



СЪЮЗ
НА ФИЗИЦИТЕ
В БЪЛГАРИЯ

4'17

СВЕТА
СВЕТА
СВЕТА
СВЕТА

НА

ФИЗИКАТА

С В Е Т Ъ Т Н А Ф И З И К А Т А

ТОМ XXXX, кн. 4, 2017 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

ОТГОВОРЕН СЕКРЕТАР

Пенка Лазарова

ЧЛЕНОВЕ

Никола Балабанов, Иван Лалов,
Мариана Кънева, Радостина
Камбурова, Борислав Павлов,
Светлен Тончев, Лилия Атанасова

EDITORIAL STAFF

EDITOR-IN-CHIEF

Sashka Alexandrova

VICE EDITOR-IN-CHIEF

Ana Georgieva

EXECUTIVE SECRETARY

Penka Lazarova

MEMBERS

Nicola Balabanov, Ivan Lalov,
Mariana Kuneva, Radostina
Kamburova, Borislav Pavlov,
Svetlen Tonchev, Liliya Atanasova

РЕДАКЦИОНЕН СЪВЕТ

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

EDITORIAL COUNCIL

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

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

Физиката изследва структурата на неживата материя от най-големите космически мащаби до най-малките разстояния, които могат да бъдат постижени само чрез ускорители на частици. Тя е изключително вълнуваща, бързо развиваща се наука, която все повече влияе върху другите сродни дисциплини и прониква през цялата технология. Вярно е и обратното, прогресът на физиката винаги е зависел от развитието на технологиите. Когато Галилей е създал телескопа и Льовенхук е изобретил микроскопа, пред човечеството се откриват нови светове. Така е и сега – напредъкът в технологиите отваря абсолютни нови хоризонти. Новите светове разкриват нови явления. Ако навлезем в микросвета на кристалите за изследване на подредбата на атомите в тях в стройна решетка, идват нови техники – рентгеновият анализ, електронният микроскоп, атомно-силовият микроскоп. Знанията ни за далечни светове се разширяват неимоверно, когато телескопът „Хъбъл“ е изведен в орбита около Земята извън земната атмосфера. Това става възможно в резултат на развитието на космическите технологии.

Телескопи могат да се нарекат и детекторите на гравитационни вълни. Съобщението за регистриране на гравитационни вълни за пръв път през 2015 г. произвежда широк отзвук както сред физиците, така и сред широката публика, която се вълнува от напредъка на нашите познания за Вселената. Вълнението на физическата колегия е обяснимо. За дългото време, точно 100 години след като Айнщайн предсказва тези вълни в своята Обща теория на относителността, в дискусии на конференции и в литературата се борят съмненията за тяхното съществуване до приемането на идеята в теоретичен план. Следват години на търсене до решаващите експерименти по регистрирането им през септември 1914 г. До този забележителен резултат се стига благодарение на дългогодишните обединени усилия на учени от много страни. Успехът е увенчан с най-високото отличие за учените – Нобеловата награда по физика за 2017 г. Забележителното е, че наградата е дадена именно за разработването и развитието интерферометричния метод за наблюдение на гравитационни вълни – системата *LIGO*, уред с толкова ниско ниво на шумовете, че да се регистрират невероятно слаби сигнали. Това открива огромни хоризонти пред изследване на Вселената, възникването и развитието ѝ, а именно – развитие на съвсем нов клон – гравитационната астрономия. Но и силовият микроскоп например, с чиято помощ за пръв път можем да подреждаме атоми и да строим неизвестни досега изкуствени материали, може да доведе до резултати, които сега е трудно да си представим. Бъдещето, точно както и историята на науката, показват пътя на съвместното развитие на физиката и техниката за постигане на нови знания и полезни приложения за всеобщото благо на човечеството.

Редакционната колегия на списание „Светът на физиката“

поздравява колегата ни доц. д-р Динко Динев с неговия своеобразен „юбилей“. В брой 3 беше публикувана неговата 50-та статия. Той е активен сътрудник на списанието още от 1973 г. Освен статиите му в областта на преките му научни занимания (напр. *Магнитният момент на мюона задава въпроси*, бр. 3/2010, *Мощни импулсни неутронни източници, базирани върху ускорители*, бр. 3/2001, *Квантуване в гравитационно поле – експерименти със свръхохладени неутрони*, бр. 2/2006), Динко е автор и на множество статии по други интересни теми, като напр. *В търсене на изгубената симетрия*, бр. 2/2009, *Химическите елементи стават по-тежки*, бр. 4/2009, *За силата на „слабото“ измерване*, бр. 2/2012, *Има ли полза от научните изследвания?*, бр. 1/2009, *Българската академия на науките – to be or not to be*, бр. 1/2011, зад които стоят обстойни проучвания. Статиите му се радват на голям интерес сред читателите. Те се цитират от други издания и сайтове за наука.

Сътрудничеството на Динко не се изразява само в авторство. Той подбира интересни материали за списанието по актуални теми от обширния свят на научните изследвания.

Доц. д-р Динко Динев оказва неопценима подкрепа и в тежките моменти, когато перспективите пред списанието изглеждаха песимистично.

Пожелаваме си по-нататъшно успешно сътрудничество!



Харесайте страницата на списанието във facebook

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



**СПИСАНИЕ „СВЕТЪТ НА ФИЗИКАТА“
СЪЮЗ НА ФИЗИЦИТЕ В БЪЛГАРИЯ**



**КАТЕДРА „ФИЗИКА“ КЪМ
МИННО-ГЕОЛОЖКИЯ УНИВЕРСИТЕТ
„СВЕТИ ИВАН РИЛСКИ“**

ОРГАНИЗИРАТ ЛЕКТОРИЯ

СВЕТЪТ НА ФИЗИКАТА НА ЖИВО

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

**Информация за следващите лекции можете да намерите на
сайта на списанието:**

http://wop.phys.uni-sofia.bg/wop_live.htm



ЮБИЛЕЙНА 10 КОНФЕРЕНЦИЯ НА БАЛКАНСКИЯ ФИЗИЧЕСКИ СЪЮЗ (BPU10)

От 26 до 30 август 2018 г. България ще бъде домакин на Юбилейната 10^{та} конференция на Балканския физически съюз. Тя ще се проведе в Интер Експо Център в София под патронажа на президента г-н Румен Радев. Организатор на конференцията е Съюзът на физиците в България.

През 1991 г. е поставено началото на традицията да се провежда Балканска конференция по физика на всеки 3 години, като страната-домакин се избира на ротационен принцип. BPU1 е от 12 до 14 септември 1991 г. в Солун и тя става място, на което за първи път в историята на науката на Балканите се събират повече от 600 физици. Във Втората балканска конференция по физика (BPU2, 12-14.09.1994 г., Измир) броят на участниците е още по-голям и достига 800 учени. Днес тя е известна с името „Международна конференция по обща физика“ и е отворена за учени от цял свят.

Балканската конференция по физика е създадена с цел насърчаване и подобряване на науката и обмена на знания и информация чрез връзки между учените, които ще доведат до съвместни изследователски проекти и общи програми между Балканските страни. По тази причина нейната тематика е твърде широка и тази година тя включва 19 теми, отнасящи се не само до актуални физически проблеми, но и свързани с качеството на обучението по физика и историята на физическата наука.

Повече информация можете да намерите на сайта на конференцията:

<https://bpu10.balkanphysicalunion.com/>

<http://phys.uni-sofia.bg/upb/conference/BPU10/index.html>

НОБЕЛОВИТЕ НАГРАДИ ЗА 2017 Г.

На 3 октомври Нобеловият комитет обяви лауреатите по физика за 2017 г. Съобщението гласи:

Шведската кралска академия на науките реши да присъди Нобеловата награда по физика за 2017 г.

$\frac{1}{2}$ на **Rainer Weiss** (LIGO/VIRGO Collaboration)

и втората $\frac{1}{2}$ съвместно на

Barry C. Barish (LIGO/VIRGO Collaboration)

и

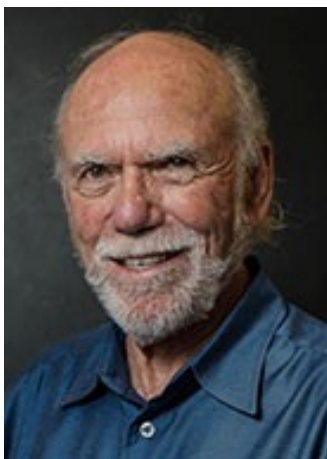
Kip S. Thorne (LIGO/VIRGO Collaboration)



*за решаващ принос за **LIGO** детектора и наблюдаването на гравитационни вълни.*



Райнер Вайс
(*Rainer Weiss*)



Бари Барिश
(*Barry C. Barish*)



Кип Торн
(*Kip S. Thorne*)

ГРАВИТАЦИОННИТЕ ВЪЛНИ – НАЙ-ПОСЛЕ УЛОВЕНИ

Из съобщението на Нобеловия комитет

На 14 септември 2015 г. гравитационните вълни на Вселената бяха наблюдавани за пръв път. Вълните, които бяха предсказани от Алберт Айнщайн преди сто години, идват от сблъсък между две черни дупки. Изминали са 1,3 милиарда години, докато вълните достигнат детектора *LIGO* в САЩ.

Сигналът е изключително слаб, когато достига Земята, но вече обещава революция в астрофизиката. Гравитационните вълни дават напълно нов начин за наблюдение на най-мощните събития в Космоса и тестване на границите на нашите познания.

LIGO, лазерната интерферометрична гравитационно-вълнова обсерватория, е съвместен проект с над хиляда изследователи от повече от двадесет държави. Заедно те реализираха цел-мечта след почти петдесет години. Нобеловите лауреати за 2017 г., с ентузиазма и решителността си, дадоха безценен принос за успеха на *LIGO*. Пионерите Райнер Вайс и Кип С. Торн, заедно с Брайс К. Бариш, учен и лидер, който завърши проекта, бяха гарант на четири десетилетия усилия, довели накрая до намирането на гравитационни вълни.

В средата на 70-те години на миналия век Райнер Вайс вече е анализирал възможните източници на фонов шум, смущаващи измерванията, и също така е проектиран детектор, базиран на лазерен интерферометър, който да преодолее този шум. В началото, както Кип Торн, така и Райнер Вайс, са твърдо убедени, че гравитационните вълни могат да бъдат открити и да доведат до революция в познанията ни за Вселената.

Гравитационните вълни се разпространяват със скоростта на светлината, изпълвайки Вселената, както описва Алберт Айнщайн в Общата си теория за относителността. Те винаги се създават, когато се ускори маса, например когато двойка черни дупки се въртят една около друга. Айнщайн е бил убеден, че никога няма да бъде възможно да ги регистрираме. Проектът *LIGO* използва двойка гигантски лазерни интерферометри за измерване на изменение, което е хиляди пъти по-малко от атомното ядро, когато гравитационната вълна преминава през Земята.

Досега всички видове електромагнитно излъчване и частици, като космически лъчи или неутрино, са били използвани за изследване на Вселената. Гравитационните вълни обаче са пряко свидетелство за нарушения в самото време-пространство. Това е нещо съвсем ново и различно, отварящо непознати светове. Множество открития очакват тези, които успяват да уловят вълните и да интерпретират тяхното послание.

За Нобеловите лауреати

Райнер Вайс (*Rainer Weiss*) е роден през 1932 г. в Берлин, Германия. Получава докторска степен през 1962 г. в Масачузетския технологичен институт (*Massachusetts Institute of Technology, MIT*), Кембридж, Масачузет, САЩ. Той е професор по физика в същия институт.
http://web.mit.edu/physics/people/faculty/weiss_rainer.html

Бари Бериш (*Barry C. Barish*) е роден през 1936 г. в Омаха, Невада, САЩ. Получава докторска степен през 1962 г. в Университета в Калифорния (*University of California*), Бъркли, Калифорния, САЩ. Той е *Linde Professor of Physics* в Калифорнийския технологичен институт (*California Institute of Technology*), Пасадина, Калифорния, САЩ.
<https://labcit.ligo.caltech.edu/~BCBAct/>

Кип Торн (*Kip S. Thorne*) е роден през 1940 г. в Логан, Юта, САЩ. Получава докторска степен през 1965 г. в Университета Принстън (*Princeton University*), Ню Джърси, САЩ. Файнманов професор (*Feynman Professor*) по теоретична физика в Калифорнийския технологичен институт (*California Institute of Technology*), Пасадина, Калифорния, САЩ
<https://www.its.caltech.edu/~kip/index.html/>

По-долу публикуваме със съкращения специализираното научно описание на откритието, което е поставено на страницата на Нобеловия комитет.
https://www.nobelprize.org/nobel_prizes/physics/laureates/2017/advanced-physicsprize2017.pdf



ЛАЗЕРНАТА ИНТЕРФЕРОМЕТРИЧНА ГРАВИТАЦИОННО-ВЪЛНОВА ОБСЕРВАТОРИЯ И ПЪРВОТО ДИРЕКТНО НАБЛЮДЕНИЕ НА ГРАВИТАЦИОННИ ВЪЛНИ

Превод: Сашка Александрова

Въведение

Нашите познания и разбиране за Вселената се основават на хилядолетия наблюдение на квантите на електромагнитната радиация – фотони – в широк диапазон от дължини на вълните. Тези изследвания ни научиха много – не само за планетите, звездите и галактиките, но и за произхода, структурата, еволюцията и вероятно за съдбата на Вселената. Оказва се обаче, че високо-енергетичните фотони не достигат до нас от най-отдалечените кътчета на Космоса. Затова през последните няколко десетилетия бяха разработени нови видове телескопи, водещи до неочаквани пробивви. Тези детектори използват други форми на радиация: космически лъчи, неутрино и гравитационни вълни.

Съществуването на гравитационна радиация е свързано с Общата теория на относителността и е предсказано от Айнщайн преди един век. Гравитационните вълни са разпространяващи се смущения на пространство-времето. Те възникват, когато тежки обекти се ускоряват и по този начин генерират смущения в гравитационните полета. Тези смущения, описвани като вълни, се отдалечават от източника със скоростта на светлината и когато достигнат до Земята, предизвикват ефекти, измерими по принцип при наличието на достатъчно чувствителни детектори. Ефектите са незначителни, дори и в случай на черни дупки, сближаващи се спирално една към друга или на експлодиращи звезди.

Самият Айнщайн смята, че гравитационната радиация никога няма да бъде открита, че взаимодействието между преминаваща гравитационна вълна и материя ще бъде твърде слабо, за да се измери пряко. Непреки ефекти обаче са доказани с пионерното откритие на бинарния пулсар PSR1913+16 през 1974 г., за който измерването на разпад на орбиталния период с времето е в съответствие с енергийни загуби, очаквани при емисия на гравитационни вълни (*R. A. Hulse и J.H. Taylor, Jr.*, Нобелова награда 1993).

Първите експерименти за директно откриване на преминаването на гравитационни вълни датират от началото на 60-те години на XX век. През 1957 г. Херман Бонди (*Hermann Bondi*) публикува статия, а на конференция в Чапъл Хил, Северна Каролина, Ричард Файнман (*Richard Feynman*) описва

мисловен експеримент, при който гравитационна вълна предизвиква движение на две мъниста, закрепени върху пръчка, затопляйки я с триене. Това убеждава много от изследователите в откриваемостта на вълните, които получават по този начин достатъчно чувствителна „антена“ – завладяващо предложение, което предизвиква един от участниците в конференцията, Йозеф Вебер (*Joseph Weber*) от Университета в Мериленд, да построи първия детектор за гравитационни вълни. Детекторът започва да работи през 1965 г., а първите резултати са съобщени скоро след това през 1966 г. и Вебер публикува статия „Доказателство за откриване на гравитационна радиация“. Това предизвиква голямо вълнение и стимулира развитието и конструирането на други детектори от същия тип, както в САЩ, така и в Европа. За съжаление, новите резултати са отрицателни и до средата на 1970 г. повечето учени стигат до извода, че резултатите на Вебер не могат да бъдат потвърдени.

Независимо от това темата печели интереса на изследователите и по разработване на нови методи за откриване на гравитационни вълни се работи по целия свят – гравитационните интерферометри.

Лазерната интерферометрична гравитационно-вълнова обсерватория *LIGO* (*Laser Interferometer Gravitational-Wave Observatory*) е най-голямата и най-чувствителната интерферометрична система. От 2002 г. с нея се събират данни, като периодически се извършват ъпгрейди, за да се повиши чувствителността ѝ. Последният ъпгрейд, „*Advanced LIGO*“, беше направен до края на лятото на 2015 г. и в рамките на няколко седмици, на 14 септември същата година, *LIGO* регистрира за първи път преминаването на гравитационна вълна със значително по-високо ниво от очакваното фоново ниво на шума. Официалното съобщение беше направено няколко месеца по-късно. Списанието *Светът на физиката* съобщи новината в брой 3/4 на 2016 г.

Събитието, което получи името GW150914, бе интерпретирано като резултат от сливането на две черни дупки на разстояние от около 400 Мpc от Земята. Това извънредно откритие потвърждава предсказанията на Общата теория на относителността и посочва средство за изучаване на астрофизиката на черни дупки по начин, който преди не беше възможен. Последваха още две регистрации: GW151226 и GW170104.

За теорията на гравитационните вълни

Следвайки работата на Айнщайн от 1916 г., вълновите решения могат да бъдат получени чрез решаване на вакуумните полски уравнения на Общата теория на относителността. Пренебрегвайки космологичната константа, тези уравнения се дават с

$$\mathcal{R}_{\mu\nu} = \frac{1}{2} \mathcal{R} g_{\mu\nu} = 0,$$

където $\mathcal{R}_{\mu\nu}$ е тензорът на Ричи и $\mathcal{R}$ е неговата следа, скалар на Ричи. Тензорът на Ричи измерва кривината на метриката $g_{\mu\nu}$, която от своя страна, се

използва за изчисляване на разстоянията в пространство-времето. С предположение от вида

$$g_{\mu\nu} = \eta_{\mu\nu} + h_{\mu\nu},$$

където пертурбацията $h_{\mu\nu}$ около плоската метрика $\eta_{\mu\nu}$ се предполага малка, се получава следното вълново уравнение за $h_{\mu\nu}$

$$\square h_{\mu\nu} = 0,$$

където $\square$ е операторът на д'Аламбер. Айнщайн пресмята енергията, съдържаща се във вълните, и показва, че тензор на инерцията, вариращ във времето, действа като източник на гравитационни вълни. За съжаление статията от 1916 г. съдържа „тъжна грешка“ (*einen bedauerlichen Rechenfehler*), под формата на липсващ множител 2. Това е коригирано през 1918 г. Качествено, без подробни изчисления, резултатите лесно се възпроизвеждат, като се използва Общата теория на относителността. За да се направи това, първо трябва да се установи кои видове вълни са възможни. В случай на електромагнитно излъчване монополното излъчване е забранено поради запазването на заряда, а най-ниският монопол е диполна радиация. По същия начин, в случай на гравитационно излъчване, запазването на енергията забранява монополна радиация, запазването на импулса забранява диполна радиация, оставяйки квадруполната като най-нисък монопол. Това може да се осъществи чрез две маси, обикалящи около една друга, и за такава една система лесно може да се оцени амплитудата на вълните с точност до числов множител.

При електромагнетизма интензитетът на диполното излъчване, емитирано от заряд Q , осцилиращо с амплитуда R и ъглова честота ω , се определя от $QR\omega$. В случай на квадруполно излъчване, съответният израз е $QR^2\omega^2$. И в двата случая силата намалява с разстоянието r като $1/r$. Ако използваме този израз в случай на гравитационни вълни, трябва да заменим заряда с маса и да се уверим, че изразът е безразмерен. По този начин намираме

$$h \sim \frac{Gm R^2 \omega^2}{rc^4}.$$

Изразът предполага две еднакви тела с маси m в орбита с радиус R и ъглова честота ω около техния общ център на маса. Разстоянието от наблюдателя до системата е r . Както се очаква, приблизителната оценка включва времеви инерционен момент на източника mR^2 . Прост Нютонов анализ на орбитата дава $\omega^2 = \frac{Gm}{4R^3}$, откъдето следва, че амплитудата на вълната се дава с

$$h \sim \frac{G^2 m^2}{Rrc^4} \sim \frac{G^2 R_s^2}{Rr},$$

където $R_s = \frac{2Gm}{c^2}$ е радиусът на Шварцшилд. Особено интересен случай е максималната амплитуда, постигната в случая на две черни дупки, когато

тяхната орбита се е свила, така че техните хоризонти просто се докосват един друг. Полагайки $R = R_s$, намираме

$$h \sim \frac{R_s}{r}.$$

Този изключително прост резултат може да бъде получен, използвайки само размерен анализ и факта, че амплитудата трябва да намалява като $1/r$. При типични стойности за $R_s \sim 100 \text{ km}$ и $r \sim 10^9$ светлинни години, намираме $h \sim 10^{-20}$. (Точната стойност е малко по-малка). Тогава енергийният поток лесно се оценява като $\sim \square^2 h^2$, което води до енергетични загуби за системата $\frac{dE}{dt} \sim \omega^6 m^2 R^4$. Максималната мощност, постигната при докосването на двете

черни дупки, става $\frac{c^5}{G} \sim 10^{52} \text{ W}$ независимо от масите на черните дупки. В действителност излъчената енергия е с няколко порядъка по-ниска, но все пак много по-висока от тази на общата светлинна мощност на всички звезди във видимата Вселена. Въпреки че тези груби оценки се получават лесно, числовите коефициенти изискват по-точен анализ.

Представеният по-горе опростен анализ може да създаде впечатлението, че теоретичното разбиране на гравитационните вълни има доста ясна история. Това далеч не е вярно. Изминават много години, след като Айнщайн първоначално предлага идеята за вълните, преди теоретичното им съществуване да бъде твърдо установено.

Има два основни проблема, които трябва да се имат предвид. Първо, поради координатната ковариантност на Общата теория на относителността, съществува риск изследваното решение да не е нищо друго освен плоско пространство, разглеждано в необичайна координатна система. Второ, трябва да се уверим, че решенията на линейното ниво се запазват и на нелинейното ниво.

Айнщайн сериозно се съмнявал в реалността на вълните и през 1936 г. се опитал да публикува статия във *Physical Review* заедно със своя асистент Нейтън Розен (*Nathan Rosen*), твърдейки, че вълните не съществуват. Анонимният рецензент, който както по-късно става ясно е известният космолог Хауърд Робъртсън (*Howard P. Robertson*), забелязал някои сериозни грешки в ръкописа и вследствие на това статията била отхвърлена. Айнщайн се въбесил, но в крайна сметка се убедил, че е допуснал грешка.

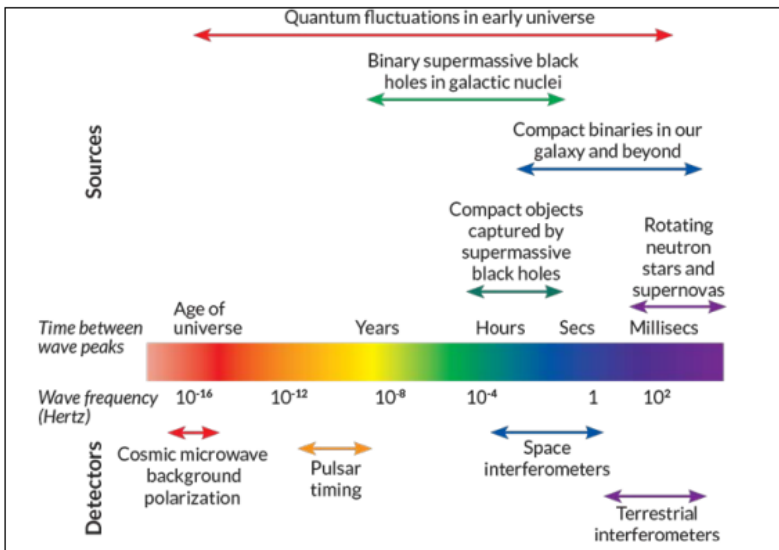
Коригираната статия е публикувана по-късно в *Journal of the Franklin Institute*. Едва в края на 50-те години е строго доказано, че вълните действително съществуват като решения на пълните нелинейни уравнения и че те пренасят енергия. По същия начин разбирането за възможните източници на гравитационно излъчване има дълга и трудна история. Едва през 60-те години на миналия век, черните дупки са приети дори и сред теоретиците.

Разглеждайки сблъсъка на две черни дупки по-внимателно, виждаме, че има три етапа, които трябва да разберат: „танцът“, когато двете черни дупки се приближават, „сливането“, когато те образуват една черна дупка и „извъняването“, когато се образува новата черна дупка.

Резултатите, обсъдени по-горе, описват с добра точност началото на първия етап, но трябва да се уточнят, когато скоростта се увеличава и разстоянието намалява. Това може да стане с помощта на постнютонново разширение, предложено за пръв път от Айнщайн, Леополд Инфелд (*Leopold Infeld*) и Банеш Хофман (*Banesh Hoffmann*) през 1938 г., което води до коригирана форма на вълната. Сливането е много по-сложно да се опише, докато крайният етап на извъняването може да се обясни с помощта на сравнително прости аналитични методи.

Източници на гравитационни вълни

Най-общо казано гравитационните вълни се излъчват от ускорени обекти, чието движение не е сферично симетрично. Класически пример е гира, въртяща се около ос, перпендикулярна на оста на симетрия – въпреки че в представите ни очакваната амплитуда на гравитационната вълна в този случай би била невероятно малка за всяка разумна конфигурация на масите и разстоянията. От друга страна, във Вселената има множество астрофизически процеси, които генерират гравитационни вълни в честотни диапазони, които могат да се окажат достъпни за наземни или космически обсерватории (Фигура 1).



Фигура 1. Спектър на гравитационните вълни (INASA)

Източниците могат да бъдат разделени на четири категории:

– Краткоживущи и сравнително добре моделирани източници. Този клас включва компактни обекти в свързани орбити като двойка неутронни звезди, двойка черни дупки или черна дупка и неутронна звезда.

– Краткоживущи и слабо познати източници. Очаква се гравитационно излъчване от източници като супернови, при условие че процесът на колапс на ядрото води до известна асиметрия. Такива асиметрии могат да произтекат от магнито-хидродинамичните нестабилности на етапа преди образуване на свръхнова. Поради неясните начални условия и неясната динамика на експлозията, тези източници не са добре изучени.

