



съюз на физиците
в БЪЛГАРИЯ

СВЕТЪТ НА ФИЗИКАТА

2'21

WORLD OF PHYSICS



„Докосване от небето“

Михаела Колева, НВУ „Васил Левски“, Велико Търново

С В Е Т Ъ Т Н А Ф И З И К А Т А

ТОМ XLIV, кн. 2, 2021 г.

Издание на Съюза на физиците в България

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

РЕДАКЦИОННА КОЛЕГИЯ

ГЛАВЕН РЕДАКТОР

Сашка Александрова

ЗАМЕСТНИК-ГЛАВЕН РЕДАКТОР

Ана Георгиева, Мариана Кънева

ОТГОВОРЕН СЕКРЕТАР

Пенка Лазарова

ЧЛЕНОВЕ

Иван Лалов, Евгени Попов, Питър
Таунсенд, Радостина Камбурова,
Борислав Павлов, Светлен
Тончев, Желязка Райкова, Игоръ
Масляницын, Михай Анастасеску,
Лилия Атанасова

EDITORIAL STAFF

EDITOR-IN-CHIEF

Sashka Alexandrova

VICE EDITOR-IN-CHIEF

Ana Georgieva, Mariana Kuneva

EXECUTIVE SECRETARY

Penka Lazarova

MEMBERS

Ivan Lalov, Evgeni Popov,
Peter Townsend, Radostina
Kamburova, Borislav Pavlov,
Svetlen Tonchev, Zhelyazka
Raykova, Igor Maslyanitsin,
Mihai Anastasescu, Liliya
Atanasova

РЕДАКЦИОНЕН СЪВЕТ

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

EDITORIAL COUNCIL

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

ВОДЕЩ БРОЯ: Сашка Александрова

VOLUME EDITOR: Sashka Alexandrova

АДРЕС НА РЕДАКЦИЯТА:

Бул. „Джеймс Баучер“ №5,
1164 София

EDITORIAL OFFICE ADDRESS:

5, James Bouchier Blvd,
1164 Sofia

☎ 02 862 76 60

E-mail: worldofphysics@abv.bg

Предпечатна подготовка: Л. Атанасова

ISSN: 0861-4210

РЕДАКЦИОННО

Бъдещето започва сега

В настоящия исторически момент, когато девизът е „учение цял живот“, стои въпросът за началото, за това кога започва интересът към учението и науката. Отдавна е признато, че движещите сили за развитието на науката са любопитството и въображението, които в най-голяма степен притежават младите умове. Детската възраст е най-подходящото време за създаване на интерес към науката. Когато говорим за учени, понятието „млад учен“ отнасяме по-скоро към началните етапи в кариерното развитие, а не към определена възраст. Подпомагането и насърчаването на всички млади хора е най-добрият начин за постигане на приемственост в науката и в образователната система. Нека помним, че бъдещето винаги започва сега.

В настоящия брой специално място заема рубриката „Млади изследователи“, която включва творби, статии и съчинения с автори от всички степени на образованието, от есета на най-младите – ученици в прогимназиалния курс, студенти от 1 и 4 курс и докторант, до интервю с млад учен.

В настоящия брой публикуваме откъси от есета на ученици от 6 до 8 клас, както и три есета в пълен текст от проведения Национален конкурс за есе на тема „Великите открития във физиката на XX век“. В тях виждаме очарованието на откривателството, което учениците споделят, осъзнаването, че физиката е интересна и вдъхновяваща, че *„новите теории не само дават нови отговори, но и поставят нови въпроси“*, че *„всяко откритие във физиката е дело на много опити, време и усилия от страна на учените“*, че светът е като магия, която постигаме всеки ден във време, когато *„в нашето поколение някои хора мислят, че физиката не ни е нужна в живота и дори аз самата мислех така“* и обещанието *„надявам се един ден и аз да помогна за развитието на тази наука, като откроя и обясня нещо ново – непонятно досега“*. В тези деца може би се крият бъдещи наши колеги. Независимо каква професия ще изберат, те несъмнено ще останат и „малко учени“ и ще бъдат сред просветените граждани на бъдещето. В следващите броеве ще публикуваме и есета с автори ученици от по-горните класове и студенти.

Други статии в настоящия брой от млади автори и, надяваме се, бъдещи наши колеги, разглеждат научните мисии и изследвания по темата за биологичния живот извън пределите на планетата Земя, проведени през годините и случващите се в момента, възможностите и възникналите хипотези, както и бъдещото им развитие, еволюцията на звездите, регистрирането на антихелиеви ядра, създаването на батерия, която може да захранва устройства в продължение на 28 000 години и какво общо има това със свръхтънки слоеве от нанодиаменти, както и други интересни теми. Прочетете за българския екип, който изследва възможността за полет в атмосферата на Юпитер. За-

познайте се с позитронно-емисионната томография – бързо развиващ се нуклеарно-медицински метод за диагностициране на различни физиологични състояния, с физичните явления, на които се базира, и приложенията му.

Представяме и интервю с д-р Стефан Каратодоров, главен асистент в Института по физика на твърдото тяло към Българската академия на науките (ИФТТ – БАН), в което той споделя вижданията си по различни въпроси, свързани с избора на професия, събитията и предизвикателствата по пътя на професионалното развитие и за всичко, което вълнува един млад учен. Според него *„Професията на физик е съчетание от различни части, които се допълват: творческо начало – нова идея, нов метод, нов подход, нещо ново, което подлежи на тестване и доказване“*.

Разсъждавайки върху познанията ни за елементарните частици и техните взаимодействия, един от нашите млади автори пише: *„Невероятно, но това толкова нестандартно обяснение за състава на Вселената и нейните сили е наречено Стандартен модел. Сякаш за да подсказже, че следващото обяснение ще е наистина нестандартно за сегашните ни представи“*. На валидността на Стандартния модел, на откритията, които не могат да бъдат обяснени в неговите рамки, като масата на неутриното, тъмната материя, изпълваща Вселената, асиметрията между материята и антиматерията и ускорено разширяване на Вселената и дават индикации за необходимостта от допълване на този модел, е посветена статията „Преглед на съвременното състояние на физиката на елементарните частици“.

Навършиха се петдесет години от създаването на *Physical Review D*, едно от най-авторитетните физични списания, посветено на частици, полета, гравитация и космология. Вижте за три основополагащи статии, публикувани в списанието през годините от основаването му, които са оказали значително влияние в своята област и които продължават да стимулират вълнуващи и авангардни изследвания до ден днешен.

Изминаха първите 20 години на XXI век. Кой са най-големите учени за този период? Вижте класацията на *NewEngineer*.

В настоящия брой ви представяме и резултатите от проведения онлайн Национален фотоконкурс за студенти, посветен на Международния ден на светлината – 16 май. Надяваме се конкурсът да се превърне в традиция, която свързва наука и изкуство и показва красотата на науката. Авторът на снимката върху корицата на Списанието е сред наградените участници.

Приятно четене, приятели на „Светът на физиката! Както казва един от нашите млади автори: *„Най-хубавото е, че ние имаме възможност не просто да седим на брега и да очакваме вълните на откритията, а да ги създаваме“*.

Сашка Александрова,
главен редактор на „Светът на физиката“

ПРЕГЛЕД НА СЪВРЕМЕНОТО СЪСТОЯНИЕ НА ФИЗИКАТА НА ЕЛЕМЕНТАРНИТЕ ЧАСТИЦИ

Золтан Трочани

В ЦЕРН тече надграждане на Големия адронен колайдер (LHC) и обновяване на експериментите, а също така се подготвя и новата европейската стратегия за изследванията в областта на физиката на елементарните частици. На фона на тези събития представяме кратък преглед на текущото състояние на физиката на елементарните частици.

Стандартен модел на взаимодействие на елементарни частици

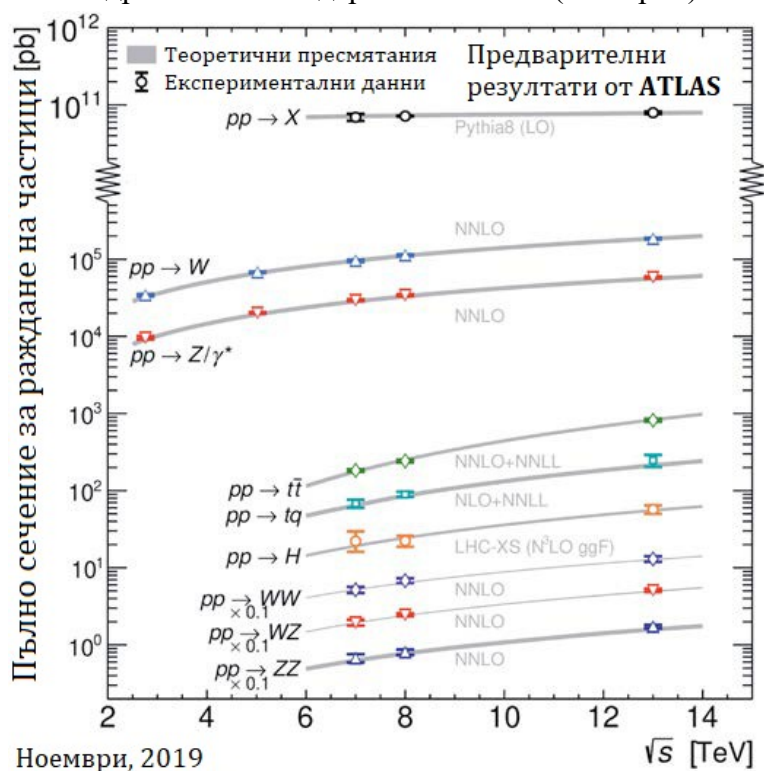
Стандартният модел (СМ) на физиката на елементарните частици описва разпадите и стълкновенията между частиците с изключително висока точност. Той включва три поколения фермиони, всяко от което има два електрически заредени кварка, зареден и неутрален лептон. Неутралните лептони са неутрината, които се различават едни от други само по своите аромати (лептонни числа). Лептонното число показва кой зареден лептон (електрон, мюон или тау) се появява при разпада на $W^\pm$ бозон (електрически зареден „роднина“ на фотона, който притежава голяма маса). Единственото, по което се различават поколенията лептони, освен по ароматите, са техните маси. Фотонът, $W^\pm$ и Z бозоните са преносители на електрослабото взаимодействие, а глюоните – на силното взаимодействие. Тяхното съществуване следва от принципите на симетрия. Лагранжианът на модела е инвариантен (т.е. се запазва) при калибровъчни трансформации от групата $SU(3) \times SU(2) \times U(1)$.

Инвариантност при локални калибровъчни трансформации означава, че уравненията не се променят, в случай че преобразуваме фермионните полета ψ , като ги умножим с матрица $U = \exp(i \alpha(x) \cdot \mathbf{T}) \in SU(N)$. Векторът α се състои от N елемента, които са произволни реални числа, зависещи от пространство-времето. Векторът $\mathbf{T}$ също има N елемента, всеки от които е матрица, които се наричат генератори на $SU(N)$ група.

Стандартният модел получи завършен вид през 2012 г., когато бе открита частицата Хигс-бозон (*Higgs boson*) при експериментите на *ATLAS* и *CMS* в ЦЕРН [1, 2]. И до днес това е единствената елементарна частица-скалар в Модела. Подходящият дизайн на ускорителя и детекторите, необходими за това откритие, не би бил възможен без подробните и точни предсказания на СМ.

Експериментален статус на Стандартния модел

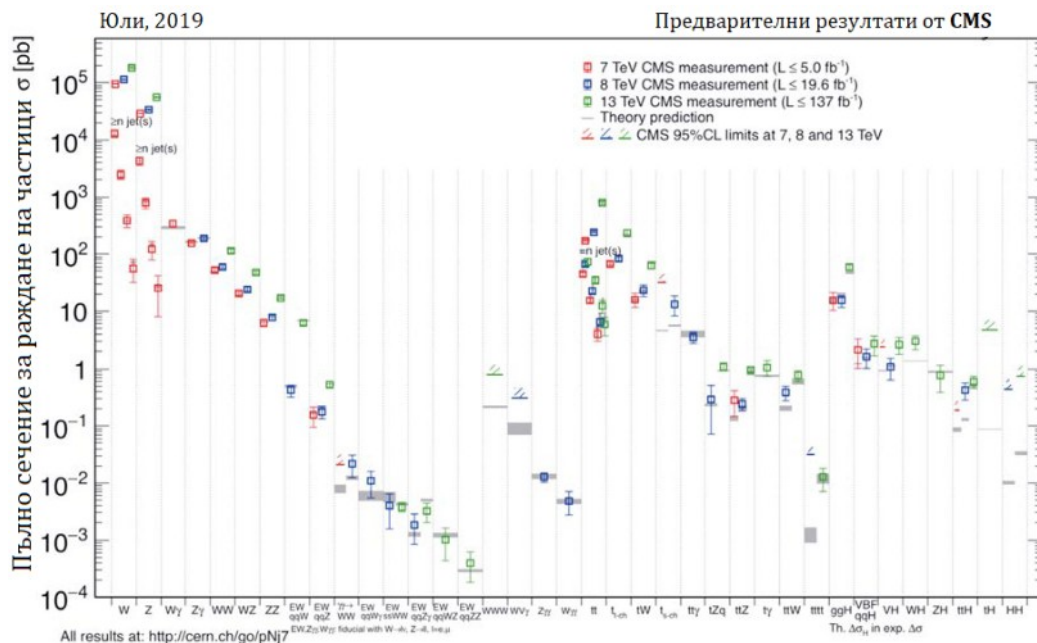
Стандартният модел притежава 19 свободни параметъра (отчитайки неутрината като безмасови). Те са определени експериментално чрез фитиране на измерени физически величини и предсказанията на модела. Повечето от параметрите също са измерени директно на ускорителя *LEP* (*Large electron-positron collider* – Голям електронно-позитронен колайдер) в ЦЕРН. Предсказанията в рамките на модела величини и измерените стойности се съгласуват отлично, което показва надеждността и валидността на модела. Такава съгласуваност между експеримент и теория показват и резултатите от измерванията, направени на адронните колайдери *TEVATRON* (Теватрон) и *LHC*.



Фигура 1. Пълното сечение на характерни процеси на LHC като функция на енергията в система център на масите на сблъскващите се частици. Експерименталните точки са показани с границите на техните неопределености, а теоретично получените резултати са дадени като много тънки, непрекъснати ивици. Най-големите теоретични неопределености произлизат от пренебрегването на радиационните поправки от по-висок порядък в квантовата хромодинамика (QCD)

На Фигура 1 са показани резултатите от измерванията на *ATLAS* на 8 характерни процеса, за които теоретичните предсказания са с най-висока точност [3]. Това е голям триумф за Стандартния модел, тъй като предсказания-

та и измерените съответни стойности се съгласуват много добре. На Фигура 2 са направени сравнения между предсказанията на Стандартния модел и измерените на експерименталната установка *CMS* данни [4].



Фигура 2. Сечения за различни процеси, наблюдавани от детектора на *CMS*. Теоретичните предсказания на модела са дадени със сивите ивици, чиято дебелина показва границите на тяхната неопределеност

От общо 37 крайни състояния само в две се наблюдава отклонение между теория и експеримент, при които отклонението надвишава 1- σ несигурност, което означава доверителен интервал 62%. Това са s-каналът на единичен t-кварк и раждането на $W + H$. И в двата случая измерената стойност е по-голяма от теоретично пресметнатата. Тъй като вероятностите за наблюдаване на тези крайни състояния са много малки, наблюдаваните завишени стойности на резултатите може да са статистически флуктуации.

В търсене на физика извън Стандартния модел на взаимодействие на елементарни частици

Във физиката на високите енергии са предлагани много модели, които предсказват нови частици. Освен че служат за сериозна проверка на Стандартния модел, експериментите *ATLAS* и *CMS* имат за цел да търсят нови частици. Към момента търсенето на подобни частици не се увенчава с успех и резултатите от експериментите поставят долни граници за масите на теоретично предсказаните частици.

