и в гимназиите. Но физическите лаборатории са нещо по-ново. Като всяко полезно нововъведение, и физическите лаборатории се развяха при всички европейски университети и политехники. Предвид на тая новота, мисля, че ще бъде интересно да съобщя тук накратко за устройството и целите, които преследва физическият институт.

Такъв институт обикновено се намира в особено здание, в което има физически кабинет, аудитория за лекции по физика и физическа лаборатория. Зданието на института има обикновено два ката, гради се на солидна основа и колкото се може *по-далеко от многолюдните улици*, защото друскането, което причиняват файтоните и особено каруците и колата, не позволява точни измервания в някои области на физиката. Така са построени Страсбургският физически институт, Тюбингенският, Цюрихският и пр. В Грац физическият кабинет е направен в града и в него, откак се прокара електрически трамвай, станаха невъзможни електрическите и магнитните измервания.

Разумява се, величината на института може да бъде различна. Това зависи от финансовите средства. Тъй пр. Цюрихският физически институт с вътрешното си устройство струва около 3 хил. франка и се смята за пръв в света. В малките университети физическият институт има изобщо следното разположение:

Аудиторията се намира на слънчевата страна и е построена като амфитеатър. Прозорците ѝ могат да се отварят и затварят с черни пердета от особена направа, която позволява на преподавателя да отваря и затваря всички отведнаж. На голяма маса за опити има кранове за светилен газ и за вода и още два крана, един от които е съединен с машина за изтегляне въздух, а другия – с машина за сгъстяване. На същата маса има и проводници на електричеството или от динамомашина, изместена в зимника на института, или от главната тръба за електрическо осветление (както напр. в Белград, Виена и пр.). В един прозорец има хелиостат, уред, с който може да се отфърлят слънчевите лъчи върху експерименталната маса. Пред масата има един екран, който може да се дига и спуща. Черна голяма дъска зад масата допълва устройството на аудиторията. Аз не влизам в по-нататъшни подробности, като: устройс-

*Статията, отпечатана в сп. Бълг. преглед, 1895, кн. 5, 10, с. 111 – 118, се публикува с осъвременен правопис, но със запазени терминология и стил на изложение на автора.

тво и разположение на масите на студентите, способ за изкуствено осветление аудиторията и черната дъска и т.н.

Освен вратите на влизане, в аудиторията има и друга врата, от която се влиза в стаята, где то се готвят и правят апаратите за опитите при лекциите. Тука не може да не се спомене едно наглед нищожно нещо, но всъщност много практично: именно големите апарати, неудобни за пренасяние на ръце, като електрическата машина, пневматическата и пр., са турени на особени масички, снабдени с колелца, та лесно могат с търкаляние да се докарат в аудиторията. Трябва да се отбележи още, че кабинетът и масите до него нямат прагове, за да могат да се търкалят споменатите масички. В тази стая се намира и друга маса и още една по-малка с необходимите инструменти и дребни неща: менгеме, изолираща тел и др. Един неголям долап е напълнен с вещества, употребени при опитите, като: серен етер, сярна, азотна кислота, меден сулфат и др.

Освен врата за аудиторията, има още две врати в тази стая: една за физическия кабинет, а друга – за механическата работилня. Устройството на работилнята може да бъде най-разнообразно, но обикновено състои от два стана за тъкание, единият по-голям за по-едри неща, а другият по-малък, от неголяма наковалня, камина и мех, от няколко преси, от маса със струг и др. необходими инструменти. За двигателна сила служи мотор на вода или електрически, или пък човешка сила. Работилнята има обикновено две стаи, едната за обикновени работи, а друга – за монтиране (сглобяване) по-точни и чисти уреди. Такава работилня е необходима за института, защото често става нужда да се поправят апаратите, или да се приспособят за опити и издирвания, а в свободно време се готвят в работилнята и совсем нови апарати по указания на преподавателя, с въвеждане изменения за по-рационално преподаване на физиката.

Физическият кабинет, според богатството си, състои от няколко стаи, с големи стъклени долапи, в които се намират разни уреди и апарати, разделени по отдели. Долапите трябва да се затварят почти херметично, за да не влиза в тях прах. По-големите предмети, както е казано по-горе, се намират на особени масички, покрити със стъклени долапи, в които могат или само да се снемат, или да се отварят. За по-голяма чистота, на пода са постлани дълги килими.