– Дългоживущи и добре моделирани източници. Бързовъртящи се без осева симетрия неутронни звезди създават гравитационни вълни, които са периодични и почти монохроматични с честота, два пъти по-голяма от честотата им на въртене. Потенциални източници за обсерватории като *LIGO* има в нашата галактика и те включват сравнително млади пулсари.

– Дългоживущи, дифузни източници. Тази категория включва първичния фон на гравитационните вълни, прогнозиран от повечето космологични теории, въпреки че спектралната им плътност варира силно. Реликтовите гравитационни вълни носят отпечатък от най-ранната история на Вселената, много по-рано от фоновото микровълново космическо лъчение. Предполагаме източник на стохастично лъчение би бил „космически струни“, остатъчни дефекти от ранен фазов преход във Вселената.

***LIGO* – гигантският интерферометър**

Мечтата за регистрирането на вълните продължава близо петдесет години, а пътят към успеха е дълъг, криволичеен и понякога труден за много от участващите изследователи. Основната концепция на интерферометричен детектор на Майкълсън (*Michelson*) за гравитационни вълни е предложена в статия на съветските физици М. Е. Герценштейн и В. И. Пустовойт в началото на 60-те години. Един от първите детектори за регистриране на гравитационни вълни наподобяващ камертон, е чувствителен към вълни с определена честота. Но Йозеф Уебър (*Joseph Weber*) от Университета в Мериленд във Вашингтон може само да отгатне честотата, с която черните дупки ще пеят „лебедовата си песен“. Той строи първия детектор през 60-те години, но по това време много хора се съмняват дори, че гравитационните вълни и черни дупки съществуват. Така че когато през 70-те години Уебър твърди, че е чул тези тонове, това предизвиква сензация. Никой обаче не успява да повтори резултатите на Вебер и неговите наблюдения се смятат за фалшива аларма.

В средата на 70-те години, въпреки широко разпространения скептицизъм, Кип Торн и Райнър Вайс са твърдо убедени, че гравитационните вълни могат да бъдат открити и да доведат до революция в познанията ни за Вселената.

Райнър Вайс вече е анализирал възможните източници на фонов шум, които биха пречили на измерванията. Също така е проектирал детектор – лазерен интерферометър, който да преодолее този шум.

Докато Райнър Вайс разработва детекторите си в МИТ в Кеймбридж, извън Бостън, Кип Торн също започва да работи с Роналд Древър (*Ronald Drever*), който е построил първите си прототипи в Глазгоу, Шотландия. Древър в крайна сметка се премества за да се присъедини към Торн в Калтек в Лос Анджелис. Заедно, Вайс, Торн и Древър формират трио, което поддържа разработките дълги години. Древър в крайна сметка приключва работата си по проекта, но успява да види откритието, преди да почине в дома си в Шотландия през март 2017 г.

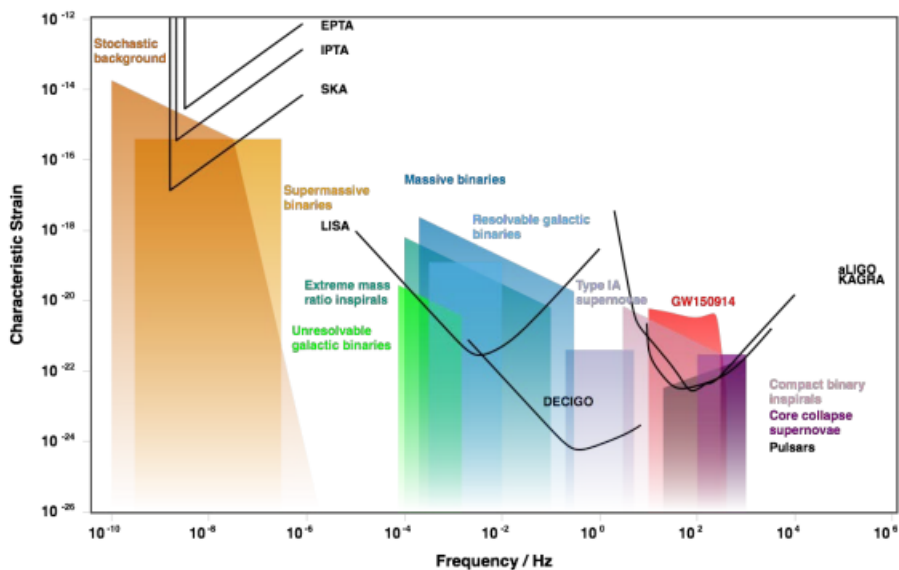
Вместо резонансния метод на Вебер, Вайс, Торн и Древър разработват друг инструмент – лазерен интерферометър. Принципът е отдавна известен: интерферометърът се състои от две рамена в L-образна форма. В ъгъла и в краищата на L, са окачени масивни огледала по сложен начин. Преминаващата гравитационна вълна влияе по различен начин върху раменете на интерферометъра – когато едното се свива, другото се разтяга.

Между огледалата се движи лазерен лъч, който измерва промяната в дължината на раменете. Ако нищо не се случва, светлинните лъчи от лазера се гасят, когато се срещат в ъгъла на L. Ако някое от раменете на интерферометъра промени дължината си, лазерният лъч изминава различни разстояния, така че светлинните вълни губят синхронизация и интензитетът на светлината се променя.

Модерният *LIGO* интерферометър за откриване на гравитационни вълни се основава на точното измерване на оптичната фазова разлика между два светлинни лъча от един и същ източник, движещи се напред и назад в двете интерферометрични рамена, чиито дължини се изменят при преминаването на вълната. Регистрираният сигнал е пропорционален на амплитудата на гравитационната деформация и на дължината на интерферометричните рамена. Предизвикателството е предвидената изключително малка амплитуда на сигнала, дължащ се на астрофизични събития, когато достига Земята – от порядъка 10^{-22} или по-малка. Вследствие на това, за да се направи сигналът възможно най-голям, дължината на рамото на гравитационния интерферометър трябва да бъде голяма, оптимално близо до една четвърт от дължината на вълната на гравитационната вълна, т.е. около 750 км при 100 Hz. На практика това изисква създаването на оптичен път във всяко рамо, който е много по-дълъг от неговата физическа дължина.

По-подробна информация за устройството на гравитационния интерферометър и за детектирането на сигналите беше публикувана в брой 3/4 от 2016 г. на списанието *Светът на физиката*.

Понастоящем инструментите на *LIGO* ще бъдат усъвършенствани за намаляване на квантовия шум. Наблюденията се очаква да започнат през есента на 2018 г. Няколко нови детектора са в проект: Кагра (*KAGRA*), разработен в университета в Токио, *LIGO-India* – планирана разширена обсерватория за гравитационни вълни. Както *KAGRA*, така и *LIGO-India* ще работят като част от мрежа за детектиране на гравитационни вълни заедно с *LIGO* и *VIRGO*, като допринасят за точното локализиране на източника. Следващо поколение наземна обсерватория, телескопът на Айнщайн, който има за цел да обхване хиляда пъти по-голям обем от *LIGO*, понастоящем се проучва в рамките на Европейската рамкова програма *FP7*. Планирана е космическа гравитационна обсерватория – Лазерна интерферометрична космическа антена (*Laser Interferometer Space Antenna (LISA)*), състояща се от три космически кораба, разположени в равностранен триъгълник. Множеството проекти са насочени към откриване на гравитационни вълни в широк диапазон от честоти, както е показано на Фигура 2.



Фигура 2. Очакваната ефективност на бъдещите детектори по отношение на деформация и честота

Гравитационните вълни пътуват безпрепятствено през Вселената, носейки информация за най-мощните процеси, включително тези в неизследвани досега обхвати, непрозрачни за фотоните. Освен това, директните наблюдения чрез гравитационни вълни откриват пътя и изследват екстремните граници на общата теория на относителността, и може би ще посочат пътя за обединяване с квантовата механика.

БИОЛОГИЧЕН ЧАСОВНИК И ХРОНОБИОЛОГИЯ – ОТ ДРЕВНОСТТА ДО НОБЕЛОВАТА НАГРАДА

Александър Г. Стойнев

Живата материя е организирана не само в пространството, но и във времето. В процеса на еволюцията у живите организми са възникнали регулаторни механизми за генериране на периодични промени във вътрешната среда и поведението им (биологични ритми), като израз на адаптация към закономерните циклични (т.е. – предсказуеми) промени в околната среда, каквито са геофизичните цикли – приливите и отливите, денонощието, лунарният цикъл (месеца), и годишният цикъл (сезоните). Тези механизми, които се означават като „биологични часовници“, са ендегенни и генетично обусловени. Изучаването им е предмет на обособена наука – **хронобиология** (*chronos* – време, *bios* – живот) [1, 2].

Исторически бележки

Схващането за ритмиката като проява на закономерност в жизнените функции се появява за пръв път в древния китайски ръкопис „Цзъ-Чжуан“ (722 – 463 г. пр. н. е.). Още тогава това води до практическо приложение – така например акупунктура е била прилагана във време от денонощието, в което органите в човешкото тяло са най-чувствителни към лечебното въздействие. По-късно (IV в. пр. н. е.) Хипократ коментира в афоризмите си наличието на сезонни колебания в честотата на някои заболявания у човека [3], а Аристотел, Плиний и Гален отбелязват наличието на сезонни ритми в размножаването у животни [4].

Първото експериментално проучване на ритмичните промени във физиологичното състояние на организма е осъществено от италианския лекар Санкториус в началото на XVII в. В конструираната от него огромна теглилка (съдържаща цяла стая) той прекарал няколко месеца, изследвайки периодичността в промените на телесната си маса и прозрачността на урината. Така Санкториус пръв установява наличието на месечен ритъм и полага началото на използвания и понастоящем в хронобиологията метод на самонаблюдение (авторитмометрия) [4].

Първите данни за автономност на периодичните явления в живите организми, както и за способността на последните да отчитат време, независимо от наличието или липсата на периодични процеси в околната среда (т.е. – за съществуването на механизма, наричан понастоящем биологичен часовник), са получени от френския астроном Ж.-Ж. дьо Меран в 1729 г. Изучавайки въртенето на Земята и особеностите на осветяването ѝ от Слънцето, дьо Ме-

ран установява експериментално, че растенията запазват денонощния си (24-часов) ритъм на движение на листата дори в условия на пълна тъмнина и при постоянна температура. Така той доказва ендегенния характер на денонощните ритми у растенията [4]. Схващането за биологичния часовник у човека като ендегенен механизъм, свързан с въртенето на Земята около собствената ѝ ос, е представено през 1797 г. от германския учен К. Хуфеланд [3].

През 1814 г. е защитена първата докторска теза в областта на хронобиологията от френския медик Ж. Вире. На базата на клинични наблюдения и количествена обработка на данните, се отстоява становището, че при лечение важно значение има и времето (часът) от денонощието, в което се прилага терапевтичното въздействие. През XIX и първата половина на XX в. открития на учени от Франция (А. П. дьо Кандол, Ш. Рише), Германия (В. Пфефер, Е. Бюнинг), Русия (А. Чижевский), Швеция (А. Йорес) и др. спомагат за утвърждаването на учението за биологичните ритми и изграждането му като обособена самостоятелна интердисциплинарна наука [3, 4, 5]. През 1939 г. е създадено международно научно дружество по изучаване на биологичните ритми, преименувано през 1971 г. в „Международно дружество по хронобиология“. През 50-те, 60-те и 70-те години на XX в. се изграждат съвременните схващания за същността и функционирането на биологичния часовник, открива се местоположението му в организма, изясняват се механизмите на неговото функциониране, утвърждават се специфичните за хронобиологията терминология и методология, възникват нови направления като хрономедицина, хронофармакология и др. Принос за това имат трудовете на учени от Германия (Е. Бюнинг, Ю. Ашоф, Ф. Халберг), Франция (А. Рейнберг), САЩ (К. Питендрай, Р. Мур), Русия (Б. Алякринский, Ю. Романов) и Япония (Ю. Оомура, К. Нагаи). За интереса на българските учени към хронобиологията свидетелства учредяването през 1987 г. на Секция по хронобиология към Дружеството по физиологични науки [3].

ХРОНОБИОЛОГИЯТА КАТО НАУКА

Предмет на хронобиологията

Ритмиката е фундаментално свойство на живата материя и се проявява на клетъчно, организмово и популационно ниво. Ритмите са ендегенни и наследствено обусловени. Биологичният часовник измерва време, автономно създава и поддържа устойчиво ритъм с постоянен период, независимо от наличието или липсата на периодични промени в околната среда и синхронизира ендегенните ритми с жизненоважните за организма периодични явления, каквито са геофизичните цикли. В това се изразява приспособителният характер на ритмите. Изучаването на техните характеристики и на функцията на биологичния часовник, както вече беше споменато, е предмет на хронобиологията.

Хронобиологична терминология

Основно понятие в хронобиологията е понятието **ритъм**, т.е. – наличието на периодичност в колебателните процеси. В тесен смисъл под ритъм (или цикъл) се разбира съвкупността от последователни взаимосвързани промени, включени в интервала между две последователни еднакви състояния (фази) на процеса. Ритмични (циклични, или периодични) са процесите, при които след изтичане на определено време – **период**, процесът достига до същата стойност или състояние. Такива процеси се описват със синусови (косинусови) функции, като освен с продължителността на периода, се характеризират със следните параметри – амплитуда, мезор и фаза [6, 7]. **Амплитудата** на ритъма е половината от разликата между максимума и минимума на косинусоида, описваща процеса. **Мезорът** (*MESOR* – от *Midline Estimating Statistics Of Rhythm*) е средното ниво на изследвания показател за времето на един пълен цикъл. **Фазата** обикновено се представя като **акрофаза** – отстоянието във времето на максимума на косинусоида, измерено спрямо началото на отчитане на времето (обикновено спрямо 00:00 ч. местно време). **Честотата** на ритъма е величина, обратно пропорционална на периода – показва броя на циклите на периодичния процес за единица време. Друг основен термин в хронобиологията е **синхронизация**. Той означава състояние на съгласуваност, при което два (или повече) ритъма в организма и/или външната среда с еднакъв период поддържат стабилно постоянна разлика (отстояние във времето) между техните акрофази. Нарушението на описаната съгласуваност на ритмите се означава като „**десинхронизация**“ [1, 3, 8].

Класификация на биологичните ритми

Ритмите на жизнените функции се класифицират според тяхната честота. **Високочестотните** физиологични ритми (с период по-малък от 30 мин.) – тези на сърдечна дейност, дишане, биоелектрична активност на мозъка и др., не са обект на хронобиологията. **Средночестотни** (с период от 30 мин. до 6 дни) са **приливно-отливните** (*циркатайдалните*; от *tide* – прилив, англ.) и **денонощните** (*циркадианните*) ритми. **Нискочестотни** (с периоди по-големи от 6 дни) са **месечните** (*циркалунарните*) и **годишните** (*циркануалните*) ритми. Поради особено важното значение на циркадианните ритми, ритмите с по-висока честота от тях се означават като **ултрадианни**, а тези с по-ниска – като **инфрадианни** [7].

Циркадианни ритми

Циркадианните ритми заемат централно място в съвременната хронобиология. Ендогенният им, генетично обусловен период, не е точно денонощен (т.е. – не е точно 24 часа), а варира в зависимост от биологичния вид между 20 и 28 часа (у хората е около 25 часа). Ендогенният период се проявява при условия на „свободно протичане“ („*free running*“), наблюдавано в отсъствие

на външни синхронизатори. На това се основава тяхното наименование – **около 24-часови** (*circa* – около, *dies* – ден; лат.) [1]. При обичайни условия циркадианните ритми са синхронизирани с цикъла на осветление – периодът им е равен на денонощието – 24 часа. Регулацията им се осъществява от съвкупност от механизми, които се означават като **циркадианна регулаторна система**. У бозайниците и човека централното звено на системата (биологичният часовник) е разположено в мозъка – в супрахиазматичните ядра на предния хипоталамус. Супрахиазматичните ядра притежават генетично обусловена ендегенна способност да измерват време, да генерират автономно циркадианни ритми, независимо от наличието или липсата на периодични промени в околната среда, както и да синхронизират ритмите с цикъла на осветление [2]. Последният е най-мощният външен синхронизатор на циркадианните ритми у растенията и животните. При определени условия роля на външен синхронизатор могат да играят достъпът до храна и (особено у хора) социалните взаимодействия, особено трудовата дейност. Промени в цикличните социални фактори, напр. при сменна и нощна работа, са способни да предизвикат десинхронизация на циркадианните ритми на някои функции [4, 8].

Приложни аспекти на хронобиологията

Много от патологичните процеси нарушават нормалната ритмика на редица жизнени функции. При десинхронизация на ритмите на някои основни функции се предизвиква предболестно състояние – т.нар. „десинхроноза“, което, ако не бъде отстранено, може да се развие в трайно заболяване. Тези явления са предмет на изучаване на обособен дял от хронобиологията – **хрономедицината** [2, 3, 4]. Различията в ефектите на лечебните въздействия и медикаментите, в зависимост от времето им на приложение през денонощието, са обект на **хронотерапията** и **хронофармакологията**. **Трудовата хронобиология** предлага адекватен подход в организацията на сменния и особено на нощния труд, съобразен с функционалните особености на биологичния часовник у човека, който е дневноактивен вид, с по-висока работоспособност през деня. Това дава възможност за постигане на добри производствени резултати и запазване на здравето на работещите при редица професии, особено при тези с непрекъснат производствен цикъл – добивна, преработваща и химическа промишленост, енергетика, транспорт, съобщения, здравеопазване, армия, полиция, космически полети с престои в космически станции и пр. Броят на сменните и нощни работници понастоящем надвишава 25 % и проявява тенденция за увеличение [8].

Развитие на съвременната хронобиология и Нобеловата награда

Особено важен принос за превръщането на натрупаните знания за биологичните ритми в отделна самостоятелна наука със собствен предмет, специ-

фични методи на изследване и собствена терминология имат няколко учени, които заслужават специално внимание.

На първо място, сред тях е германският биолог **Ервин Бюнинг** (*Erwin Bünning*, 1906 – 1990). Още през 1935 г., в проучвания върху растения и насекоми (**плодовата мушица** *Drosophila melanogaster*), Бюнинг открива две от фундаменталните характеристики на биологичния часовник – неговата генетична природа и способността му да измерва време [9].



Фигура 1. Юрген Ашоф

Друг германски учен с фундаментален принос е **Юрген Ашоф** (*Jürgen Walther Ludwig Aschoff*, 1913 – 1998) – лекар, физиолог и хронобиолог (Фигура 1). Ашоф разкрива механизма, по който ендогенният часовник съгласува ритмите на физиологичните функции с геофизичния цикъл. Той създава и въвежда термина „синхронизатор“ (*Zeitgeber*; нем. – датчик за време), с който се обозначава външният фактор, „сверяващ“ биологичния часовник [10]. В хронобиологията е известно т.нар. „**правило на Ашоф**“ (формулирано и въведено от К. Питендрай, вж. по-долу) за организми, поставени в условия на постоянна светлина – у нощноактивните видове

фазата им на активност се скъсява, а у дневноактивните се удължава.

Следващата голяма фигура е английският хронобиолог **Колин Питендрай** (*Colin Pittendrigh*, 1918 – 1996). Заедно с Бюнинг и Ашоф, Питендрай е считан за „баща на биологичния часовник“ и основател на съвременната хронобиология. Сред основните му приноси са прецизните описания на характеристиките на биологичния часовник у *Drosophila melanogaster* и други



Фигура 2. Франц Халберг

видове и създаването на модела на синхронизация на циркадианните ритми от цикъла светло/тъмно[11].

Последният от групата изключителни учени, изградили съвременната хронобиология като наука, е **Франц Халберг** (*Franz Halberg*, 1919 – 2013) (Фигура 2). Роден е в Румъния, формирал се като лекар и хронобиолог в Австрия и САЩ. Той е авторът на термина „циркадианен ритъм“ [12], както и на почти цялата съвременна хронобиологична терминология. Има водеща заслуга за разработването на количествения метод за оценка на циркадианния ритъм – метода „*cosinor*“ [6, 7]. Той е неуморим и

последователен в организирането на международни проекти за сътрудничество в областта на хронобиологията, с многобройни ученици и последователи по целия свят, наричан от тях в знак на уважение „Lord of Time“. Центърът по хронобиология в Университета на Минеаполис в Минесота носи неговото име.

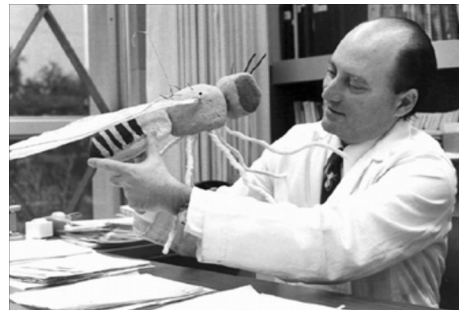
Изграждането и утвърждаването на новата наука хронобиология не е оценено своевременно от Нобеловия комитет. Никой от тези големи учени, вече покойници, не е удостоен с Нобеловата награда по физиология или медицина, въпреки че са били номинирани, някои от тях – нееднократно.

Следващата важна стъпка в прогреса на хронобиологията е идентифицирането на морфологичната структура у бозайниците и човека, изпълняваща функциите на биологичен часовник. През 1971 г американският анатом и невролог **Робърт Мур** (*Robert Y. Moore*, 1931 –) (Фигура 3) описва директна връзка между ретината и **супрахиазматичното хипоталамично ядро** [13] и открива неговата роля като биологичен часовник [14], което е потвърдено и от други изследователи [15, 16]. В последващата си изследователска дейност Робърт Мур разкрива механизмите, чрез които ядрото контролира денонощните ритми в организма, като характеризира цялостно **циркадианната регулаторна система** [17]. Откритието на Мур дава възможност за характеризиране и на механизмите, чрез които биологичният часовник у бозайниците участва в поддържането на постоянството на вътрешната среда на организма – хомеостазата [18].



Фигура 3. Робърт Мур

Паралелно с търсенето на местоположението на биологичния часовник у бозайниците се изследват генетичните основи на биологичните ритми у организми с просто устроена нервна система. Първият успех е резултат от проучвания върху **плодовата мушица** *Drosophila melanogaster* на пионера в тази област **Сеймур Бензер** (*Seymour Benzer*, 1921 – 2007) – американски физик и генетик (Фигура 4). След като през 1947 г. защитава дисертация в областта на физиката на твърдото тяло, Бензер е силно повлиян от книгата „Какво е животът от гледна точка на физиката?“ на големия физик нобелист Ервин Шрьодингер, по-специално от възгледите му за физическата природа на гените и „кода“ на живота. В резултат, Бензер променя интересите си и насо-



Фигура 4. Сеймур Бензер с модел на дрозофила.

ката на научните си търсения, за да се превърне в един от основателите на поведенческата генетика [18]. В експерименти върху *Drosophila* през 1971 г. двамата с неговия докторант **Роналд Конопка** (Ronald Konopka, 1947 – 2015) откриват първите мутанти с променен циркадианен ритъм (с променен период) и идентифицират гена, отговорен за периода на биологичния часовник у *Drosophila* – т.нар „*per*“-ген [19].

Пионерските изследвания върху дрозофили, са последвани от проучвания върху бозайници и водят до откриване на хомоложен „*per*“-ген у хамстери и мишки, както и на други „часовникови“ гени [21, 22]. Предложен е модел за механизма на участието на часовниковите гени в супрахиазматичното ядро в регулацията на циркадианните ритми [23]. С изявени постижения относно характеризирането на генетичния апарат на супрахиазматичното ядро и системна изследователска дейност, включително и понастоящем, е американският хронобиолог **Джозеф Такахаши** (*Joseph Takahashi*, 1951 –), създател на съвременната концепция за „молекулярната архитектура“ на биологичния часовник у бозайниците [24].

След като откриват „*per*“-гена, Бензер и Конопка продължават генетичните си изследвания върху регулацията на циркадианните ритми у *Drosophila*, като към тях се присъединяват и други учени, сред които **Джефри Хол** (*Jeffrey C. Hall*), **Майкъл Росбах** (*Michael Rosbash*) и други [25, 26]. Принос към характеризирането на взаимодействието на „*per*“-гена с други новооткрити „часовникови“ гени имат и редица други изследователи, сред които **Майкъл Ъънг** (*Michael W. Young*) и други [27].

Както вече беше отбелязано, създаването и успехите на съвременната хронобиология не са оценени своевременно от Нобеловия комитет. Ако награда за постижения в хронобиологията беше присъдена през 90-те години на миналия век, най-достойните лауреати биха били тези, които я изградиха като наука – Юрген Ашоф, Колин Питендрай и Франц Халберг. През първото десетилетие на ХХІ в. все още присъстваха и бяха активни такива изтъкнати фигури измежду първостроителите и първооткривателите, като Франц Халберг, Робърт Мур и Сеймур Бензер.

През 2017 г. Нобеловата награда по физиология или медицина беше присъдена на Джефри Хол, Майкъл Росбах и Майкъл Ъънг. Според формулировката на Нобеловия комитет те са удостоени с нея за „откриването на молекулярните механизми, контролиращи циркадианния ритъм“ („*for their discoveries of molecular mechanisms controlling the circadian rhythm*“). Признанието за хронобиологията безспорно носи удовлетворение на хронобиолозите, но остава учудването и изненадата от неадекватния избор на Нобеловия комитет, пренебрегнал имена с добре известни собствени приноси за механизма на биологичния часовник у бозайници, в полза на такива, чийто осно-

вен принос (при това споделен с други като тях) се състои основно в детайлизиране на направени от други учени открития у насекоми.