Отхвърлени са множество теоретично предсказани частици с маса по-малка от $1 \text{ TeV}/c^2$ ($1 \text{ TeV}/c^2$ отговаря приблизително на масата на 1000 прото-

на). Подобен извод се прави и за слабо взаимодействащите масивни частици (*weakly interacting massive particles – WIMPs*) от които би могла да е изградена тъмната материя във Вселената. Резултатите, при които няма открита нова частици, са наричани често „отрицателни“, въпреки че може да ги считаме за „положителни“, в смисъл че експериментите във физиката на високите енергии не показват наличието на явления извън Стандартния модел.

Така можем да твърдим със сигурност, че експериментите във физиката на елементарните частици, провеждани както с насрещни снопове, така и на фиксирана мишена, дават твърда основа за валидността на Стандартния модел и не загатват за нова физика. Въпреки това има няколко открития, които не могат да бъдат обяснени в рамките на Стандартния модел и дават индикации за необходимостта от неговото разширяване. Тук ще се спрем именно на тяхното описание.

Наблюдения, които не се съгласуват със Стандартния модел

Неутрината имат маси

Важно откритие е наблюдението на неутринни осцилации [5]. Това е ефект на квантово-механична интерференция, който може да бъде обяснен с наличието на маса на неутрината. Ако ароматът и собствените стойности на масите на неутрината се различават, тогава собствените стойности на ароматите на неутрината, родени в разпад (да речем на пион), са смесица от собствените стойности на масите, така че ще има увеличение на фазовата разлика при тяхното по-нататъшно разпространение в пространството. В резултат на това се получава интерференция в ароматите на неутриното [6].

Тъмна материя изпълва Вселената

Друго ключово наблюдение е това, че измерената енергийна плътност на материята във Вселената е около пет пъти по-голяма от тази на барионната материя, от която сме направени ние (отчитайки атомите, фотонното лъчение и неутрината). Разликата между материя и барионна материя се нарича *тъмната материя*, която ние не познаваме. Тъмната материя „чувства“ гравитацията, както обикновената материя, но много слабо взаимодейства с материята, що се отнася за останалите взаимодействия. Най-точните измервания, които подкрепят това наблюдение са направени от сателита „Планк“ [7], който измерва интензитета на космическото микровълново фонов лъчение (МВФ – *cosmic microwave background radiation – CMBR*). Този интензитет може да бъде превърнат в температура по формулата на Макс Планк за излъчването на (абсолютно) черно тяло. За температурата на МВФ е получена стойност от $(2,7260 \pm 0,0013)$ К, почти независимо от посоката на наблюдение, но има флуктуации при скала 100 μ К. Тези колебания в температурата могат да бъдат обяснени в рамките на Космологичния стандартен модел (който съдържа 6 параметъра) и те се съгласуват с измерените данни. Тези резултати показ-

ват, че енергийната плътност на материята (в единици от критичната плътност, при която би имало безкрайно разширение) е $0,306 \pm 0,007$, докато тази за барионната материя е $0,0484 \pm 0,0005$. Тази разлика определено съществува и е сигнал за това, че някаква неизвестна материя има значителен принос към състава на Вселената. При липсата на някакво надеждно астрофизично обяснение, е естествено да допуснем, че тъмната материя се състои от частици. Физиците, които изследват елементарните частици, полагат неимоверни усилия да открият такава материя експериментално в лабораторни условия.

Барион-антибарионна асиметрия

Третото съществено наблюдение е *нашето съществуване*. Според Космологичния стандартен модел, някога в миналото си Вселената е била изпълнена с гореща и плътна плазма, в която частиците материя и антиматерия са били в равни количества. Нашето съществуване доказва, че тази симетрия е била нарушена, защото днес във Вселената ние откриваме само материя, но не и антиматерия. В лабораторни условия можем да създадем антиматерия в малки количества. В Лагранжиана на Стандартния модел има фаза на *CP*-нарушение (водеща до това, че уравненията се променят, ако приложим едновременно зарядово спрягане и пространствено отражение), но тази фаза не е достатъчна, за да обясни космологичните наблюдения. При около $4 \cdot 10^{10}$ протона и антипротона след Големия взрив, е имало асиметрия от само един протон в повече. В момента нямаме доказан механизъм на взаимодействие на частици, който би могъл да обясни асиметрията между материята и антиматерията. Неутринните осцилации могат също да съдържат в себе си фаза на *CP*-нарушение, която да е достатъчно голяма, за да обясни успешно голямата асиметрия между лептони и антилептоли. Ако такова нарушение съществува в лептонния сектор, то има механизъм (наречен сфалеронов процес), който може да доведе до барион-антибарионна асиметрия.

Ускорено разширяване на Вселената

Четвъртото наблюдение е ускореното разширение на Вселената в наши дни [8], забелязано при изследванията на рецесионната скорост на свръхнови звезди от типа Ia [9]. Това явление се дължи на тъмната енергия и е свързано с наличието на плътност на енергията ϵ . Тъмната енергия се характеризира с уравнение на състоянието $p = w\epsilon$, с параметър $w < -1/3$, отговарящ на отрицателно налягане. Според данните, получени от измерванията със сателита „Планк“, около 70 % от енергийната плътност във Вселената се характеризира с $w = -1,028 \pm 0,032$. Нямаме експериментални доказателства за бързото разширяване в ранната Вселена, наречено инфлация. Въпреки това, общоприето е, че има няколко сигурни наблюдения, които могат да бъдат обяснени с това предположение. Тъй като ранната Вселена е била гореща и плътна, взаимодействието на частиците доминира над гравитацията. Следо-

вателно е естествено да се търси произходът на инфлацията във физиката на частиците.

Съществуващата картина

В заключение можем категорично да твърдим, че Стандартният модел е потвърден експериментално, въпреки че има няколко наблюдаеми величини, които предсказват съществуване на физични процеси отвъд неговите граници. По отношение обяснението на резултатите от измерванията, Стандартният модел е много „икономичен“ в добрия смисъл на думата – той използва малък брой параметри за обяснение на множество явления. Заложеният принцип на симетрия – Лагранжианът да бъде инвариантен спрямо локални трансформации на групата на симетрия и да може да бъде може да бъде нарушен само спонтанно във вакуум – е елегантен и подсказващ, че и разширението на модела би трябвало също да е икономично и елегантно. Всяко едно възможно разширение на модела е силно ограничено от наличните експериментални данни. Един нов модел трябва да взима под внимание съществуващите прецизни измервания и в същото време да дава обяснение на малкото наблюдения, които не се вписват в Стандартния модел. Положението е подобно на това отпреди 120 години, в зората на квантовата революция, когато *„във физиката почти всичко се знае, само спектърът на излъчването на абсолютно черно тяло се нуждае от разбиране“*.



За автора:

Золтан Трочани е професор в Университета „Етвьош Лоранд“, Будапеща, Унгария. Той е специалист в областта на теорията на силните взаимодействия. Носител е на много награди за приноса си в напредъка на физиката на елементарните частици в Унгария.

Zoltán Trócsányi, <https://www.europhysicsnews.org/articles/epn/pdf/2020/02/epn2020512p23.pdf>

Литература

- ATLAS Collaboration, *Phys.Lett. B* 716, 1 (2012).
- CMS Collaboration, *Phys.Lett. B* 716, 30 (2012).
- <https://twiki.cern.ch/twiki/bin/view/AtlasPublic/Standard-ModelPublicResults>
- <https://twiki.cern.ch/twiki/bin/view/CMSPublic/Physics-ResultsCombined>
- Y. Sirois and M. Mezzetto, *Europhysics News* 46 (5-6), 6 (2015).
- G. Tammann, F. Thielemann and D. Trautmann, *Europhysics News* 34 (2), 68 (2003).
- <https://www.cosmos.esa.int/web/planck/home>
- R. van de Weygaert, *Europhysics News* 42 (6), 20 (2011).
- B. Leibundgut and J. Sollerman, *Europhysics News* 32 (4), 121 (2001)

Превод: Галя Деянова

Zoltán Trócsányi

While at CERN the upgrade of the Large Hadron Collider and the detectors is in full swing and the European strategy for particle physics research is being shaped we summarise the current status of particle physics, focusing on the established experimental observations at the energy, the intensity and the cosmological frontiers.

Translation: **Galya Deyanova**

Национален форум за съвременни
космически изследвания

7-9 октомври 2021

София Тех парк,
бул. „Цариградско шосе“ № 111
София

Организира:
клон „Космос“ при СФБ

За Регистрация: <https://bulgarianspace.online/forum/>

СИМУЛАЦИИ НА ПОЗИТРОННО-ЕМИСИОНЕН ТОМОГРАФ С ПРОГРАМЕН ПАКЕТ *GEANT4*

Десислава Иванова, Стефан Лалковски, Симеон Иванов, Светослав Иванов, Анна Загорска, Лилия Атанасова, Велко Рангелов

Позитронно-емисионна томография

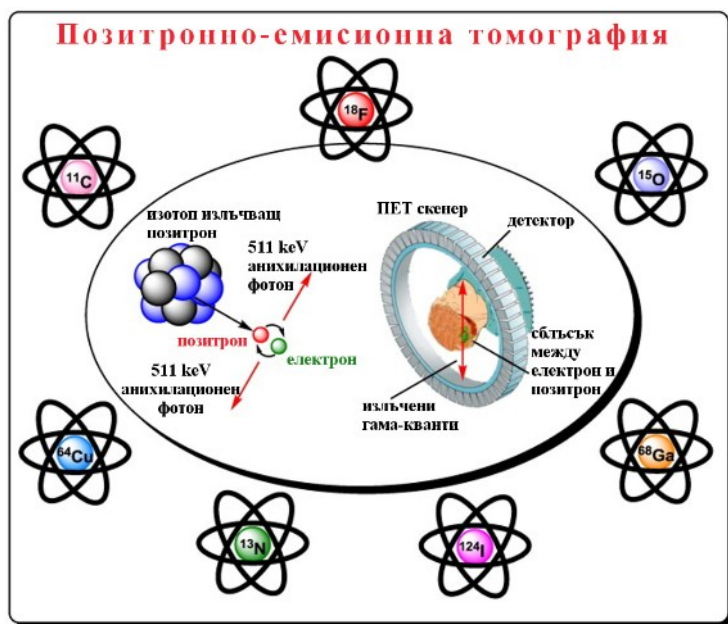
Позитронно-емисионната томография (ПЕТ) е най-бързо развиващият се нуклеарно-медицински (НМ) метод за диагностициране на различни физиологични състояния [1]. Този вид диагностика разширява възможностите за изучаване на биохимичните основи на нормалните или нарушени функции на организма и позволява изследването на биохимичните процеси да стане част от лечението на пациента. Тези възможности на ПЕТ са много важни, защото основата, на която са базирани всички процеси в организма, е биохимична.

ПЕТ изследванията се провеждат предимно с ^{18}F – флуордезоксиглюкоза (*FDG*), тъй като ^{18}F има период на полуразпадане от 110 min, позволяващ тя да бъде превозена до лечебните заведения, които нямат собствен циклотрон за нейното производство. *FDG* се инжектира по венозен път в тялото на пациента. Радиоактивните ядра на ^{18}F се разпадат посредством излъчване на позитрон – античастицата на електрона. Тъй като позитронът е електрически зареден, той се забавя в средата, след което захваща електрон от нея и образува свързано състояние – позитроний. В зависимост от взаимната ориентация на спиновете на електрона и позитрона, позитроният има средно време на живот 0,12 или 140 ps. Разпадането на позитроният е свързано с излъчване на два аниhilационни гама-кванта. Тъй като позитронът анихилира от покой, след забавянето и формирането на позитрония, енергията на двата гама-кванта не е Доплерово отместена и е винаги 511 keV. Принципът на действие на ПЕТ скенера е базиран на това, че двата гама-кванта винаги се излъчват на 180° един спрямо друг и могат да бъдат детектирани от два срещуположни детектора, както е показано на Фигура 1. Чрез натрупване на статистика позицията на източника се получава от пресечената точка на множество прави. Съществува и по-неконвенционален метод *ToF* (*Time of Flight*) за определяне на позицията. Методът се базира на измерване на разлика във времента на прелитане от точката на разпада до съответния детектор.

Сред широко използваните позитронни емитери за ПЕТ са: ^{11}C , ^{15}O , ^{13}N и ^{18}F [2, 3].

Съвременните ПЕТ скенери имат отлична пространствена разделителна способност (способност да се регистрират минимални по размери патоло-

гии), която при клиничните изследвания е от 6 до 8 mm [5]. Друга много важна характеристика на ПЕТ е възможността за корекция на поглъщането в тъканите на гама-квантите с енергия – 511 keV, което позволява получаването на по-качествен и по-контрастен образ. Прилага се корекционен фактор, който се получава след провеждане на целотелесен компютърно-томографски (КТ) скенер. Така през 2000 г. се конструират и първите ПЕТ/КТ апарати, с помощта на които е възможно да се визуализира едновременно патологично променената органна функция, която да се локализира точно и да се изведат определени количествени параметри за проследяване на активността на процеса и ефекта от лечението на пациента [5]. С помощта на КТ се улеснява интерпретацията на получените образи, повишава се тяхното диагностично качество и се намалява дозата, получена от пациента.



Фигура 1. Принцип на действие на позитронно-емисионния томограф [4]

Симулации

Всички процеси – излъчване на позитрони, забавянето им в среда, формиране на позитроний и неговият разпад, както и детектиране на аниhilационните гама-кванти – са случайни процеси, които могат да бъдат моделирани, използвайки софтуерни пакети за Монте-Карло симулации. Съществуват различни софтуерни пакети, които се използват за тестване на нови технологии, разработвани за нуждите на медицината, медицинската и ядрената физика и други. Един такъв пакет е *Geant4*. Разработен в рамките на проекта *Geant4* на Европейската организация за ядрени изследвания (CERN), *Geant4* симулира процесите, които се наблюдават при преминаването на заредени и

незаредени частици през материята. Софтуерът използва широк набор от физични процеси, физични модели и геометрии [6, 7, 8]. Физичните процеси, които са включени в *Geant4*, обхващат широк диапазон от електромагнитни, адронни и оптични процеси. Програмата предлага голям избор от материали, елементи и частици с енергии, вариращи в широк енергетичен диапазон, започващ от няколко keV и стигащ до няколко TeV. Софтуерният пакет *Geant4* е проектиран така, че да може преди всичко лесно да симулира действието на конкретна детекторна система по зададени материали, геометрия и вид лъчение. *Geant4* е резултат от сътрудничество между физици и софтуерни инженери. Той е обектно ориентиран и е базиран на програмния език C++ [9]. Наложил се е в симулациите на различни детекторни системи, използвани в медицината, ядрената физика, физиката на елементарните частици, при дизайнните на ускорители, в космическия инженеринг и други.

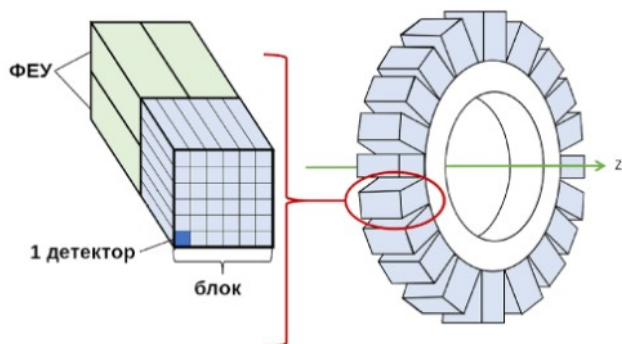
Целта на проведеното проучване е:

1. Да бъде създаден *Geant4* модул за симулиране на многодетекторни системи.
2. Да се валидира създаденият *Geant4* модул, като се направи сравнение между симулираните енергетични спектри с експериментални данни от една модерна, съществуваща в момента в София, България, ПЕТ система, изградена от сцинтилационни детектори с BGO (бисмутов германат) кристали.
3. Да се изследват нови кристали с потенциал за използване в ПЕТ.