Всички тия стаи са разположени в партера, а пък в подземие то има от дел, где то е разположен паров котел за парно топление зданието. Обикновено въглицата се фърлят в печката под котела изведнъж за няколко недели, и с помощта на автоматично приспособление гори само толкова, колкото трябва. В съседното помещение е турена динамо-машина, която се докарва в движение или с газов двигател или с бензинов, но по никой начин не с вода, за-

щото натискът на водата не е еднакъв през целия ден. Оттук електрическите проводници вървят паралелно в различни стаи.

Сега започва най-мъчното устройство – устройството на лабораторията. Почти всички нейни стаи трябва да бъдат в партера, с цементов под, за да няма никакво друсание при ходенето. Под тази стая в сутерена няма никакви помещения.

Първата стая е назначена за *калориметрически* измервания. Там има калориметри от различни системи, особено бунзенов. Тая стая е обърната към север, за да не бъде топло: инак ледът, употребяван при калориметрията, ще се стопи през лятото. Всред стаята има неголяма дупка, съединена с канала, где то изтича от леда водата.

Втората стая служи за *оптически* измервания. Нейният таван, подът и стените са боядисани в черно-сив цвят, за да се устрани отражението на светлината, и освен това е разделена на две части: в едната са вметени оптически уреди за измервания фотометрически, а в другата са разположени спектрометри за определяне спектъра на слънцето и различни неща. В един от прозорците се помещава хелиостат с автоматическо движение, който позволява да се насочи лъчът в спектрометъра. Всичките прозорци са снабдени с черни капаци, които добре се затварят, и с пердета. В третата стая има апарати за *акустика*, като сирена, звучащи тръби, кундова тръба и пр. Тук има тръба, която е прокарана от съгъстителна помпа (която от своя страна се намира нейде в сутерена) за сирената и за звучащите тръби.

В четвъртата стая на солидни поставки, вбити право в стената, има везни, с които се претегля, определя се относителното тегло на твърди и течни тела и пр.

Петата стая е назначена за *електрически* измервания. Близо до нея не трябва да има никакви големи железни предмети, а до нея – и малки. Затова газопроводните и паропроводни тръби тук са направени от жълта мед, както и всички шарнири на прозорците и вратата. По стените, на значителни разстояния са турени галванометри от разна система мраморни плоти, вбити в стените на разни разстояния. Също така са турени и галванометри, електродинамометри, волтметри и други апарати, служещи за електрически измервания. Пред всякой далекоглед, който стои пред измерителния апарат, има масичка с комутатор, от който отиват проводници.

Шестата стая е назначена за *магнитни* измервания. Тук треба да се вземат същите предпазителни мерки, както и в „електрическата“ стая. Апаратите, именно магнитометрите от няколко системи, са турени също тъй въз мраморни дъски, вмазани в стената.

Най-сетне иде седмата стая за общи измервания. Тя е по-голяма от горните, и тук по средата има ред маси, а също и покрай стените вървят тесни маси. Тук стават смесени наблюдения, като: захарометрия, рефракция, опре-

деление гъстотата на телата, опити с електрическата машина и пр. – с една дума, всичко що може да стане без да се употребяват горепоменатите стаи.

В някои институти има и черна стая за *фотографически* цели, а също тъй стая, която се намира дълбоко под равнището на земята, за постоянна температура, и в която не се влиза, а се правят в нея нужните манипулации с помощта на електрическо приспособление, а пък гледат в нея през двоен прозорец от другата съседна стая. Но това е вече специалност.

Освен това, при института има и библиотека от физически съчинения и журналы с читалище, а също и кабинет за преподавателя и особена работна стая, устроена по образеца на „електрическата“, „оптическата“, „калориметрическата“ и „акустическата“. Без стая за слугата също тъй, разумявя се, не може да мине.

Във всички стаи има вода, газ и парно отопление.

По този начин, в общи черти, са направени физическите институти в Европа.