Литература

- [1] F. Halberg. Chronobiology. *Annual Review of Physiology* 31: 675-725, 1969.
- [2] А. Стойнев, О. Икономов, Н. Врабчев, А. Куртев. *Биоритми*. Медицина и Физкултура, София, I изд. 1982, 96 стр.; III изд. 1991, 134 стр.
- [3] А. Г. Стойнев, А. Д. Куртев, О. Х. Икономов. Хронобиология и хрономедицина. *Съвременна медицина* 51(1): 3-7, 2000.
- [4] A. Reinberg, M. H. Smolensky (Eds). *Biological rhythms and Medicine*. Springer-Verlag, New York, 1983, 305 pp.
- [5] К. М. Быков (Ред.) *Опыт изучения периодических изменений физиологических функций в организме*, Изд. АМН СССР, Москва, 1949, 224 стр.
- [6] F. Halberg, E. A. Johnson, W. Nelson, W. Runge, R. Sothorn. Autorhythmometry – procedures for physiologic self-measurements and their analysis. *Physiology Teacher*, 1: 1-11, 1972.
- [7] F. Halberg. *Glossary of Chronobiology*. Casa Editrice Il Ponte, Milano, 189 pp, 1977.
- [8] А. Г. Стойнев, Н. К. Минкова. *Сменна и нощна работа: хронобиологичен аспект*. НАСКО-1701, 1994, 96 стр.
- [9] E. Bünning. Zur Kenntnis der endogenen Tagesrhythmik bei Insekten und Pflanzen. *Jarbuch wiss Botan.* 81: 411-418, 1935. *Berichte der Deutschen Botanischen Gesellschaft*, 53: 594-623, 1935.
- [10] J. Aschoff. Exogenous and Endogenous Components in Circadian Rhythms. *Cold Spring Harbor Symposia of Quantitative Biology* 25: 11-28, 1960.
- [11] C. S. Pittendrigh. Circadian Rhythms and the Circadian Organization of Living Systems. *Cold Spring Harbor Symposia of Quantitative Biology* 25: 159-84, 1960.
- [12] F. Halberg. Physiologic 24-hour periodicity: general and procedural considerations with reference to the adrenal cycle. *Zeitschrift für Vitamin-, Hormon- und Ferment-forschung*, 10: 225-296, 1959.
- [13] R. Y. Moore, F. Karapas, N. J. Lenn. A retinohypothalamic projection in the rat. *Anatomical Records* 169: 382-383, 1971.
- [14] R. Y. Moore, V. B. Eichler. Loss of a circadian adrenal corticosterone rhythm following suprachiasmatic lesions in the rat. *Brain Research*, 42: 201-206, 1972.
- [15] F. K. Stephan, I. Zucker. Circadian rhythm in drinking behavior and locomotor activity of rats are eliminated by hypothalamic lesions. *Proceeding of the National Academy USA* 69: 1583-1586, 1972.
- [16] A. Stoynev, O. Ikonov, N. Tarkolev, A. Shisheva. Effects of suprachiasmatic nuclei (SCN) lesions on the circadian variations in PRA and IRI in the rat. *Acta Physiologica Hungarica* 56: 431-435, 1980.

- [17] R. Y. Moore. Entrainment pathways and the functional organization of the circadian system. *Progress in Brain Research* 111: 103-119, 1996.
- [18] O. C. Ikonomov, A. G. Stoynev, A. C. Shisheva. Integrative coordination of circadian mammalian diversity: neuronal networks and peripheral clocks. *Progress in Neurobiology* 54(1): 87-97, 1998.
- [19] S. Benzer. From the Gene to Behavior. *JAMA: The Journal of the American Medical Association*, 218(7): 1015-1022, 1971.
- [20] R. J. Konopka, S. Benzer. Clock mutants of *Drosophila melanogaster*. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 68(9): 2112-2116, 1971.
- [21] J. S. Takahashi, L. H. Pinto, M. H. Vitaterna. Forward and reverse genetic approaches to behavior in the mouse. *Science* 264:1724–1733, 1994.
- [22] M. H. Vitaterna, D. P. King, A. M. Chang, J. M. Kornhauser, P. L. Lowrey, J. D. McDonald, W. F. Dove, L. H. Pinto, F. W. Turek, J. S. Takahashi. Mutagenesis and mapping of a mouse gene, Clock, essential for circadian behavior. *Science* 264:719–725, 1994.
- [23] O. C. Ikonomov, A. G. Stoynev. Gene expression in suprachiasmatic nucleus and circadian rhythms. *Neuroscience and Biobehavioral Reviews* 18(3): 305-312, 1994.
- [24] J. S. Takahashi. *Molecular Architecture of the Circadian Clock in Mammals*. In: Paolo Sassone-Corsi & Yves Christen (Editors). A Time for Metabolism and Hormones, pp. 13-24, Springer, Heidelberg, New York, Dordrecht, London, 2016.
- [25] M. S. Dushay, R. J. Konopka, D. Orr, M. L. Greenacre, C. P. Kyriacou, M. Rosbash, J.C. Hall. "Phenotypic and genetic analysis of Clock, a new circadian rhythm mutant in *Drosophila melanogaster*. *Genetics*, 125(3): 557-578, 1990.
- [26] X. Liu, L. J. Zwiebel, D. Hinton, S. Benzer, J. C. Hall, M. Rosbash. The period gene encodes a predominantly nuclear protein in adult *Drosophila*. *The Journal of Neuroscience*. 12(7): 2735–2744, 1992.
- [27] A. Sehgal, A. Rothenfluh-Hilfiker, M. Hunter-Ensor, Y. Chen, M. Myers, M. Young. "Rhythmic expression of timeless: a basis for promoting circadian cycles in period gene autoregulation". *Science*. 270 (5237): 808–810, 1995.

BIOLOGICAL CLOCK AND CHRONOBIOLOGY – FROM ANTIQUITY TO THE NOBEL PRIZE

Alexander G. Stoynev

Periodicity is a basic property of the living matter. Records documenting the existence and the importance of biological rhythms in plants and animals date back to at least 722-463 B.C. Chronobiology is a science that studies the „time structure“ of the biological systems. The master biological clock in the hypothalamic suprachiasmatic nucleus controls circadian rhythms in mammals and humans. „Clock“ genes are involved in the generation of the circadian rhythms and the biological clock is synchronized to the geophysical (light/dark) cycle by a direct photic input. The data obtained from modern chronobiological studies are now applied to optimize medical practice, shift work schedules in industry, transport, communications, police, army, space flights etc. The achievements of chronobiology were recognized by granting the Nobel prize for physiology or medicine for the discovery of molecular mechanisms controlling the circadian rhythm.

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

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

ЛУМИНЕСЦЕНТНО ДАТИРАНЕ В АРХЕОЛОГИЯТА ЧАСТ II

Няколко примера за възможно OSL-датиране в България

(продължение от бр. 3/2017)

Любомир Цонев

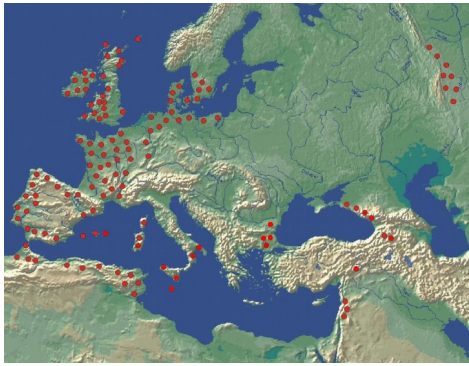
В първата част от настоящата студия бяха обяснени основите на сравнително нов метод за датиране (оптически стимулирана луминесценция – OSL), който има изключително широка потенциална приложимост в археологията. Тук ще посочим няколко примера, където обективното датиране може да помогне в доста сложни ситуации.

Долмените в България

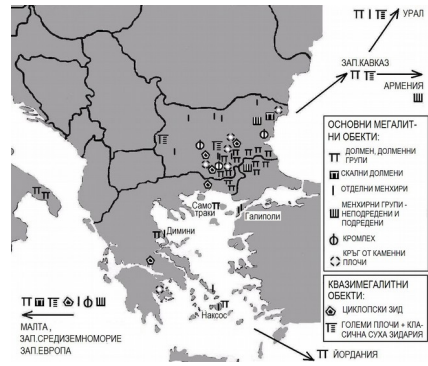
Западноевропейските долмени са общо взето най-стари (XL – XX в. пр. Хр.). Кавказките и Уралските мегалити са официално датирани в XXV – XV в. пр. Хр. Арменските мегалити се смятат още по-възрастни [1, 2]. Българските долмени по официалното мнение и конвенционално датиране са построени в интервала XII – VI в. пр. Хр., а за възрастта на менхирите в България няма дори оценки. По такъв начин ситуацията се оказва някак парадоксална: хронологично те се оказват много по-млади както от Западноевропейските, така и от Кавказките и Уралските. Нещо повече – балканските мегалити се оказват последните, най-късно създадени мегалити в света, заедно с корейските и японските! Това състояние поражда недоумение и налага проверка с всички достъпни методики. Ето пример (Фигура 1) за долмени от Балканите и от Урал, като вторият се оказва с поне 1000 години по-древен от първия, а това твърдение изглежда доста съмнително.



Фигура 1. Съпоставка на долмен в България (ляво) и долмен в Урал (дясно)



Фигура 2. Мегалитните находища в Европа и Средиземноморието [1]



Фигура 3. Балканско мегалитно находище и съседните находища

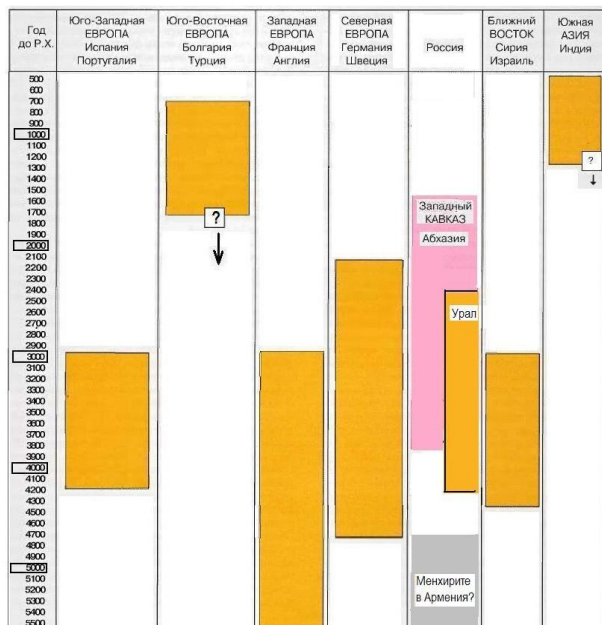
От методологично гледище се получава интересен проблем – от онзи вид проблеми, които обикновено дават тласък за развитието на научното познание. Ако проверките **не потвърдят** конвенционалната датировка, а дадат по-старо датиране, съвместимо със съседните споменати находища, **общоевропейската картина ще стане добре самосъгласувана**. Ако обаче проверките с нови методи **потвърдят** конвенционалните оценки, тогава ситуацията изглежда **нелогична** и се изисква основно преосмисляне, търсене на причините, поради които Балканското мегалитно находище се появява с толкова голямо закъснение в район, заобиколен от подобни близки, но все много по-стари находища. Споменатите обстоятелства изискват поточно пряко датиране на Балканските мегалити с модерни и адекватни физични методи. Оптично стимулираната луминесценция е напълно подходяща за тази цел. Тя може да се приложи по два начина, които се допълват, а не се заместват и конкурират.

Засега мегалитите по света най-често се датират по вида и химичния анализ на крайно оскъдните артефакти, открити наоколо. Артефактите (парчета керамика, овъглени органични останки, кости и др. подобни) не винаги дават сигурна датировка на обекта, понеже е възможно да са попаднали в почвата и по-късно. Но дори да допуснем синхронност между тях и мегалитите, налице са парадоксални изводи в съвременната литература.

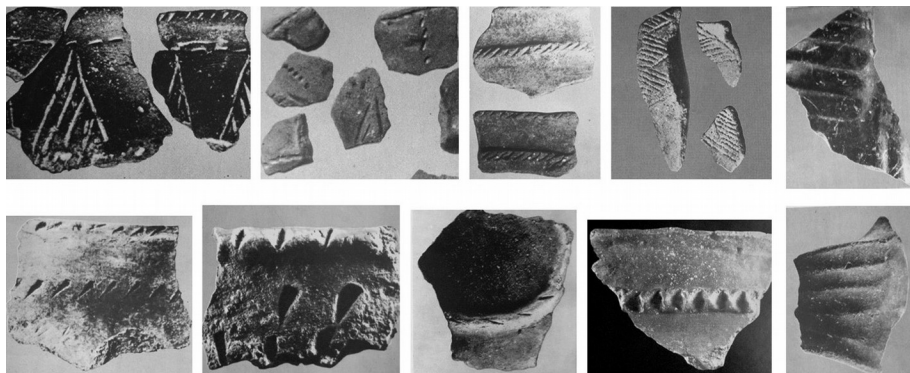
Оказва се, че съвсем подобни помежду си глинени фрагменти от Балканите се датират по класически път като много по-късни (I хил. пр. Хр.), отколкото в Урал (III – II хил. пр. Хр.), където се датират с луминесцентна техника!

В тази ситуация може да се предложат два пътя.

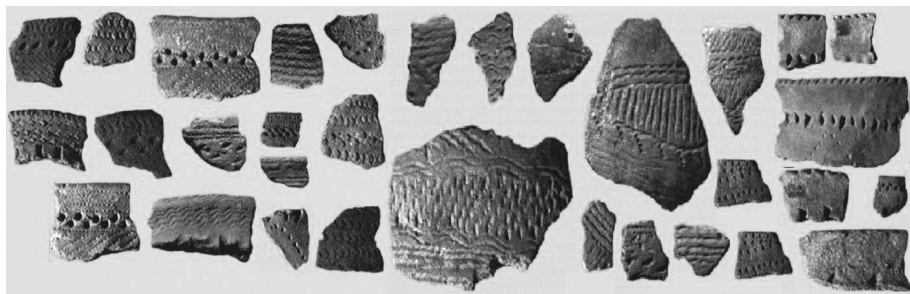
Единият: фрагментите от печена керамика от българските мегалити също да се подложат на OSL-датиране, за да бъде датировката им обективно сравнена с уралската.



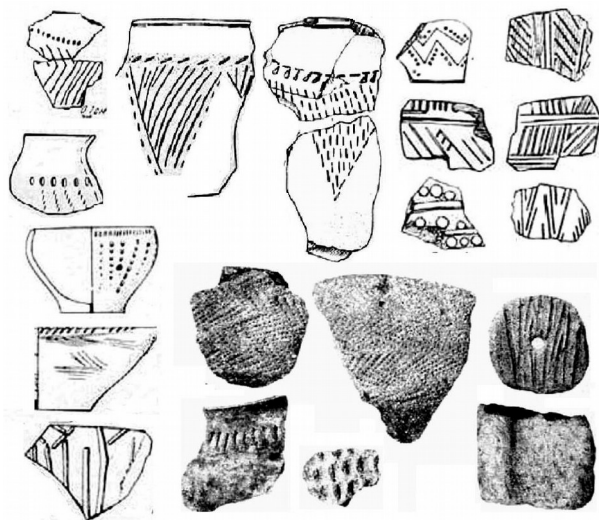
Фигура 4. Съпоставка между датировките на мегалитните райони в Европа и Азия [1]



Фигура 5. Артефакти от долмените в България. Подобни са и в Гръцките Родопи

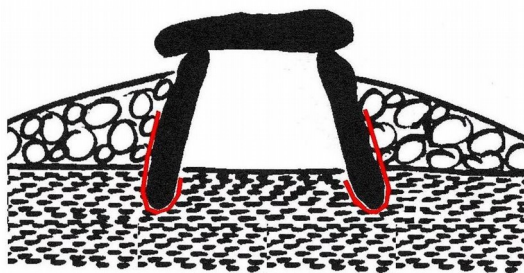


Фигура 6. Артефакти от долмените в Урал



Фигура 7. Артефакти от долмените в Кавказ

Вторият: да се извърши OSL-датиране по кварцовите зърна, съдържащи се в онези участъци от повърхността на самите скални блокове, които при забиването им в почвата са останали на тъмно и оттогава не са били осветявани от слънцето (Фигура 8).



Фигура 8. Зони в долмените, подходящи за оптично датиране

Има още един вид проблеми, свързани с мегалитите в България, които **можеше** да се атакуват с оптично датиране, ако археолозите навреме бяха съобразили своите разкопки с тази възможност. Става дума за два уникални мегалита, които вероятно доста по-късно след създаването им са били затрупани допълнително под пръстени могили: (1) кромлехът под могила, открит и разкопан през 2002 г. от Г. Китов при с. Старо Железаре, Пловдивско [3, 4] и (2) долменът под могила в местността Мангъра, Сакар планина, разкопан от екипа Д. Агре и Д. Дичев през 2010 г. [5]. За съжаление археолозите разкопаха тези два обекта много прибързано, без никакви консултации с колеги от областта на археометрията, и така лишиха науката от възможността да датират по физични методики както момента на създаването на самите мегали-

ти, така и момента, когато са били затрупани под допълнителен пръстен насип.

Втори голям кромлех у нас бе открит при с. Долни Главанак, Източни Родопи, през 1998 г. от Г. Нехризов [6]. Обектът не е бил под могилен насип. Там проблемът е друг: в процеса на проучване е предприета и реставрация – практически всичките менхири, които го съставляват, са били повдигани, местени, укрепвани с чакъл, с дренажи и т.н. Така в основата им, там, където са били отначало забити в терена и където би могло да се приложи оптично-то датиране, автентичната среда е ликвидирана, а заедно с нея – и възможността за оптично датиране.

Въпреки очевидната адекватност на луминесцентното датиране спрямо мегалитите, едва през 2015 – 2016 г. е предприет сериозен опит да се приложи този метод към мегалити, в частност към долмени в Испания [7].

Менхирите в България: девташите край Плиска

1. Малко история по въпроса

Карел Шкорпил публикува в албум [8] снимки на десетки менхири в този район (Фигура 9). Голяма част от тях са щастливо оцелели до днес, макар все още да са съвсем слабо изучени и дори да не са изцяло картирани.



Фигура 9. Снимки на девташите край Плиска [8]

Карел Шкорпил в първите си публикации, а също и Стамен Михайлов по-късно, тълкуват менхирите-девташи като много стари праисторически па-

метници, подобни на западноевропейските менхири, с което всъщност ги извеждат поне от II – III хил. пр. Хр. (вж. напр. [9]).

По-късно К. Шкорпил променя мнението си и ги обявява за ранно-български паметници от VI – VIII в. Той отбелязва, че **под камъните не са открити следи от погребения** и затова предполага, че девташларите са служили за събрания с ограничен кръг участници, а седналият на престола, обърнат към цялата група, бил „председател“ [10].

Тази теза се подхваща и се налага практически безалтернативно в нашата историческа наука от Геза Фехер, Анчо Калоянов [10], Веселин Бешевлиев [11], Станчо Ваклинов [12], Рашо Рашев [13].

Според Рашо Рашев девташларите са мегалитни паметници на българската езическа култура [13]. Те са поменални езически съоръжения и имат връзка с обичаи и обреди на прабългарската столична аристокрация от VIII – IX в. [14].

Ще добавя тук съвсем скорошно изявление, което напълно се покрива с възприетите едновековни клишета – интервю с доц. Здравко Ждраков по Българското национално радио [15]:

*„През VII в. прабългарите, предвождани от хан Аспарух, преминават на юг от река Дунав и през 681 г. създават там своя държава.... Първата столица на младата българска държава е Плиска... Някъде в онези легендарни времена из тези земи се появяват балваните – древни каменни фигури. Техният произход и по-точна датировка вече повече от век са предмет на изследвания и спорове... Думата „балван“ можем да приложим както към древните статуи, известни като „каменни баби“, така и към **девташите, засвидетелствани в района на Първата българска столица Плиска... Девташите можем да наречем още „побити камъни“... Какво обаче ни дава право да определим, че именно прабългарите са създатели на балваните? ...Това е най-големият проблем – датирането на каменните баби. Един от големите доводи е географското им разположение. Те се намират в близост до българската столица Плиска“.***

2. Недостатъци на досегашните възгледи за девташите

Днешната официална трактовка има **сериозни методологични недостатъци**, които ще изброя накратко.

- Първи недостатък – Тя (Г. Фехер, В. Бешевлиев, Р. Рашев, Здр. Ждраков) се основава практически само върху **географската близост на менхирите-девташи до древното селище Плиска, където е била първата българска столица**. Никакви находки от археологичните разкопки не могат да докажат тази общоприета днес теза [13]. Единствено върху тази близост се основава твърдението, че това са ранно-български паметници.

- Втори недостатък – Всички автори *практически игнорират менхирите от неподредените групи* и съсредоточават вниманието си изключително върху подредените групи.
- Трети недостатък – Дори и след тази необоснована стъпка не се подхожда коректно – *фетишизира се бройката в подредените групи такава, каквато е посочена от К. Шкорпил в началото на XX в.* Никой от споменатите автори не отчита очебийния факт за огромните разрушения на менхири през вековете.
- Четвърти недостатък – Нито един от досегашните историци и археолози, занимаващи се с т.нар. прабългари, не предлагат обективно датиране на паметниците. Останалите историци и археолози изобщо не се докосват до въпроса за девташите, понеже девташите се смятат официално окончателно обвързани единствено с прабългарите... (VIII в. сл. Хр.).

3. Разкопките на Р. Рашев и обективното датиране

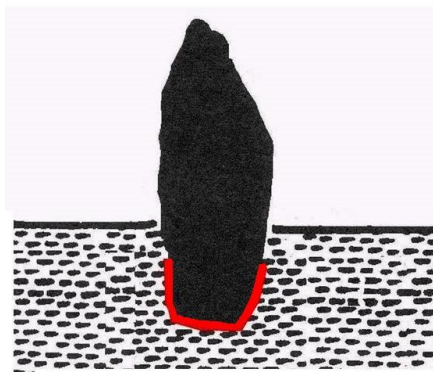
В последните десетилетия въпросът за датирането на девташите заглъхна и изглежда се смята за приключен, завинаги твърдо установен [16]: края на VIII – първата половина на IX в. сл. Хр. Но той отново е повдигнат и критично обсъден от немския археолог Уве Фидлер.

В по-ранната си публикация [17] авторът се солидаризира с българските проучватели (Бешевлиев, Рашев и др.), че девташите вероятно имат поменална, мемориална функция, но отбелязва, че бедността на намерения в разкопките инвентар **не е достатъчна** девташите да бъдат убедително датирани и приписани на прабългарите. Според него тези паметници били създадени още по-късно, най-вероятно в XI – XII в., от други степни номади (кумани или печенег), посетили околностите на Плиска **след** основаването на Първата българска държава.

В един по-късен обзор [18] Фидлер отново настоява, че хипотезата за прабългарския им произход и досега не може да се смята за сериозно и надеждно доказана с археологични средства:

*„Специална група археологични паметници, асоциирани с предхристиянска България, представляват вертикални камъни, подредени в редове, в групи от по няколко реда, така че да образуват превозъгълник, или формирани неподредени групи... Обичайно те се интерпретират като мемориални съоръжения... Обаче разкопките, проведени досега, не са дали доказателство, че тези паметници могат да се датират между седми и девети век... **Невъзможно е да се датират с каквато и да е степен на точност... [Затова] атрибуцията на девташиларите към българите засега трябва да си остане ориентировъчна, макар и доста вероятна.**“*

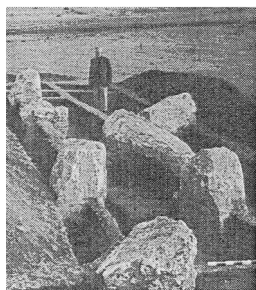
Както се вижда, без модерни обективни техники за датиране, каквото е например датирането с оптично стимулираната луминесценция (OSL), въпросът за същината и появата на девташите ще продължава да бъде неясен. Специално ще отбележа обаче, че възможността за провеждане на таква сериозно датиране зависи не само от желанието на бъдещите учени и от закупуването на съответното техническо оборудване, но и от начина, по който са били проведени всичките досегашни кампании за разкопки (К. Шкорпил – 1901, Ст. Михайлов – 1946–7, Р. Рашев – 1982–4) – дали са били проведени внимателно и компетентно или по невнимание или незнание са унищожили самата възможност за прилагане на споменатия метод. Проблемът е там, че за да се приложи успешно OSL, трябва подземната повърхност на мегалитите да не е била разкривана и осветявана от слънцето от момента на забиването им до днес. На Фигура 10 очертанието в долната част на менхира показва съществени участъци от повърхността, където се съхранява информацията за датирането.



Фигура 10. Участъци от повърхнината на мехирите, допускащи обективно датиране с OSL

За съжаление Р. Рашев е провел разкопките си така, че има огромна вероятност поради неосведомеността му относно луминесцентната методика и поради неудържимото му желание да прерови терена *дори под* камъните, практически да е разкрил подземната повърхност на забитите камъни в толкова значителна степен, че завинаги да е отнел възможността за достоверно OSL датиране в бъдеще. За да се убедим в това, е достатъчно внимателно да разгледаме снимките от разкопките на Фигура 11 [13] и Фигура 12 [19].

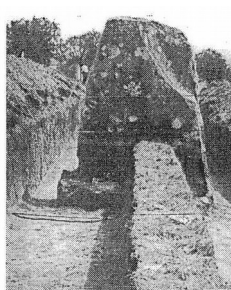
Често се обсъжда случаят с гроба при камък 24 от група 19 (Фигура 13). Въпреки желанието на разкопвача да покаже синхронност между камъка и погребението, няма никаква сигурност, че побитият камък има каузална връзка с погребението – то би могло да е извършено непосредствено до него, доста по-късно от забиването на самия камък в терена. Подобно е положението с погребаните тук-там животни *между* камъните.



Група 18, траншеи от разкопките



Група 25, камъни 1 - 7



Група 25, камък 12



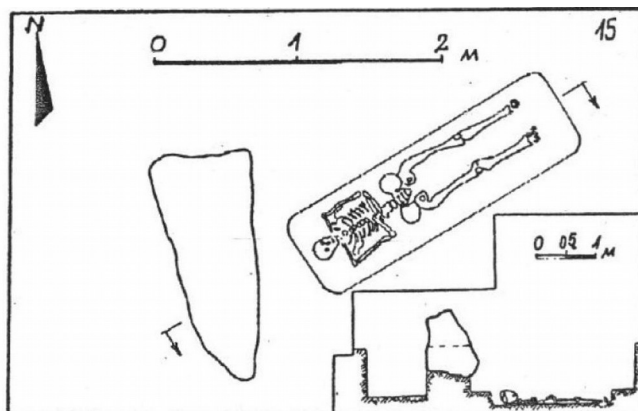
Група 25, камък 12

Фигура 11. Снимки от разкопките на девташиите край Плиска [13]



Обр. 4 Девташлари група 26, изкопи III-IV/ 2004 (фото И. Кънев).