За да се проучат възможностите за имплементиране на нови детектори за нуждите на ПЕТ, бяха направени серия от компютърни симулации, използващи новия *Geant4* модул. Симулациите са проведени с няколко вида сцинтилационни детектори – BGO, LaBr₃ или CeBr₃, разположени в три окръжности, всяка с диаметър 74 cm. Симулираната от нас система съдържа общо 108 детектора. Всеки от тях е с кристал с квадратно сечение и размери (по x и по y) – 50.0 x 50.0 mm и дължина (по z) – 30 mm. За целите на симулацията е дефиниран източник на аниhilационни гама-кванти, които се излъчват в две противоположни посоки, под ъгъл от 180°, като източникът е разположен в центъра на симулираната ПЕТ система. Броят на аниhilационните гама-кванти е предварително зададен на 5×10^4 . Резултатите от симулациите са записани в текстови файл, от който е извадена необходимата информация за номера на детектора, в който е регистриран конкретният гама-квант, депозираната в кристала енергия, координатите на гама-кванта по x, y и z, както и допълнителна информация, като например времето, за което частицата изминава разстоянието от източника до мястото на взаимодействие.

На Фигура 2 е представен единичен детектор и блок от детектори от една реална ПЕТ система, чийто прототип и размери са използвани при създаването на симулация на ПЕТ с *Geant4*. Реалният блок от детектори е също с

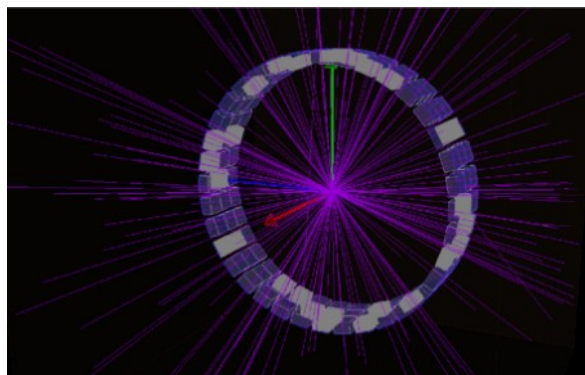
размери (по x и по y) 50,0 x 50,0 mm и дължина (по z) – 30 mm. Той е съставен от 64 отделни, разположени един до друг кристали с размери (по x и по y) 6.25 x 6.25 mm и дължина (по z) – 30 mm.



Фигура 2. Сцинтилационни кристали с BGO, използвани при една модерна ПЕТ система [10]

Резултати

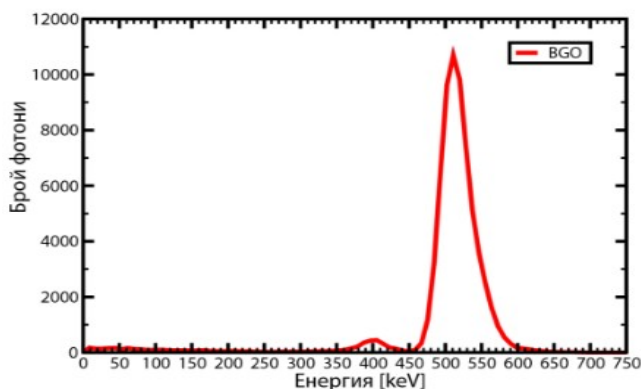
На Фигура 3 е представен създаденият за настоящото изследване модел на една реално съществуваща ПЕТ система в България. В различни цветове е представена и координатната система на модела на ПЕТ: x – в червено, y – в зелено и z – в синьо. С лилаво е представена траекторията на аниhilационните гама-кванти, а в сиво са отбелязани конкретните детектори, в които те са регистрирани. За визуализацията на Фигура 3 броят на аниhilационните гама-кванти е 100.



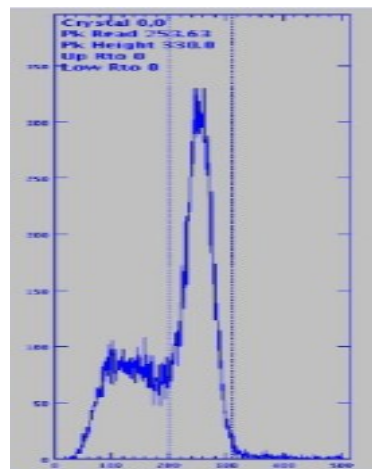
Фигура 3. Модел на ПЕТ система, създаден и използван в настоящите симулации с Geant4

Фигура 4 показва симулиран енергетичен спектър, получен с кристал от BGO.

На Фигура 5 е показан реален енергетичен спектър, получен от единичен BGO детектор, който е част от една от ПЕТ системите, намираща се на територията на София, България.

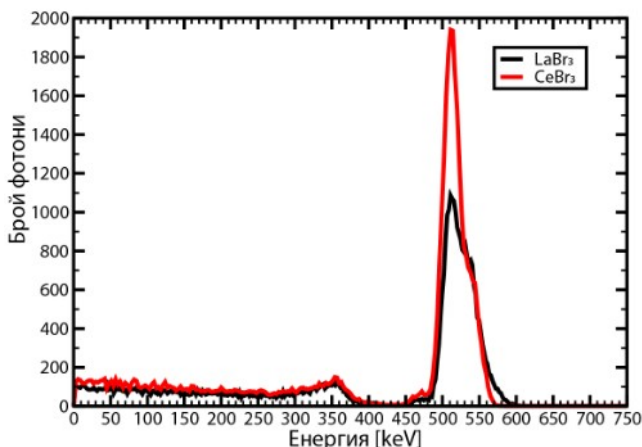


Фигура 4. Енергетичен спектър с детектор с BGO кристал, получен при симулациите с Geant4



Фигура 5. Реален енергетичен спектър от единичен BGO детектор, част от една PET система, намираща се на територията на София, България

Тъй като двата енергетични спектъра от Фигура 4 и Фигура 5 са много сходни на външен вид, можем да направим заключението, че новият *Geant4* модул е валидиран успешно и би могъл да се използва, за да се проучат възможностите за имплементиране на детектори с други кристали като LaBr_3 и CeBr_3 в една реална PET система. Условиата по симулацията бяха запазени, като само кристалите от BGO бяха заменени последователно с такива от LaBr_3 и CeBr_3 . Качеството на получените и след това калибрирани енергетични спектри от детектори с кристали от LaBr_3 и CeBr_3 са представени на Фигура 6.



Фигура 6. Енергетични спектри с LaBr_3 и CeBr_3 детектори, получени при симулациите с *Geant4*

Изводи

В настоящото изследване са направени симулации на ПЕТ, с помощта на специално създадения за целите на изследването модул към софтуерния пакет *Geant4*, с цел проучване на възможността за имплементиране на детектори с различни кристали за нуждите на ПЕТ. Беше заключено, че енергетичните спектри коректно възпроизвеждат реалните. Изследваните в настоящата работа детектори са изключително подходящи за използване не само в ядрената физика, но и могат да намерят реални приложения в областта на нуклеарната медицина, в частност в ПЕТ. Очаква се в бъдеще ПЕТ да претърпи огромно развитие, което ще бъде продиктувано от въвеждането на нови технологии, които имат висока добавена стойност за обществото.

Софтуерът [11] за симулиране и анализ на данни от модулни многодетекторни системи е разработен в рамките на проекта *NdeGRA* ДН18/17, финансиран от Фонд „Научни изследвания“.

Използвана литература

- [1] G. Saha, „Basics of PET imaging: Physics, chemistry, and regulations“, Springer Science+Business Media, LLC 2010.
- [2] D. Bailey et al., „Nuclear medicine physics: A handbook for teachers and students“, International atomic energy agency, Vienna, 2014.
- [3] J. Pedroso de Lima, „Nuclear medicine physics“, CRC Press: Taylor and Francis Group, 2011;
- [4] Z. Li, P. Conti, „Radiopharmaceutical chemistry for positron emission tomography“, Advanced Drugs Delivery Reviews, Vol. 62, Issue 11, Pages 1031-1051, 2010.
- [5] А. Клисарева и др., „Учебник по нуклеарна медицина и лъчелечение“, ISBN 978-954-420-276-7, Издателство „Медицина и физкултура, София, 2009.
- [6] J. Allison et al., „Recent developments in Geant4“, Nuclear Instruments and Methods in Physics Research Section A: Accelerators, Spectrometers, Detectors and Associated Equipment, Vol. 835, Pages 186-225, 2016.
- [7] J. Allison et al., „Geant4 developments and applications“, IEEE Transactions on Nuclear Science, Vol. 53, Issue 1, 2006.
- [8] S. Agostinelli et al., „Geant4 – a simulation toolkit“, Nuclear Instruments and Methods in Physics Research Section A: Accelerators, Spectrometers, Detectors and Associated Equipment, Vol. 506, Issue 3, Pages 250-303, 2003.
- [9] B. Walker et al., „A framework for Monte Carlo simulation calculations in Geant4“, Nuclear Instruments and Methods in Physics Research Section A: Accelerators, Spectrometers, Detectors and Associated Equipment, Vol. 568, Issue 2, Pages 889-895, 2006.
- [10] <https://www.radiologycafe.com/radiology-trainees/frcr-physics-notes/pet-imaging>.
- [11] S. Ivanov, Sv. Ivanov, to be published.

PET SIMULATIONS BASED ON THE *GEANT4* TOOLKIT

**Desislava Ivanova, Stefan Lalkovski, Simeon Ivanov, Svetoslav Ivanov,
Anna Zagorska, Liliya Atanasova, Velko Rangelov**

A special *Geant4*-based simulation toolkit for applications in the positron emission tomography (PET) was developed. It combines a powerful simulation core, the *Geant4* toolkit, with newly developed software components. We present several series of results that illustrate the capabilities of this module. Energy spectra obtained with three different detectors are illustrated and compared to real ones. We found that there is a good agreement between the simulated and the experimental energy spectra. Our results show that with this special *Geant4*-based simulation toolkit a PET system can be realistically modelled.



Photonics

Design Bureau

Поколение, което твори!

<https://photonics.bg/>



СПИСАНИЕ „СВЕТЪТ НА ФИЗИКАТА“ СЪЮЗ НА ФИЗИЦИТЕ В БЪЛГАРИЯ

Списанието „Светът на физиката“

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



ПОСЕТЕТЕ НАШИЯ САЙТ

wop.phys.uni-sofia.bg

АБОНИРАЙТЕ СЕ

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

За ученици, студенти и пенсионери – 10 лв.

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

Цена за 1 книжка – 5 лв.

Банкова сметка: Първа Инвестиционна Банка

IBAN: BG91FINV91501215737609; BIC: FINVBGSF

СТАНЕТЕ НАШИ АВТОРИ

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

Броевете на списанието можете да намерите на сайта ни

wop.phys.uni-sofia.bg

и на адрес:

Съюз на физиците в България, Физически факултет

СУ „Св. Климент Охридски“

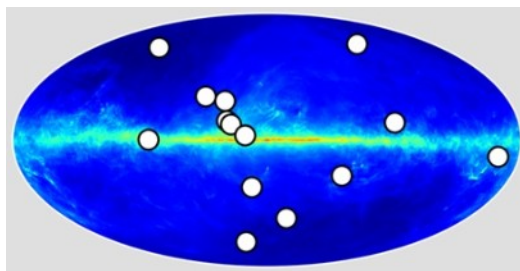
бул. „Джеймс Баучер“ 5, София 1164

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

Антизвездите може би са някъде там

На 7 юни 2021 г. списание *Scientific American* публикува статия, в която е представено ново откритие, направено с данни от орбиталния магнитен спектрометър *AMS* (*Alpha Magnetic Spectrometer*), монтиран от външната страна на МКС (Международната космическа станция). Новината беше разпространена по-рано на 2 май 2021 и от британското списание *World of Physics*. Спектрометърът, който се използва за детектиране на йонизирани атоми, е регистрирал две антихелиеви ядра през 2018 г. Събитието привлече значителен научен интерес, тъй като по-рано *AMS* е детектирал шест други антихелиеви ядра – феномен, който може да преобърне представите ни за Вселената.

Енигмата се състои в това, че съгласно съвременните представи Вселената се състои предимно от материя. Вследствие на Големия взрив и поради нарушаване на барионната симетрия, Вселената е доминирана от материята. В началото на еволюционния ѝ път са образувани предимно водород, който в момента звездите горят, известно количество хелий и малко количество литий. Всички по-тежки ядра се синтезират в звездните недра вследствие на ядрени реакции, които протичат при високи плътности и високи температури. Тези условия позволяват малковероятни процеси, каквито са ядрените реакции, да доведат до синтезирането на по-тежките елементи в космически мащаби. Според установените звездни модели обаче, няма механизъм който може да доведе до синтез на антинеутрони и антипротони – градивните частици на наблюдаваните антихелиеви ядра. И все пак, според новите данни, *AMS* регистрира анти-хелиеви ядра.



14-те кандидата за антизвезди.

Източник: Симон Дюпорке/*IRAP*

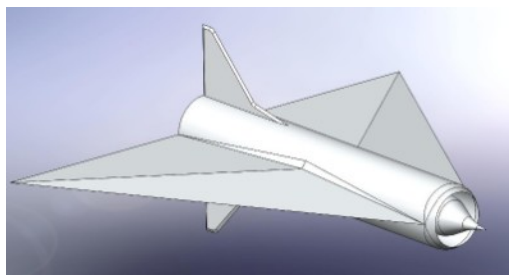
Вдъхновен от откритието, направено с *AMS*, Симон Дюпорке (*Simon Dupourqué*), докторант в Университета на Тулуза и *CNRS*, прави оценка за необичайни гама-източници с данни, събрани за 10 години от гама-телескопа *LAT/FERMI*. Интересното е, че звездите, съдържащи антиматерия, биха излъчвали електромагнитни лъчи по начина, по който го правят

„нормалните“ звезди. Но, ако вещество попадне върху антизвезда, то ще анихилира, което ще доведе до характерно високоенергетично лъчение, което може да бъде детектирано от орбиталната гама-обсерватория. С данните от *FERMI* Дюпорке е изследвал 6000 излъчващи обекта и попада на 14 кандидати, които до момента не са каталогизирани. На базата на направените наблюдения, той достига до извода, че приблизително една на 400 000 звезди е със-

тавена от антиматерия. Болшинството изследователи обаче не са убедени от аргументите на Дюпорке. Флойд Стекър (*Floyd Stecker*), астрофизик от изследователския център Годард на НАСА, споделя, че „Според наблюденията и теорията не би трябвало да има антивезди във Вселената. Можем да очакваме горната граница на броя на антивездите във Вселената да клони към нула“. Защо тогава изобщо дискутираме въпроса за антивездите, след като научната общност е скептична относно тяхното съществуване? Данните от *AMS* показват, че антиядра съществуват във Вселената и ако те не са синтезирани в антивезди, то алтернативата е да се дължат на реакции на космични лъчи с „нормално“ вещество или на реакции с тъмно вещество. Вероятността тези процеси да са отговорни за наблюдаваното количество антихелий обаче, е дори още по-малка от това те да са синтезирани в звездна среда. Може би не без значение е и фактът, че данните от *AMS* са представени от Нобеловия лауреат и професор в MIT Самюъл Тинг (*Samuel Ting*), който ръководи екипа на *AMS*. Според него, екипът „не е готов за публикуването на резултатите от изследванията“ в редовна научна статия и „набирането на данни продължава“. Междувременно стартира нов проект *GAPS* (*General AntiParticle Spectrometer*), който с помощта на балон ще изведе спектрометър за античастици във високите слоеве на атмосферата. Ако *GAPS* регистрира в небето над Антарктика още антиядра, това би направило резултатите от *AMS* много по-убедителни. А ако новите наблюдения потвърдят данните от *AMS* и се окаже, че антивездите наистина съществуват, то най-вероятно те са образувани в ранната Вселена. Тази хипотеза от своя страна повдига още много въпроси, отговори на които съвременната физика трудно може да намери.