Да видим сега, какво става в тях. В аудиторията, разбира се, четат лекции по физика, а в лабораториите стават практични занятия, за по-добро усвояване на теорията. Така напр., по *механиката* се проверяват законите за падането на телата с помощта на Ативудовата машина, определя се относителното тегло с везните на Жоли, измерва се чрез притегляние вътрешният диаметър на капиларната тръба и т.н. По *акустиката* се определя висотата на тона на една дадена тръба чрез сирената на Каняр-де-ла-Тур и се проверяват законите на Бернулли, с помощта на монохорда се проверяват законите на струните и т.н. По *топлината* се определя относителното тегло напр. на твърдо тяло с помощта на калориметър на Бунзена, определя се плътността на парите по метода на Виктор Майер, определя се коефициентът на разширението на твърдите тела чрез апарата на Еделмана, стават опити с лъчистата топлина чрез апарата Мелони и т.н. По *оптиката* се измерва ъгловото положение на фраунхоферовите линии в слънчевия спектър с помощта на спектрометър и хелиостата, определя се силата на увеличението на микроскопа, определя се съдържанието на захарта чрез захарометра на Цайса и т.н. По *магнетизма* се сравняват двата магнита с помощта на законите на Кулона, определя се магнитният момент с помощта на магнитометра Вебер, определя се хоризонталната съставляща с помощта на магнитометра Ламан и т.н. По *електричеството* се определя силата на елементите по метода на Дю-Буа-Реймона, определя се съпротивлението на твърдите тела с моста на Еделмана, определя се силата на тока с галванометра на Видемана, температурата – с електрическият пирометър на Бекереля, диелектрическата постоянна с помощта на електрическите вълни и пр.

Освен тия предвидени в програмата практически упражнения, в института се разработват и *научни въпроси*, и това докарва обикновено занимаю-

щия се до титлата доктор на философията. Тук се иска вече особена ловкост и сръчност, а най-вече – търпение.

* *

*

При Висшето училище в София, разумява се, още няма европейски физически институт, именно поради нямание на съответно здание. Но за практически занятия по физика са доставени някои ценни апарати, които би направили чест и на европейски университет. Ще спомена някои от тях: фотометър на Вебер (450 фр.), спектрометър на Хартмана и Брауна (650 фр.), катетометър (1000 фр.), ред малки галванометри на Видемана (250 фр.), голям галванометър на Видемана (350 фр.), ред далекогледни за тях (по 200 фр.), галванометри на Розенталя (300 фр.), електродинамометър на Колрауша (350 фр.), апарат за определяне коефициента на разширението на твърдите тела от Еделмана (250 фр.), пак от него апарати за модула на еластичността (200 фр.), пак от него мост за измерване съпротивлението (200 фр.), рефлектотометър Аббе (250 фр.), апарат за измерване дължината на световата вълна от Дизена (800 фр.), уред от Мелони за лъчиста топлина (800 фр.), калориметър на Фавра иш Зилбермана, обемометър Реньо и много други апарати.

Лабораторията заема 4 стаи, от които една черна за спектрален анализ и фотометрия. Една стая е заета от малка библиотека. Физическият кабинет, който се попълня всяка година, се вмести в една стая. Аудиторията е пригодена за 40 души. Във всички стаи има светлинен газ.

Освен това практическите занятия по физика, които са наредени по европейски образец, т.е. състоят в различни измервания, у нас се правят и някои от по-важните опити, като: опити с елестрическа машина, с пневматична помпа, с центробежна машина и пр. Но важното, според мене, нововъведение, което отличава нашите практически занятия от европейските, състои в това, че тук се готвят по-простички апарати с домашни средства, т.е. без помощта на механик и на станове, които струват скъпо.

Студент, който получи място в провинциална гимназия, често трябва с разбито сърце да гледа физическия кабинет, предоставен на разпореждане му. Тук не достигат и най-необходимите апарати, или пък те са развалени. Виена е далеко, а пък той не знае, как да се залови да ги поправи или да направи нови. Затова в третия математически курс на студентите се показва, как треба да се заварява, да се пили, да се отрязват дебелостъклени тръби, да се продупчи дупка в шише и пр. Тия сведения се применяют от тях тутакси за устройството на тоя или оня апарат. Досега има колекция, която съдържа около 100 уреда, направени от самите студенти. Разбира се, тия апарати не са полирани и по своя изглед и обработка много се отличават от ония, що са изработени в Европа от механически майстори, но те действуват всички и могат да заменят апарати, които струват скъпо.

Ще спомена тук и за някои уреди от тая колекция.

Имаме апарат по Еделмана за проверяване законите за падание на тела, електрическа железница, планинска железница на вода, Румкорфов спирал, електрическа електрофорна машина и с триене, електрически мотор от три системи, вълшебен фенер, ред апарати за опити с електрическата машина, амперметър, хидродинамически модел на Витсоновия мост, термоелектрическа батерия, апарат за показване хидростатическия парадокс, електрофор, сонометър, уреди за опити с електрическите вълни и пр. Част от тези апарати бяха пратени в Пловдивската изложба, и студентите получиха сребърен медал.