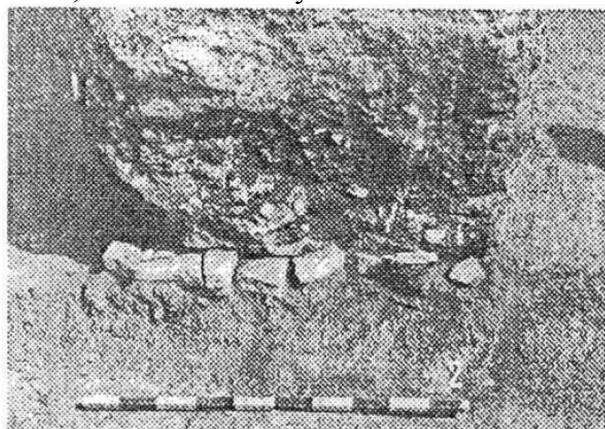
Фигура 12. Снимка от разкопките на девташиите край Плиска [19]



Група N19. Гроб при камък N24

Фигура 13. Ситуацията с погребението до камък № 24 [13]

Подобен коментар можем да дадем и за прочутите тухли **под основата** на камък 2 от група 48, както гласи оригиналният надпис под снимката (Фигура 14). Очевидно е, че тухлите **не са под основата, а встрани от основата, непосредствено до основата**, но на нейното ниво. Никакъв проблем не е било за древните хора, по незначайни обредни съображения, да подкопаят ортостата и да оформят дупка до основата му, чието дъно да застелят с тухли, за да извършат после някакъв ритуал, от който тук не са запазени следи (по ирония на съдбата по подобен начин самият Р. Рашев разкопава основите на девташите). Това се е случило еднократно в цялата област около Плиска – Златна нива – Царев брод, така че не става дума за систематична практика, а за уникално събитие, което не е достатъчно основание за обобщения. Непреките съображения за датирането никога не могат да заместят еднозначното обективно датиране по подземната повърхнина на самия забит камък. В случая методът OSL би могъл да датира поотделно както забиването на камъка, така и самите тухли!



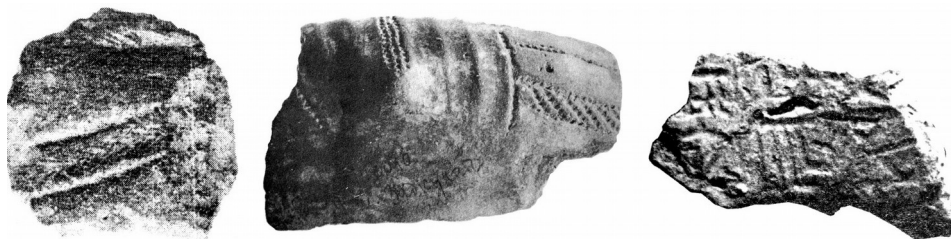
Тухлена настилка под основата на камък N2 от група N48

Фигура 14. Тухли ДО основата на камък № 2 [13]

Очевидно историята на нашите земи в периода VI – VIII в. не е вътрешно съгласувана. Очевидно обективното датиране на девташите – там където все още е възможно! – е единствената надежда за логично подреждане на историческата картина в тази епоха.

Уникален подземен храм-кладенец от сардински тип край Брезник

При с. Гърло, Брезнишко, има подземен храм-кладенец, който съдържа доста мегалитни белези в структурата си [20-23]. Датирането обаче засега е несигурно. Върху основата само на примитивния външен вид на сухата зидария и също на външния вид на съвсем оскъдни керамични фрагменти, открителката го датира в XIV – XIII в. пр. Хр.



Фигура 15. Керамични фрагменти от храма-кладенец при с. Гърло

Някои от архитектурните му елементи обаче (същински вместо фалшив свод, арка с клин при върха) се появяват в световната архитектура според днешните ни разбирания доста по-късно, в ранната римска епоха. Някои археолози отнасят съоръжението дори към късноантичната/ранновизантийската епоха V – VI в. сл. Хр.

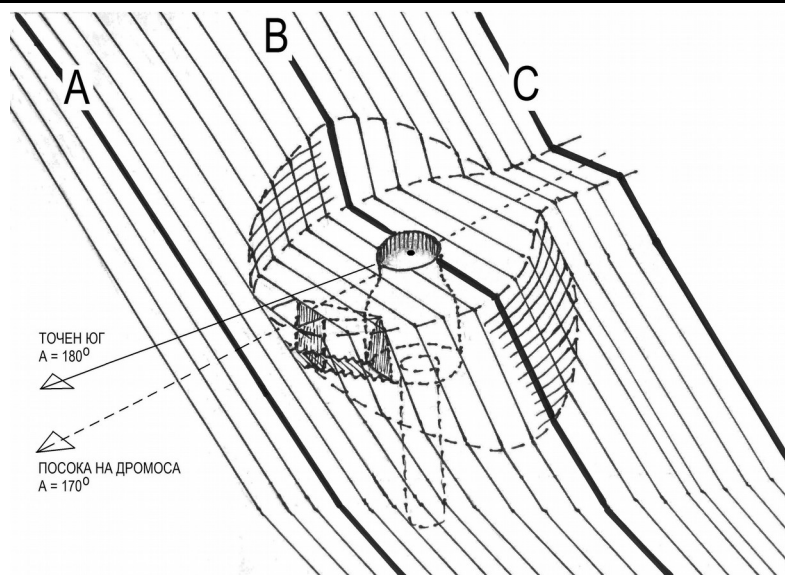


Фигура 16. Подземен храм-кладенец при с. Гърло, Брезнишко

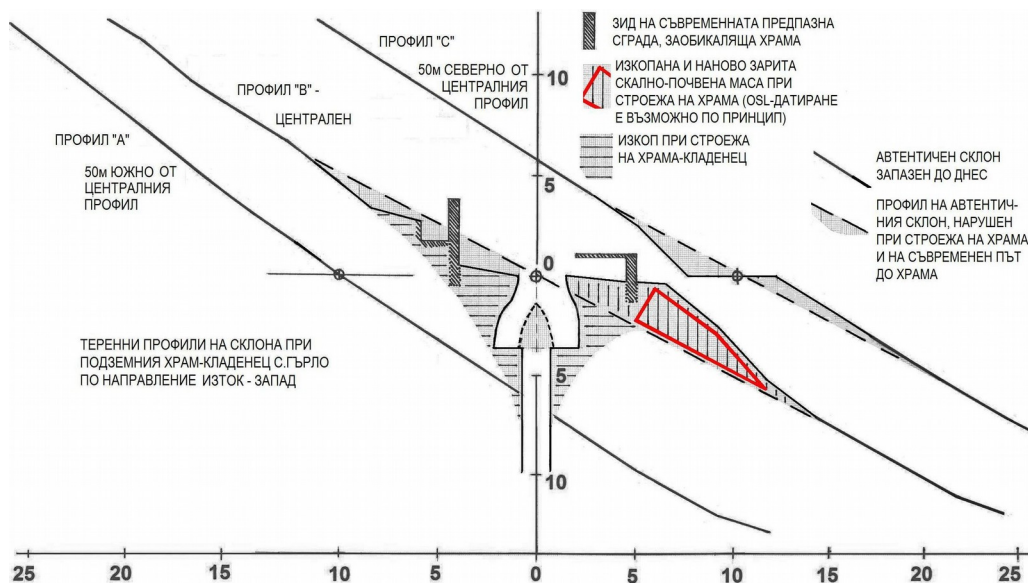
В тази противоречива ситуация също могат да се предложат поне две решения.

Едното: запазените керамични фрагменти – ако има такива – да се подложат на обективно OSL-датиране.

Другото решение е свързано с пръстта, която при строежа на храма е била изкопавана от планинския склон и струпвана по склона под нивото на храмовата площадка. Докато е траел този процес, изкопаваната пръст е била осветена от слънцето достатъчно, за да се изтрие геологичният запис в нейните кварцови песъчинки. От изграждането на храма до днес изкопаната навремето пръст е останала затрупана под своя собствен най-горен повърхностен пласт. Следователно, в подповърхностната маса от изкопана пръст и камъни са изпълнени необходимите и достатъчни условия, за се приложи OSL-датиране. За да убедя читателите, че тази възможност не е абсурдна, ще спомена само, че именно така проф. Г. Вагнер (*Günther A. Wagner*) от Германия е датирал прочутите рисунки върху платото Наска в Перу [24].



Фигура 17. Топографско разположение на подземния храм-кладенец при с. Гърло, Брезнишко



Фигура 18. Реконструкция на строителния процес, струпана пръст по склона на хълма

Черкви със спорно датиране

Като илюстрация на една често срещана ситуация вземам храма „Св. Димитър“ в с. Баткун (днес квартал от с. Паталеница), Пазарджишко. Анализирайки вида на храма и стиловите белези на стенописите в него, изкуствове-

дите го датират в XII в. По-късно в храма бил намерен гроб от края на XI в. и тогава по археологични съображения се променя датирането – поне към средата на XI в. [25].

Много по-сериозен проблем възниква, обаче, ако разгледаме подробно долния пояс от зидовете на стените. Там се забелязва, че каменните блокове са споени с хоросанова мазилка, която е съвсем типична за ранната византийска или дори за късната римска епоха IV – VI в. В зида са вградени и римски тухли. Както обясних вече по-горе, в такъв случай е възможно да се извърши пряко OSL-датиране на самия хоросан, който очевидно е еднозначно свързан с момента на градежа на храма – за разлика от погребението и от стенописите.



Фигура 19(а,б,в). Храмът „Св. Димитър“ в с. Баткун (Паталеница) – изглед и детайли

За съжаление единствената културно-историческа сграда в България, която до днес е датирана по луминесцентен път и то по инициатива на холандския изследовател Махиел Кил (*Machiel Kiel*), е имаретът при тюрбето на Кадемли баба край Нова Загора [26]:

„В последната си статия за текето на Кадемли баба М. Кил съобщава, че е направил опит да датира няколко тухли от имарета чрез прилагане на т.нар. термолуминесцентен метод, който авторът горещо препоръчва, защото според него е ‘най-достоверният метод за датиране’. Доказано е, че тухлите, подложени на изследване за датиране чрез този метод, са от периода 1545 – 1575 г.“.

Заклучение

Луминесцентното датиране непрекъснато се усъвършенства и става все по-надеждно. То има най-масова основа за приложение в археологичните находки – кварцови песъчинки. В комбинация с всички други възможни методи то може да бъде изключително полезно при анализа на находки в България. То още не е усвоено и не се практикува в България, за разлика от нейните съседи – Гърция и Турция.

Затова е крайно наложително: /1/ да се създаде лаборатория по луминесцентно датиране и в България, /2/ която да се комплектова с модерна техника

и /3/ с модерно обучен персонал, а също така /4/ да се разясни на археологичната гилдия какви минимални условия трябва да се спазват при разкопките, за да не се ликвидира завинаги възможността от прилагането на оптично датирание в проучените обекти, макар и в някакво бъдеще време.

Не става дума за натрапване на нов метод, става дума за добавяне на нов метод към досегашния арсенал. При това винаги – нека си припомним началото на тази статия – в рамките на интердисциплинарен екип от специалисти: археолози, геолози, археобиолози, химици, геофизици, специалисти по радиация и оптика. Това доказано е печеливш подход в развитието на науката.

Литература

- [1] В. А. Трифонов, Что мы знаем о дольменах Западного Кавказа и чему учит история их изучения – В: *Дольмены – современники древних цивилизаций*, Краснодарское книжное издательство, Краснодар 2001, стр.20-53.
- [2] Л. Цонев, Мегалитните находища около Черно море – *Авитохол*, кн.35, 2015, стр.55-66.
- [3] Г. Китов, *Тракийски култов център Старосел*, изд. Славена, Варна 2003.
- [4] Г. Китов, *Могили, храмове, гробници (записки на един могиляр)*, изд. ТЕМП, С., 2008.
- [5] Д. Агре, Д. Дичев, Долмен в м. Мангър тепе в землището на с. Хлябово, община Тополовград, през 2010 г. – *АОР през 2010 г.*, изд. НАИМ – БАН, София 2011.
- [6] Г. Нехризов, Тракийски култов мегалитен паметник (кромлех) при с. Долни Главанак – *Известия на Историческия музей в Хасково*, кн. 2, 2003, стр. 23-139. „Повече от 100 археологически открития в България“, изд. Фют, София 2005.
- [7] С. Athanassas, L. G. Sanjuán, K. Theodorakopoulou, M. Jain, R. Sohbati, G. Guerin, J.A.L. Rodríguez, Testing the Potential of Optically Stimulated Luminescence (OSL) for the Dating of the Antequera Megaliths (Málaga, Spain): Assessing the Results of the First Round of Sampling – *MENGA – Journal of Andalusian Prehistory*, Vol. 6, No. 7, 2016, pp. 157-167.
- [8] К. Шкорпил, *Абоба-Плиска*, илюстративна притурка към том 10 от *Известия на Руския Археологически институт в Константинопол*, Виена 1905 г.
- [9] К. и Х. Шкорпил, „Североизточна България в географическо и археологическо отношение“ – *Сборник за народни умотворения, наука и книжнина*, книга VII, изд. Министерство на народното просвещение, С., 1982, стр. 3-83.
- [10] А. Калоянов, „Девташларите и Русалските гробища (Към въпроса за посветителните обреди за юноши в българското езичество)“ – Интернет: Литернет, 2008: <http://litenet.bg/publish/akaloianov/stb/rusalski.htm>

- Статията е публикувана в сборника *Историко-археологически изследвания в памет на проф. д-р Станчо Ваклинов*, ВТУ, Велико Търново, 1994, с. 187–193.
- [11] В. Бешевлиев, *Първобългарите. История, бит и култура*, Пловдив 2008.
- [12] Ст. Ваклинов, *Формиране на старобългарската култура VI–XI век, Глава III Старобългарската култура през езическия период (края на VII – средата на IX в.)*
Интернет 2008: http://www.promacedonia.org/sv/sv_3_3.htm
- [13] Р. Рашев, „Девташларите – мегалитни паметници на българската езическа култура“ – *Плиска-Преслав*, т. 5, стр. 5–31, 1992.
- [14] Р. Миткова, „Биографичен очерк за проф. Р.Рашев по повод смъртта му“, Интернет 2008: http://rikka.co.uk/inmemory/index.php?option=com_content&task=view&i=27&Itemid=48
- [15] З. Ждраков 2017: Интервю на Миглена Иванова с доц.Здравко Ждраков по Българското национално радио „*Прабългарски каменни баби и девташи*“, публикувано в Интернет на 29.08.2017 на адрес <http://bnr.bg/post/100867753/prabalgarski-kamenni-babi-i-devtashi>
- [16] Ст. Дончева, Т. Тихов, „Археологически проучвания на средновековни обекти в Шуменско през последните десетилетия (Кратък обзор на проучванията до 2008г.)“ – *Известия на историческия музей Шумен*, Книга 15, Шумен 2014, стр. 79-105.
- [17] Uwe Fiedler, Studien zu Gräberfeldern des 6. bis 9. Jahrhunderts an der unteren Donau, Teil 1 – *Universitätsforschungen zur prähistorischen Archäologie, Band 11*, Dr. Rudolf Habelt GmbH, Bonn 1992, S. 324-326.
- [18] Uwe Fiedler, Bulgars in the Lower Danube Region. A Survey of the Archaeological Evidence and of the State of Current Research – In: *The Other Europe in the Middle Ages. Avars, Bulgars, Khazars and Cumans*, Vol. 2, Eds. Fl. Curta and R. Kovalev, Publ. by Brill, Leiden, Boston, 2008.
- [19] Р. Рашев, Ст. Станилов, Ст. Стойчев, Кабиюк. *Ранносредновековен могилен комплекс*, Изд. Класика и стил, София 2014.
- [20] Л. Цонев, Храмът-кладенец в село Гърло: състояние и реставрация, *Паметници, реставрация, музеи*, февруари-април 2012, стр. 64-71.
- [21] Л. Цонев, Гипотеза об астрономической функции подземного колодца сардинского типа в Болгарии – *Archaeoastronomy and Ancient Technologies*, Vol.1, No.1, 2013, pp. 89-100.
- [22] Л. Цонев, Топографическая проверка археоастрономической гипотезы о функции подземного колодца сардинского типа в Болгарии – *Archaeoastronomy and Ancient Technologies* Vol.2, No.1, 2014, pp. 43-49.
- [23] L. Tsonev, Underground Well Temple in Bulgaria: Architectural and Archaeoastronomical Analysis – *Advances in Bulgarian Science*, 2013, pp. 34-42.

- [24] *New Technologies for Archaeology: Multidisciplinary Investigations in Palpa and Nasca, Peru*, Eds. Markus Reindel, Günther A. Wagner, Springer Verlag Belrin Heidelberg, 2009.
- [25] Ю. Минева-Милчева, Е. Александрова, *Пътеводител на куловата архитектура в България – християнски, еврейски, мюсюлмански паметници. Част I – Западна България*, изд. Българско национално наследство – Фердинандеум, София 2006.
- [26] Л. Миков, *Куловата архитектура и изкуство на хетеродоксите мюсюлмани в България XVI – XX век*, III издание, изд. Марин Дринов – БАН, София 2012.

LUMINESCENCE DATING IN ARCHAEOLOGY – ESSENCE AND APPLICATIONS

Lyubomir Tsonev

The second part of the article illustrates the applicability of the dating technique called Optically Stimulated Luminescence (OSL) by several examples. It gives also an idea of how to carry out archaeological excavation or architectural restoration *today* so as not to compromise the possibility of optical dating *in the future*.

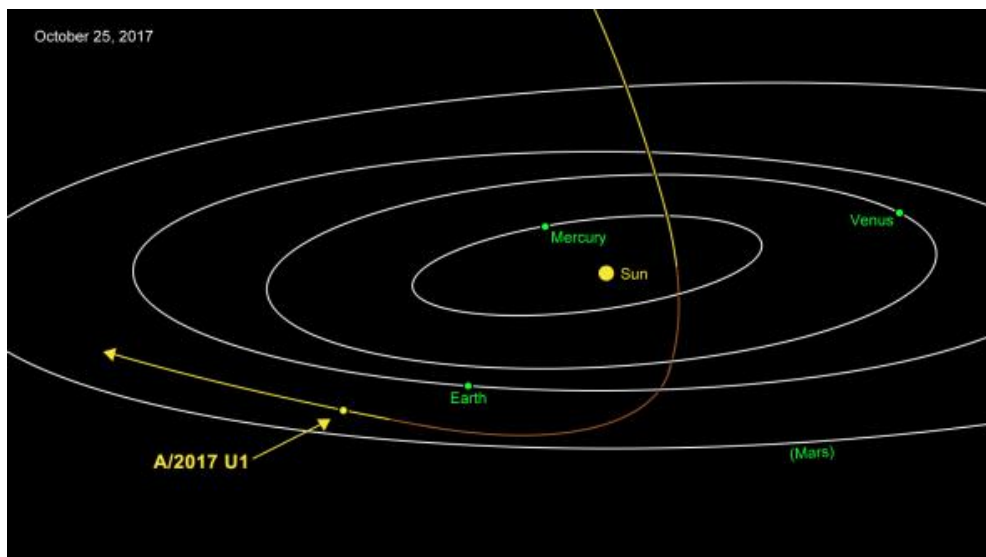
ПОСЕТЕТЕ НАШИЯ САЙТ

wop.phys.uni-sofia.bg

СНИМКИТЕ И ФИГУРИТЕ СА ЦВЕТНИ В ОНЛАЙН
ВЕРСИЯТА НА СПИСАНИЕТО

АСТЕРОИД ОТ МЕЖДУЗВЕЗДНОТО ПРОСТРАНСТВО НАБЛЮДАВАН ЗА ПРЪВ ПЪТ

Превод: Сашка Александрова



<https://www.nasa.gov/feature/jpl/small-asteroid-or-comet-visits-from-beyond-the-solar-system>

Слънчевата система беше посетена от извънгалактичен гост – астероидът A/2017 U1. Той се движи с огромна скорост, по-голяма от сегашната скорост на космическия кораб „Вояджър 1“, който е първият земен космически кораб, навлязъл в междузвездното пространство през август 2012 г. За първи път е открит от Роб Уерик, астроном в Хавайския университет в Хонолулу, и потвърден от Европейската космическа агенция в Тенерифе на Канарските острови. Астероидът заобиколи Слънцето на 9 септември, когато беше в орбитата на Меркурий, а след това на 14 октомври мина покрай Земята на разстояние 24 милиона километра. След няколко месеца няма да се вижда и с най-силните телескопи. Ще напусне Слънчевата система и няма да се върне никога. Наблюденията на астероида показват, че ексцентрицитетът на неговата орбита е огромен – 1,20. Това показва, че обектът се движи по отворена хиперболична траектория – доказателство за извънгалактичния му произход. Кометите и астероидите от Слънчевата система се движат по затворени елиптични орбити около Слънцето. Тези орбити имат ексцентрицитет по-малък от 1. За краткото му пребиваване в Слънчевата система астрономите

имат възможност да изследват първия междузвезден астероид, наблюдаван досега.

Астероидът, вече има име „Оумумауа“ (*Oumuamua*, скаут или пратеник на Хавайския език), тъмночервен е на цвят, подобен на обекти от далечните части на нашата собствена слънчева система. Анализаторите стигат до извода, че най-вероятно представлява къс от богата на метали скала с ниско съдържание на вода или лед. Има странна форма, по-удължена от всички известни тела сред нашите планети. Средният му радиус е около 100 m, а дължината около 800 m.

Оумумауа пристигна от посоката на съзвездие Лира. Като се има предвид траекторията му, изследователите очакват да видят и други обекти, идващи от тази посока.

Литература

Nature News (31 October 2017), <http://www.nature.com/news/astronomers-race-to-learn-from-first-interstellar-asteroid-ever-seen-1.22925>

Science, <http://www.sciencemag.org/news/2017/11/updated-first-time-astronomers-are-tracking-distant-visitor-streaking-through-our-solar>

АБОНАМЕНТ И РАЗПРОСТРАНЕНИЕ

Абонамент за 1 година (4 книжки) – 16 лв., за пенсионери и студенти – 8 лв.
Ако желаете да се абонирате – пишете на worldofphysics@abv.bg

Броеве от списанието можете да намерите на следните места:

София

- Книжарница на БАН: София 1000, ул. „15 ноември“ 1, тел. (02) 987 97 86
- Книжарницата на Математически факултет на СУ „Св. Климент Охридски“:

София 1164, бул. „Джеймс Баучър“ 5

- Книжарница „Нисим“, бул. „В. Левски“ 59
- 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

Варна

- Народна астрономическа обсерватория и планетариум „Николай Коперник“,

Приморски парк 4

ОСЕМДЕСЕТ ГОДИНИ ОТ ОТКРИВАНЕ НА ФОТОЕЛЕКТРЕТИТЕ ОТ ГОЛЕМИЯ НАШ УЧЕН АКАДЕМИК ГЕОРГИ НАДЖАКОВ

Стефан Балабанов

Творческият път на акад. Г. Наджаков започва през периода 1925–1926 г. в Париж във Висшето училище по индустриална физика и химия в лабораторията на проф. Пол Ланжвен, който му определя изследователска тема „Фотопроводимост на сярата“. За целта е използван най-прецизният измерителен уред за времето – квадрантен електрометър на Кюри-Дебри (*Curie-Debriene*).

Навлизането в тази нова област дава възможност на младия физик да продължи изследванията и у нас в Катедрата по физика в Софийския университет „Кл. Охридски“.

Но да се върнем към специализацията на нашия учен в Париж. Там той се отчита с две изследователски теми, като първата е озаглавена: „*Фотоелектрична проводимост в твърди диелектрици и външен фотоэффект*“ и втората – със същото заглавие и с подзаглавия: „*Фотопроводимост на сярата; Поляризационни свойства на фотопроводимостта; Върху ефекта на Бекерел и др.*“, а също и изследвания с други материали – парафин, смола и шеллак [1, 2].

Тези изследвания са публикувани в „Годишник на Софийския университет, Физико-математически факултет“, том 22, кн. 1 през 1926 г. и том 23, кн. 1 от 1927 г. Като забележка към първата от тях авторът пише: „Тази и следващата работа са извършени в лабораторията на моя учител Пол Ланжвен, към когото пазя завинаги чувство на дълбока признателност“.



Фигура 1. Проф. Г. Наджаков в средата на тридесетте години

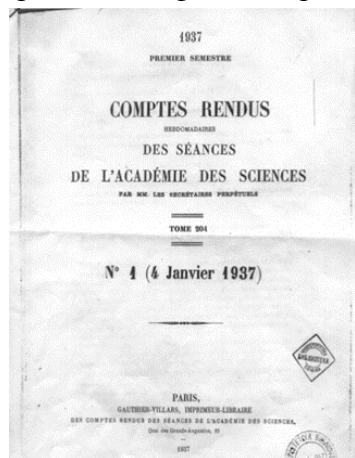
Второто изследване, както упоменах, освен фотопроводимост на сярата, включва и поляризационни свойства на фотопроводимостта. В тази част фотопроводимостта се разглежда и като един вид фотополяризация, т.е. към кинетичната крива на фотопроводимостта се наслаждава и кинетиката на фотополяризационния ток.

След завръщането си от Париж Г. Наджаков е избран за доцент (юни, 1927 г.), а за извънреден професор – през 1932 г., което му дава възможност да развива своите способности на преподавател, организатор и учен. С избирането му за

редовен професор – ръководител на Катедрата по опитна физика (1937 г.) започва нов етап в развитието на научноизследователската работа по физика в Софийския университет. От този период е снимката (Фигура 1).