Български изследователи от Физически факултет на Софийския университет попаднаха в радар на *Popular Mechanics*

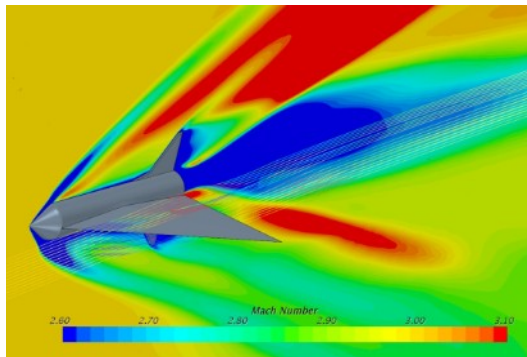
В статията „*The nuclear-powered aircraft that we'll use to explore Jupiter*“ списанието *Popular Mechanics* разказва за български екип, който изследва



CAD модел на юпитериански самолет с триъгълно крило в план и правопоточен ядрен реактивен двигател

възможността за полет в атмосферата на Юпитер. Според българските изследователи от Физическия факултет на Софийския университет „Св. Климент Охридски“, човечеството е натрупало достатъчно и надеждни данни за високите слоеве на Юпитеровата атмосфера, което е необходимо условие за надежден дизайн на летателни апарати, способни да летят в нея. Българските изследователи смятат, че

летателен апарат, задвижван от ядрен реактивен двигател, може да лети месеци и дори години в атмосферата на Юпитер. Според Недислав Веселинов, докторант от Физическия факултет на СУ и водещ автор на статията, публикувана в *Journal of Spacecraft and Rockets*, <https://doi.org/10.2514/1.A34965>, „Юпитер предлага най-естествената среда за техния летателен апарат, тъй като предоставя плътна атмосфера, подходяща за аеродинамичен полет. Планетата не разполага с твърда повърхност, която да бъде замърсена в края на програмата. Имаме и достатъчно надеждни данни за условията на Юпитер“.



CFD (Computational fluid dynamics – изчислителна хидродинамика) обтичане при скорост Mach 3 на макет на летателния апарат в програмата STAR CSM+ от Мартин Караниколов

Тъй като Юпитер се намира далече от Слънцето, разработване на летателни апарати, задвижвани от слънчева енергия, изглежда неефективно. Химически двигатели също не биха били приложими за полет в атмосферата му, състояща се основно от водород, така че, според авторите на статията, единствената алтернатива е използване на ядрен двигател. Ядреното гориво се характеризира с много висока енергийна плътност, което би понижило и разходите за транспортирането му до Юпитер.

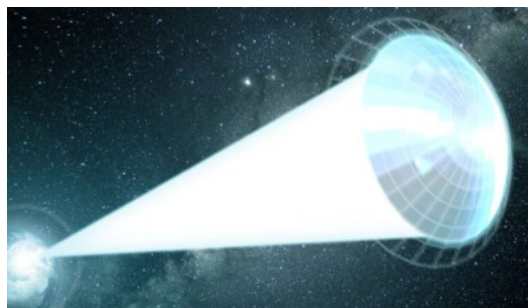
Междувременно на 19 април 2021 г. НАСА отново сътвори история. Хеликоптерът *Ingenuity* извърши първия контролиран полет на друго тяло от Слънчевата система. Той се вдигна на 3 метра над марсианската повърхостта и лети в продължение 39 секунди. Проектът на българските изследователи може да изглежда дългосрочен, имайки предвид фокуса на националните агенции и частните компании върху Луната и Марс, но Юпитер предоставя идеалните условия за реализирането му. Въпрос на време е разработен от човека летателен апарат да полети и в атмосферата на Юпитер, а дискусиата вече започна с работата на българския екип.

Миналата година Недислав Веселинов представи разработките си на Първия национален форум за съвременни космически изследвания, проведен в София Тех парк, за който писахме в брой 1/2021 на СФ.

Дали мисията до Алфа от Кентавър току-що не стана по-осъществима?

На 31 май 2021 г. космическият кораб „Вояджър 1“ се намираше на 152,2 AU (астрономични единици) от Земята. Сондата е най-отдалеченият прибор, направен от човек. През тази година обаче започва поетапното изключване на уредите на космическия апарат. През 2030 г. батериите на сондата няма да могат да захранват нито един от инструментите на борда му, а самият „Вояджър 1“, изстрелян през 1977, все още няма да е напуснал пределите на Слънчевата система. Още 16 000 години ще са необходими на космическия апарат да достигне до Алфа от Кентавър – най-близката до нас звезда. Очевидно е, че с технологиите, с които разполагаме в момента, няма да стигнем до звездите в обозримо бъдеще. Ако искаме да успеем, явно са необходими нови технологии.

През 2015 г. стартира програмата *Breakthrough Initiatives* на Юлия и Юрий Милнер. Тя се състои от няколко подпроекта, един от които е *Breakthrough Starshot*, съфинансиран от основателя на Фейсбук Марк Зукърбърг. Целта на проекта е да се разработи технология, която да позволи ускоряването на сонда до скорост от около 20% от скоростта на светлината. Ако такава технология бъде разработена, сондата може да бъде изпратена до Алфа от Кентавър и да върне сигнал на Земята в рамките на един човешки живот. Инициативата е обявена официално пред Лондонското кралско дружество на



Художествена представа на космически кораб към звездите, изтласкан от земни лазери.

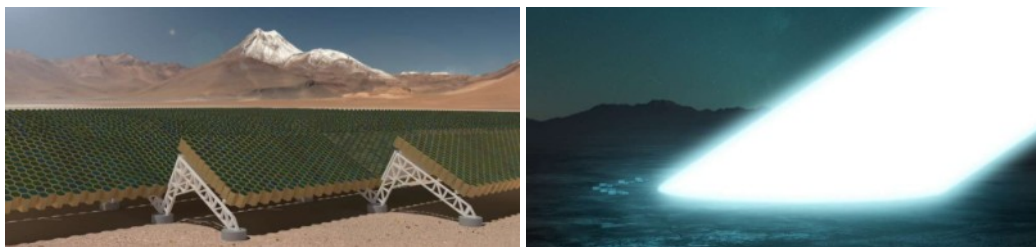
Източник: *Breakthrough Institute*

20 юли 2015 г. не от друг, а от самия проф. Стивън Хокинг, който е и един от съоснователите на програмата. Идеята на проекта е да се разработи флотилия от наноспътници с размери до няколко сантиметра, които тежат няколко грама и се задвижват от мощен лазерен импулс, изпратен от Земята. През 2017 г. изследователи от проекта съобщиха за успешни изпитания на *Sprite*, предшественик на *StarChip*.

Амбициозната програма трябва да преодолее редица инженерни предизвикателства, дефинирани на сайта на *Breakthrough Initiatives*, за да бъде реализирана мисията за полет до най-близката звезда. В наскоро публикувана статия в списанието *Journal of Optical Society of America B*, д-р Бандутунга (*Bandutunga*) предлага решение на проблем, предизвикан от нееднородностите в земната атмосфера. Знаем, че те карат звездите да блещукат при нощни наблюдения. Подобен ефект биха имали и върху лазерен лъч, изпратен от Земята към флотилията от *StarChip*

наноспътници на *Breakthrough Starshot*, което би довело до загуба на фокус и енергия. Решение на проблема е извеждането на малък лазер в орбита, който да изпраща сигнал към наземна система, която ще измерва нехомогенностите в реално време и ще позволява бърза адаптация на наземните мощни лазери, така че да държат сондата във фокус.

За да бъде задвижен със скорост 20% от скоростта на светлината, на *Star-Chip* трябва да му бъде предаден лазерен импулс с мощност от 100 GW. За сравнение количеството енергия, която САЩ използват всяка секунда, е около 450 GW. Бандутунга смята, че това може да бъде постигнато от 100 милиона отделни лазери, разположени на площ от един квадратен километър. Системата е необходимо да работи 10 минути на пълна мощност, за да предаде необходимия импулс на наноспътника. Остава обаче да се намери решение как при това да не бъде разрушен и самият наноспътник.



Ляво: Проект на лазерната система. Дясно: Когато лазерите са включени, това ще изглежда като колона светлина с размер квадратен километър.

Източник: *Breakthrough Institute*

Диамантена батерия, захранвана от радиоактивни отпадъци, може да работи 28 000 години



Източник: *NDB*

Американската стартап компания *NDB* (*Nano Diamond Battery*) разработва батерия, която може да захранва устройства в продължение на 28 000 години. Батерията е основана на технология, разработвана от калифорнийската компания, в която радиоактивни изотопи са имплантирани в свръхтънки слоеве от нанодиаменти. Енергията на батерията идва от радиоактивния въглерод-14, натрупан в графитени пръти, използвани в ядрените електроцентрали. Радиоактивният изотоп има период на полуразпад 5,7 хиляди години, а диамантите са почти неразрушими, което според компанията е предпоставка за формиране на неограничен пазар за нейните продукти. Според съоснователя на компанията, Нима Голшарифи (*Nima Golsharifi*), „батерия-

та има две предимства – че превръща ядрените отпадъци в нещо полезно и че може да работи по-дълго от батериите, които използваме сега“. Според плановите на компанията, батерията ще се произвежда в две версии. Единият от моделите, с висока мощност, ще може да работи на практика вечно (28 000 години). Той ще бъде използван за космически сонди, които имат продължителни мисии в дълбокия космос. Вторият модел, с ниска мощност, ще бъде предназначен за по-широкия пазар – от захранване на електрически автомобили до телефони. Тъй като радиоактивният материал е вграден в синтетичен диамант, който се характеризира с висока твърдост, от компанията твърдят, че радиоактивността, излъчена от батерията, няма да надвишава тази, излъчена от едно човешко тяло.

Компанията е доказала концепцията и разработва комерсиален прототип. Според плановите ѝ до две години ще бъде готова версията на батерията с ниска мощност, а до пет години – и нейният високомощен еквивалент. Ако калифорнийският стартап успее, няма да е далеч денят, в който хората ще могат да забравят телефоните си незаредени.

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

АБОНАМЕНТ И РАЗПРОСТРАНЕНИЕ

Абонамент за 1 година (4 книжки) – 20 лв., за членове на СФБ – 16 лв, за ученици, студенти и пенсионери – 10 лв.

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

Банкова сметка: Първа Инвестиционна Банка

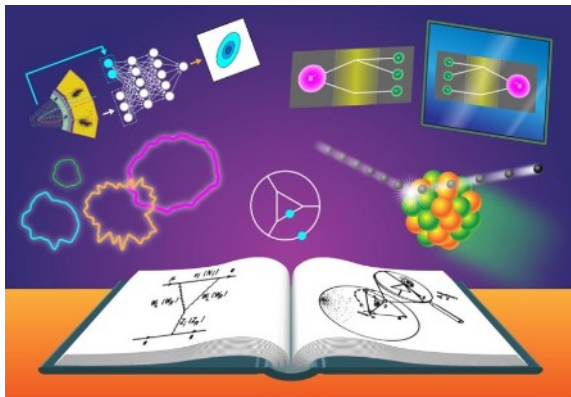
IBAN: BG91FINV91501215737609; BIC: FINVBGSF

Броеве от списанието можете да намерите на следните места:

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

50 ГОДИНИ *PHYSICAL REVIEW D*: СЪЗДАВАНЕ НА ПУЛСАЦИИ В ПОЛЕТАТА И ПРОСТРАНСТВО-ВРЕМЕТО

Изминаха петдесет години от раждането на *Physical Review D*, списание-то, посветено на частици, полета, гравитация и космология.



Настоящата статия е част от серия, отбелязваща 50 години изследвания, публикувани в най-авторитетното физично списание *Physical Review*. За големите идеи, публикувани в статии в трите списания *Physical Review A* (атомна и молекулна физика, оптика и квантова информация), *Physical Review B* (кондензирана материя и материали) и *Physical Review C* (ядрена

физика), можете да прочетете във броеве 3 и 4 от 2020 г. и брой 1 от 2021 г. на „Светът на физиката“.

По повод на тази годишнина редакторите на *Physical Review D* са подбрали три основополагащи статии, публикувани в списанието, които са оказали значително влияние в своята област, и които продължават да стимулират вълнуващи и авангардни изследвания до ден днешен [1]. Интервюирани са някои от авторите на тези статии за това, как са възникнали тези монументални идеи. За това, как влиянието на всяка от тези статии се простира до днешния ден, редакторите се обръщат и към по-млади учени, които понастоящем се занимават с проблеми, възникнали от идеите, формулирани в тези статии.

1981: Инфлацията променя нашия възглед за Вселената

(1981: „*Inflation Changes Our View of the Universe*“ [2])

Когато космолозите първоначално развиваха модела на Големия взрив – идеята, че Вселената постоянно се е разширявала след някакво начално явление – тяхната теория не беше в състояние да опише какво са представлявали първите няколко мига на Вселената. „Теорията не казваше нищо за това, какво се е случило, защо се е случило или какво се е случило преди да се случи“, казва Алън Гът (*Alan Guth*), понастоящем физик в Масачузетския технологичен институт, Кеймбридж.

В края на 1970-те години Гът съумя да развие една по-подробна картина на ранните моменти на Вселената. Той и неговият колега Хенри Тай (Henry Tye), и двамата постдокторанти, лансираха теорията, че в много ранната ис-

тория на Вселената е имало период на свръхохлаждане, с което отстрани противоречията между предсказанията на теорията на великото обединение с очевидната липса на магнитни монополи във Вселената. По предложение на Тай, Гът разгледал въпроса как един такъв период на свръхохлаждане би повлиял на разширяването на Вселената. През декември 1979 г. той открил, че това свръхохлаждане би трябвало да предизвика много ранно експоненциално разширение на Вселената. Този период на бързо разширение стана известен с името инфлация.

Гът скоро разбрал, че инфлацията би могла да обясни, защо Вселената има плоска Евклидова геометрия – една мистерия, тогава известна като проблем на плоскостността. Силата на отблъскване, отговорна за инфлацията, по естествен начин ще принуждава Вселената да се разширява с такава скорост, която да ѝ придава плоска геометрия. По-късно той открил, че инфлацията също така ще разреши и мистерията, позната като проблем на хоризонта: защо отдалечени части от Вселената са в топлинно равновесие, след като са на такова разстояние, че дори и светлината не би могла да пренесе информация между тях? Когато се вкара инфлацията в картината, се оказва, че цялата наблюдаема Вселена може да е достигнала топлинно равновесие, още когато е била малка, и след това се е разширила до своето настоящо състояние. В една своя статия от 1981 г. Гът описва този инфлационен модел на Вселената и показва как той обяснява проблема както на плоскостността, така и на хоризонта.

Днес инфлацията е възприета като ключов елемент на космологичния модел на Големия взрив. След статията от 1981 г., наблюденията върху космическия микровълнов фон – лъчението, останало от много ранната Вселена – установиха съществуването на много слаби радиационни флуктуации, които се съгласуват с инфлацията.

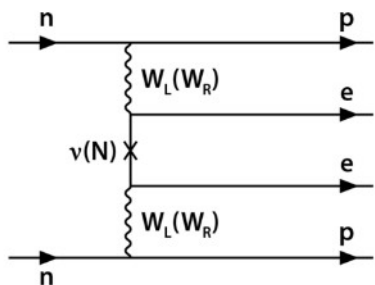
Въпреки че механизмът на инфлацията, предложен през 1981 г., в крайна сметка не се оказа съвсем точен, *„значението на тази статия е наистина огромно“*, пише Марилена ЛоВерде (*Marilena LoVerde*) от Университета Стони Брук, Ню Йорк (*Stony Brook University, New York*), която провежда изследвания върху различни космологични проблеми, включително проверки на инфлационните модели. *„Тази статия проправи пътя, по който космолозите продължават да създават и да подобряват моделите на ранната Вселена“*.

1981: „Механизъм на люлеенето“ за разгадаване на неутриното

(1981: *A „Seesaw Mechanism” for Understanding Neutrinos* [3])

Когато слабите ядрени взаимодействия пораждат неутрина, тези резултатни неутрина изглежда винаги да са „ляво въртящи“ – техните спинове сочат в посока, обратна на движението на частицата и никога напред, както би било при „дясно въртящи“ спинове. Защо слабите ядрени взаимодействия

да не са ляво-дясно симетрични, след като всички други взаимодействия – гравитационни, електромагнитни, и силни ядрени – всички те притежават тази симетрия? „Само слабите взаимодействия имат това особено свойство“, казва Рабиндра Мохапатра (*Rabindra Mohapatra*) от Университета в Мериленд, Колидж Парк (*University of Maryland, College Park*). Той бил озадачен от това, че са били наблюдавани само ляво въртящи неутрина, докато изучавал слабите взаимодействия в края на 70-те години на XX в. в Градския университет (*City University*) на Ню Йорк.