Има случаи, някои от нашите студенти да са правили опити и научни издирвания по някои нови въпроси, под ръководството на преподавателя и да са дохождали до положителни резултати. Така, *К. Въжаров* изучава относителната топлина на някои амалгами; той направи и термометрически измервания на ред амалгами; *П. Пенчев* прави калориметрически измервания на колоидалното сребро, той издирва и електрическите токове на просмукването; определянието относителното тегло на аллотропическото сребро и на коефициента на разширението му, почнато от Пенчева, още не е свършено; *Г. Стамболиев* изследва електрическите токове на нагряването и зависимостта им от положението на изследвания тел в пространството. Влиянието на околната среда върху електрическото последствие издирва сега *Н. Стоянов*. Всички тия издирвания са обнародвани в „*Журнал Физико-химического Общества при Петербургском Университете*“, а малка част от последните издирвания по електрическите токове ще излезе в XII кн. от Сборника на Мин. на Нар. Просвещение.

Такива специални издирвания карат студентите самостоятелно да мислят, да се вдълбочават в същността на работата, и да им развиват любов към науката.

Като завършваме краткия си очерк, нека пожелаем по-скоро да се осъществи идеята за постройка на особено здание при Висшето Училище в София, за да може по тоя начин млада България да покаже жизнедеятелност и в областта на точните науки.

ПРОФ. Д.Ф.М.Н. ВИКТОР ГРИГОРИЕВИЧ БАРЯХТАР, АКАДЕМИК НА УКРАИНСКАТА АКАДЕМИЯ НА НАУКИТЕ (1930 – 2020)

Антон Антонов



На 25 август 2020 г. почина академикът на Украинската академия на науките проф. Виктор Григориевич Баряхтар, доктор на физико-математическите науки. Роден е на 9 август 1930 г. в град Мариупол (Украйна) в семейство на учители. Завършва с отличие Камбродското училище в град Луганск и без изпити е приет във Физическия факултет на Ленинградския (сега Санкт-Петербургски) държавен университет. По това време Отделението по ядрена физика на този университет е преместено в град Харков (Украйна). От 30-те години на XX в., когато в Харков е работил видният теоретик Лев Давидович Ландау, успешно се развива неговата знаменита школа по теоретична физика. В Харков е публикуван и първият том „Механика“ от световноизвестния курс по теоретична физика на Л. Д. Ландау и Е. М. Лифшиц. В. Г. Баряхтар завършва Харковския държавен университет през 1953 г. и става аспирант на академик Александър Илич Ахиезер, който е първият аспирант и много изтъкнат ученик на Л. Д. Ландау, продължител на неговото дело и школа в Харковския физико-технически институт (ХФТИ) и във Физико-техническия факултет на Харковския държавен университет.

През 1965 г. В. Г. Баряхтар защитава дисертация за доктор на физико-математическите науки. В периода 1954 – 1973 г. работи в ХФТИ. От 1973 до 1982 г. е завеждащ отдел на Донецкия Физико-технически институт на Академията на науките (АН) на Украинската ССР (УССР). Избран е за академик на АН на УССР през 1978 г. От 1982 г. е завеждащ отдел на Института по теоретична физика на АН на УССР в Киев и до 1989 г. е академик – секретар на Отделението по физика и астрономия на АН на УССР. През 1991 г. е избран за академик на Националната академия на науките на Украйна (НАНУ). От 1989 до 1994 г. е вицепрезидент на НАНУ, а от 1994 г. до 1998 г. е неин първи вицепрезидент.

От 1985 г. В. Г. Баряхтар е завеждащ Катедра по математика и теоретична радиофизика на Киевския държавен университет „Т. Г. Шевченко“. През 1995 г. създава Института по магнетизъм на НАНУ и става негов директор. От

1997 до 2007 г. е декан на Физико-математическия факултет на Националния технически университет на Украйна.

Научните изследвания на академик В. Г. Баряхтар са в полето на физиката на твърдото тяло и по-специално в областите на магнетизма, физиката на металите, физиката на плазмата, свръхпроводимостта и др. Автор и съавтор е на повече от 500 научни труда, в т.ч. и на 16 монографии по физика. Една от най-известните книги, в които В. Г. Баряхтар е съавтор, е „Спинови вълни“ (издателство „Наука“, Москва, 1967 г.) с автори А. И. Ахиезер, В. Г. Баряхтар и С. В. Пелетминский. Заедно с акад. А. И. Ахиезер са съавтори на научното откритие „Явления на магнитоакустичен резонанс“, внесено в Държавния регистър на открития в СССР под № 46 от 19 март 1956 г. с формулировка: „Установено е неизвестно по-рано явление на взаимодействие на хиперзвукови и магнитни (спинови) вълни във феро-, фери- и антиферомагнетици, проявяващо се особено интензивно във вид на възбуждане на магнитни вълни от хиперзвукови и на хиперзвукови вълни от магнитни при съвпадение на честотите на тези колебания“.