През същата 1937 г. на 21 юни Г. Наджаков изпраща първото съобщение до своя учител Пол Ланжвен в Париж, свързано с фотоелектретите, за да бъде представено на поредното заседание на Френската академия на науките и публикувано в нейните доклади (*Comptes Rendus*) [3]. Заглавието гласи: „Електричество – върху нов вид постоянна поляризация на диелектриците“ („*Électricité – Sur une nouvelle espèce de polarisation permanente des diélectriques*“). Датата на това съобщение от 21 юни може да се счита за рождената дата на откритието за фотоелектретно състояние в някои диелектрици (Фигури 2 и 3).

В него става дума за отлята от стопилка сярна пластинка върху алуминиево фолио. Влиянието на горния метален електрод (метална мрежа), през който обикновено се осветява фотопроводника, се елиминира чрез замяната му с воден електрод. Това позволява да бъде наблюдавана и изследвана обемната фотоелектретна поляризация в максимално чист вид. Г. Наджаков отбелязва, че още през 1925 г. японският физик Матотаро Егучи открива, че при прилагане на постоянно електрическо поле в стопени диелектрици могат да се получат перманентно поляризирани диелектрици, които след охлаждане и изключване на електрическото поле запазват наелектризираното си състояние. Според представената от Г. Наджаков класификация, тези материали могат да се наричат термоелектрети за разлика от изследваните от него перманентно фотополяризирани диелектрици или фотоелектрети.



Фигура 2. Корица на списанието, в което е публикувано съобщението на Г. Наджаков [3]

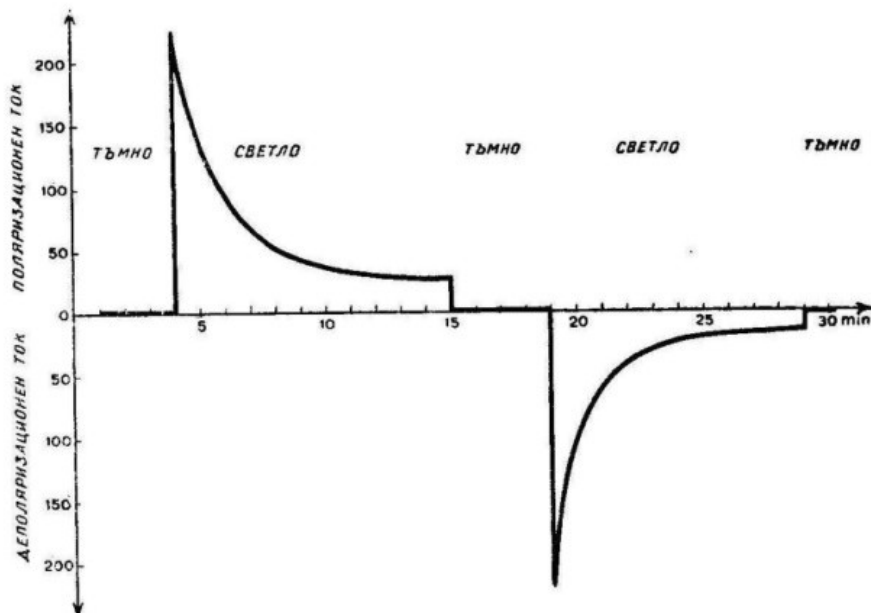
ÉLECTRICITÉ. — Sur une nouvelle espèce de polarisation permanente des diélectriques. Note de M. GEORGES NADJAKOFF, présentée par M. Paul Langevin.

En 1925, M. Eguchi annonce^(*) que dans certaines conditions, on pouvait obtenir des diélectriques polarisés de manière permanente ou des électrets. Dans ce but il laisse un mélange fondu de certains diélectriques (résines et cires) se solidifier en restant soumis à l'action d'un champ électrique. Les diélectriques ainsi polarisés gardent longtemps leur polarisation, alors que d'après les recherches effectuées par J. Curie et d'autres auteurs, on sait que dans le cas d'un diélectrique polarisé à une température donnée et dépolarisé à la même température, le courant de dépoliarisation commence immédiatement et tend rapidement vers zéro.

Parmi les nombreuses expériences faites sur les électrets, seules les recherches récentes^(*) jettent une lumière plus vive sur la nature du phénomène; nous sommes simplement en présence d'un maintien de l'état polarisé. C'est de ce point de vue que découle immédiatement l'explication

Фигура 3. Страница от Докладите на Френската академия на науките с публикуваното съобщение на Г. Наджаков [3]

През същата година се появява и статията на Г. Наджаков със заглавие „Върху един нов начин на перманентна поляризация при диелектриците“ в Годишника на Софийския университет [4]. В тази работа се обсъжда подробно кинетиката на формиране на началния ток, който отначало бързо, а после все по-бавно спада към нула. От друга страна кривата на деполяризационния ток характеризира хода на деполяризацията. Последният започва да протича непосредствено след премахването на поляризиращото електрично поле. За първи път тук са приведени цифровите данни при поляризация до 10 мин. и при фотодеполяризация до 20 мин. (Фигура 4).

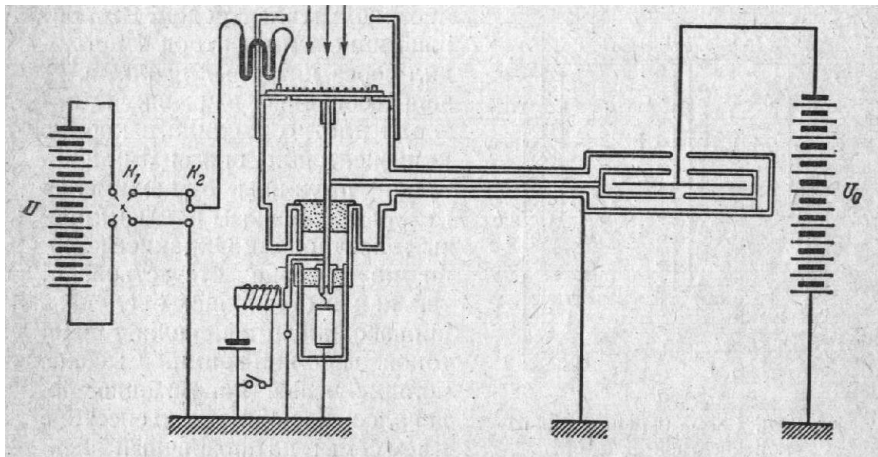


Фигура 4. Общ ход на поляризационния и деполяризационния токове на тъмно и светло при напрежение 80 V и 0 V, осветление 6000 Lux

През следващата, 1938 г. Г. Наджаков публикува още едно съобщение на немски език във „*Physikalische Zeitschrift Heft*“ със заглавие „За нов вид електрети: фотоелектети“ („*Über eine neue Art von Electreten: Photoelectreten*“), където също е публикувана фигурата с кинетичните зависимости на фотополяризационния и фотодеполяризационния ток [5].

В една по-късна публикация на акад. Г. Наджаков и ст.н.с. Никофор Кашукеев, публикувана в „Известия“ на БАН, серия физическа, т. 2, 321, 1951 г. „Изследвания върху фотоелектретите“, е дадена вече и схема на опитната постановка с използване на квадрантен електрометър (Фигура 5). Тази схема не се различава от използваната по-рано от акад. Г. Наджаков, т.е. това е симетрична квадрантна система и квадрантно скачване на единия чифт електроди и помощно напрежение на другия чифт и иглата на електрометъра. То-

ковете се измерват по метода на постоянното отклонение и с използване на високоомно съпротивление от около $10^{10} \Omega$, приготвено чрез опушване на кварцова тръбичка. За горен прозрачен електрод е използвана отначало дестилирана вода, а по-късно – медна позлатена мрежа. За осветяване е използвана 30 W микроскопска лампа с оптична система за фокусиране. Описваме по-подробно условията на опитите в тази публикация, защото това е същата измерителна схема с класически квадрантен електрометър, каквато е използвал акад. Г. Наджаков в експериментите, водещи до откриване на фотоелектретното състояние в диелектрик от чиста сяра.



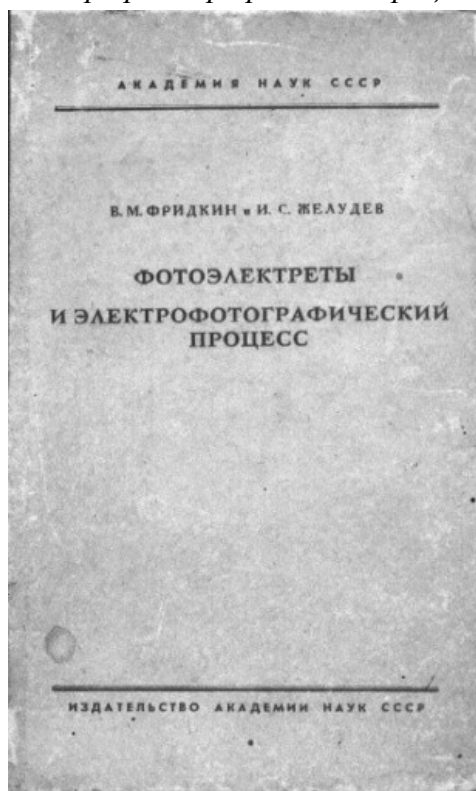
Фигура 5. Опитна постановка с използване на квадрантен електрометър

В гореизложеното изследване на двамата наши автори се изтъква принципната разлика между обикновената поляризация и фотополяризацията (перманентната поляризация). Подчертава се, че фотопроводимост и фотополяризация на сярата са наблюдавани и по-рано от А. Голдман и С. Каландик (A. Goldman and S. Kalandyk) (*Ann. Phys.*, 36, 589, 1911), също от Г. Наджаков (Год. на СУ, XXII, №1, 61, 1926), както и от Б. Кърелмайер (B. Kurrelmeyer) (*Phys. Rev.*, 30, 893, 1927) и А. А. Воробьов (*ЖЭТФ*, 4, 368, 1934). Но едно изследване на фотополяризацията от гледна точка на нейното запазване на тъмно в смисъл на перманентна фотополяризация и на един вид състояние на електрет не е правено.

Поставените експерименти от Наджаков и Кашукеев с образец от монокристална сяра, месингови електроди и напречно осветление показват, че когато фотополяризацията е правена с не много силно осветление при 240 V за 25 сек., тя е съизмерима с тъмновата поляризация за 2 мин. Ако след това се деполяризира със светлина тъмновата поляризация, то получената деполяризационна крива е съизмерима с тази, получена след фотополяризация. При подобен експеримент с поликристална сяра е видно, че колкото материалът е

по-чист, толкова запазването на фотоелектретното състояние е по-стабилно с времето.

През февруари 1955 г. в САЩ се появява статия от *Edward Padget* в списание *Radio-Electronics*, в която авторът сравнява съвременните фототранзистори с фотоелектретите, открити от нашия учен Г. Наджаков. Както разбрах по-късно, това става причина и в Института по кристалография към АН на СССР да се започне изследване на фотоелектретите. На младия асистент В. М. Фридкин се възлага да изработи дисертация върху свойствата и възможностите за приложение на фотоелектретите. През 1960 г. там излиза от печат и първата монография „Фотоелектрети и електрофотографски процес“ („*Фотоэлектреты и электрофотографический процесс*“) (Фигура 6) [6].



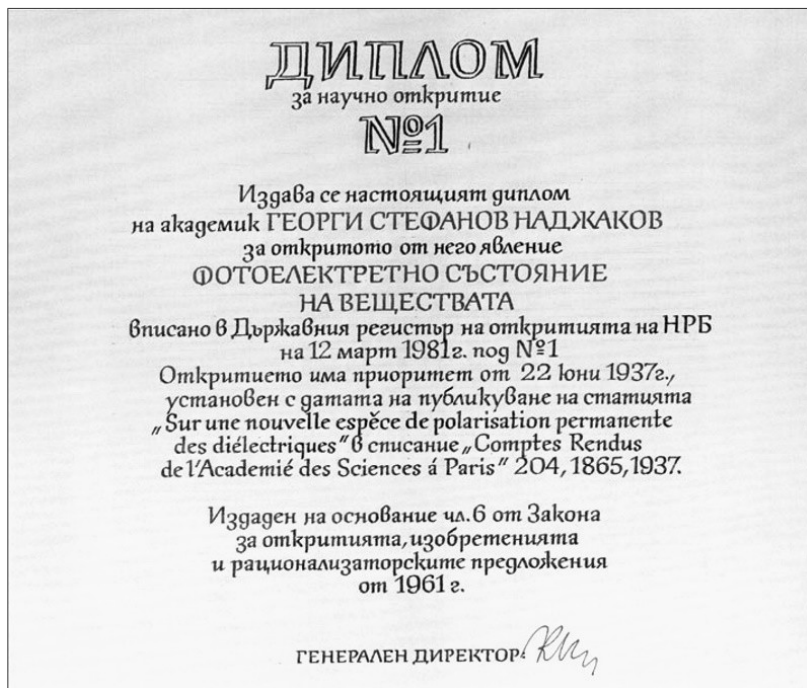
Фигура 6. Титулната страница на първата монография, посветена на фотоелектретите [6]

В предговора към монографията редакторът академик Г. Наджаков изтъква следното: „Проводимостта на диелектриците се повишава под действието на редица излъчвания – такива като рентгеновите и γ -лъчите, снопове ускорени протони или електрони, а също α и β -лъчите. Ето защо е възможно създаване на фотоелектретно състояние в най-разнообразни диелектрици при въздействие на различни излъчвания. Тези изследвания могат да

дадат важни практически резултати“. На тази основа бе установено двустранно научно сътрудничество между Института по кристалография на АН СССР и Института по физика на твърдото тяло – БАН, по-точно с ръководения от акад. Г. Наджаков Проблемен сектор и са проведени научни конференции със съвместно участие.

Развитието на горните изследвания даде мощен тласък и за развитието на изследванията на електрофотографските процеси в САЩ, където е използван аморфен селен, зареждан на тъмно с коронен разряд на въздух и сух проявител – тонер. Най-успешни в тази област се оказват изследванията на Честър Карлсон (*Chester Carlson*), получил редица патенти още през 1938 г., на базата на които се създаде и съвременната ксерография.

В световен мащаб откритието на акад. Г. Наджаков получава признание още през 1940 г., когато е избран за член-кореспондент на Гьотингенската академия на науките. От 1958 г. той е редовен чуждестранен член на АН на СССР, а през 1965 г. е избран за член на Американската асоциация за напредък на науката.



Фигура 7. Диплом, издаден на акад. Г. Наджаков, за откриването на фотоелектретното състояние

В уводния доклад на Международната научна конференция по високоомни полупроводници, фотоелектрети и електрофотография във Варна през 1973 г. проф. Владимир М. Фридкин казва: „На това явление (фотоелектретното състояние), открито в зората на развитието на физиката на фотоелек-

тричните явления и полупроводниците, бе съдено да има дълъг живот и с течение на годините интересът към него не само не намалява, а нараства силно.“

У нас за откритието си акад. Г. Наджаков получава „Диплом за научно откритие“ № 1 от 12 март 1981 г. (Фигура 7).

В Златната книга на българските откриватели и изобретатели досега са вписани петнадесет български открития. На първо място сред тях е откритието на акад. Г. Наджаков.

Литература

- [1] Г. Наджаков, „Фотоелектрична проводимост в твърди диелектрици и външен фотоефект“, Год. Соф. университет, Физико-математически факултет, том 22, кн. 1, 1926 г.
- [2] Г. Наджаков, „Фотоелектрична проводимост в твърди диелектрици и външен фотоефект. Фотопроводимост на сярата; Поляризационни свойства на фотопроводимостта; Върху ефекта на Бекерел и др.“, Годишник на СУ, Физико-математически факултет, том 23, кн. 1, 1927 г.
- [3] Paul Langevin, „Sur une nouvelle espèce de polarisation permanente des diélectriques“, Comptes Rendus, 204, № 1, 1937.
- [4] Г. Наджаков, „Върху един нов начин на перманентна поляризация при диелектриците. Един нов тип електрети: фотоелектрети“, Год. Физ. Мат. Соф. у-ет., 33, № 1, 409-420, 1936/1937.
- [5] G. Nadjakoff, „Über eine neue Art von Electreten: Photoelectreten“, Physikalische Zeitschrift Heft, 39, № 6, 226-227, 1938.
- [6] В.М. Фридкин и И.С. Желудев „Фотоелектреты и электрофотографический процесс“, Изд. АН СССР, Москва, 1960, 208 стр.

EIGHTY YEARS SINCE THE DISCOVERY OF PHOTOELECTRETS BY OUR GREAT SCIENTIST ACADEMICIAN GEORGI NADJAKOV

Stefan Balabanov

The article presents shortly the biography of acad. Georgi Nadjakov and the timeline of his discovery of the photoelectric state of condensed matter.

УЧЕНИЯТ, ДОРАЗВИЛ ФИЗИКАТА НА НЮТОН И ПРЕДСКАЗАЛ ПОСТИЖЕНИЯТА НА МАКСУЕЛ (По случай 300-годишнината от рождението на Д'Аламбер)

Никола П. Балабанов



Жан ле-Рон Д'Аламбер

Встъпление

През 1740 г. за член на Парижката академия на науките бил приет един 23-годишен младеж, според съвременната терминология – тинейджър. (Спомням си, че когато през 1962 г. връчиха Нобеловата награда по физика на 33-годишния Рудолф Мьосбауер, медиите го нарекоха „нобелист-тинейджър“). Неговите научни заслуги в математиката и физиката били отразени в съчиненията *„L'analyse demontree“* (1739) и *„Mémoire sur la réfraction des corps solides“* (1740). Тръгнал буквално от „нищото“, неговото име – Д'Аламбер, скоро щяло да заблести като ярка звезда в небосклона на европейската наука. Това било наистина самороден талант.

Любопитно: На 16 ноември 1717 г. на стълбите на малката парижка църква „Сен Жан ле-Рон“ минувачите намерили подхвърлено дете (В края на същото столетие Френската революция унищожила и тази църквичка. Всички революции унищожават част от културата). Полицейският комисар предал полузамръзналото пеленаче на семейство Русо, макар че то имало вече няколко собствени деца. Детето било записано с името на църквата, където било намерено – Жан ле-Рон (*Jean Le Rond*, „Жан кръглият“). По-късно той приел името, с което станал известен – Д'Аламбер (*D'Alembert*).

Запазвайки анонимност заради високото си положение в обществото, истинските родители на Жан осигурили финансовата му издръжка, а семейство Русо положило усилия за неговото възпитание и обучение. Детето явно притежавало големи умствени заложби, но за тяхното разкриване и развитие определени „заслуги“ има и епохата, в която то израснало.

Епохата – XVIII век

Професор Иван Лалов правилно нарича XVIII век „едно сравнително спокойно столетие“, тъй като през него „нито една принципно нова идея не се ражда, нито един нов клон на физиката не се изгражда“ [1].

В политическо отношение обаче, XVIII-то столетие никак не е спокойно. То е наситено с военни действия, обхващали цяла Европа. В резултат на това

Франция била значително отслабена и икономическото ѝ изтощение усилило вътрешната криза, довела до Великата френска революция в края на века (1789–94 г.).

Що се отнася до интелектуалната атмосфера в Европа, тя сполучливо е характеризирана в [2]:

„Времето ... е наситено с тревожно очакване и оптимизъм. Предстоят велики исторически събития, които се усещат в живота на хората като подземен тътен. Предстоят важни научни открития, които ще дадат кислород на разкриващата своите неограничени възможности производствена система на новото буржоазно общество... Умът се нуждае от точни критерии и проверени методи в стремежа му към обективно и истинно знание“ [2, с. 241].

По аналогичен начин разсъждава върху съдбата на физиката проф. Лалов в своята „История“: „...развитието на физиката ... се нуждае през XVIII век от осмисляне на резултатите от предишния период и от натрупване на нови данни и знания, които да станат основа за следващи идеи, модели и теории“ [1].

Както се вижда, и в „спокойните“ времена има нужда от „неспокойни“ личности, които да открият и предложат „точни критерии и проверени методи“ за развитието на науката. Кой са главните действащи лица в онзи процес на осмисляне на физическите идеи, наследени от XVII-то столетие? Техните имена можем да открием в ретроспективната оценка, която дава на тази епоха френският учен и политически деец Доменик Араго (1785–1853) в своята „Похвална реч за Лаплас“ (1842):

„Пет геометъра (под „геометрия“ през XVIII век във Франция са разбрали математиката въобще – бел. авт.) Клеро, Ойлер, Д'Аламбер, Лагранж, Лаплас, са разделили помежду си онзи свят, чието съществуване открил Нютон. Те са го изследвали във всички направления, проникнали са в области, смятани за недостъпни, посочили са множество явления в тези области, които още не са били наблюдавани, и, накрая – в това е тяхната велика слава – те са обхванали с помощта на един принцип, един единствен закон, най-фините и тайнствени явления в движението на небесните тела ...“ [3].

Както се вижда (можем да се доверим на големия учен Араго), Д'Аламбер е сред онези няколко математици и физици, които са си „поделили“ наследството на Нютон и са се заели да го обогатят и разширят. Заслужава си, следователно, да се запознаем, макар и накратко, използвайки 300-годишнината от неговото раждане, с неговия творчески път, с ранното му навлизане в науката и с приносите, които е направил за нейното развитие.

Детство. Старт в науката

Родителите на Жан се постарали да му осигурят добро обучение. Когато бил на четири години, той бил даден в пансион. Там момчето се обучавало

осем години, като образованието му имало изключително литературен характер. С математика съвсем не се занимавал.

След пансиона Жан постъпил в Мазаринския колеж (основан от кардинал Джулио Мазарини през XVII в.). Две години се занимавал с риторика, където проявил първите си поетични способности. След риториката преминал във философски клас. Там за пръв път изучавал математика и се увлякъл по нея, явно под влияние на преподавателя по този предмет.

Получил степента „магистър по свободните науки“, след колежа Д'Аламбер се занимавал известно време с юридическа дейност. Бил приет в адвокатската колегия. Талантът му явно го люшкарал ту в едно, ту в друго направление. Опитал се да се занимава и с медицина. Но над всичко надделяло увлечението му по математика.

С математиката младежът се занимавал самостоятелно, за „учител“ използвал оскъдната литература в обществените библиотеки. В своята кратка автобиография той споменава, че след като получавал някои сведения при бързо четене в библиотеката, при връщането си в къщи се опитвал сам да търси доказателства и решения. Случвало се понякога да докаже важни теореми, но след това установявал, че те вече били доказани. Макар и опечален от това, той се чувствал удовлетворен от своите резултати.

В науката Д'Аламбер влязъл, както се казва, с „летящ старт“. През 1739 г. (22-годишен!) той представил своя пръв научен труд „Записки по интегралното смятане“. С този труд той внесъл някои важни поправки към авторитетните за онова време учебници по анализ. Година по-късно Д'Аламбер представил второто си съчинение, в което младият учен търсел обяснение на движението на твърдо тяло, преминаващо от една течност в друга, по-плътна. При решаването на тази задача, той дал обяснение на явлението рикошет.

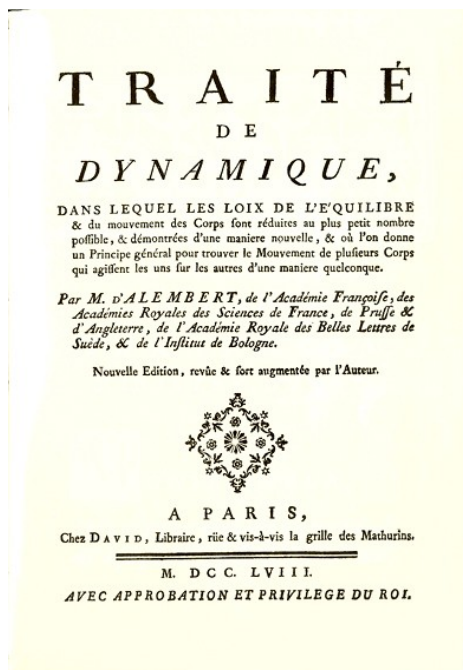
Голямото откритие на Д'Аламбер

В края на XVII в. откриването на анализа на безкрайно малките величини предизвикало преврат в математическите науки, който скоро се отразил на всички области на физиката.

XVIII в. е белязан с търсене на общи принципи на механиката, еквивалентни на законите на Нютон, дори по-общи от неговите „принципи“. Изключително големи заслуги за това имал Леонард Ойлер (1707 – 1783). През 1736 г. излязъл неговият труд „Механика или наука за движението, изложена по аналитичен начин“. Този труд се оценява като грандиозен опит за построяване на т.нар. изчислителна (аналитична, теоретична) механика.

Няколко години по-късно, през 1743 г. излиза „Трактат по динамика“ (Фигура 1) на Д'Аламбер, който представлява следващ грандиозен етап в развитието на теоретичната механика. В увода на съчинението Д'Аламбер формулира задачата, която си е поставил: „Аз съм си поставил двойна цел:

да разширя рамките на механиката и да направи прехода към тази наука гладък и точен“.



Фигура 1. Трудът на Д'Аламбер „Трактат по динамика“

Трактатът на Д'Аламбер представлява забележителен принос в развитието на аналитичната механика. С него се прави решаваща крачка в превръщането на механиката в аналитична дисциплина [4].

В „Трактат по динамика“ за пръв път се формулират общи правила за съставяне на диференциални уравнения при движение на произволни материални системи и е приложен принцип, който свежда задачите на динамиката до задачи на статиката (задачи за равновесието). Оригиналната формулировка на този принцип е твърде сложна и няма смисъл да се привежда.

Може да се каже, че благодарение на посочените трудове завършва първият етап от развитието на физиката, началото на който е поставил Нютон. Той се характеризира с широко приложение на математичния анализ в механиката. Така, в края на XVIII в. механиката се превръща в стройна дедуктивна математическа дисциплина, която се развива в тясно взаимодействие с математичния анализ. Един от безспорните творци на тази дисциплина е Д'Аламбер.

Със своите изследвания Д'Аламбер нееднократно прави поправки към научното наследство на Нютон. Той се занимава със задачи от небесната механика и висшата геодезия, с проблеми на акустиката, с теория на ветровете и т.н. В астрономията обяснил теорията за смущенията в движението на пла-

нетите, пръв строго обяснил откритото през 1721 г. явление „нутаия“ – периодично изменение на посоката на земната ос с период от 26 години. Причината за това явление Д'Аламбер обяснил с притегателните действия от страна на Луната и Слънцето.