Фигура 1. Диаграма от статията на Мохапатра и Сенянович [3], показваща взаимодействията, които могат да доведат до безнеутринов двоен-бета разпад

Мохапатра работил със своя докторант Горан Сенянович (*Goran Senjanović*) върху създаването на теория, отнасяща се до свойствата на неутрино, която да обяснява странното поведение на частицата по отношение на ляво въртящата симетрия. Двамата първоначално предложили свой модел през 1979 г. и след това го доразвили, като добавили подробно математично разглеждане в своята статия от 1981 г. Техният модел, който станал известен с името „механизъм на люлеенето“, свързва миниатюрните маси на неутрината с тяхната ляво въртяща симетрия. Ляво въртящите не-

утрина са леки, твърди моделът, докато дясно въртящите неутрина са тежки. Това съотношение обяснява защо дясно въртящите неутрина все още не са наблюдавани: техните маси са може би твърде големи, за да могат да възникват в съвременните колайдери. Механизмът на люлеенето също така обхваща и W -бозоните, които са носители на слабото ядрено взаимодействие в Стандартния модел, предполагайки съществуването на W_R партньор на познатия W -бозон.

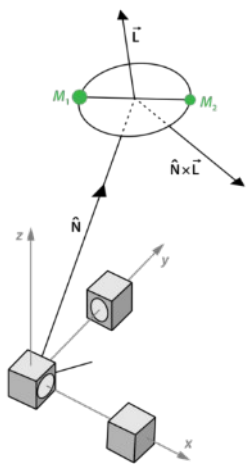
Работата на Мохапатра и Сенянович вдъхнови две главни групи експериментални изследвания, казва Мохапатра. Едната е да се търсят тежки, дясно въртящи неутрина и W_R -бозони, което вече се прави в редица експерименти, провеждани на Големия адронен колайдер (*LHC*) в ЦЕРН. Друга линия на търсене е насочена към наблюдаване на една хипотетична ядрена реакция, наречена безнеутринов двоен бета разпад, в който две неутрина се превръщат в два фотона и два електрона, но не и две антинейтрино, както би станало при една типична реакция на двоен бета разпад. Теорията на Мохапатра за симетрията между ляво и дясно предсказва, че такава реакция на разпад е възможна.

„За мен най-вълнуващата част на тази статия е, че тя ни предоставя едно по-добро разбиране на природата на неутрино“, казва Каролина Ар-

белаес (*Carolina Arbeláez*), физик от Университета „Федерико Санта Мария“ в Чили (*Federico Santa María University in Chile*). Арбелаес се опитва да разбере физиката на неутрината посредством експериментални изследвания, провеждани в *LHC*. В своята неотдавнашна работа, въз основа на своите търсения на дълго живущи частици в *LHC*, тя и нейни колеги са наложили ограничения върху тежките медиаторни полета, които биха могли да генерират малките маси на неутрината посредством механизма на люлеенето.

1994: Орбитална прецесия и гравитационни вълни

(1994: *Orbital Precession and Gravitational Waves* [4])



Фигура 2 от статията [4] на Апостолатос и съавтори, показваща как положението на орбиталната равнина на бинара влияе на неговото изображение в детектора

Теохарис Апостолатос (*Theocharis Apostolatos*) започнал да се занимава с гравитационни вълни преди около 30 години, когато се създавали първите детектори. „Аз започнах работа в тази област в началната фаза, така че имаше богати възможности да се правят нови неща“, казва Апостолатос, който сега работи в Националния университет на Атина (*National and Kapodistrian University of Athens*). Апостолатос бил докторант при физика Кип Торн (*Kip Thorne*) в Калифорнийския технологичен институт, Пасадена, когато работната група на Торн преустановила изследванията си върху по-широк кръг теми в гравитацията и се фокусирала върху гравитационните вълни.

По предложение на Кърт Кътлър (*Curt Cutler*), постдокторант в Калтек (*Caltech*), Апостолатос се заел с проблема, как орбиталната прецесия би могла да влияе върху гравитационните вълни. Той разглеждал два въртящи се обекта със сходни орбити, като например бързо въртящи се черни дупки в бинарна система. Ако обектите имат паралелни спинове, те ще орбитират в една и съща равнина. Но ако двата обекта имат спинове, които са насочени в различни посоки, орбиталната равнина ще започне да прецесира поради един ефект от Общата теория на относителността, наречен влачене на рамката. Апостолатос изчислил и описал ефектите, които прецесията би оказала върху формата на гравитационните вълни на една слепа бинарна система, в статия от 1994 г., в съавторство с Кътлър.

Оттогава изследователите започнаха да включват ефектите на орбитална прецесия при конструиране на „шаблонни“ вълнови функции, които се използват за анализиране на сигналите от гравитационни вълни. Отчитането на

възможността за прецесията им позволява да извличат по-точна информация за слепените бинари. Проследяването на прецесията при гравитационните вълни може да помогне на учените да разберат как са се образували бинарите – дали двата обединени обекта са се формирали заедно като бинарна система, или са се съединили впоследствие при случайна среща. Засега не е открит ясен и недвусмислен знак за съществуването на прецесия, но това вероятно е само въпрос на време, казва астрофизикът Катерина Шатсиоану (*Katerina Chatziioannou*), която работи в Института Флатайрън (*Flatiron Institute*) в Ню Йорк.

Като член на Колаборацията *LIGO*, Шатсиоану е една от многото, които са доразвили работата на Апостолатос и неговите колеги. В действителност Шатсиоану е работила с Апостолатос още като студентка, но върху съвсем друг проект; много по-късно тя научила за статията от 1994 г. Шатсиоану и други изследователи са разширили някои от допусканията в резултатите от 1994 г., за да развият теоретично представяне на ефектите от прецесията в по-широк клас от слети бинарни системи. „Това породило много нови направления за изследване“, казва Шатсиоану.

По повод на 50-годишнината на *Physical Review D*, редакторите оформят сборник със статии [5], публикувани през годините в списанието, които остават централни за съвременните изследвания във физиката на елементарните частици, квантовото поле и теорията на струните, гравитацията, космологията и астрофизиката на частиците. Тези основополагащи статии оповестиха значителни открития или откриха нови пътища за изследвания от всички области на физиката в рамките на тематиката на *Physical Review D*. Тази колекция е свидетелство за доверието, което общността е давала на *Physical Review D* през цялото му съществуване като предпочитано място за публикуване на най-новите и най-важни разработки, свързани с посочените области.

Литература

- [1] *The Physical Review's Split, 50 Years Later*, Physics **13**, 27, March 2, 2020
- [2] A. Guth, „*Inflationary universe: A possible solution to the horizon and flatness problems*“, Phys. Rev. D **23**, 347 (1981)
- [3] R. Mohapatra and G. Senjanović, „*Neutrino masses and mixings in gauge models with spontaneous parity violation*“, Phys. Rev. D **23**, 165 (1981)
- [4] T. Apostolatos et al., „*Spin-induced orbital precession and its modulation of the gravitational waveforms from merging binaries*“, Phys. Rev. D **49**, 6274 (1994)
- [5] <https://journals.aps.org/prd/50th>

Подбор и превод: Светослав Рашев

50 YEARS OF *PHYSICAL REVIEW D*: MAKING RIPPLES IN FIELDS AND SPACETIME

For the golden anniversary of Physical Review D, the journal's editors select three seminal papers from its archive that made profound key contributions to the field. Some of the papers' authors, as well as earlier-career researchers now active in those areas, were interviewed to find out how the papers influence the research up to the present day.

Selection and translation: Svetoslav Rashev

27-МА ЮЛСКА ЛЕКТОРИЯ ПО ПРИРОДНИ НАУКИ

От 1 до 7 юли през 2021 г. се състоя Юлската лектория по природни науки, организирана от Софийския клон на Съюза на физиците в България, Софийския университет „Св. Климент Охридски“, Българската академия на науките и със съдействието на РУО – София-град. Лекторията по съвременни направления на природните науки по традиция е безплатна и достъпна за всички, но е ориентирана главно към педагогически специалисти с цел повишаване на тяхната квалификация.

Програмата на лекторията включваше 4 тематични дни: Ден на Антарктика, Ден на биологията, Ден на химията и Интердисциплинарен ден: Космос, физика, астрономия и други. Участниците имаха възможност да чуят лекции по актуални проблеми, свързани с провежданите изследвания в Българската полярна базата, и в областта на биологията, химията, физиката и астрономията.

Началото на Юлската лектория е поставено през 1995 г. от Софийския клон на СФБ и Физическия факултет на Софийския университет. През 2017 г. към нея се присъединяват Биологическият факултет и Факултетът по химия и фармация, а през 2020 г. Националният център за полярни изследвания към Софийския университет, Българският антарктически институт и БАН.

Презентациите на лекциите от 27-ата Юлска лектория могат да бъдат видени на <https://www.youtube.com/channel/UCZSRRe28uhCEjmhP03WZjgeQ> и на адреса на Министерството на Образованието и науката <https://e-learn.mon.bg>.

Лекторията **Съвременни направления на природните науки** през 2022 г. ще се проведе отново в интервала 1 – 7 юли, като актуалната програма може да бъде намерена на нейния сайт: <https://sites.google.com/a/bgphysics.eu/bgphysics/deynosti/ulska-lektoria>.

100 ГОДИНИ ОТ РОЖДЕНИЕТО НА АКАД. МИЛКО БОРИСОВ (18.02.1921 г. – 05.11.1998 г.)

Иван Лалов

Увод

Сто години от раждането и повече от 20 години от смъртта на акад. Милко Борисов са достатъчни за неговите съвременници и по-млади колеги да оценят дълготрайните резултати от неговото дело, а за новите випуски физици – да получат информация за един от видните дейци на българската физика и за неговото време. Такава е непосредствената цел на настоящата статия за един човек, който в две предишни мои слова [1, 2] съм нарекъл „моя учител“, а също „учител и строител на българската физика“. Ще се опитам да пресъздам, доколкото ми е възможно, живота и делото на учен, предан на науката, с неспокоен и неуморим вечно търсещ дух, на човек с огромна любов към България. М. Борисов беше син на своето трудно време, което сега оценяваме силно критично, и което тепърва ще получи своята истинска оценка от нашето общество и, разбира се, от историята.

За мен лично акад. М. Борисов е нещо много повече от дългогодишен ръководител на катедрата, в която постъпих като асистент, и в която премина моят трудов път от 49 години. Първото ми запознанство е от студентските години. През 1960 г. бях сред първите студенти, на които тогавашният доц. М. Борисов започна да чете курса „Увод във физиката на твърдото тяло“, и които почувстваха широкия обхват и дълбоките идеи в тази толкова вълнуваща област. В края на учебната 1960/61 г., непосредствено преди дипломирането ми, М. Борисов ме покани да участвам в конкурса за асистент към Катедрата по опитна физика (вероятно по препоръка и на акад. Дацев). След конкурса, през есента на 1961 г., започна моята академична кариера под ръководството на проф. Борисов. Неговата административна възискателност бе по-скоро либерална, отколкото строга. Но незаменим за мен беше неговият пример – неуморната работа, плътно запълване с учебна, научна и административна дейност през цялото време, висока самовозискателност, подтикване на младите към труд и резултати. Дори за хора с висока мотивация в науката примерът на учителя е един необходим и неизбежен пътеводен лъч.

В по-нататъшното изложение, освен кратките биографични данни, се съдържа и разказ за връзките и длъжностите на М. Борисов в двете основни институции, в които той е работил: в Софийския университет – Физически факултет, и в БАН – Института по физика на твърдото тяло (ИФТТ). Отделе-

но е и внимание и на неговата дейност в Съюза на физиците в България, книжовната и учебникарската дейност, и някои човешки характеристики.

Биографични бележки.

М. Борисов е роден в София в семейство на учители. Баща му, Борис Иванов, е учител по естествена история, доктор на естествените науки и пръв председател на Българското ботаническо дружество. Връзката на М. Борисов със Софийския университет започва още преди постъпването му като студент, когато проф. Г. Наджаков го напътства какви книги да прочете, а любознателният ученик посещава сбирки на студентски научни дружества във Физико-математическия факултет (ФМФ). След завършването на Втора мъжка гимназия, през 1939 г., М. Борисов записва специалността физика. Той завършва семестриално физика през 1943 г., дипломира се поради войната през 1945 г. и от октомври същата година е назначен в Катедрата по опитна физика. В периода 1948 – 1957 г. той е щатен научен сътрудник във Физическия институт на БАН, а през 1957 г. спечелва конкурс и е назначен за доцент по опитна физика. М. Борисов продължава да работи като старши научен сътрудник, а през 1959 – 1961 г. е зам.-директор на Физическия институт – в периода на изграждане на основната материална база на института. От 1961 г. е на основна работа отново във Физическия факултет, като от учебната 1961/62 г. изпълнява длъжността ръководител на Катедрата по опитна физика, а от май 1963 г. е избран за професор и ръководител на катедрата (до 1980 г.).

През периода 1961 – 1972 г. проф. М. Борисов е последователно декан на ФМФ и на Физическия факултет (1961 – 1964 г. и 1966 – 1968 г.) и зам.-ректор на Софийския университет (1964 – 1966 г. и 1968 – 1972 г.). Само човек, съчетава в своята работа трудните задължения на преподавател от Университета с административна ръководна работа в университетската общност – демократична, взискателна и критична – може да си представи усилията и интелектуалната енергия, отдадени от проф. М. Борисов на Софийския университет и на неговия Физически факултет. През тези години факултетът усвои най-напред новата сграда на бул. „Антон Иванов“ №5, създадена бе значителна експериментална база, развиха се нови специализации и специалността „Инженерна физика“. Като зам.-ректор по научноизследователска работа проф. М. Борисов имаше грижата за развитието на останалите факултети (особено природните), а от края на шестдесетте години бе създател и ръководител на НИС.

Втората институция, на която акад. М. Борисов е отдал много сили и енергия, е Физическият институт и ИФТТ на БАН. Бил е научен сътрудник и старши научен сътрудник, зам.-директор, а от 1973 г. до пенсионирането му през 1991 г. е директор на ИФТТ. В периода 1972 г. до 1988 г. е директор на Единния център по физика (по време на интеграцията на БАН – СУ). По та-

къв начин в периода 1973 – 1980 г. той заема три ръководни длъжности в българската физика – ръководител на катедра, директор на ИФТТ и директор на Единния център по физика. Подобно съвместяване едва ли е препоръчително, но то беше характерно за времето на социализма в СССР и, вероятно, и в други социалистически страни.

Последните няколко години от неговия живот показват намалена административна и обществена активност при запазен интерес към науката.

М. Борисов и Физическият факултет на Софийския университет

Лекциите пред студентите бяха за проф. М. Борисов първостепенна грижа, вътрешна необходимост и удоволствие. Спомням си неговото изискване, формулирано на заседание на Катедрен съвет: *„Лекциите трябва да са свеценоедействие“*. Той четеше лекции от общия курс, раздел „Механика“, „Увод във физиката на твърдото тяло (ФТТ)“, „Увод във физиката на линейните акустични и електромагнитни вълни“. За тези курсове той написа и издаде учебници в съавторство с Кр. Маринова и Кр. Германова („Увод във ФТТ“) и с В. Страшилов. Тези курсове той четеше от името на Катедрата по опитна физика (от 1972 год. Катедра по ФТТ по негово предложение).

Проф. М. Борисов е ръководител и фактически създател на катедрата в нейния разширяващ се състав. Той поставя началото на редица научни направления или насочва членовете на катедрата към перспективни и важни научни области. По такъв начин „от катедра-майка, останала без деца“ (през 1960 г. тя наброява трима души), в края на ръководството на М. Борисов катедрата е един среден по големина научен институт по физика на твърдото тяло с професори, доктори на науките, доценти и кандидати на науките и с основни отговорности към общото обучение по физика на студентите физици през първите два курса и към специализациите по физика на твърдото тяло и микроелектроника. Негов е решителният принос за създаване на специализацията по ФТТ около 1960 г., когато бе оформен нейният учебен план. През следващите едно-две десетилетия тя се превърна в една от основните специализации във Физическия факултет на Софийския университет, която подготвяше бъдещите дипломанти и докторанти от същия факултет и за нуждите на ИФТТ. По-късно се развиха и други специализации, свързани с физиката на кондензираната материя, физика на полупроводниците, микроелектроника.