В 60-те години на XX в. В. Г. Баряхтар развива теорията на термогалавномангнитните явления в металите (1963 – 1965). Създава теорията на релаксационните процеси във феро- и антиферомагнетици, в свръхпроводници и плазма в магнитно поле. Изследва взаимодействието на магнони с дислокации в реални кристали, динамиката на цилиндрични магнитни домени и други.

Още в Харков съвместно с А. А. Галкин интензивно обсъждат въпроси, свързани със свойствата на антиферомагнетици в околността до спин-преориентационни фазови преходи. Получените по това време (1968) в Донецкия Физико-технически институт резултати не се съгласуват със стандартните представяния за фазовите преходи. В работата на В. Г. Баряхтар съвместно с А. Е. Боровик и В. А. Попов (1969) е предложена общата идея за нехомогенно (междинно) състояние в магнитополяризирани тела с краен размер в околността на фазов преход от първи род. За цикъла работи „Откриване, теоретично и експериментално изследване на междинно състояние на антиферомагнетици“ на В. Г. Баряхтар и А. А. Галкин е присъдена Държавна премия на Украйна в областта на науката и техниката (1972). Сред най-важните постижения на школата на В. Г. Баряхтар във физиката на магнитните явления трябва да се отбележат цикълът работи, посветени на изследвания на термодинамичните и високочестотните свойства на магнетици с доменна структура с обикновена и цилиндрична форма. Следва да споменем работите на В. Г. Баряхтар и негови ученици по изучаване на магнитни солитони. Негова е идеята за анализ на газа на доменните стени на основата на обикновената неравновесна термодинамика. Това му позволява да реши задачата за дифузия и вискозитет на газа от солитони (от типа кинк), която се оказва акту-

ална за описание на неутронни експерименти в квазиедномерни магнетици. Съвместно с Е. П. Стефановски разработват феноменологична теория за образуване на дългопериодични магнитни спирали, като въвеждат нов обменно-релативистичен инвариант за кристали без център на инверсия.

На В. Г. Баряхтар и неговата школа се дължи решението на принципния въпрос относно възможността за конструктивно представяне на спиновите оператори, на динамиката и термодинамиката на спинови системи на езика на бозонни и фермионни оператори, както и решението на въпроса за динамиката и термодинамиката на съответните частици. Ще споменем също разработването на теория за пресмятане на спектрите на магнитоподрешетъчни магнетици на основата на неприводими спинов оператори, които съответстват на точкова парамагнитна група на симетрията на решетката. Този метод получава развитие при изследване на особеностите на динамиката на многоподрешетъчни нискоразмерни антиферомагнетици със съществено неколинеарна магнитна структура (1985 – 1987).

В. Г. Баряхтар и сътрудници формулират обща теория на свързаните магнитоеластични колебания в околността на магнитни спинпреориентационни фазови преходи. Следствие от тези работи е моделът на блокиране на зародиши от нова фаза в магнетици, която се обуславя от възникване на вътрешни напрежения при фазов преход вследствие на магнитострикция.

Широко известни са също и работите на В. Г. Баряхтар, които са посветени на оригинално приложение на концепцията на псевдопотенциала в теорията на нормалните метали и свръхпроводници (в частност, и на високотемпературни свръхпроводници) и в теорията на топологични фазови превръщания.

Академик В. Г. Баряхтар взема активно участие в работата по ликвидиране на последствията от Чернобилската катастрофа. Той е бил председател на Комитета по ядрената политика при Президента на Украйна, член на Международния координационен съвет на европейските страни по проблемите за намаляване на последствията от аварията в Чернобилската АЕЦ и други. На тези проблеми той посвещава 5 монографии.