За физиката на XVIII в. представлявало интерес и обяснението на ветровете, особено на въздушните течения в тропическите ширини, т.нар. пасати. През 1746 г. Берлинската академия обявила премия за решаване на този проблем. През 1749 г. Д'Аламбер публикувал трактат „Разсъждения за общите причини за ветровете“. В това съчинение той обяснил пасатите като въздушни приливи, предизвикани, подобно на морските приливи, от привличането на Луната и Слънцето. С това Д'Аламбер спечелил не само премията, обявена от Академията, но и възхищението на пруския крал Фридрих II, за което ще стане дума по-нататък.

Един от важните въпроси на акустиката през XVIII-то столетие бил въпросът за скоростта на разпространение на звука в газови среди. Оказало се, че експериментално получените резултати не съответствали на посочените от Нютон стойности. Д'Аламбер се заел, наред с други учени (Ойлер, Бернули и др.) да изясни причините за тези различия.

Проблемите на акустиката насочили учения към изследвания в областта на музикалната теория и музикалната естетика. Занимавал се с трептенията на струните. Автор е на трактат „За свободата на музиката“, в който са изложени резултатите от т.нар. „война на буфоните“ (буфон – комично лице в италианската опера през XVIII в. – бел. авт.).

Вече стана дума за едно от първите съчинения на Д'Аламбер, в което изследвал съпротивлението на течностите при движение на твърди тела в тях. И тук ученият внесъл съществени поправки в опитните данни, посочени от Нютон. Тези изследвания навярно са помогнали за решаването на задачи с практическо значение. През 1775–77 г. по искане на френското правителство, към Академията на науките била създадена комисия, която да изследва пътищата за усъвършенстване на речните плавателни съдове. В комисията бил включен и Д'Аламбер, предвид неговите теоретични познания в тази област.

Огромни са заслугите на Д'Аламбер и за развитието на математиката, включително по въпросите на нейната обосновка.

Според специалисти в историята на науката (виж например [5]), през XVIII в. в основите на математиката е настъпила втората дълбока криза (след тази, разразила се в Гърция през V в. пр.Хр.) Тази криза била свързана с „недостатъчността на логическата основа, върху която е било построено диференциалното и интегрално смятане“ [5]. Важна роля за прекратяването на тази криза имат трудовете на Д'Аламбер. Наред с Ойлер и Лагранж, той е сочен сред корифеите на анализа.

Д'Аламбер е направил първото в историята на математиката определение за граница на реда. Неговият принос по този проблем се състои най-вече в това, че той пръв опитва да постави в основата на диференциалното и интегрално смятане учението за границите като действащо средство за неговото развитие.

Оригиналният математически подход, използван от Д'Аламбер при разработване на теорията за колебанията на струните (1747), го прави, наред с Даниел Бернули (1700–1782), основател на теорията на уравненията с частни производни.

В споменатия трактат „Размисли за общите причини за ветровете“ (1749) Д'Аламбер получава основните си резултати с помощта на диференциални уравнения. В този труд той въвежда понятията „модул“ и „аргумент“ на комплексните числа. Д'Аламбер пръв започва да разглежда комплексното число като аргумент на функция [3].

Благодарение на Ойлер, Д'Аламбер и Лагранж комплексните числа се превръщат през XVIII в. в едно от важните средства за изследване на проблемите на алгебрата, диференциалното и интегралното смятане, както и свързаните с тях въпроси на естествознанието [5].

Д'Аламбер се е занимавал и с теория на вероятностите. В тази област е популярен т.нар. „парадокс на Д'Аламбер“, който макар и не много успешен според специалистите [3], показва наличие на негови размишления в тази област.

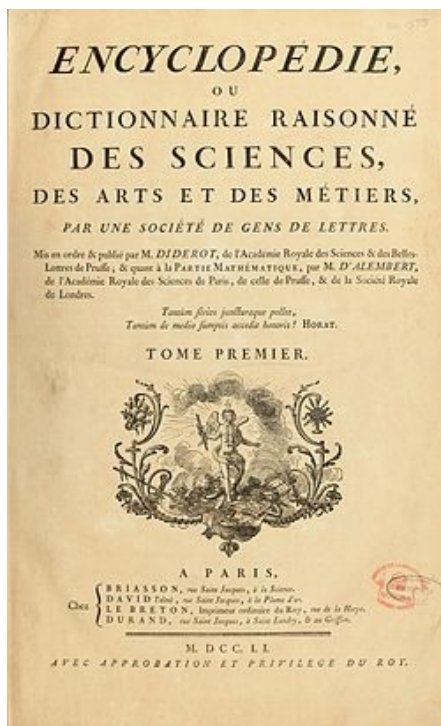
За авторитета на учения в теорията на вероятностите говори следният занимателен епизод. Веднъж крал Фридрих II го попитал: „Има ли математични методи за пресмятане на вероятностите за политическите събития?“ Д'Аламбер отговорил, че не познава такъв метод, но ако той съществува, Фридрих би го намерил за неверен, защото „в последната война Вие разбихте всички вероятности“ (става дума за Седемгодишната война).

Въпреки огромните заслуги на Д'Аламбер в механиката и математиката, неговата популярност през XVIII в. се дължи най-вече на научно-литературното му творчество. Той бил един от инициаторите, заедно с Дени Дидро, за издаването на

знаменитата Френска Енциклопедия.

В средата на XVIII-то столетие радикалните умове на предреволюционна Франция се обединяват около идеята за създаване на енциклопедия. Първият том на замисленото издание излиза през 1757 г. като „Енциклопедия или Тълковен речник на науката, изкуството и занаятите“ (Фигура 2). В нейното издаване Дидро привлича редица изтъкнати личности като писателите Жан-Жак Русо (1712–1778), Шарл Монтескьо (1689–1755), Пол Холбах (1723–1789), Клод Хелвеций (1715–1771), както и някои естествоизпитатели (Ж. Бюфон, Ж. Ру, Ж. Дарсе и др.) Така Енциклопедията се превръща в ко-

лективно дело и притегателен център на блестяща плеяда от интелектуалци, прославили Франция далеч зад нейните предели. Енциклопедията излизала до 1780 г. в общо 35 тома и се превърнала в символ на френското просвещение.



Фигура 2. Заглавна страница на Енциклопедията, първи том, 1751

За мотото на Енциклопедията била избрана максимата на английския философ Френсис Бейкън (1561–1626) „Знанието е сила!“. В духа на това мото тя включвала знания от всички области на науката, техниката и изкуството, от духовната и материалната култура на човечеството.

Енциклопедията е замислена като подготовка на френското общество за по-решителни социални промени във всички области на живота. В първия ѝ том Ж. Ж. Русо написал: „Ние се приближаваме към времето на велика революция в науката. Тази революция се състои в това, науката и философията да бъдат поставени в служба на народа, за да се облекчи неговия труд, неговия живот, да доставят щастие“ [2].

Действително, специалистите преценяват, че Енциклопедията е имала огромно революционно влияние върху народните маси и се е превърнала в един от най-ярките паметници на века [2].

Участието на Д'Аламбер в издаването на Енциклопедията било твърде активно. Още в първите ѝ токове той публикувал важни статии: „Диференциали“, „Уравнения“, „Динамика“, „Геометрия“. През следващите години

публикувал и статии с философски характер. Автор е на интересна статия „Очерк за произхода и развитието на науката“, в която излага и класификация на науките.

Както е известно, в началото на XVII-то столетие английският философ Френсис Бейкън е направил класификация на науките, която се опирала на удивително точни знания в най-важните области на науката за онова време. Тя останала господстваща в продължение на две столетия чак до началото на XIX в. Единствено Д'Аламбер е внесъл известни поправки в тази класификация, като добавил и изкуствата в нея, а в областта на философията отделил място за математиката, причислявайки я към естествените науки наред с механиката, астрономията и физиката. В класификацията на Бейкън математиката „отсъствала“, което се обяснява с това, че неговият труд „Новият Органон“ излязъл в началото на XVII-то столетие, а апогеят в развитието на математичните методи като средство за изследване на природата е настъпил в средата, дори в края на XVIII в.

Волтер, патриархът на френското просвещение, дава висока оценка на двамата създатели на Енциклопедията – Дидро и Д'Аламбер, като ги сравнява с Атлас и Херкулес, които носят света на своите рамене [2]. Тази висока оценка за нейните инициатори Волтер съпровожда с пророческите думи, че Енциклопедията ще бъде „славата на Франция и позор за нейните хулители!“.

Хулители? Кои са те и кое е предизвикало тяхното недоволство? Работата е в това, че освен информация за постиженията в науката и изкуството, всеки том на Енциклопедията съдържал факти и тълкувания на актуални за времето събития. В нея можело да се намерят материали, разкриващи язвите на обществото през XVIII-то столетие: за гладните селски бунтове, предизвикани от пълното изтощаване на държавата, за несполучливите многогодишни войни, за срамната търговия с роби, за разкоша и разврата на кралските двореца, за моралната деградация на висшето духовенство и т.н. [2].

Всичко това е пораждало огромно противодействие от страна на дворянството и църквата, както бил предсказал Волтер. Енциклопедията се превърнала в предмет на оживени разговори не само в литературните салони, но и в кралските дворове, както и в Парламента.

Сътрудниците на Енциклопедията били подложени на репресии: разпити в полицията, обиски в домовете им, компрометиращи слухове. Завистниците на Д'Аламбер говорели, че той е велик писател сред математиците и най-голям математик сред литераторите. Тези сравнения били дело на бездарници, които не притежавали достойнства нито в едната, нито в другата област. Истината е, че Д'Аламбер, който бил впечатлил с литературните си способности още учителите в колежа, никога не е изоставял литературната си дейност.

Посочените репресии принудили много от сътрудниците на Енциклопедията да се оттеглят от нейното издаване. Жан-Жак Русо се оттеглил още след публикуването на VI-ия том. Същото сторил и Д'Аламбер след излизането на XI-ия том.

Още с издаването на първия том, правителството забранило отпечатването на следващите. Парламентът приел резолюция: „Да се изгори!“. Но забраната била отменена, след като пруският крал и руската императрица предложили отпечатването да става в техните столици.

Това обстоятелство ме заставя да опиша отношението на

Европейските монарси към Д'Аламбер

Този въпрос е интересен и от гледна точка на това, което наблюдаваме като отношение между съвременните правителства и учените в техните страни (има предвид преди всичко нашата).

Тук е мястото да прибавим още един шрих към характеристиката на XVIII-то столетие. Освен като век на разума и на просвещението, столетието може да се нарече и „епоха на просветените деспоти“ [6]. Европейските монарси претендирали за слава и я търсели освен със завоевателните войни, които водели със съседните им държави, още и с привличането на видни личности на науката и изкуството в своето обкръжение. Предизвикано преди всичко от техния интелектуален снобизъм, такова поведение било в известна степен и оценка за приноса на науките в стопанския и духовен живот на обществото.

Това поведение на кралските величия се отразило и върху съдбата на Д'Аламбер. Пренебрегнат в началото от Людовик XV (крал на Франция от 1715 до 1774 г.) може би поради неблагоприятния си произход, Д'Аламбер се радвал на вниманието на другите монарси, преди всичко на пруския крал Фридрих II, руската императрица Екатерина II и шведската кралица Луиза Урлика.

Въпреки ранното признание в науката в родината си, Д'Аламбер не получавал добро възнаграждение от правителството. Фридрих II, пруски крал от 1740 до 1786 г., считан за покровител на философите, няколко пъти правил опити да привлече учения в своя двор. Кралят си спечелил славата на голям пълководец, създал най-силната армия в Западна Европа. Заедно с това той демонстрирал положително отношение към проблемите на просвещението и провел някои реформи в духа на т.нар. „просветен абсолютизъм“. Историците смятат, че много от неговите инициативи, в т.ч. в образованието и в културата, са имали показан характер (нагледали сме се и в наше време на такива инициативи).

По времето, когато Д'Аламбер отпечатал своето съчинение за общата теория на ветровете, Фридрих II завършил победоносно войната с Австрия, която утвърдила окончателно неговото владение над Силезия (1749.) Проявя-

вайки за пореден път своите литературни способности, Д'Аламбер посветил на краля-победител съчинено от него латинско тристишие, в което перефразирал фраза на една от Вергилиевите „Георгини“ (писани от римския поет 20-тина години пр. Хр.).

Фридрих бил трогнат от тази чест. Той предложил на вече приетия за член на Берлинската академия Д'Аламбер да заеме мястото на неин президент. Дотогава тази длъжност била заемана от Пиер Мопертюи (1698–1759), автор на известния във физиката „принцип на най-малкото действие“, формулиран през 1740 г, залегнал в основите на класическата механика.

Любопитно: П. Мопертюи не бил „заобиколен“ от злобата на своите съперници. Те твърдели, че той, бивш драгунски капитан, дължал своето високо положение по-скоро на успехите си в салоните, отколкото на научните си приноси. (Спомням си, че преди няколко десетилетия и у нас издигането на млади учени и талантиливи поети се обясняваше с присъствието им в „салоните“ на Людмила Живкова).

По това време Мопертюи бил много болен, но все още жив. Д'Аламбер отказал категорично оказаната му чест: „Не искам да замествам живия още Мопертюи... Ако някога бъда принуден да бягам от моето отечество, аз ще помоля Фридрих II само за позволение да умра свободен и беден в неговите владения“.

Няколко години по-късно Фридрих повторил своята покана. Той изпратил на своя посланик в Париж писмо, в което между другото пишело: „Вие знаете, че в Париж има човек, който притежава големи достойнства, но не и състояние, съответстващо на неговия талант и характер. Аз бих могъл да услужа с очите си на сляпата богиня и да поправа поне някои от нейните грешки (какъв стил?!). Моля Ви да предложите на г-н Д'Аламбер пенсия от хиляда и двеста ливри. Това не е много, съдейки по неговите достойнства, но аз се лаская от надеждата, че той ще я приеме заради удоволствието, което ще изпитам, помагайки на човек, съединил прекрасен характер с най-високи умствени способности. Милорд, разделете с мен удоволствието, като осигурите на един от най-големите таланти на Франция по-обезпечено положение“.

(С възхищение чета това кралско писмо и го сравнявам със стила на днешните управляващи, когато искат да демонстрират „покровителство“ над Академията и университетите).

След това внимание, оказано от „краля на философите“, в живота на Д'Аламбер нахлули почестите от страна и на другите европейски монарси. Шведската кралица Улрика го провъзгласила за чуждестранен член на основаната от нея „академия на изящната словесност“. След време и руската императрица го поканила в своята столица, за да поеме възпитанието на престолонаследника. Тя успяла да привлече в Санкт Петербург братята Бернули и Ойлер – други знаменитости в онази епоха, но не и Д'Аламбер.

Той оставал верен на своя девиз: да бъде беден, но свободен. Високите възнаграждения, които му били обещавани, не го съблазнявали.

След победата над Франция в седемгодишната война (1756–1763) Фридрих II се хвалел, че Д'Аламбер е един от най-ценните му трофеи. След подписването на унижителния за Франция мирен договор ученият гостувал няколко месеца на краля-победител. Заедно с него Д'Аламбер посетил много немски градове и се радвал на тяхното гостоприемство. Кралят още пазел овакантеното от Мопертюи президентско кресло и непрекъснато подновявал предложенията си към учения, но всички били неуспешни. Стараейки се да придаде учтив вид на своя отказ, Д'Аламбер казал, че в Берлинската академия има забележителни учени, достойни за мястото на Мопертюи и той не желае да ги лиши от тази възможност.

Поставено в неудобно положение от другите европейски държави, френското правителство също отпуснало високо възнаграждение на Д'Аламбер. Това станало в резултат на рапорт от страна на министър де Ларгансон, за когото казвали, че „обичал умните хора и не им завиждал, защото самият той бил умен човек“ (е, макар и рядко, срещат се и такива хора!).



Статуя на Д'Аламбер в Лувъра

През 1772 г. френската „Академия на безсмъртните“ го приела за свой извънреден член с право на възнаграждение. Същевременно той бил назначен за постоянен секретар на тази академия. Една от инициативите на неговите предшественици била издаването на биографиите на всички „безсмъртни“. Тази инициатива било прекъсната през 1700 г. (Академията е основана през 1635 г.) и Д'Аламбер решил да я възстанови. Работата била изключително трудна, защото повечето от „безсмъртните“ били вече споходени от смъртта, а много от живите не притежавали никакви достойнства.

Тези обстоятелства дали основание на Д'Аламбер да подходи по-оригинално, като събере факти и анекдоти, свързани с живота на академиците и направи по-четивно съчинението си. Това съчинение излязло в два дебели

тома със заглавие „Похвални слова“ и, според биографите на автора, представлява неговото най-четено съчинение.

Нещо за морала и личния живот на учените

За високия морал на Д'Аламбер говори неговото отношение към предложенията на монарсите, придружени с много високи възнаграждения. Той учтиво отхвърлил всички покани за постове и служби в други страни, оставяйки предан на своето отечество.

Не е без значение обстоятелството, че дори и на върха на славата си като учен, той продължавал да се грижи за своята застаряла възпитателка г-жа Русо и нейните деца. Нещо повече, Д'Аламбер поел издръжката и на децата на своя пръв учител от пансиона, който бил разорен в края на живота си. Помагал с пари и на студенти, за които знаел, че съвестно се учат.

Общо взето, ученият водел тих и скромен живот, рядко се отзовавал на поканите от знатни парижани. В един от тези редки случаи той срещнал своята голяма платонична любов.

Нека направим едно малко отклонение и уточнение. Когато говорим за онази епоха, в която са възникнали съвременните научни знания, не бива да заобикаляме още едно обстоятелство. В нея са творили хора, на които не са били чужди такива чувства, като любов и ненавист, съперничество и взаимопомощ, имали са приятели и врагове, едномишленици и противници, били са относително спокойни личности и такива, лесно поддаващи се на емоции, хора с всички свои човешки добродетели и недостатъци.

Героите на онази епоха (а и на всички други) са били не само големи учени, но и личности с всички слабости, характерни за обикновените хора. Д'Аламбер не правел изключение. Той срещнал своята голяма любов в салона на маркиза дю Дефан.

Сляпата маркиза била наела за свой четец бедната госпожица де Леспинас, която била захвърлена, също като Д'Аламбер, от своята майка – светска дама. На четенията, които започвали от 10 часа вечерта (маркизата не различавала нощта от деня), присъствала част от избраното общество на Париж. Сред гостите попаднал и Д'Аламбер. Той, както и другите гости, бил привлечен от чара на госпожицата – четец, предизвикан от нейния ум в съчетание с красотата ѝ.

След време маркизата разбрала, че популярността на нейния салон се дължи преди всичко на привлекателната ѝ помощничка. Наранена от това „откритие“ тя изгонила възпитаничката от дома си. Но бедната госпожица имала вече достатъчно поклонници, които не я изоставили. Нещо повече, голяма част от приятелите на маркизата последвали чаровната госпожица. Те наели апартамент за нея и го обзавели с хубави мебели. Скоро салонът на г-ца де Леспинас станал един от модните парижки будоари.

Разказват, че продължително време влюбеният Д'Аламбер разделял деня си между своя кабинет и салона на красивата де Леспинас. Той я обичал безумно, но любовта му не била споделена. Дамата на неговото сърце обичала разнообразието и си позволила много сърдечни връзки.

Може би поради бурния си живот де Леспинас бързо похабила здравето си, загубила чара си, състарила се. Д'Аламбер прощавал всичките ѝ изневери и продължил да я обича до смъртта ѝ. Чувствителният учен дълго не можел да се утеши от тази загуба. Той се оплаквал, че животът му вече е осъден на страшна самота.

Д'Аламбер никога не се отличавал с добро здраве. Мъката от загубата, напредващата старост, заедно със съпровождащите я недъзи, силно повлияли на живота му през последните години. Не го спасил и строгият начин на живот, който поддържал: въздържане от каквито и да било силни напитки, хранителен режим с постоянно просто приготвено блюдо и др. След продължителни и силни страдания, причинени от пясък в бъбреците, отказал да го оперират и на 66-годишна възраст починал (29 октомври 1783 г.).

Основните приноси на Д'Аламбер в науката и литературата бяха накратко описани в статията. Но, за да се разбере по-пълно обхвата и величието на неговото мислене, трябва да посочим и

Неговото предсказание,

което изпълнява ролята на своеобразно „завещание“, предоставено на следващите поколения учени.

Да си спомним, че през втората половина на XVIII в., по-специално през последните му десетилетия, е поставено начало на количественото изучаване на електрическите и магнитните явления, наблюдавани още хилядолетия преди това. Италианският физик Луиджи Галвани (1737–1798) пръв изследвал електрическите явления при мускулни съкращения (1786). Година преди това френският инженер и физик Шарл Кулон (1736–1806) открил основния закон за електрическо взаимодействие. Италианецът Александро Волта (1745–1827) последователно създал електроскоп, електрометър, кондензатор, а през 1799 г. конструирал първия източник на постоянен електрически ток.

Д'Аламбер не доживял до тези големи открития. Но още в зората на науката за електричните и магнитните явления той изказал пророчески разсъждения за тях, които още веднъж разкриват неговия гений:

„Всички тези необикновени свойства, зависещи от природата на магнетизма, вероятно са свързани с някакво общо свойство, което лежи в тяхната основа, неизвестно досега и може би още дълго няма да бъде известно... За учения би било достойно дело да сведе, ако това е възможно, всички указани свойства към едно, показвайки тяхната взаимна връзка... Същото може да се каже за голям брой други явления, връзката между които се корени може би в общата система на света“.

Както се вижда, Д'Аламбер е предвидил възможността за обединяване на разнообразните електрични и магнитни явления в единна наука и създаването на нова физична картина на света. Това „достойно дело“ извършват след няколко десетилетия Фарадей и Максвел, като създават класическата електродинамика, която обединила всички електрични, магнитни и оптични явления.

Това дело професор Лалов нарича „първото велико обединение“ [1]. Както става ясно, то е било предсказано от гениалния Жан Д'Аламбер.

Литература

- [1] И. Лалов, История на физиката от Възраждането до наши дни. София, УИ „Св. Кл. Охридски“, 2011.
- [2] Р. Радев, Е. Панова. Велики философи. София, Просвета, 1999.
- [3] Д. Я. Стройк, Краткий очерк истории математики. Москва, изд. „Наука“, 1978.
- [4] Я. Г. Дорфман, История на физиката. София, „Наука и изкуство“, 1880.
- [5] Г. И. Глейзер, Беседи по история на математиката. София, ДИ „Народна просвета“, 1988.
- [6] Н. Балабанов, Феноменален учен, гениален изчислител, любимец на монарсите. „Светът на физиката“, 2007, №3, 305-314.

THE SCIENTIST WHO DEVELOPED FURTHER NEWTON'S PHYSICS AND PREDICTED MAXWELL'S ACHIEVEMENTS

(Dedicated to the 300th anniversary of d'Alembert's birth)

N. P. Balabanov

The article reviews the childhood, life and scientific achievements of *Jean le Rond d'Alembert* – a central figure of the French Enlightenment, mathematician, mechanician, physicist, philosopher and writer and scientific co-editor, with Denis Diderot, of the *Encyclopédie*.

ПРОФ. МИНКО БАЛКАНСКИ НА 90 ГОДИНИ

Иван Лалов



На 24.0.2017 г. световноизвестният физик проф. М. Балкански навърши 90 години (в отлично здраве). Събитието бе отбелязано в Нова Загора и частично в родното му село Оряховица с присъствието на всичките 11 члена на неговото семейство, многобройни колеги и приятели от България и Франция, много представители на обществеността в Ст. Загора, София и другаде. Честването започна с кръгла маса в т. нар.

Червена къща, посветена на проблеми на българското образование и приноса на проф. Балкански (с участието на зам. министър на образованието Т. Михайлова и зам.-кмета на Ст. Загора Ив. Сотирова). Централна част на честването бе тържеството в залата на Театъра на СОУ „Христо Ботев“. Освен впечатляващата музикална и танцова програма, вдъхновяващо бе участието на ученици от гимназията в града, която бъдещият професор завършва през 1945 г., а също – шоуто на неговите пет внука.

Честването бе радостно преживяване за роднините, колегите, приятелите и гражданите, почели проф. Балкански.

Щрихи от житейската биография

Проф. Балкански се ражда в издигнато селско семейство, което се занимава със земеделие и търговия. Баща му М. Балкански е от онези неформални лидери, които със своята дейност и житейска философия са важен фактор за въздигането на България между двете световни войни, независимо от преживените национални катастрофи. Примерът на неговите родители и съветите, които получава от тях, са основата на разбиранията за живота в обществото и семейството на проф. Балкански и очертават магистралата на неговия живот.

Освен отличните резултати в училище, освен интереса на ученика Минко към природните науки, в училището в родното си село и в Нова Загора той проявява влечение към музиката, а цигулката остава дълги години негов приятел. През тези години са формирани неговите възгледи за развитието на обществото и антимилитаристичните му разбирания.

През 1945 г. е приет за студент по химия в Софийския университет „Св. Климент Охридски“. Неговата мечта да следва във Франция, толкова силно желана от него, се реализира през следващата година. По това време Бълга-

рия е поела по пътя на социално-историческия експеримент на „реалния социализъм“, чийто последици, покрай непосредствените картини, се видяха след десетилетия. Проф. М. Балкански никога не приема този експеримент и фактически неговото завръщане в България става през 1992 г.