В началото на 70-те години на миналия век във Физическия факултет се обсъждаше въвеждането на „Инженерната физика“ като специалност. Всред немалка част от колегията преобладаваха настроения да се развива „чиста“ физика и не се разбираше ролята на приложните специализации за нашата икономика и за самата физика. Именно М. Борисов бе един от най-големите радетели на инженерната физика и постепенно убеди един кръг от влиятелни личности във факултетния съвет и всред по-младите преподаватели (една ве-

чер след дълга дискусия и аз бях „спечелен“ за новата специалност). Тази специалност се развива успешно, макар не винаги с нужните темпове. Сега Физическият факултет би бил непълен без инженерната физика. През 80-те години акад. М. Борисов оказва значителна помощ в установяване на специалност „Инженерна физика“ и в Пловдивския университет. В рамките на инженерната физика е толкова важната за страната специализация по ядрена енергетика. Мястото на инженерната физика трябва да търсим всред т.нар. технически науки и съвременните технологии. От такива промени се нуждаят нашите концепции и учебни планове. Именно инженерно-технологичната насоченост на специалността „Инженерна физика“ преследваше М. Борисов през 80-те години на миналия век, след 10-годишния начален период на специалността.

Проф. М. Борисов казваше, че най-уютно като преподавател и ръководител се чувства в кабинета си във Физическия факултет (на втория етаж).

М. Борисов и БАН. Интеграцията на БАН и СУ. Международната школа

Акад. М. Борисов започва своята дейност в БАН през 1948 г. и оттогава тя е втората институция, към която той има отговорности като учен и ръководител, особено през 70-те и 80-те години на миналия век. Той безспорно е един от стожерите на научноизследователската работа, специално по физика на кондензираната материя.

През 1967 г. е избран за член-кореспондент на БАН, а през 1984 г. – за академик, което е признание за организаторските му постижения в българската физика и за научните резултати – в много случаи международно признати. Основните научни интереси са свързани с физиката на електронните процеси в кристалите, методите на израстване на кристали, акустоелектричните явления и ефекти в кристали, изследването и използването на повърхнинните акустични вълни, различни функционални устройства, а от края на 1987 г. – теоретични изследвания на вибронни ефекти във високотемпературните свръхпроводници, а също значителен брой други теми. Разбира се, значителна част от тези резултати са получени във Физическия факултет на СУ.

Позволявам си за пореден път да се изкажа по такъв стратегически проблем, какъвто е интеграцията на БАН и СУ, за който ролята на акад. Борисов е ключова. Въпросът за съгласуването и координирането на научните изследвания и преподавателската дейност се решава по различен начин в различните страни, при това не винаги успешно. Очевидна е необходимостта от обща научна стратегия, особено за малка страна като България. От друга страна, азбучна истина е, че голяма наука се прави, само когато е съчетана с преподаване и възпитаване на млади учени. Затова поставянето на въпроса за интеграцията през 70-те години бе навременно и откликването на тази идея от страна на акад. М. Борисов бе естествена крачка. Може само да се съжاليا,

че интеграцията, проведена с административни мерки, не доведе до забележителни резултати. Привидната равнопоставеност между институциите – БАН и СУ – бе всъщност скрита борба за доминация и това срещаше силната съпротива на учените от Софийския университет, а също на учените от БАН, при използването им (без заплащане) в учебната работа със студенти от долните курсове. Въпросът за координирането на научната и преподавателската дейност в многобройните български университети и в една огромна за нашите мащаби научна организация като БАН е актуален и сега, специално в развиване на образователната дейност в БАН и участието на Академията в модернизирание на българското образование. Но успешни решения могат да се търсят само с доброволни, добре обмислени и взаимно приемливи средства, основани на взаимно разбиране и на научна оценка за ефективността на всяка институция. Горчивият опит на акад. М. Борисов показва, че административни действия на политически и локални лобита водят само до деформации и безрезултатно изразходване на човешка енергия (като оставим настрана и отрицателното влияние върху колегиалните отношения).

От 1980 г. във Варна се провежда Международната школа по физика на кондензираната материя. Неин създател и директор за периода 1980 – 1990 г. е акад. М. Борисов. Идеята за организиране на такава школа възникна в дискусия с гостуванията у нас на проф. В. М. Агранович от Московския институт по спектроскопия. Под грижите на акад. М. Борисов Школата бе място за научни и професионални срещи на учените от Изтока и Запада, тъй като контактите между тях по това време бяха затруднени. Школата събираше много квалифицирани учени като лектори, които довеждаха слушателите до съвременното състояние на знанията по избраната тематика по физика на кондензираната материя. На първото издание на Школата (1980 г.) лектори бяха нобеловите лауреати акад. А. М. Прохоров (от 1964 г.) и акад. В. М. Гинзбург (от 2003 г.). Тук ще отбележа, че акад. М. Борисов следваше съветите и препоръките на съветските физици относно развитието на българската физика. Зад спокойното и акуратно провеждане на Школата, зад научните срещи и контакти, стоеше авторитетната и силна фигура на акад. М. Борисов, организирайки Школата с много усилия, такт и разбиране. Промените през 90-те години лишиха тази школа от монополното ѝ място за срещи „Изток-Запад“, но Международната школа продължава да работи.

Учебниците за средното училище. Приноси към историята на българската физика

Много нерви, усилия, време отнеха на проф. М. Борисов учебниците за студенти – физици, и за средното училище. Практически няма период от неговия живот, когато той да не беше обладан от страстта да пише учебник или книга. Освен изпълнения дълг към студентите физици с написването на няколко учебника, от 1966 г. в продължение на 8 – 10 години проф. М. Борисов

бе инициаторът и двигателят на написването на нови учебници за средното училище. В новата учебна програма навлезе съвременната физика и съвременното схващане за преподаването на физиката. Всичко това много се харесваше на професионалистите и на значителна част от учителите по физика. Учебниците на проф. М. Борисов останаха дълго време модел за пълен, точен и ясен, но труден курс за средните училища. В това дело участвах и аз, пак въввлечен от проф. Борисов с една единствена фраза „*Иване, това е наше задължение*“. Не съжалявам за инвестираното време, макар да се забави чисто научната ми кариера. В замяна у мен се създаде постоянен интерес и еволюиращ поглед към преподаването на физиката в средното училище.

Всъщност учебниците за средното училище от проф. М. Борисов и колектив са писани за физико-математически паралелки, а бяха използвани от всички ученици. За много ученици без интереси към природните науки и с художествено възприемане на света тези учебници са трудно достъпни. Такава грешка – да се преподава по дадени учебници на ученици, за които те не са предназначени, може да опрости всяко дело. От друга страна, не бива да се търси пълнота в училищния курс по физика, нито пък е необходима излишна строгост в изводите. Красотата и интересът към физичните явления, физиката около нас – това трябва да е водещият принцип в средното училище. Но, вероятно, за да достигне до това схващане и нашата физическа колегия, и самият проф. Борисов се нуждаеха от изминаване на етапа на учебниците на проф. Борисов.

Акад. М. Борисов имаше специален интерес към историята на преподаването на физиката и на научните изследвания по физика в България. Плод на тази дейност на М. Борисов и ръководения от него колектив са няколко книги, базирани на документи и източници, които дават добра научна основа на изследванията по история на физиката у нас. Светът трябва да е благодарен на ентузиаста като М. Борисов, без които много факти ще отидат без следа в небитието.

М. Борисов и Дружеството на физиците в България (ДФБ)

Почти цялата професионална дейност на акад. М. Борисов е съпроводена и с активното участие и интерес към дейността на Дружеството на физиците в България (от ноември 1989 г. – Съюз на физиците в България). Работата в ДФБ включваше непрестанно участие в ежегодните конференции за обучението по физика – с много доклади и изказвания, множество беседи и лекции в София и в страната по проблеми на физиката и нейното преподаване, участие в екскурзии, балове и т.н. През 1974 г. и 1977 г. проф. М. Борисов бе председател на Организационния комитет на конференциите „Физика – производство“, проведени в Казанлък. Това бяха конференции – прегледи на участието на физиците в различните приложни области на икономиката, медицината и др., а също конференции – надежди за бъдещата роля на физика-

та в живота и за бъдещето издигане на физиката. Но развитието на икономиката през следващото десетилетие демонстрира, че тя не е готова за масово обновяване и за широки научни нововъведения. Естествената реакция на физиците бе да се уморят да чукат на затворена врата и да отслабне техният интерес към приложенията.

В периода 1986 – 1989 г. акад. М. Борисов бе председател на ДФБ. През това време Дружеството запази своите традиционни дейности, особено в образованието по физика. Искане ми се да припомня Отчетния доклад на акад. М. Борисов на Отчетно-изборната конференция на ДФБ на 25.11.1989 г. През един от най-бурните месеци в нашата най-нова история акад. Борисов започна своя отчетен доклад с две големи научни събития, станали през периода 1986 – 1989 г. във физиката – откриването на високотемпературната свръхпроводимост и на свръхнова звезда. Струва ми се, че този доклад представляваше едно неразгадано от физическата колегия послание на председателя на ДФБ: учените трябва да търсят и оценяват непреходните научни истини и факти, а не отминаващите бурни или ежедневни политически и битови събития. Една гледна точка, която е възможна, но не е безспорна. Изтеклите повече от 30 години на промени у нас и по света показваха, че значителните научни проекти могат да се реализират само при дълбок обществен интерес и подкрепа. А това изисква от учените активна обществена позиция.

Заклучение

В заключителната част бих искал да отбележа някои човешки качества на акад. М. Борисов, проявили се при дългогодишните ни формални и неформални отношения. М. Борисов проявяваше почти детско любопитство към света на физиката, към новите идеи и открития, към Нобеловите награди, към съдбата на учените и перспективите за физиката у нас и по света. Често той изгаряше от желание да даде своя принос в актуалната тематика на изследванията по ФКМ (акустоелектроника, екситонен Щарк-ефект, повърхнинни акустични вълни, високотемпературна свръхпроводимост). Отношенията с по-младите колеги той изграждаше на основата на академизма, но трудно понасяше недостатъчна активност, неакуратно свършената работа и липса на интерес към професията. Дълбоко го интересуваше националната история и го вълнуваше като патриот българската съдба. Заслужава да бъде разказан следният епизод, който изглежда невероятен в нашето изпълнено със скептицизъм време. Като се подготвях за научен доклад на Международната школа по физика, проф. Борисов ме „мотивираща“ със съвсем необичайно за „сухата“ ни наука подканяне: „*Иване, направи хубав доклад, нашата България заслужава това*“. И този доклад беше един от успешните. Все по същия начин, когато обсъждахме колко е сериозна общата ситуация у нас (в края на 70-те години на XX-ти век) и специално в науката, проф. М. Борисов ме накара да се замисля с един аргумент, неоспорим за всеки българин: „А

нима на Левски му е било по-леко в неговото време?“. Един риторичен въпрос, който трябва да си зададем и днес, във времето, когато оплакването и хленчът са неизменна национална мода.

Не би било достоверно, ако изградим сега образа на М. Борисов със средствата на живоописанията на светците. Човешкият живот се състои от реализирани и неосъществени намерения. М. Борисов изграждаше своите дела съобразно с времето, коригираше ги с времето и не се боеше сам да им даде оценка – положителна или скептична. „*Не греши само който не работи*“ – бе една от максимите на М. Борисов. А който работи, има и постижения, и несполуки. Човешко е да търсим общата равностетка на големите личности, които са си отишли от нас. Моята (и бих казал, нашата) обща оценка за делото и личността на М. Борисов се изразява просто – голям учител на поколения български физици и строител на българската физика, който живя и ни остави своята любов и тревога за България.

Литература

- [1] Ив. Лалов, Светът на физиката, 1996, №2, с. 117.
- [2] Ив. Лалов, в „Сборник научни доклади: сесия в памет на акад. М. Борисов“ под редакцията на акад. Ал. Петров и И. Илиев, Университетско издателство „Епископ Константин Преславски“ Шумен (2006), с. 48.

100 YEARS SINCE THE BIRTH OF ACADEMICIAN MILKO BORISOV (18.02.1921 – 05.11.1998)

Ivan Lalov

One hundred years since the birth and more than 20 years since the death of academician Milko Borisov are a period sufficient for his contemporaries and younger colleagues to evaluate the long-term results of his work, and for the new generations of physicists to receive information about his life work. He is one of the prominent figures of Bulgarian physics, a scientist sincerely devoted to research, combining his work with the difficult duties of a university lecturer with administrative management, a person with a restless, constantly searching spirit, a person with great love for Bulgaria.

ПРИЛОЖНА ФИЗИКА И КОМПЮТЪРНО МОДЕЛИРАНЕ – МОДЕРНАТА СПЕЦИАЛНОСТ

В рамките на кандидатстудентската кампания 2021 Техническият университет – София представя специалността „Приложна физика и компютърно моделиране“.

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



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

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

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

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



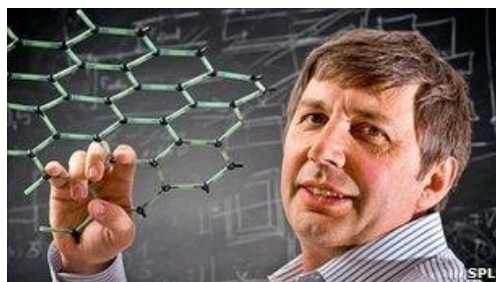
Повече информация: <http://phys.tu-sofia.bg>

НАЙ-ВЕЛИКИТЕ УЧЕНИ НА XXI ВЕК

Изминаха първите 20 години от първия век на третото хилядолетие – това е време, което бележи огромен напредък в областта на науката и технологиите. Той се случва в много и различни области, като променя системата, по която функционира нашият свят. Свидетели сме на революция в начините, по които общуваме, пътуваме и възприемаме света и Вселената като цяло. Тези постижения могат да ни изпратят на различни планети и да променят гените ни по начини, които не сме си и представяли. Както винаги в историята, без съмнение най-големите постижения принадлежат на онези смели и прозорливи учени, които не се страхуват да разширяват границите на познанието извън рамките на това, като се счита възможно. Кой са най-големите учени на XXI век досега? Ето класацията на *NewEngineer*.

Андре Константин Гейм

Физикът от Университета в Манчестър (*University of Manchester*) Андре Гейм бе удостоен с Нобелова награда по физика заедно с Константин Новоселов за работата му по изследване на графена през 2010 г. Графенът е свръхпроводима форма на въглерод, състояща се от слоеве с дебелина от един атом. Признат като най-тънкия, както и като един от най-здравите и твърди известни материали, той се смята за превъзходна алтернатива на силиция за много приложни направления. Изследванията на Андре Гейм в областта на мезоскопската физика и свръхпроводимостта също са многообещаващи. Завършил е Факултета по обща и приложна физика на МФТИ (Московски физико-технически институт). Понастоящем е професор по физика в Университета в Манчестър и професор-изследовател в Националния институт по графен (*National Graphene Institute*). Има над 180 000 цитирания на работите си и индекс на Хирш над 110.



Константин Сергеевич Новоселов

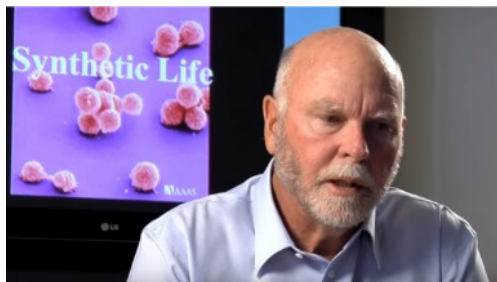
Той е известен със съвместната си работа с Андре Гейм при откриването и изучаването на графена. Завършил е Факултета по физическа и квантова електроника на МФТИ (Московски физико-технически институт) със специализация „Наноелектроника“. Понастоящем д-р Новоселов е научен сътрудник на Кралското дружество в Училище-



то по физика и астрономия в Университета в Манчестър (*School of Physics & Astronomy at the University of Manchester*), както и професор и директор на Манчестърския център за мезонаука и нанотехнологии (*Manchester Centre for Mesoscience and Nanotechnology*) в същия университет. Работата на Новоселов включва 49 статии по физика и материалознание. До юли 2020 година има над 200 000 цитирания на работите си и индекс на Хирш над 120.