През 2010 г. акад. В. Г. Баряхтар е удостоен със званието „Герой на Украйна“ и с орден на държавата за забележителни лични заслуги пред Украйна в развитието на физическите науки, за изключителни постижения в организирането на фундаментални научни изследвания и за многогодишна научно-педагогическа дейност. Носител е на редица награди на СССР и на Украйна: орден „Ленин“, орден на Княз Ярослав Мъдри, на паметен медал от папа Йоан Павел Втори (1994), на златен медал „В. И. Вернадски“ на НАНУ (2008) и др. Лауреат е на премии на имената на академиците Н. М. Крилов, Н. Н. Боголюбов, К. Д. Синелников, както и на държавни премии на Украйна.

на. През 1980 г. е удостоен със званието „Заслужил деятел на науката на Украйна“.

Академик В. Г. Баряхтар разработва и действена система за подбор на таланти студенти, на които още от трети курс предлага да опитат да „преодолеят“ кандидатския минимум в обема на курса по теоретична физика на Л. Д. Ландау и Е. М. Лифшиц, както и да решават задачи, които реално съществуват в една или друга област на физиката и изискват от студентите повече знания. Това дава възможност те да бъдат отрано привлечени към сериозна научна работа. Много известни учени, от които 23-ма доктори на физико-математичните или техническите науки, шестима лауреати на Държавни премии на Украйна, ръководители на научноизследователски институти, са ученици на академик В. Г. Баряхтар.

Като професор във Физико-техническия факултет на Харковския държавен университет през 60-те години на миналия век, В. Г. Баряхтар чете лекции по теоретична физика, вкл. и на български студенти и аспиранти. Имах щастието да бъда студент и по-късно аспирант в този факултет на Харковския държавен университет в периода 1965 – 1972 г. През учебната 1966 – 1967 г. година слушах интересните лекции на професор В. Г. Баряхтар по статистическа физика. Положих студентския си изпит пред него по тази дисциплина, както и по-късно – като аспирант, по частта от „кандидатския минимум на Ландау“, посветена на статистическата физика. Студент на В. Г. Баряхтар по теоретична физика бе и бъдещият доц. д-р Руси Петков Русев от ИИЯЕ – БАН, който за съжаление рано напусна този свят.

Винаги усмихнатите очи и доброжелателните напътствия на академик В. Г. Баряхтар, неговият пример на блестящ изследовател и преподавател окуражаваха младите хора, тръгнали по пътя на теоретичната физика.

Да бъде светъл споменът за човека, големия учен, физик-теоретик, академик Виктор Григориевич Баряхтар!

**ACADEMICIAN OF THE UKRAINIAN ACADEMY OF SCIENCES
VIKTOR GRIGOREVICH BARYAKHTAR
(1930-2020)**

Anton Antonov

The paper is dedicated to the biography, scientific achievements, pedagogical activity and social work of the Academician of the Ukrainian Academy of Sciences, Professor, Doctor of Sciences, Viktor Grigorevich Baryakhtar. His outstanding scientific results are in the fields of solid state physics, physics of metals and magnetic physics, plasma physics and others. Attention is paid also to his work as Professor in theoretical physics in the Physical-Technical Faculty of the Kharkov State University (Kharkov, Ukraine), as a leading researcher in the Physical – Technical Institutes in Kharkov and Donetsk, in the University and the Institute of Theoretical Physics in Kiev and others. His activity in the education of students including Bulgarian students and Ph.D. students in the Kharkov State University is also noted. The work of V. G. Baryakhtar as a first vice-president of the Ukrainian Academy of Sciences and in other high-positions in Ukraine is mentioned.

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

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

ПРОФ. Д.ФЗ.Н. БОРИС АРНАУДОВ



На 18 октомври 2020 г. почина проф. д.фз.н. Борис Арnaudов, дългогодишен преподавател, почтен член на СФБ, дългогодишен член на Централната контролна комисия към Управителния съвет на Съюза, автор и радетел на каузата на „Светът на физиката“.

Професор Арnaudов е роден на 16 август 1940 г. Средното си образование завършва в 22 гимназия в София. През 1960/61 г. постъпва като студент в Софийския университет „Св. Климент Охридски“ и през 1966 г. се дипломира като физик със специалност „Физика на полупроводниците“. Целият му трудов стаж преминава във Физическия факултет – от стажант научен сътрудник до професор в катедра „Физика на полупроводниците“. Кандидатската си дисертация защитава в Белоруския университет в Минск като задочен аспирант, а докторската по физически науки – във Физическия факултет на Софийския университет. За периода 1999 – 2003 година е заместник-декан на факултета.