Практически без материална подкрепа, а в началото – и със слабо познаване на френския език, М. Балкански завършва индустриална химия в Бордо благодарение на своите способности и издръжливост в учебния процес и при усилията да осигури своето съществуване и прехрана. Намеренията от учебните години да се занимава с наука са надградени и след получаването на дипломата за бакалавър той заминава за Париж, където постъпва в лабораторията по електрохимия на Сорбоната и изследва въздействието на разтворими макромолекули върху електролизата на медта. Това е тематиката на докторската му дисертация, защитена в Сорбоната през 1954 г. По това време е назначен в Центъра за научни изследвания (SNRS). Започва неговият стремглав път в науката – от Франция и Германия, където специализира при проф. И. Странски, към сътрудничеството и професурата в САЩ, към безусловното му приемане в световната общност на учените, които дават идеите и движат прогреса във физиката на твърдото тяло. (Именно за това негово „семейство“ на най-видни учени му завидях през 1992 г., когато проф. Балкански разказваше за тях в Аулата на Софийския университет). Проф. М. Балкански е член на лабораторията по физика на *École Normale Supérieure*, професор в Университета „Пиер и Мария Кюри“ и директор на лабораторията по физика на твърдото тяло (1960–1985), пътуващ професор в Калифорнийския университет „Ървайн“ (1970–1998), заслужил професор от 1995 год. Проф. Балкански е желан партньор и организатор на сътрудничеството с научни групи във Франция, Германия, САЩ, Япония, Индия, Китай, Полша.

Завръщането му в България бе съпроводено с присъждането на титлата „Почетен доктор на Софийския университет“ (по инициатива на група преподаватели от Физическия факултет, чийто декан бях по това време). Това постави началото на активната дейност на проф. М. Балкански за благото на българската наука, и особено – на българското образование. Тази неуморна дейност продължава и досега с непресъхваща енергия. През 1993 г. проф. Балкански основава Висшия институт за развитие на културата, науката и технологиите в България, който организира научни симпозиуми и конкурси за български ученици, за да следват в престижни френски университети. Проф. Балкански бе главният двигател за организиране на Върхови институти на НАТО в Созопол (ASI). Център за многобройни школи за учители и ученици стана основаният от него в родното му училище и финансиран от фондация „Миню Балкански“ Национален институт по образованието в Оряховица. Много български училища получиха безвъзмездно компютри, осигурени и доставени от проф. Балкански. По негова инициатива бе създадено

гражданското сдружение „Морал, етика и гражданско образование (МЕГО)“, което провежда ежегодно конференции с такава тематика. Непрестанни грижи полага проф. Балкански от почти десет години за внедряването на принципите и дисциплината „Гражданско образование“ в българските училища. Проф. Балкански осигурява стипендии и път в кариерата на млади таланти в науката, музиката, живописа. Ще отбележим неговата плодотворна съвместна работа с колегата Теодоси Теодосиев.

Научни активности

Разбира се, да се отразят накратко научната тематика и активност на проф. М. Балкански е непосилна задача. Ще подчертая, че от неговите начални изследвания по електрохимия през всички етапи на научната му кариера се проявява „желязна“ тенденция – съчетаване на експерименталните с теоретичните изследвания и търсене на пътища за внедряване в индустриалната практика.

През 50-те години на миналия век пътят към голямата наука за проф. Балкански е трасиран от изследванията на екситони в кадмиев сулфид (CdS). При изследване на фотопроводимостта той констатира наличие на време между поглъщането на квантите и раждането на токовете носители. Обяснението с раждане на екситони и тяхната роля в транспорта на енергия е възприето с интерес и възторг от колегията във Франция, Германия, САЩ и той е желан лектор в много университети и научни центрове. Екситонната тематика, както и изследванията на електронната структура на полупроводниците (и на CdS), задълго остават централна тема за проф. Балкански.

Друга основна област, към която също имам отношение, е Рамановото разсейване в кристали. Тук ще споменем неговите изследвания на ефекта на електронните възбуждания върху разсейването на светлината и асиметричната форма на Рамановите линии. Пионерски са работите на юбилея върху проявите на локалните (примесни) трептения в CdS в Рамановите спектри. Значителна роля за оптоелектронната индустрия имат приносите на проф. Балкански при изследване на смесени кристали, особено за ролята на нарушенията на трансляционната инвариантност върху спектъра на трептенията.

В науката за материалите проф. Балкански се проявява не само като редактор на списания и организатор на конференции, но и със своите приноси върху електронната структура на важни материали, върху теорията и практиката на интерколацията (внедряване на „гостуващи“ примеси между слоевете на решетката-домакин – изследвания, важни при производството на батерии), изследвания на физиката на повърхнината в полупроводници. Дори беглото споменаване на научните области, в които проф. Балкански и неговите сътрудници са внесли значителни приноси е внушително: фазови преходи, фероелектрични системи, силно анизотропни полупроводници, суперйонни проводници, високотемпературни свръхпроводници. Цялото развитие на фи-

зиката на твърдото тяло през втората половина на миналия век е отразено в научната тематика на проф. Балкански.

Научната активност на проф. Балкански включва и дейностите за благото на международната научна общност. Участвал е в редакционните колегии на осем научни списания, между които *Surface Science*, *J. of Physics C*, *Optics Communications*, *Solid State Communications*, *Physica Status Solidi* и др. Редактор е на серия от книги по физика на кондензираната материя. Бил е организатор и главен организатор на най-мощни научни конференции по физика на полупроводниците, по разсейване на светлината в твърди тела, по динамика на решетката и др., президент на конференциите по физика на полупроводниците (Монпелие, 1982) и по твърдотелни филми и повърхности (Париж, 1992). За известно време е президент на Отделението по физика на кондензираната материя при Европейското физическо дружество, а дълги години е директор на Международната школа по наука за материалите и технологиите (Ериче, Италия).

Както отбелязва американският физик Дж. Бирман, всички тези дейности проф. Балкански изпълнява със завладяващ ентузиазъм и непресъхваща енергия заради продължаващото международно научно сътрудничество, в защита на човешките права на учените и заради енергията и ентузиазма на младите учени, винаги свежо атакуващи новите проблеми.

Ще отбележим авторството на множество книги и издания (според проф. Балкански те са 28, а научните му статии са 600) с научна тематика, монографии и учебници, а в последните десетилетия и автобиографични книги.

Заключение

Житейската и творческа биография на проф. Балкански очертават пред нас образа на световен учен с голям авторитет сред своите колеги и на голям българин, който милее и непрестанно работи за бъдещето на България, с вяра и надежда в таланта и възможностите на нейната младеж.

Литература:

- М. Балкански, Устрем и воля, Пулсио, София (2007).
J. L. Birman, C. Sébenne and R. F. Wallis (eds.), *Elementary Excitations in Solids*, North Holland, Amsterdam (1992).

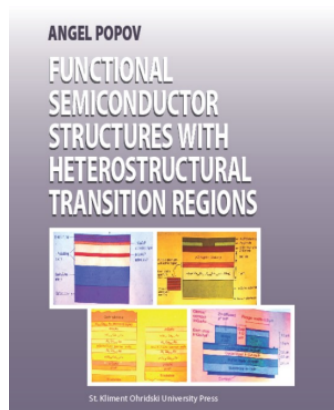
АКАД. АНГЕЛ ПОПОВ НА 75 Г.

Александър Г. Петров

Акад. Ангел Попов, отбеляза 75-годишния си юбилей с издаване на поредната си самостоятелна книга „Функционални полупроводникови структури с хетеропреходни съгласуващи области“, Издателство на СУ Св. Климент Охридски. На фона на над 10 досегашни монографии на акад. Попов, тази монография се характеризира с решително навлизане в модерната област на нанотехнологиите и получаването на наноматериали. Разгледаните структури са получавани с помощта на епитаксиални технологии от газова или течна фаза върху подложки от бинарни АЗВ5 полупроводници.

Представени са нови физични модели с участието на точкови структурни дефекти и формиране на електрически активни клъстери и комплекси. Различията между решетъчните параметри на полупроводниковата подложка и активния епитаксиален слой се компенсират чрез една преходна наносистема от стъпаловидни хетеропреходи, които имат собствена зонна структура. При конструиране на активен полупроводников прибор върху такъв слой, преходната нанометрична област, освен контактна и компенсираща роля, предлага ограничителни квантови бариери за токовите носители. Полупроводниковите хетероструктури дават възможност за конструиране на нови класове прибори от полупроводникови материали, върху които е невъзможно формирането на $p-n$ преходи. В това се крие голямата практическа полза от комплексните изследвания, проведени от автора.

Тази книга бележи и един важен жалон по творческия път на акад. Попов – неговата 75-годишнина. Изявен преподавател и изследовател повече от половин век той посвети живота на образованието и науката. Оценка за научната и публикационната му активност е изборът му за чл.-кореспондент (2008) и действителен член (академик) на БАН (2015), връчването на Почетния знак „Марин Дринов“ на лента на Академията и Почетния знак „Св. Климент Охридски“ със синя лента на СУ „Св. Климент Охридски“. Той е носител и на „Почетен знак на Габрово“, „заради издигане пре-



стижа на родната наука“. При многобройните му достижения, приноси и признания е хубаво да отбележим, че той е канен 5 пъти за предложения на Нобелови лауреати по физика, като един път неговото предложение е било възприето от Нобеловото жури.

Съюзът на физиците в България специално подчертава дългогодишната активна дейност на Почетния член на нашия съюз акад. Ангел Попов за каузата на българската физика. Ние го поздравяваме за новата му книга, честитим му юбилей и му желаем: „За много творчески години!“.

Бъди жив и здрав, колега Попов!

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

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

МЕЖДУНАРОДЕН ТУРНИР НА МЛАДИТЕ ЕСТЕСТВОИЗПИТАТЕЛИ

М. С. Явахчова, Н. Каравасилев, М. Матев, М. Кадийски, А. Кюлджиев

По света съществуват много и разнообразни състезания за ученици в сферата на математиката, физиката, химията, биологията и сродните им научни дисциплини, но не са много състезанията, които обединяват всички естествени науки. Международният турнир на младите естествоизпитатели (*IYNT*) е уникален сред тях поради това, че:

- за успешно представяне състезателите работят месеци наред върху предварително зададени изследователски теми (условно наричани задачи), които са „с отворен край“ и за които по принцип не съществуват понятия като правилен отговор и правилно решение, а се очаква аргументирано по научен път достигане до обосновани изводи;
- турнирът се провежда във формата на научна дискусия пред компетентна аудитория и се оценява от жури;
- състезанието е отборно и предполага умения за добре координирана работа в екип.

Целта на *IYNT* е да насърчи изследователското чувство у средношколците на възраст от 12 до 16 години, които искат да експериментират по своя инициатива, да изследват света около тях, да работят заедно и да дискутират с връстници от цял свят. Изследователските теми не са механичен сбор от задачи от различните природните науки. Голяма част от тях са интердисциплинарни и обикновено не могат да бъдат лесно причислени към някоя отделна област на природните науки – те просто изискват да се приложи научен подход към тях. Целта е да се преодолеят изкуствените разделения между природните науки и да се създават повече мостове между тях. Учениците биват изправени пред предизвикателства, различни от обичайните задачи в училище, и получават възможността да изпитат тръпката на научното изследване.

Замисълът на турнира се базира върху натрупания дългогодишен опит от **Международния турнир на младите физици (*IYPT*)**, но със съответното адаптиране към по-младшата възрастова група и въвеждане на ред подобрения, които да го направят по-атрактивен, с повече видове задачи и засилено турнирно начало. Тази година в Китай се проведе петото поредно състезание на *IYNT*, като предишните домакини бяха Турция (2013), България (2014), Сърбия (2015) и Иран (2016).

Какво представлява самият турнир? *IYNT* е преживяване за цял живот за много от участниците. Подготовката и успешното участие в него подхранва

творчеството и въображението на учениците, като им помага да изградят и развият интересите си в повече от една дисциплина. Етапът на подготовката за турнира насърчава не само способностите им за учене и изследователска дейност, но и приучва съотборниците към систематична, дългосрочна и целенасочена работа. В основата на състезанието е сътрудничеството и работата в екип. Практически невъзможно е за ден-два да се стигне до задоволително решение на проблем от *IYNT*, както е и почти невъзможно това да стане, ако ученикът работи сам. Турнирът се основава на находчивост, експериментиране, постоянство, критическо мислене и изисква съвсем ново ниво на сътрудничество между учителите (ръководителите) и техните ученици. Освен това, състезанието развива уменията им по подобаващ начин да представят своите идеи и резултати и да ги защитават аргументирано [1]. Става дума за цял комплекс от умения, върху които не се работи в нашата образователна система, но са изключително важни за бъдещата успешна реализация на учениците.

Първото запознаване с *IYNT* е, когато учениците се изправят пред формулировките на изследователските теми за предстоящото състезание и тогава става ясно у кого се е появила „любов от пръв поглед“. По правило става дума за явления, които са лесно наблюдаеми, много от тях – дори и в домашни условия. В задачите може да се изисква обяснение на явление, предлагане на подходящи хипотези за неговото обяснение и тяхната проверка, създаване на устройство (и неговото оптимизиране) и т.н. Необходимо е не просто провеждане на някакво измерване, а планиране и реализиране на експеримент, осмисляне на получените емпирични данни и достигане до изводи, убедително аргументирани в съответствие с принципите на научния метод.

Освен 17-те изследователски теми, по време на турнира се решават и още няколко вида задачи:

- Задачи тип „**Изследвай сам**“, при които, в рамките на една широко формулирана тема, всеки екип трябва да формулира **собствен изследователски проблем**. Този вид задачи се обсъждат на по-късните етапи на състезанието.
- Експериментални проблеми, които не са предварително известни на отборите, а се обявяват само няколко минути преди четвъртия етап на състезанието. В рамките само на 45 минути всеки отбор трябва да проведе опитите си и да подготви презентация с решението си.
- Тест „*Captain's contest*“ (съревнование на капитаните), в който с кратък тест, в който се състезават капитаните на отборите, се определя редът на представяне на задачите в даден етап от турнира.

Предишните задачи, давани на *IYNT*, техни решения и статистически анализ на резултатите могат да бъдат намерени на съответните уеб страници,

т.е. Ескишехир 2013 г. [2], Кюстендил 2014 г. [3], Белград 2015 г. [4] и Шираз 2016 г. [5].

По време на турнира решенията се представят и обсъждат в т.нар. научни битки (*Science Fights*). Във всяка турнирна зала през всеки от етапите има по три отбора, които влизат последователно във всяка от трите роли – на Докладващ, Опонент и Рецензент. Чрез жребий се определя кой отбор в каква роля ще започне и в следващите кръгове местата се разменят циклично, докато всичките отбори минат последователно и през трите роли. Опониращият отбор предизвиква Докладващия отбор по някой научен проблем от списъка със 17-те задачи. Отборът (Докладващ) разполага с 8 минути за да представи своето решение, което е подготвил за дадения научен проблем. След като приключи изложението на Докладващия, Опонентът има възможност да зададе уточняващи въпроси. Отборът на Опонента разполага с 3 минути, за да се подготви и след това член на отбора представя критичен анализ на решението на Докладващия, в който наред с положителните аспекти в изложението, задължително трябва да се отбележат и слабостите, грешките и пропуските в презентираните от Докладващия обяснения на явленията, проведените експерименти и представените резултати и изводи. След това се провежда 5-минутна дискусия между двамата. Ролята на Рецензента е да оцени както представеното решение, така и анализа на Опонента и последвалата дискусия. От него се очаква да направи обективен анализ на представянето, както на Докладващия, така и на Опонента и да вземе отношение по конкретните въпроси, по които е възникнал спор между тях.

Представянето на отборите се оценява от професионално жури от изследователи и учители. Журиращите не се намесват в научната битка и могат само да задават кратки уточняващи въпроси в самия ѝ край. Те поставят оценките си като следват ясно посочени критерии. В случаите, когато някой журиращ е дал оценка, силно различаваща се от останалите, той бива показан да направи разяснение на мотивите си да постави именно такава оценка.

Става дума за състезание, което е качествено различно от традиционните олимпиади, което изисква разностранни допълнителни умения и което успява максимално да доближи учениците до реалния научноизследователски процес и представянето на неговите резултати на научен форум.

Тъй като турнирът представлява отборно състезание, при него или всичките съотборници получават медали с еднаква стойност, или никой не се завръща с медал. През предишните години българските отбори имат спечелени веднъж златни и два пъти бронзови медали, като на последния турнир в Китай също бяха спечелени бронзови медали. Тази година отборът, съставен от 5 български състезатели от различни софийски училища и съпроводен от двама ръководители, участва ентусиазирано във всички научни битки и направи силно представяне. При 18 отбора от 11 страни в неофициалното

отборно класиране по точки българският отбор се класира наравно с финалистите от последните 2 години – отборът на Хърватска – и остави зад себе си традиционно силни отбори като този на Беларус, 3-те отбора на Русия и повечето от отборите на страната-домакин Китай, както и на Индонезия, на Иран и др.

Участието и подготовката за българското представяне бяха реализирани с подкрепата на Института за ядрени изследвания и ядрена енергетика (ИЯИЯЕ – БАН) и Проект „УчИЯИЯЕ – Въвеждане на изследователски методи в образованието и приобщаване на талантиливи ученици и учители към състезания и изяви по природни науки“ към дейност по Програма „Въвеждане на съвременни методи в образованието и работата с младите таланти“ на БАН. Бяха проведени консултации със специалисти и от други научни звена на БАН (ИФРГ, ИБЕ), а подготовката на състезателите се проведе на територията на ИЯИЯЕ и Физическия факултет на СУ „Св. Кл. Охридски“.

Следва да се отбележи, че в нашата образователна система не се работи върху развиването на уменията, върху които се набляга на турнира. Такива са например: изследователските задачи „с отворен край“; интердисциплинарния характер на задачите; планирането и провеждането на експерименти; публичното говорене, аргументиране и водене на научна дискусия. В същото време повечето от учителите нямат подготовка и нагласа за такъв тип състезание и всичко това би трябвало да насърчи създаването на връзки между нашата академична общност и средното образование.

Турнирът на младите естествоизпитатели представлява уникален инструмент за засилване на интереса към природните и сродните им науки, при който по време на подготовката и участието в Международното състезание учениците получават възможността да бъдат приобщени към научните и изследователските методи и умения, както и към магията на науката в широк план.

Отделно от това, дори и без официално участие в турнира, предлаганите от него задачи в адаптиран вид могат да намерят място както в учебния процес, така и в извънкласната дейност в нашите училища, където възможностите за правенето на експерименти все по-застрашително намаляват.

И накрая, кратка информация за тазгодишния състав на българския отбор, който включваше: Борис Панайотов (капитан) и Георги Иванов (СМГ), Лъчезар Димитров и Виктор Гилин (НПМГ) и Васил Николов (ПЧМГ). Ръководен бе от гл. ас. д-р Мария Явахчова (ИЯИЯЕ – БАН) и Никола Каравашилев (докторант във ФзФ – СУ), а българската делегация беше водена от дългогодишния представител и независим член на Международното жури д-р Младен Матев (ИЯИЯЕ – БАН), съвместно с д-р Милен Кадийски (Аурубис – България).

При подготовката участваха с пряка техническа и експертна помощ по конкретни теми и представители на научни звена от БАН – ИГФР (доц. д-р Мария Генева и Камелия Миладинова), ИБЕ (доц. д-р Лучия Антонова) и ИЯИЯЕ (гл. ас. Асен Кюлджиев).

Литература

- [1] <http://iynt.org/about/>
- [2] <http://iynt.org/eskischir/>
- [3] <http://iynt.org/kyustendil/>
- [4] <http://iynt.org/belgrade/>
- [5] <http://iynt.org/shiraz/>

В СЛЕДВАЩИЯ БРОЙ ЧЕТЕТЕ:

Трансмутацията – стъпка към по-ефективна и чиста ядрена енергия

Нова генерация компютърни мрежи

Дилемите при оценяване на научния принос

и други интересни четива

„ТВОРИМ БЪДЕЩЕТО НА ОБУЧЕНИЕТО ПО ЕСТЕСТВЕНИ НАУКИ“ НА ФЕСТИВАЛА „НАУКА НА СЦЕНАТА“ В ДЕБРЕЦЕН

Ана Георгиева

председател на Националния организационен комитет
на програмата „Наука на сцената“



Европейският фестивал „Наука на сцената“ отпразнува десетия си юбилей от 29 юни до 2 юли 2017 г. в гр. Дебрецен, Унгария. Мотото му, както и на Националния фестивал, беше **„Творим бъдещето на обучението по естествени науки“** (*Inventing the Future of Science Education*).

В най-мощабния европейски панаир за преподаване на природни науки участваха над 450 начални учители и преподаватели от 30 страни. Те представиха своите иновативни подходи в преподаването на физика, химия, биология, математика и информатика на щандове, работилници и пленарни представления (www.sons2017.eu). **Целта на фестивала** е непрекъснато да се повишава нивото на образованието по научните дисциплини, с което да се подобрява научната грамотност на цялото общество, както и повече млади хора да се ориентират към кариери в научните, инженерните и технологичните дисциплини. Основна роля в този процес имат учителите, ръководени от девиза на международната програма: **„От учители – за учители“**. Според инструкциите на Международния организационен комитет (МОК) всеки от участващите на международния фестивал трябваше да представи проект, отговарящ на основната тема на фестивала: **„Обучение, базирано на изследователски подход“**, а всеки проект отговаряше на една от следните категории: **Наука за най-малките, Науката и околната среда, Информационни и комуникационни технологии в научното обучение, Приобщаваща нау-**

ка, Сътрудничество в научното обучение, Евтина наука и Съвместни проекти.

Учителите, представящи всяка от 30-те страни участници, се определят на националните събития, предхождащи Европейския фестивал. **Национални журита** класират учителите с най-иновативните и атрактивни проекти за членове на националните делегации според критериите и по квота, определена от МОК. Националните фестивали са не само състезание, а и прекрасна възможност за среща и обмен на опит и идеи между всички учители, ентузиасирани да направят своя предмет интересен и привлекателен за учениците. Освен това, по традиция от първите фестивали **на националните събития у нас, проектите на учителите се представят и от екип техни ученици**, участници в проектите, което само по себе си стимулира техния интерес и развива творческите им и комуникативни умения.



Българската делегация на 10-ия юбилеен фестивал „Наука на сцената“ в Дебрецен беше **определена** на предварителния национален кръг, който се проведе от 28 до 30 октомври 2016 г. Домакин за пети пореден път бе **Севлиево**, а фестивалът се проведе за първи път в СУ „Васил Левски“ с традиционната медийна подкрепа на издателство „АзБуки“. Националното жури, ръководено от проф. Иван Лалов и представители на всички съдействащи организации: Съюзите на физиците, химиците, биолозите, математиците и учените в България, Фондация „Еврика“, Националния ученически екопарламент, Центъра за творческо обучение – София, определи националната ни делегация, която представи България на Европейския фестивал. В най-мощабния образователен панаир за преподаватели по естествени науки участваха **9 български преподаватели**, които се представиха със **7 проекта**:

1. **Мариянка Христова, Цанка Ненчева и Иванка Тотева**, ДГ „Радост“ и СУ „Васил Левски“, Севлиево.

Тема: „Мини био-градинка на група „Слънце“.

Категория: Наука за най-малките, Предмет: Биология /5 – 6 год.

2. **Надя Иванова Кискинова**, Народна астрономическа обсерватория „Юрий Гагарин“, Стара Загора.

Тема: „Любителската астрономия в България“.

Категория: „Информационни и комуникационни технологии в научното обучение“, предмет: Астрономия /14 – 19 год.

3. **Даниела Сергиева Георгиева**, 5 ОУ „Христо Ботев“, Кюстендил.

Тема: „Научни експерименти“.

Категория: Наука за най-малките, Предмет: Природни науки /10 год.

4. **Никола Огнянов Каравасилев**, СМГ „Паисий Хилендарски“, София.

Тема: „Магнитни явления с подръчни материали“.

Категория: Евтина наука, предмет: Физика и астрономия /14 – 19 год.

5. **Златка Христова Гарова**, СУ „Проф. д-р Асен Златаров“, Първомай.

Тема: „Обогатяване на научната грамотност на учениците чрез допълнителни дейности в есенно училище за нанохимия и нанотехнологии“.

Категория: Евтина наука, предмет: Химия и физика /14 – 19 год.

6. **Тонка Иванова Колева**, Търговска гимназия „Княз Симеон Търновски“, Стара Загора.

Тема: Надстройкавайки в науката.

Категория: Наука и околна среда, предмет: Физика /14 – 19 год.

7. **Камелия Тодорова**, ЦПЛР – детски комплекс „Йовко Йовков“, Севлиево.

Тема: „Моите първи опити – Изпитанията на Фродо“.

Категория: Наука и околна среда, предмет: Физика, Химия / 12 год.



Макар че на този международен фестивал нямаше избран български проект, който да бъде представен като работилница, ние получихме правото да включим двама допълнителни членове на делегацията за сметка на организаторите. За такива бяха определени от НОК двама от членовете на местния оргкомитет на Националния фестивал в Севлиево – Цанка Ненчева и Иванка Тотева.

Организацията на участието на България във фестивала започна с организираната неформална среща на делегатите по време на 45-тата Национална конференция по въпросите на обучението по физика на тема „ЕКСПЕРИМЕН-

ТЪТ – ОСНОВА НА ОБРАЗОВАНИЕТО ПО ФИЗИКА“ (6 – 9 април 2017 г., София). Проф. Ана Георгиева представи на конференцията целите, регламента и организацията на Националната и на Международната програма „Наука на сцената“, като прикани учителите, участващи в конференцията да я популяризират сред колегите си. Г-жа Златка Гарова представи с екипа си от ученици своя проект на работилница, предизвикала голям интерес и сред участниците в Младежката секция на конференцията. На срещата на учителите от делегацията бяха дадени инструкции и обяснения за подготовката на материалите за участието във фестивала – регистрационните форми на английски с описание на проектите, както и рекламните постери и диплянки за всеки проект. Бе взето и важното решение да се пътува до Дебрецен с автобус, нает от СФБ. С организацията на това пътуване се зае г-жа Цанка Ненчева – директор на ДГ „Радост“ – Севлиево, на която всички бяха много благодарни. Пътуването се оказа изключително приятно и полезно преживяване, което направи от делегацията един сплотен екип, задружно представил високото ниво на българската учителска колегия. В българската делегация имаше само двама участници за първи път в международен фестивал, но опитът и съдействието на останалите позволиха на всички да се включат активно във всички дейности на събитието.