Джон Крейг Вентър (*John Craig Venter*)

Вентър е американски биолог, известен като един от първите, който секвенира човешкия геном. Това е едно от най-големите научни постижения на XX век, но той така и не печели Нобелова награда. Бил е професор в Държавния университет на Ню Йорк, Бъфало (*State University of New York at Buffalo*), работил е в Националния здравен институт и е основал три компании. Учените често гледат на него като на човек, който се интересува повече от печалба, отколкото от науката. Счита се създател на първата клетка със синтетичен геном през 2010 г. Основава институт, носещ неговото име – *J. Craig Venter*. Настоящата му работа е фокусирана върху създаването на синтетични биологични организми и документиране на генетичното разнообразие в световния океан. Той е включен в изданията на списание *Time* за 2007 и 2008 г., като част от техния списък със 100-те най-влиятелни хора в света. Неговите изследвания в областта на синтетичния живот могат да бъдат използвани за създаване на бактерии, които могат да изпълняват конкретни цели, като създаване на гориво, производство на лекарства и решаване на екологични проблеми, като глобалното затопляне.



Стивън Уилям Хокинг (*Stephen William Hawking*)

Най-известният физик-теоретик и космолог на Англия е автор на много научни книги (например на невероятния бестселър „Кратка история на времето“). Неговите изследвания и принос към космологията и квантовата гравитация допринесоха за развитието на космологията като цяло. Заедно с Роджър Пенроуз (*Roger Penrose*) той формулира теореми за гравитационните сингулярности в рамките на Общата теория на относителността и дава теоретични прогнози за излъчването на черните дупки. Освен „Кратка история на времето“, българският читател е запознат и с други негови книги като „Великият дизайн“, „Черни дупки и бебета вселени и други есета“ и др.



Мичио Каку (Michio Kaku)

Мичио Каку е известен американски физик-теоретик, съавтор на струнната теория. Той е професор по теоретична физика в Градския колеж на Ню Йорк (*City College of New York*) и известен популяризатор на науката. Написал е няколко книги за науката физика и на физични теми, които се превърнаха в бестселъри. Често е канен да говори по сложни научни проблеми, като пътуване във времето и сингулярности, обхваща широк спектър от теми от червееви дупки до изкуствен интелект и предаване на човешки емоции по интернет. Българският читател е запознат с неговите книги като „Физика на бъдещето“, „Физика на невъзможното“, „Бъдещето на човечеството: Заселването на Марс, междузвездните полети, безсмъртието“, „Паралелни светове“ и др.



Тиера Гуин Флетчър (Tiera Guinn Fletcher)

Тиера Гуин Флетчър е млад учен, завършила MIT (*Massachusetts Institute of Technology*) съвсем наскоро – едва през 2017 г. Независимо от възрастта си, тя вече е един от структурните анализатори и дизайнери на програмата *Space Launch System* на НАСА, целяща да изпрати хора на Марс. Работата ѝ е в самолетостроителната компания *Boeing*. Още през 2018 г. тя спечели наградата за най-обещаващ инженер от наградите „Чернокож инженер на годината“ (*Black Engineer of the Year Awards – BEYA*). (Наградата е основана през 1986 г. и е световно значимо събитие, което отбелязва постиженията на хора, слабо представени в сферите на *STEM*). Тиера е активна и като ментор на студенти и насърчава младежите да се включват по-активно в *STEM*, както и да постигат целите си във всяка област, в която изберат да се развиват.



Дженифър Дудна (Jennifer Doudna)

Дженифър Дудна е професор в университета Бъркли, Калифорния, както и член на редица организации, включително институтите Гладстоун (*Gladstone*) и Хауърд Хюз (*Howard Hughes*). Най-известна е с работата си по *CRISPR* (*Clustered regularly interspaced short palindromic repeats*), проект за редактиране на генома, който получи голяма известност през последните



години. Заради откритията си с Еманюел Шарпентие (*Emmanuelle Charpentier*), може би едни от най-важните открития в науката изобщо, както и поради редица други успехи, тя печели различни награди през кариерата си, включително най-голямата награда за един учен – Нобеловата премия по химия за 2020 г. Тя е и сред най-влиятелните хора според *Time*.

Литература

Physics World/The Greatest Scientists of the 21st Century NewEngineer.com
https://ru.wikipedia.org/wiki/Гейм_Андрей_Константинович
https://ru.wikipedia.org/wiki/Новосёлов_Константин_Сергеевич
<https://www.forbes.com/sites/matthewherper/2017/02/21/can-craig-venter-cheat-death/>
<https://peoplepill.com/people/tiera-fletcher>
<https://vcresearch.berkeley.edu/faculty/jennifer-doudna>

Подбор и превод: **Сашка Александрова**

THE GREATEST SCIENTISTS OF THE 21ST CENTURY

The first two decades of the 21st century were a time of great progress in the field of science and technology. The way we communicate, travel and perceive the world and the universe in general are highly revolutionized. Here, the greatest scientists of the years of the century passed so far are presented, according to NewEngineer.com.

Selection and translation: **Sashka Alexandrova**

ПОСЕТЕТЕ НАШИЯ САЙТ

wop.phys.uni-sofia.bg

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

НАЦИОНАЛЕН ОНЛАЙН ФОТОКОНКУРС ЗА СТУДЕНТИ НА ТЕМА „СВЕТЛИНА“

Фотоконкурсът е посветен на Международния ден на светлината – 16 май. Той е част от Младежката научна сесия на тема: „Природните науки и технологиите“, организирана от СФБ и фондация „Еврика“ и проведена в рамките на 49-ата Национална конференция по въпросите на обучението по физика‘2021 г.

Конкурсът има за цел да провокира участниците да наблюдават, търсят, заснемат и споделят светлината в цялото ѝ многообразие и форми в природата или като резултат на човешката дейност, да представят своето отношение и чувства към конкретни проявления, а също и художествен прочит на видими събития и прояви, свързани със светлината.

Регламентът за участие в Националния конкурс предвижда участие с една фотография във формат jpg със заглавие, кратко описание на физичното явление, което е представено и кратко научно пояснение в няколко изречения. Критериите за оценка бяха представяне на съответното явление и неговото художествено представяне. Информацията за конкурса беше разпространена чрез Фейсбук страницата на конкурса и страницата на СФБ.

В конкурса участваха студенти от: Софийския университет – Физически факултет; Великотърновския университет; Националната художествена академия, София; НАТФИЗ „Кръстьо Сарафов“; Националния военен университет „Васил Левски“, Велико Търново; Университетът по хранителни технологии – Пловдив; Санкт-Петербургският държавен университет, Русия; Университетът „Лудвиг Максимилиан“ в Мюнхен, Германия.

Проектите бяха оценявани от компетентно жури в състав: проф. д.т.н. Сашка Александрова – преподавател по физика в Техническия университет София, Факултет по приложна математика и информатика; доц. д-р Нели Димитрова – преподавател по методика на обучението по физика в Департамента за информация и усъвършенстване на учители, към Софийския университет; Венцислав Петров – фотограф изследовател, работещ предимно в граничните области между изкуство, общество и технология.

Резултатите са публикувани на страницата на СФБ <http://upb.phys.unisofia.bg>.

Най-добрите творби участваха във фотоизложба, представена на Националната конференция по въпросите на обучението по физика‘2021 г., която се състоя във Видин от 04 до 06 юни тази година.

Имаме идея конкурсът да се превърне в традиция, което ще даде възможност студенти ежегодно да представят уменията си по фотография и знанията си по физика, описвайки заснетото физично явление.

В настоящия брой публикуваме отличените фотографии.

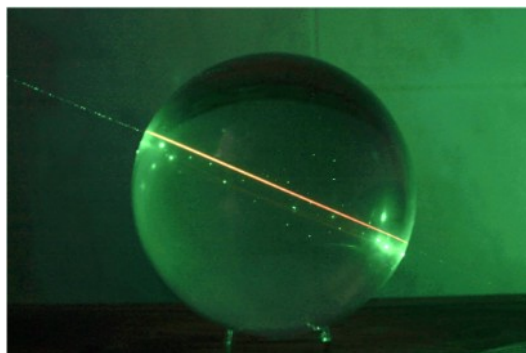
Първо място



„Огледалният Ермитаж“

Делян Балев

Санкт-Петербургски държавен
университет, 4-ти курс



„Разкриване на цветовете в една монохроматична вселена“

Виктория Тодорова

Софийски университет, Физически
факултет, 3-ти курс

Второ място



„Докосване от небето“

Михаела Колева

Национален военен университет „Васил
Левски“, Велико Търново, 4-ти курс



„Градът“

Никола Узунов

НАТФИЗ, 2-ри курс

Трето място



„Огънят рисува“

Марина Василева

*ВТУ „Св. св. Кирил и Методий“, Велико
Търново, магистратура Културен
туризъм, 1-ви курс*



„Сянка и светлина“

Велизар Тасев

НАТФИЗ, 3-ти курс

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

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

35 ПОД 35: Д-Р СТЕФАН КАРАТОДОРОВ

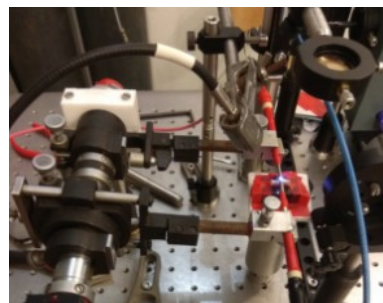
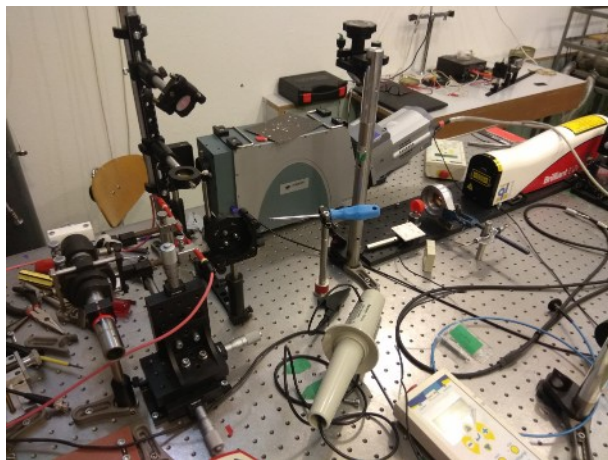
Д-р Стефан Каратодоров, 35 год., е главен асистент в Института по физика на твърдото тяло към Българската академия на науките (ИФТТ – БАН), гр. София.

За „Светът на физиката“ интервюто взе
Радостина Камбурова

СФ: Ще те помоля да разкажеш накратко за академичния си път дотук.

СК: Завършил съм Природо-математическата гимназия в гр. Хасково през 2005 г. Следвах във Физическия факултет на СУ, първо, бакалавърска степен по инженерна физика от 2005 г. до 2009 г. и след това магистратура по квантова електроника и лазерна техника, завършена през 2011 г. По време на следването за бакалавър прекарах 3 месеца по програма „Еразъм“ в Техническият университет на Айндховен (*Eindhoven University of Technology*).

Защитих докторска степен в ИФТТ – БАН през 2017 г. в областта на лазерна аблация и нискотемпературна плазма. От октомври 2018 до януари 2019 г. бях на специализация в Университета „Коменски“ в Братислава (*Comenius University Bratislava*), където се занимавах с тематика, близка до тази на докторската ми дисертация.



Системата за лазерна аблация, асистирана с искров разряд, изградена в Университета „Коменски“, Братислава

От януари 2019 до декември 2020 г. направих специализация в *Extreme Light Infrastructure (ELI) Beamlines* в Прага, Чехия, в областта на генерация на ултракъси рентгенови импулси при облъчване на газова или течна среда с ултракъси лазерни импулси.



С колегите от X-ray групата при въвеждане в експлоатация на плазмен източник за рентгеново лъчение, напоменван с фемтосекундно лазерно лъчение (Plasma X-ray source) в ELI-Beamlines



С колегите от X-ray групата след инсталация на вакуумна камера на Betatron beamline в ELI-Beamlines

От декември 2020 г. отново съм на работа в ИФТТ – БАН.

СФ: Кое е най-голямото предизвикателство, с което си се сблъсквал професионално?

СК: Престоят ми в Словакия беше сериозно предизвикателство, защото за ограниченото време от четири месеца трябваше да се направи цялостен проект. Това включваше, първо, направата на литературна справка за методите за подобрене на спектроскопията на лазерно индуцирана плазма. На основата на тази справка и наличната база в лабораторията трябваше да се из-

бере най-подходящият метод. След това да се изгради системата за реализация на метода, да се тества и накрая, разбира се, да се направят и самите измервания.

СФ: Кое според теб е най-голямото ти постижение (професионално) дотук?

СК: Изграждането на система за лазерна аблация в разряд в кух катод в ИФТТ – БАН; изграждането на система за лазерна аблация с искров разряд в Университета „Коменски“, Братислава, и създаването на многопроходен интерферометър за измерване на газовата плътност на газови джетове, използвани за генерация на рентгеново лъчение, по време на постдок специализацията в *ELI-Beamlines*.

СФ: Има ли нещо, което би направил различно, ако трябваше да започнеш отначало?

СК: Да, предполагам, че всеки би променил нещо, ако имаше тази възможност.

По време на следването ми бих прекарал повече време в разговори с преподавателите извън лекциите и упражненията, защото в разговор по-лесно се споделят и разбират тънкостите на дадена област.

По време на докторантурата ми бих променил до определена степен насоката на изследванията и разширил обхвата им.

По време на постдок специализацията бих подхождал с малко повече увереност в собствените възможности.

СФ: В настоящата нова реалност (*COVID-19*), кое качество би спомогнало професионалната реализация на младите хора?

СК: Конкретно за ситуацията с глобалната пандемия е добре младите хора да подходят с гъвкавост и креативност. Ограничени бяха възможностите за пътуване и командировки, участие в конференции и семинари на живо и много други неща. Но пък се откриха възможности за участие в множество обучения, конференции и т.н. отдалечено, понякога безплатно, понякога с много намалени цени.

Така че е добре да се направи реорганизация на приоритетите и на пръв план за момента да излязат дейности, които могат да се извършват от мястото, където е младият човек.

СФ: Кое според теб отличава българското висше образование от това, получено от чуждестранните ти колеги? Или по-скоро – намираш ли разлики и в какво се състоят те, ако има такива?

СК: Основната разлика, която аз намирам от времето на моето следване по физика, е, че при чуждестранното образование има по-бързо адаптиране към промените и новите изисквания към знания и умения на учените и по-голямо застъпване на усвояването на тези умения. Като пример мога да дам програмирането, било за обработка на масиви от данни (*Python*, *MATLAB*,

Mathematica и др.), било за управление на устройства (*C++*, *LabVIEW* и др.). Разбира се, нещата се развиват и у нас някои групи са на световно ниво и по тези критерии.

СФ: Къде би искал да си след пет години?

СК: След пет години бих искал да съм достигнал следващото ниво в кариерното ми развитие – доцент. Бих искал да разширим възможностите си за изследвания в лабораторията в ИФТТ – БАН с привличането на млади хора и с нова апаратура. Бих искал и да преподавам на университетско ниво курсове по физика.

СФ: Как се мотивираш? Какво те мотивира?

СК: Една част е вътрешна мотивация – желание за постигане на нещо, създаване на нещо полезно и смислено. Другата част от мотивацията са поети отговорности към хора, дадени обещания.

СФ: Имаш ли пример за подражание, учен, на когото се възхищаваш и защо?

СК: Срещнал съм много хора в професионалната си кариера, на които се възхищавам. Различни са качествата у различните хора, които са предизвикали това чувство. При някои колеги съм наблюдавал отлични организационни умения – да привлечеш млади хора, да ги увлечеш в дейността и да ги напътстваш. При други чудесно креативно мислене – да се види новата идея или интерпретацията на резултата, която не сме видели. Друг има голямо внимание към детайла и може да планира експеримент или да напише отлична статия и проект.

СФ: Какви три неща би взел на пустинен остров?

СК: Романтическият ми отговор е романът „Робинзон Крузо“ на Даниел Дефо, швейцарско ножче и бутилка за вода с филтър, за да мога да оцелея.

Практичният ми отговор е лаптоп със сателитен интернет, за да изпратя сигнал за помощ и палатка, където да се приютя, докато дойде помощта.