Ръководител е на научна лаборатория „Полупроводникови лазери“ в Лабораторията по физика и техника на полупроводниците. Под негово ръководство са разработени епитаксиални технологии за израстване слоеве на базата на А:В² полупроводници и изработване на светодиоди и лазери с хетеропреходи за приложението им в действащи оптоелектронни устройства. Научно-изследователската му дейност включва луминесцентни и електрофизични процеси в епитаксиални слоеве и излъчватели. В сътрудничество с международен екип има съществен принос в изясняване модела на късовълновите светодиоди, лазери и осветители на базата на галиев нитрид.

Проф. Арnaudов бе много изобретателен експериментатор и изследовател. Научните му трудове са ценени и цитирани в международни списания. Съавтор е заедно с други български колеги на носителите на Нобеловата награда по физика за 2014 г.

Преподавателската му дейност е свързана с редица основни курсове за специалността Физика на полупроводниците и ръководство на много дипломни работи. Той беше известен като много квалифициран лектор и събеседник с неподражаемо чувство за хумор.

Физическата ни общност загуби един много добър физик, преподавател, колега и приятел.

Светла му памет!

Управителен съвет на Съюза на физиците в България

ДОЦ. Д-Р ЦВЯТКО ПОПОВ

(11.04.1953 г. – 19.11.2020 г.)



Напусна ни нашият колега доц. Цвятко Кръстев Попов, два мандата член на Управителния съвет на Съюза на физиците в България, възпитаник на Физическия факултет, с който е свързана изследователската и преподавателската му творческа дейност.

Преподавателската му дейност е свързана с учебния физичен експеримент, за който той изгради и поддържаше лаборатория към катедра „Методика на обучението по физика“, на която беше ръководител два мандата. Не жалеше усилие за кадровото и професионално израстване на състава на катедрата, чиито интереси, както и тези на Физическия факултет, е отстоявал винаги. Създаде и ръководи успешна магистърска програма. Има пет успешно защитили докторанти в областта на методиката на обучение по физика и физика на плазмата. Съавтор е на учебници по физика за гимназиалното образование.

Активно участваше в организирането и в провеждането на ежегодните Национални конференции по въпросите на обучението по физика. Беше председател на Организационния комитет на XXVII Национална конференция на тема „Как да преподаваме физика“, която се проведе в родния му град Казанлък (13 – 16 май 1999 г.). Близко 10 години беше член на Националния организационен комитет „Физика/Наука на сцената“ и член на българската делегация на Международния фестивал „Физика на сцената 2“ през 2002 г. в Нордвайк, Холандия. Беше дълги години член на редколегията и няколко години главен редактор на сп. „Физика“ – единственото издание, предназначено за учители по физика и астрономия, в което се публикуват материали, свързани с обучението в средното училище.

Научната му изследователска работа е свързана с физика на плазмата, която извършваше и по съвместителство с Института по електроника към БАН. Работеше по много международни проекти, вкл. по проекта *ITER*, като публикационната му дейност е многостранна и призната чрез множество цитати.

Загубихме добър и отзивчив колега, отличен преподавател и всеотдаен учен.

Нека е светла паметта му!

Управителен съвет на Съюза на физиците в България

ИЗИСКВАНИЯ КЪМ ПОСТЪПВАЩИТЕ МАТЕРИАЛИ

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

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

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

Редакторите могат да редактират ръкописите, когато това е необходимо.

Публикуването в това списание е безплатно за авторите.

УКАЗАНИЯ КЪМ АВТОРИТЕ

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

Корица: Повърхността на Церера, композирана от снимките, направени от мисията на *NASA Dawn* (източник: *NASA*).

НАШИТЕ АВТОРИ:

Сашка Александрова – проф. д.т.н., Технически университет, София;
Стойчо Язаджиев – проф. д.фз.н., Софийски университет „Св. Климент
Охридски“;

Веселка Радева – доц. д-р, Висше военноморско училище „Никола Вапцаров“,
Варна;

Стефан Лалковски – доц. д-р, Софийски университет „Св. Климент Охридски“;

Цветан Велинов – доц. д.фз.н., Софийски университет „Св. Климент Охридски“;

Гошо Гоев – гл. ас. д-р, Софийски университет „Св. Климент Охридски“;

Тома Томов – инж. физик, Софийски университет „Св. Климент Охридски“;

Иван Кутиев – проф. д.фз.н., Национален институт по геофизика, геодезия и
география, БАН;

Бойко Георгиев – д-р, Съюз на физиците в България;

Мариана Кънева – доц. д-р, Институт по физика на твърдото тяло, БАН;

Анатоли Недков – студент, ТУ – София;

Пенка Лазарова – Съюз на учените в България;

Митко Гайдаров – доц. д-р, Институт за ядрени изследвания и ядрена енергетика,
БАН;

Антон Антонов – проф., д.фз.н., Асоцииран член на Института за ядрени
изследвания и ядрена енергетика при БАН.