На международните фестивали участниците задължително се представят с щандове. За първи път в Дебрецен щандовете бяха групирани според категориите на проектите, а не по страни-участници, което позволи много по-активно общуване с представители на другите държави. По време на фестивала бяха раздадени форми за създаване на съвместни проекти между представители на различни държави и за поканване на учители с интересни проекти за представяне на работилници, семинари или лекции с частично финансиране от МОК. Според информация от нашите участници, има добра перспектива за първи път членове на нашата делегация да се включат в съвместни проекти, както и да поканим представители на други страни на нашите традиционни образователни форуми, за да запознаят колегията на българските учители с техни иновативни идеи и методи в преподаването на природни науки.

Интересът на представители на други страни, както и на широката публика по време на фестивала и в Деня на отворените врати към нашите щандове, беше доста активен. Специално трябва да спомена експериментите на Даниела Георгиева (Кюстендил) и на Никола Каравасилев, представени от колегата му химик – Наско Стаменов, които неуморно трябваше да ги изпълняват и обясняват пред тълпа от заинтересувани учители и посетители на панаира.

Активността и на нашите учители беше доста висока. Те без изключение се включваха във всички елементи от програмата на фестивала. Присъстваха

на интересните и разнообразни **пленарни представления**, които бяха доста впечатляващи с атрактивни експерименти и представяне на проекти, въвличащи учениците в разнообразните съвременни приложения на науката и изграждащи у тях умения и сръчности, необходими в ежедневиия живот, представления, обединяващи изкуството и науката, и много други атрактивни и любопитни дейности, привлекателни не само за учениците. Почти всички се включваха и в **множеството работилници**, които вървяха паралелно всеки ден и запознаваха участниците с интересни методики за практическа подготовка и провеждане на урок или експеримент в областта на естествените науки.

По време на фестивала се състоя и годишното общо събрание на представителите на страните, участващи в международната платформа „Наука на сцената“. На него от българска страна присъства проф. Ана Георгиева. Бе направен отчет на дейностите, свързани главно с подборните събития, организирани от Националните организационни комитети през изминалата 2016 г. Бяха представени новите страни, членки на Европейската мрежа „Наука на сцената“ – Латвия и Украйна, както и първите две асоциирани членки – Египет и Израел. На всички участници беше раздадена анкета за оценка на фестивала и беше официално гласувано Португалия да бъде домакин на следващия фестивал – през 2019 г.

Беше наблегнато отново, че за по-масовото популяризиране на дейностите на „Наука на сцената“ е необходимо всички страни участнички да проведат поне едно „следващо“ международния семинар събитие. Особено внимание бе обърнато на засилване на сътрудничеството и обмяната на опит между учителите от различните страни.

На тържественото закриване в последния ден на фестивала бяха раздадени два типа награди: „Европейските награди на учителите по природни науки за 2017 година“ (*European STEM Teacher Award 2017*) – 9 учители, и „Най-високо оценени проекти – 2017“ (*Highly Commended Projects 2017*) – 7 проекта. Макар никой от членовете на нашата делегация да не беше сред отличените, всички наши участници се заредиха със самочувствието, че във своята дейност те са на нивото на най-добрите европейски практики. Те си тръгнаха заредени с ентузиазъм да споделят и приложат видяното и наученото със своите колеги и ученици. Неоченима е ползата от създадените международни контакти, които действително ни дават самочувствието и удовлетвореността, че сме част от общността на преподавателите по природни науки, което е основен приоритет за всички страни, целящи развитието на една високотехнологична икономика, „основаваща се на знанието“.

За учителите от нашата делегация, участвали в 10-тия юбилеен Международен фестивал в Дебрецен, като голяма награда за труда и ентузиазма им в извънкласните дейности ще остане и незабравимият спомен от едnodнев-

ната екскурзия в Будапеща на път за в къщи. Като допълнителна награда, училищата, които те представляваха, получиха и абонамент за списанието на СФБ „Светът на физиката“ за 2017 година.



Тук е моментът да изкажем и нашата благодарност към спомоществателите на събитието, които направиха възможно и плодотворно нашето участие в най-мощабния европейски панаир за преподаване на природни науки. На първо място, трябва да отбележим, че за първи път нашият дългогодишен съорганизатор – Министерството на образованието и науката, ни даде и финансова подкрепа, с която можем да осъществим и заплануваното „следващо“ фестивала събитие за популяризиране на програмата сред българските учители по природни науки. Особено сме задължени и на постоянните си спонсори от фондация „Комунитас“ и на почетния член на СФБ – д-р Костадин Янев, които ежегодно ни дават възможност да организираме и провеждаме националните фестивали и да участваме в международните. Благодарим и на нашите медийни партньори от издателство „АзБуки“ за благоприятното и многообразно отразяване на събитието, което беше отбелязано и от Международния оргкомитет.

Предстои ни подготовката и провеждането на 7-мия национален фестивал „Наука на сцената“. Вече е решено той да се състои **от 26 до 28 октомври 2018 г.** в град Севлиево – СУ „Васил Левски“. На него ще бъдат определени участниците от България в международната изява през 2019 г. Въпреки натрупания опит в организацията му нашата цел е да привлечем повече участници и да въведем нови, привлекателни за ученици и учители възможности за изява и обмен на опит сред тях.

ФОТОИЗЛОЖБА „МЕГАЛИТИТЕ НА БАЛКАНИТЕ В НАЧАЛОТО НА ХХІ В. (БЪЛГАРИЯ, ГЪРЦИЯ, ТУРЦИЯ)“

гр. Бургас, галерия „Богориди“, ул. „Богориди“ 48 – 10-23.09.2017

Любомир Цонев

Фотоизложбата бе показана за пръв път в София през 2008 г. под заглавие „**МЕГАЛИТИТЕ В БЪЛГАРИЯ – какво оцеля до началото на ХХІ в.**“. През 2009–2010 г. тя бе значително допълнена и преработена и получи ново заглавие „**МЕГАЛИТИТЕ НА БАЛКАНИТЕ в началото на ХХІ в. (България, Гърция, Турция)**“.

Изложбата има за цел да запознае по-подробно заинтересованата публика с наличните мегалитни обекти в България, както и да регистрира състоянието на паметниците и да пледира за опазването им като културна ценност. Появата ѝ, както и работата на колектива по мегалитните обекти, отразява един от основните приоритети, декларирани от Българската академия на науките напоследък – интердисциплинарен подход за по-пълно изучаване на явленията. В случая мегалитите имат поне 3 принципни характеристики, които изискват интердисциплинарен анализ от физици и астрономи: /1/ технически похвати в областта на строителната статика; /2/ археоастрономични свойства (ориентация) и /3/ датировка. Освен безспорното значение, което събраният материал има за опазване на културното ни наследство, изложбата илюстрира възможностите за сътрудничество между физика, астрономия и археология.



Неин автор е доц. д-р Любомир Цонев от Института по физика на твърдото тяло „Акад. Георги Наджакков“ при БАН, София, в тясно сътрудни-

чество с доц. Димитър Колев и гл. ас. Веселинка Колева от Института по астрономия при БАН, София, както и с д-р Антонио Сезар Гонзалес-Гарсия от Института по астрофизика в Тенерифе, Испания.

Любомир Цонев завършва физика в СУ „Св. Кл. Охридски“ и през 1978 г. постъпва в Института по физика на твърдото тяло „Акад. Г. Наджаков“ при Българската академия на науките, София. Основните му интереси са в областта на оптиката и спектроскопията. От 2003 г. се занимава с интердисциплинарни въпроси между физика, археология и астрономия. Пропагандира усвояването и прилагането на модерни оптични методи за археологично датиране в България, особено луминесцентното датиране (*optically stimulated luminescence dating, OSL dating*), което има много по-широка област на приложимост отколкото най-популярното засега датиране с въглеродния изотоп ^{14}C .

Л. Цонев създава и развива онлайн каталог за мегалитите на Балканите: www.balkanmegaliths.bgjourney.com. Автор е на многобройни статии, посветени на мегалитизма, както и на следните книги: „*Мегалити на Балканите*“ – Доклади от Първи международен симпозиум, съставителство и редакция Л. Цонев и К. Марицас, изд. Захарий Стоянов и СУ „Св. Кл. Охридски“, София 2009; „*Мегалитите в България*“ – Л. Цонев, изд. Фараго, София 2010; „*Отново за Мадарския конник*“ – Л. Цонев, изд. Домоплан, София 2012; „*Мегалити и други древности: интердисциплинарни студии*“, Л. Цонев, изд. Булга медия, София 2017 (под печат).

Настоящата изложба е дело на доц. д-р Любомир Цонев, но тя е немислима без дългогодишната поддръжка и подкрепа на многобройни ентузиастични – както учени, така и любители на древната история. Тя е следствие от три експедиции с международно участие. През 2006 г. испански научен проект, по който работи д-р Гонзалес-Гарсия, изисква да се обиколят и измерят в археоастрономичен план долмените в България. Това предизвиква първата долменна експедиция, която обикаля източната част на българска Странджа. През 2008 г. втора подобна експедиция обикаля западната част на българска Странджа (Дервентските възвишения), а също Сакар планина и Източните Родопи. Третата експедиция в 2011 г. продължава изследването на Сакар и Странджа. Събрана е информация за 110 долмена в трите планини, което не изчерпва наличните обекти. Търсени са закономерностите в тяхната ориентация, като са доказани за пръв път поне два ориентационни принципа: топографски и съседски. Те са отразени в няколко статии и доклади на конференции.

От 2008 г. досега изложбата е била показана в следните градове:

София, Ямбол, Пловдив, Велинград, Дупница, Благоевград, Кюстендил, Свищов, Никопол, Ловеч.

ПРОФЕСОР ДФН САВЧО СТЕФАНОВ ТИНЧЕВ (1949 – 2017)



Проф. дфн Савчо Тинчев е роден на 5.10.1949 г. в Русе. От 1967 до 1972 г. е студент и се дипломира във ВМЕИ – София, специалност „РАДИОФИЗИКА“. Аспирант е във Физическия факултет на Московския държавен университет (1975 – 1978 г.), където придобива научната степен „Кандидат на физико-математическите науки“. Научната степен „Доктор на физическите науки“ придобива през 1997 г. в Института по електроника при Българската академия на науките (ИЕ – БАН) по научна специалност „Радиофизика и физическа електроника“.

Служебният му път започва в НИИ по оптика и електроника, където от 1974 до 1975 г. е инженер-конструктор. След защитата на дисертация през 1978 г. в МГУ – Москва, кариерата му е свързана изключително с Института по електроника на БАН, където е избран за научен сътрудник III – I ст. (1979 – 1988), старши научен сътрудник II ст. (1988) и професор (2001). От 1997 г. е ръководител на Лаборатория „Физични проблеми на йонните технологии“ в ИЕ – БАН. Двукратно специализира в Германия във *Physikalisch-Technische Bundesanstalt, Braunschweig* (1981 – 1982) и в *Technische Universität Braunschweig* и *Institut für Kernphysik, Forschungszentrum Jülich* (1988 – 1990) със стипендии от DAAD и Фондацията „Александър фон Хумболдт“. От 1990 до 1994 г. работи като научен сътрудник в Изследователските центрове *FUBA* и *FIT* в Германия. Член е на *German Physical Society* и е бил председател на Отдела за физически, математически и науки за Земята на Хумболтовия съюз в България и зам.-председател на Хумболтовия съюз в България.

Проф. Тинчев беше изключително способен учен физик, работещ в областите на физическата електроника и физическото материалознание с над 100 публикации с имакт фактор, 3 патента, регистрирани в България, и още 6 – регистрирани през служебния му път в Германия. Признание за ярката му научна работа са Грамота от *FIT* (Германия) за разработване на високотемпературни свръхпроводящи квантови интерферометри (*SQUID*) с електронна литография и йонна имплантация, Академична награда на БАН в областта на физическите науки (1996) и награда на името на Акад. Е. Джаков за най-добра научна публикация за 2004, 2010 и 2012 г. на ИЕ – БАН. Негови разработки са: оригинален метод за формиране на Джозефсонови преходи във високотемпературни свръхпроводници чрез йонна модификация (*HTJJ*);

първото измерване на ток-фазова зависимост във HT_{JJ} ; първите тестове в космически полет с космическата совалка „Дискавъри“ на $SQUID$, основан на HT_{JJ} ; различни измервателни системи, основани на $SQUID$: сканиращ магнитометър, 3-D магнитометър и т.н.

Зад сухите факти от биографията на проф. Тинчев остава един забележително добър, сериозен и спокоен, болезнено честен и съвестен човек. Раздялата с него лиши колегията от възможността за ползотворно обсъждане и сътрудничество с висококвалифициран и винаги готов да помогне специалист.

ПОКЛОН ПРЕД СВЕТЛАТА МУ ПАМЕТ!

Доц. д-р Теодор Миленов
Лаборатория „Физични проблеми на йонните технологии“
ИЕ – БАН

ПОСЕТЕТЕ НАШИЯ САЙТ

wop.phys.uni-sofia.bg

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

**СНИМКИТЕ И ФИГУРИТЕ СА ЦВЕТНИ В ОНЛАЙН
ВЕРСИЯТА НА СПИСАНИЕТО**

СЪДЪРЖАНИЕ НА ТОМ XXXX

CONTENTS OF VOL. XXXX

РЕДАКЦИОННО

– Относно проблеми в науката и образованието в Европа

– За младите във физиката

РЕДАКЦИОННО

НАГРАДИ

– Б. Найнхаус, К. Шаутенс – Нобеловите награди за физика 2016.

– Награда „Лизе Майтнер“ за 2016 г.

– П. Лазарова – Отличени физици с награди за наука „ПИТАГОР“ 2017

– С. Петков – За пътя към наградите в науката

– Нобеловите награди за 2017 г.

– Лазерната интерферометрична гравитационно-вълнова обсерватория и първото директно наблюдение на гравитационни вълни

НАУКА

– Р. Ташева – Планетарни вълни и време

– Л. Цонев – Кладенци-телескопи: предизвикателство пред интердисциплинарните изследвания

– И. Лалов, Н. Кожухарова – Нютон и Оптиката

– Д. Динев – Европейският рентгенов лазер започна работа

– Д. Динев – Ускорителят NICA

– Л. Цонев – Луминесцентно датiranje в археологията

– Д. Динев, С. Александрова – Значими събития във физиката и астрономията през 2016 г.

EDITORIAL 1

– About problems in science and education in Europe 75

– Young people and physics..... 155

EDITORIAL 251

AWARDS

– B. Nienhuis, K. Schoutens – Physics Nobel prizes 2016 3

– 2016 Lise Meitner Prize 7

– P. Lazarova – Physicists honored with „Pythagoras“ Awards 2017 104

– S. Petcov – On the road towards science awards 106

– The Nobel Prize in Physics 2017 255

– The laser interferometer gravitational-wave observatory and the first direct observation of gravitational waves 258

SCIENCE

– R. Tasheva – Planetary waves and weather 8

– L. Tsonev – Wells-telescopes: a challenge to the interdisciplinary research 16

I. Lalov, N. Kojouharova – Newton and Optics 78

– D. Dinev – European X-ray laser starts working 86

– D. Dinev – The accelerator NICA..... 159

– L. Tsonev – Luminescence dating in archaeology..... 164

– D. Dinev, S. Aleksandrova – Breakthroughs in physics and astronomy in 2016..... 184

- А. Г. Стойнев – Биологичен часовник и хронобиология – от древността до Нобеловата награда
 – Л. Цонев – Луминесцентно датiranje в археологията – приложения

НАУЧНИ НОВИНИ

- Четирите нови елемента
 – Астероид от междузвездното пространство наблюдаван за пръв път

ИСТОРИЯ

- Н. Балабанов – Ученият, доразвил физиката на Нютон и предсказал постиженията на Максвел

НАУКА И ОБЩЕСТВО

- В. Бончев – Шифроващи вредителски програми
 – В. Бончев – Шифроващи вредителски програми
 – А. Георгиева – „Творим бъдещето на обучението по естествени науки“ на фестивала „Наука на сцената“ в Дебрецен
 – Л. Цонев – Фотоизложба „Мегалитите на Балканите в началото на XXI в.“

ГОДИШНИНА

- В. Атанасова, С. Семкова – Институтът по биофизика и биомедицинско инженерство към БАН отбеляза 50-годишен юбилей от създаването си

ФИЗИКА И ОБУЧЕНИЕ

- П. Лазарова – Младежка научна сесия 2017
 – В. Хаджимитова – Поредно участие на студенти по медицина в конференция по физика

- A. G. Stoynev – Biological clock and chronobiology – from antiquity to the Nobel prize266

- L. Tsonev – Luminescence dating in archaeology – applications276

SCIENCE NEWS

- The four new elements.....192

- Asteroid from beyond the solar system detected for the first time292

HISTORY

- N. Balabanov – The scientist who developed further Newton’s physics and predicted Maxwell’s achievements301

SCIENCE AND SOCIETY

- V. Bontchev – Encrypting malware29

- V. Bontchev – Encrypting malware90

- A. Georgieva – „Inventing the Future of Science Education“ on the festival “Science on Stage” in Debrecen326

- L. Tsonev –Photographic exhibition „The Balkan megaliths in the beginning of the 21st century“332

ANNIVERSARY

- V. Atanassova, S. Semkova – The Institute of Biophysics and Biomedical Engineering of BAS celebrated the 50th anniversary of its foundation.....195

PHYSICS AND TEACHING

- P. Lazarova – Youth scientific session 2017.....197

- V. Hadjimitova – Medical students’ participation in physics conference.....199

МЛАДИ ИЗСЛЕДОВАТЕЛИ

- М. Георгиева – Следите, оставени от Нютон
- В. Димитрова, К. Иванова – Бор неутронна терапия – лечение на рак без странични ефекти
- П. Лазарова – Конкурс за есета, посветени на Годината на Нютон
- Ж. Жекова – Исак Нютон: Аз открих светлината
- Д. Илиева – Ябълката на Нютон
- М. Явахчова, Н. Каравасилев, М. Матев, М. Кадийски, А. Кюлджиев – Международен турнир на младите естествоизпитатели

СЪЮЗЕН ЖИВОТ

- А. Петров, П. Витанов – III Национален конгрес по физически науки
- IX конгрес на Съюза на физиците в България
- М. Гайдарова – 45-та Национална конференция по въпросите на обучението по физика

ЕВРОПЕЙСКО ФИЗИЧЕСКО ДРУЖЕСТВО

- Д. Лий, К. Росел – Кратко описание на срещата с избрани членуващи дружества, организирана от Комитета за европейска интеграция на ЕФД

ЮБИЛЕЙ

- К. Коленцов – доц. д-р Стефан Балабанов на 85 години
- И. Лалов – Проф. Минко Балкански на 90 години
- А. Г. Петров – Акад. Ангел Попов на 75 г.

YOUNG RESEARCHERS

- M. Georgieva – Newton's heritage.....109
- V. Dimitrova, K. Ivanova – Boron Neutron Capture Therapy – treatment for cancer without side effects.....206
- P. Lazarova – Essay competition in Hewton's honor.....215
- Zh. Zhekova– Isaac Newton: I have discovered the light.....217
- D. Ilieva – Newton's apple.....218
- M. Yavahchova, N. Karavasilev, M. Matev, M. Kadiyski, A. Kyuldjiev – International tournament of young naturalists321

UNION LIFE

- A. Petrov, P. Vitanov – III National Physics Congress43
- IX Congress of the Union of Physicists in Bulgaria.....118
- M. Gaidarova – 45-th National conference on the problems of education in physics.....125

EUROPEAN PHYSICAL SOCIETY

- D. Lee, C. Rossel – Short description of the meeting of selected members societies, organized by the EPS Committee of European Integration46

JUBILEE

- K. Kolentsov – Assoc. Prof. Dr S. Balabanov at the age of 85.....219
- I. Lalov – Prof. M.Balkanski at the age of 90315
- A. G. Petrov – acad. Angel Popov at the age of 75319

IN MEMORIAM

- Проф. дфн Антония Шиварова
- Ст.н.с. Сава Симеонов
- Проф. дфн Савчо Тинчев

КНИГОПИС

- Ф. Дайсън – Най-въздействащите цитати от Айнщайн (предговор)
- А. Тодорова-Трифорова – За поредната книга на проф. Никола Балабанов
- Д. Христов, М. Кънева, Н. Генчев – Количествената история на Софийския университет „Св. Климент Охридски“ 1888 – 1939, записана в биобиблиографиите на неговите преподаватели
- М. Кънева – Напредък при биосензорите: обзори, том 1

PERSONALIA

- М. Кънева – Робърт Опенхаймер – споделено
- П. Лазарова – За доц. Антония Пеева – с обич и признателност!
- С. Рашев – Робърт Опенхаймер
- Ж. Райкова – Професор Никола Балабанов – доктор на физическите науки, на 80 години
- П. Витанов, Л. Попова – Йордан Касабов – физикът, виждащ бъдещето
- С. Рашев – Робърт Опенхаймер
- С. Балабанов – Осемдесет години от откриване на фотоелектретите от големия наш учен академик Георги Наджаков

IN MEMORIAM

- Prof. DSc Antonia Shivarova50
- Assoc. Prof. Sava Simeonov51
- Prof. DSc Savcho Tinchev335

BIBLIOGRAPHY

- F. Dyson – The ultimate quotable Einstein (foreword)52
- A. Todorova-Trifonova – On the latest book of Prof. Nikola Balabanov57
- D. Hristov, M. Kuneva, N. Genchev – Quantitative history of Sofia University „St. Kliment Ohridski“ 1888 – 1939, as documented in the biobibliographies of its lecturers..... 128
- M. Kuneva – Advances in Biosensors: Reviews, Vol. 1.....243

PERSONALIA

- M. Kuneva – Robert Oppenheimer: shared60
- P. Lazarova – To Assoc. Prof. Antonia Peeva with love and appreciation67
- S. Rashev – Robert Oppenheimer.....135
- J. Raikova – Professor Nikola Balabanov – D. Sc., 80-th anniversary.....151
- P. Vitanov, L. Popova – Jordan Kasabov – the physicist who perceives the future.....221
- S. Rashev – Robert Oppenheimer.....231
- S. Balabanov – Eighty years since the discovery of photoelectrets by our great scientist academician Georgi Nadjakov294

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, 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. **Бележките под линия** да не са оформени като *footnote*, а да са накрая на съответния материал.

4. **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.

5. **Използваната литература** трябва да съдържа литературни източници, които са достъпни за проверка.

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

**Издаването на настоящия брой на списанието
е с финансовата подкрепа на
Фондация ЕВРИКА.**



НАШИТЕ АВТОРИ:

Сашка Александрова – проф. дтн, Технически университет, София;
Александър Г. Стойнев – проф. дмн, Медицински университет – София;
Любомир Цонев – доц. д-р, Институт по физика на твърдото тяло, БАН;
Стефан Балабанов – доц. д-р, асоцииран член на Институт по физика на
твърдото тяло, БАН;

Никола П. Балабанов – проф. дфн, ПУ „Паисий Хилендарски“;
Иван Лалов – проф. дфн, Софийски университет „Св. Климент Охридски“;
Мария С. Явахчова – гл. ас. д-р, Институт за ядрени изследвания и ядрена
енергетика, БАН;

Никола Каравасилев – Софийски университет „Св. Климент Охридски“;
Младен Матев – гл. ас. д-р, Институт за ядрени изследвания и ядрена
енергетика, БАН;

Милен Кадийски – д-р, Аурубис България;
Асен Кюлджиев – гл. ас., Институт за ядрени изследвания и ядрена енерге-
тика, БАН;

Ана И. Георгиева – проф. дфн, Съюз на физиците в България
Александър Г. Петров – акад., Институт по физика на твърдото тяло, БАН;

СЪДЪРЖАНИЕ

CONTENTS

РЕДАКЦИОННО

НАГРАДИ

- Нобеловите награди за 2017 г.
- Лазерната интерферометрична гравитационно-вълнова обсерватория и първото директно наблюдение на гравитационни вълни

НАУКА

- А. Г. Стойнев – Биологичен часовник и хронобиология – от древността до Нобеловата награда
- Л. Цонев – Луминесцентно датiranje в археологията – приложения

НАУЧНИ НОВИНИ

- Астероид от междузвездното пространство наблюдаван за пръв път

PERSONALIA

- С. Балабанов – Осемдесет години от откриване на фотоелектретите от големия наш учен академик Георги Наджаков

ИСТОРИЯ

- Н. Балабанов – Ученият, доразвил физиката на Нютон и предсказал постиженията на Максвел

ЮБИЛЕЙ

- И. Лалов – Проф. Минко Балкански на 90 години
- А. Г. Петров – Акад. Ангел Попов на 75 г.

МЛАДИ ИЗСЛЕДОВАТЕЛИ

- М. Явахчова, Н. Каравасилев, М. Матев, М. Кадийски, А. Кюлджиев – Международен турнир на младите естествоизпитатели

НАУКА И ОБЩЕСТВО

- А. Георгиева – „Творим бъдещето на обучението по естествени науки“ на фестивала „Наука на сцената“ в Дебрецен
- Л. Цонев – Фотоизложба „Мегалитите на Балканите в началото на XXI в.“

IN MEMORIAM

- Проф. дфн Савчо Тинчев

EDITORIAL251

AWARDS

- The Nobel Prize in Physics 2017255
- The laser interferometer gravitational-wave observatory and the first direct observation of gravitational waves258

SCIENCE

- A. G. Stoynev – Biological clock and chronobiology – from antiquity to the Nobel prize266
- L. Tsonev – Luminescence dating in archaeology – applications276

SCIENCE NEWS

- Asteroid from beyond the solar system detected for the first time292

PERSONALIA

- S. Balabanov – Eighty years since the discovery of photoelectrets by our great scientist academician Georgi Nadjakov294

HISTORY

- N. Balabanov – The scientist who developed further Newton's physics and predicted Maxwell's achievements301

JUBILEE

- I. Lalov – Prof. M. Balkanski at the age of 90315
- A. G. Petrov – acad. Angel Popov at the age of 75319

YOUNG RESEARCHERS

- M. Yavahchova, N. Karavasilev, M. Matev, M. Kadiyski, A. Kyuldjiev – International tournament of young naturalists321

SCIENCE AND SOCIETY

- A. Georgieva – „Inventing the Future of Science Education“ on the festival “Science on Stage” in Debrecen326

- L. Tsonev – Photographic exhibition „The Balkan megaliths in the beginning of the 21st century“332

IN MEMORIAM

- Prof. DSc Savcho Tinchev335