РЕДАКЦИОННО

НАГРАДИ

- За нобеловите лауреати по физика за 2020 г.
- С. Язаджиев – Нобеловата награда по физика за 2020

ЛЮБОПИТНО

- Коледна приказка

НОВИНИ

- В. Радева – Международната програма за откриване и проследяване на астероиди

НАУЧНИ ПРОЕКТИ

- С. Лалковски – Вселената във *FAIR*

ГОДИШНИНА

- 50 години *Physical Review B*: Основополагащи постижения в изследванията на кондензираните среди

ФИЗИКА И ОБУЧЕНИЕ

- Втора Балканска олимпиада по физика
- Ц. Велинов, Г. Гоев, Т. Томов – Експериментална лаборатория за работа с учители и ученици

ИСТОРИЯ

- С. Лалковски – Церера – историята на едно откритие; Портрет на Церера
- И. Кутиев – Спомени за българската космическа експанзия: 1967 – 1987 г. (част II)

НАУКА И ОБЩЕСТВО

- Ефектът на Дънинг-Крюгер

КНИГОПИС

- М. Кънева – Стивън Хокинг – историята на един необикновен живот
- Библиотека „Космос“: Звездобройци. Коперник, Галилей, Телескопът и Църквата; Империята на звездите. Приятелство, обсебване и предателство в търсенето на черните дупки; Ерес

МЛАДИ ИЗСЛЕДОВАТЕЛИ

- А. Недков – Сър Роджър Пенроуз
- П. Лазарова – Извадки от есета на ученици от националния конкурс на тема: „Бележити български физици“

СЪЮЗЕН ЖИВОТ

- М. Гайдаров – Стратегически план за бъдещето на *IUPAP*

PERSONALIA

- П. Лазарова – За проф. Порфирий Бахметиев – първият професор по физика в България
- П. Бахметиев – Какво нещо е физически институт
- А. Антонов – Проф. д.ф.м.н. Виктор Григориевич Баряхтар, Академик на Украинската академия на науките

IN MEMORIAM

- Проф. д.фз.н. Борис Арnaudov
- Доц. д-р Цвятко Попов

EDITORIAL 279

AWARDS

- The 2020 Nobel Laureates in Physics 282
- S. Yazadjiev – Nobel Prize in Physics 2020 286

CURIOUS

- Christmas story 295

NEWS

- V. Radeva – The International Astronomical Search Collaboration 296

SCIENTIFIC PROJECTS

- S. Lalkovski – The universe in *FAIR* 297

ANNIVERSARY

- 50 Years of *Physical Review B*: Groundbreaking Achievements in Condensed Matter Research 302

PHYSICS AND TEACHING

- 2nd Balkan Physics Olympiad 307
- Ts. Velinov, G. Goev, T. Tomov – Experimental laboratory for teachers and students 311

HISTORY

- S. Lalkovski – Ceres – the story of a discovery; Portrait of Ceres 314
- I. Kutiev – Memories of the Bulgarian space expansion: 1967 – 1987 (part II) 317

SCIENCE AND SOCIETY

- The Dunning-Kruger effect 327

BIBLIOGRAPHY

- M. Kuneva – Stephen Hawking – the story of an extraordinary life 332
- Library club „Cosmos“: Stargazers. Copernicus, Galileo, the Telescope and the Church; Empire of the Stars. Friendship, Obsession and Betrayal in the quest for Black Holes; Heresy 337

YOUNG RESEARCHERS

- A. Nedkov – Sir Roger Penrose 340
- P. Lazarova – Excerpts from students' essays of the national contest on remarkable Bulgarian physicists 342

UNION LIFE

- M. Gaydarov – Strategic Plan for the Future of *IUPAP* 346

PERSONALIA

- P. Lazarova – Prof. Porfiry Bakhmetiev – the first professor in physics in Bulgaria 349
- P. Bakhmetiev – What is an institute of physics 357
- A. Antonov – Academician of the Ukrainian Academy of Sciences Viktor Grigorevich Baryakhtar 363

IN MEMORIAM

- Prof. D.Sc. Boris Arnaudov 368
- Assoc. Prof. Dr Tsviatko Popov 369