СФ: Кой е оказал значително влияние в живота ти? Как?

СК: Отново много хора са оказали значително влияние върху живота ми. Мога да кажа, че големите промени в България през два века – войни за национално обединение, изселвания, установяване на комунистическата власт в страната, са оказали сериозно влияние и върху семейството, от което аз произхождам. Тези истории са ме научили, че живея в едно много спокойно време и че доста от проблемите ми са твърде малки на фона на това, което са преживели моите дядовци и баби.

СФ: Имаш ли хоби?

СК: Нямам хоби, в което да влагам голяма част от свободното си време. Но обичам да чета книги, да карам велосипед.

СФ: Как оценяваш своята професия на физик?

СК: Професията на физик е съчетание от различни части, които се допълват. Творческо начало – нова идея, нов метод, нов подход, нещо ново, което подлежи на тестване и доказване. Практическата дейност – било теоретична или експериментална – обхваща цял набор от знания и умения за тестването на новата идея/метод и получаване на количествена оценка за истинността или приложимостта му. Накрая, но съвсем не на последно място, представянето на резултатите в научни статии, патенти и презентации, както и писането на научни проекти – отново едни много творчески дейности.

СФ: Защо избра своя университет и кои фактори са повлияли на това решение?

СК: Софийският университет „Св. Климент Охридски“ е най-големият университет в България с дълга традиция в обучението по физика.

СФ: Хареса ли ти университета?

СК: Мога да кажа, да. Научих много по време на годините в университета. Както за физиката, която учех, така и за живота и разбира се, за себе си.

СФ: Защо избра своята специалност?

СК: Избирането на лазерната физика като област беше направено след личен контакт с доц. д-р Маргарита Грозева от ИФТТ – БАН. Започнах да ходя при нея като студент, после направих при нея дипломна работа и впоследствие – докторска дисертация.

СФ: Как изглежда един твой работен ден?

СК: Работният ден започва с проверка на имейла, естествено. Основните дейности на моята работа могат да се разделят в няколко групи:

- лабораторна работа – подготовка на експерименти (може би най-вреемекката дейност), извършване на самите експерименти, обработка на резултати, планиране на бъдещи експерименти;
- подготовка на статии, презентации, патенти – добрите резултати се оформят за публикуване в научни журналы, за представяне на научни конференции и/или за защита на авторско право под формата на патенти;
- рецензиране на статии – даване на мнение за качествата на статия, изпратена за публикуване в научен журнал от други колеги;
- подготовка на научни проекти – голяма част от финансирането на съществена научна дейност е от спечелени проекти, затова значителна част от времето отива за тази цел;
- запознаване с научната литература – събиране, селектиране и четене на научната литература в дадена област/проблем, в наши дни това главно включва търсене в *Google Scholar*;
- работа със студенти и докторанти – това е дейност, с която се занимават повече по-старшите колеги, но и аз се занимавам до определена степен с това;

- административна дейност – попълване на отчети, административни форми и други;
- контакти с колеги за осъществяване на сътрудничества и поддържането им;
- контакти с фирми за закупуване на апаратура или консумативи.

Как е разделен конкретен ден зависи до голяма степен от това коя от дейностите е с по-голям приоритет в момента – дали има краен срок за изпращането на статия или имам отворен конкурс за кандидатстване за научни проекти, или сме по средата на измервания, и т.н.

СФ: Какво най-много харесваш в работата си?

СК: В професията на физик има три неща, които носят определено удоволствие. Първото е творческото начало – да измислиш нещо ново и актуално, да напишеш/представиш нещо (статия, проект, презентация) по разбираем и увлекателен начин.

Второто е удоволствието от постигането/създаването на нещо, което обхваща целия път от обличането на първоначалната идея в нещо завършено. То може да е физически обект – лазер, система за измерване, но и метод, алгоритъм, подход.

Третото е постоянното научаване на нови неща. Работата изисква през цялото време да четеш и усвояваш нови знания. Това на моменти може да е много натоварващо, но е необходимост. До определена степен като сърфист в морето, единственият начин да се задържиш върху сърфа е да хванеш следващата вълна.

СФ: Има ли разлика в условията на работа в *Extreme Light Infrastructure (ELI-Beamlines)*, Прага, Чехия, където беше постдокторант, и тук?

СК: Да, има разлика между условията на работа между института в Чехия и ИФТТ – БАН.

Основната разлика е във факта, че *ELI-Beamlines* е нов институт, построен 2015 г. за създаването на няколко уникални източника на светлина във видимия и рентгеновия спектър. Като нов институт *ELI-Beamlines* предоставя модерна инфраструктура – сгради, лаборатории, обслужващи офиси и услуги. Поради характера на финансирането на Института, по-голямата част по програма на Европейския съюз с дофинансиране от Чешката Република, Институтът предлага по-високи заплати от тези в други публични научни институции в Чехия, което води до по-лесното привличане на персонал. Комбинацията от уникална и модерна апаратура и атрактивно за страната заплащане води и до привличането на млади учени. За това, разбира се, спомага и фактът, че институтът е в покрайнините на Прага – столицата на Чехия, с няколко университета с преподаване на физика, естествени науки и инженерство.

Тъй като *ELI-Beamlines* е създаден с ясно заложени научни цели, включващи изграждането, тестването, въвеждането в експлоатация и приложението на уникалните светлинни източници, особено за младите учени съществува определена сигурност в планирането на дейността им и кариерното им развитие. Разбира се, планът за развитие е нито изчерпателен, нито покрива много възникващи въпроси и проблеми, които се решават в процеса на работата.

СФ: Можеш ли да **изключите** след работа?

СК: Да, стига да няма определена задача, която трябва да бъде свършена спешно. Понякога даже не проверявам имейла си през почивните дни.

СФ: Коя беше последната книга, която прочете?

СК: Последната книга, която прочетох, беше английското издание на „*Sapiens*. Кратка история на човечеството“ от Ювал Ноа Харари (*Sapiens: A Brief History of Humankind by Yuval Noah Harari*).

СФ: Какъв искаше да станеш, когато беше дете?

СК: Естествено, космонавт.

СФ: Какво би **посъветвали** учениците, които обмислят идеята да изберат физиката като професия?

СК: Физиката, като всяка професия, има своите предимства и недостатъци и най-доброто, което млад човек може да направи, е да получи информация от първа ръка от хора, които се занимават с това. Днес има много възможности за такава среща – Дни на откритите врати на университети и институти, събития като „Европейска нощ на учените“, Музейко, стажове и др.

СФ: Ако би могъл да пътуваш във времето, но никога да не се върнеш към настоящето, къде и какво време би избрал?

СК: Бих отишъл в бъдещето след сто години. Бих направил това в края на живота си, за да надникна в живота на бъдещите поколения. Тъй като ние знаем в по-голяма или по-малка степен как са живели хората преди нас, но нямаме представа как ще е след нас.

СФ: Какво **бихте** пожелал на читателите на „Светът на физиката“?

СК: С оглед на ситуацията в света – здраве. А иначе, както винаги, да не забравят колко вълнуващ и необикновен е светът около нас и да не забравяме да сме благодарни за това всеки ден.

КОСМИЧЕСКИ МИСИИ В ТЪРСЕНЕ НА ИЗВЪНЗЕМЕН ЖИВОТ

Благовест Иванов и Асен Алексов

Въпреки колосалните размери на Вселената, хипотетичният биологичен живот може да се окаже много по-близо до нас, отколкото някои хора си представят. Слънчевата система, която е дом на нашата планета Земя, предоставя в миналото и в настоящето множество възможности за просъществуването и развитието на извънземен живот. Каменистите планети Венера и Марс, както и други по-нестандартни места, като комети и луни, представляват огромен интерес за учените и изследователите. За да бъде открит обаче този не толкова ясен ни все още феномен, наречен живот, са нужни много усилия и насочено търсене. С тази цел, през годините много агенции, занимаващи се с космически науки, организират голям брой мисии, чрез които да достигнат любопитните места с помощта на космически апарати и да изследват техните характеристики и природа.

В рамките на статията са разгледани научните мисии и изследвания по темата за биологичния живот извън пределите на планетата Земя, проведени през годините, и случващите се в момента, възможностите и възникналите хипотези, както и бъдещото развитие.

Възможни места в Слънчевата система, на които има шансове да просъществува живот

Планетата Земя е незаменимо място. Условието, които предлага Земята, са изключителни и никъде в Слънчевата система няма такива. Въпреки това много учени са се съсредоточили в изучаването на съседните на нашата планети. Някои от тях, като Венера и Марс, както и други структури, включващи луната Европа и различни астероиди, представляват голям интерес от страна на изследователите. За всички тях се спекулира, че макар и малък, съществува шанс те също да съдържат живи организми.

1 Планетата Венера

1.1 Общи сведения

Венера е втората поред планета от Слънчевата система и е именувана на италианската богиня Венера. Тя е земеподобна планета, много близка като качества до Земята. Поради тази причина често е определяна като „Планетата – сестра на Земята“. Венера е била известна още на древните вавилонци (около 1600 г. пр.н.е.) и вероятно е била позната и в праисторически времена, поради високата си яркост.

1.2 Мисии до Венера



Фигура 1. „Маринър 2“

На 18 октомври 1967 г. „Венера 4“ (Фигура 2) успешно навлиза в атмосферата на планетата, разгръща парашута си и изпраща информация за атмосферния състав, с което се потвърждават откритията на „Маринър 2“ и безспорно се доказва, че атмосферното налягане е много по-голямо от предпологаното – между 75 и 100 атмосфери. За съжаление „Венера 4“ се поврежда преди да достигне повърхността. По-късно през същата година покрай Венера прелита и американската автоматична станция „Маринър 5“.

През 1969 г. мисиите „Венера 5“ и „Венера 6“ увеличават познанията ни за венерианската атмосфера и откриват, че тя съдържа малки количества азот



Фигура 2. „Венера 4“

и кислород. Но нито една от посочените мисии дотогава не успява да достигне повърхността успешно. Чак през 1970 г., на 15 декември, „Венера 7“ осъществява първото успешно кацане на Венера – това е и първото меко кацане на друга планета в историята на човечеството. След кацането автоматичната станция комуникира със Земята в продължение 23 минути. Измерената на повърхността температура възлиза на 475°C. През 1975 г. в

През 1962 г. автоматичната междупланетна станция „Маринър 2“ успешно прелита покрай Венера и предава важни научни данни за планетата (Фигура 1). Космическият апарат прави някои основни открития за планетата. Установяват се екстремни температури на повърхността, богата на въглероден диоксид атмосфера и плътно облачно покривало. Това тотално преобръща досегашните представи за условията на планетата.

и кислород. Но нито една от посочените мисии дотогава не успява да достигне повърхността успешно. Чак през 1970 г., на 15 декември, „Венера 7“ осъществява първото успешно кацане на Венера – това е и първото меко кацане на друга планета в историята на човечеството. След кацането автоматичната станция комуникира със Земята в продължение 23 минути. Измерената на повърхността температура възлиза на 475°C. През 1975 г. в

орбита около Венера влизат „Венера 9 и „Венера 10“, като те се превръщат в първите изкуствени спътници на планетата, а техните спускаеми модули успяват да изпратят първите фотографии от самата повърхност (Фигура 3).



Фигура 3. Снимки на повърхността на Венера

На 20.05.1978 г. НАСА изстрелва две мисии с увеличени възможности в хода на програмата „Пайъниър Винъс“. Мисията „Пайъниър 1“ е орбитална експедиция, която пристига около планетата на 4.12.1978 г. Тя първа успява да картографира цялата повърхност на Венера посредством радарна технология. Станцията установява, че повърхността на Венера е относително равнинна, като най-високата планина Максуел е с височина 11 km. Орбиталният апарат предава научни данни в продължение на повече от десетилетие, до август 1992 г.



Фигура 4. Повърхността на Венера, заснета от мисията „Венера 13“

За дебют на венерианските изследвания се смята големият триумф на съветските учени през 1981 г. с приземяването на автоматичната междупланетна станция „Венера 13“. Тя е оборудвана с цветна камера и прави първите цветни снимки от повърхността на Венера (Фигура 4).



Фигура 5. Венера, заснета от мисия „Магелан“

След колапса на Съветския съюз през 90-те години и последвалата криза, която обхваща страната, единствените, които изучават Венера през това десетилетие, са учените от САЩ. На 10.08.1990 г. на орбита около Венера пристига автоматичната междупланетна станция на НАСА „Магелан“. По-средством мощния си радар роботизираната експедиция картографира над 98% от венерианската повърхност с резолюция 100 m/pixel (Фигура 5). Мисията продължава до есента на 1994 г.

На 11.04.2006 г. в орбита около Венера пристига автоматичната станция на ЕКА (Европейската космическа агенция) „Винъс Експрес“. Тя оперира

успешно до 2015 г. и нейната мисия е изключително резултатна. За пръв път е установено наличието на озонов слой във венерианската атмосфера. На височина 125 km над повърхността е открит и студен атмосферен слой, където температурите могат да паднат до -175°C . Независимо от горещите температури на повърхността, в този висок атмосферен слой може да се наблюдава даже снеговалеж. „Винъс Експрес“ също така потвърждава, че в рамките на милиарди години Венера е загубила огромно количество вода.

1.3 Значими открития и хипотези

Откакто планетите в Слънчевата система се изучават посредством модерни телескопи и космически апарати, Венера се смята за една от най-негостоприемните планети. След по-внимателно разглеждане на данните, изпратени от „Венера 7“, учените разбират, че високо в атмосферата се намира слой, наречен от тях „умерена зона“. Въпреки негостоприемната природа на Венера, там температурите и налягането са сходни с тези на Земята. В продължение на десетилетия учени са изказвали предположения, че в умерената зона може да виреят микроскопични организми.

Данните от *ALMA* (*Atacama Large Millimeter/submillimeter Array*) показват спектралния отпечатък на молекулата на фосфина, която е съставена от три водородни и един фосфорен атом. Съществува голяма вероятност фосфинът да е продукт на метаболитни процеси на живи бактерии, носещи се в гъстите венериански облаци.

Направен е нов анализ от биохимика Ракеш Могул в Калифорнийския държавен политехнически университет, на базата на повторно разтълкуване на данните от мисията на НАСА през 1978 г. „Пайъниър Винъс“. В хода на

мисията са спуснати атмосферни сонди, които изследват химичния състав на въздушните слоеве по време на спускането. За да може да се дадат сигурни отговори на въпросите около казуса, ще са нужни нови мисии до Венера. По-настоящем планетата се изучава единствено от японската роботизирана станция „Акацуки“, но тя не притежава нужните прибори, за да е в състояние да търси фосфин. През октомври японско-европейската мисия „БепиКоломбо“ прелетя край Венера и направи измервания, които понастоящем подлежат на анализ. По-нататъшни облитания ще бъдат отново осъществени от „БепиКоломбо“, както и от американската роботизирана експедиция „Паркър“, а през 2025 г. Индия планира собствена мисия до планетата. Междувременно Грийвс и нейният екип планират да получат данни от други телескопи.

2 Планетата Марс

2.1 Общи сведения

Марс е четвъртата планета от Слънчевата система, носеща името на древноримския бог на войната. Заради особеностите ѝ цвят често е наричана още „Червената планета“. Марс има два естествени спътника: Фобос и Деймос. Те са малки по размер и имат неправилна форма, заради което се смята, че са бивши астероиди, уловени от гравитационното поле на планетата. Диаметърът на Марс е около два пъти по-малък от земния, също така планетата е по-малко плътна, като притежава едва 15% от обема на Земята и само 11% от нейната маса.

2.2 Мисии до Марс



Фигура 6. Карл Сейгън с модел на „Вайкинг“

Десетки роботизирани космически апарати, включващи орбитални, прелиращи, приземяващи се и подвижни уреди, като марсоходите, са изпратени на мисии до Марс през годините. Днес на Червената планета работят повече космически апарати, отколкото на която и да е друга планета, различна от Земята. Марс е много неблагоприятен към човешките опити за изпращане на мисии до него. Множеството неуспехи в опитите да се кацне на Марс е довело до това журналистът Доналд Неф да измисли Великия галактически таласъм –

митично чудовище, което живее на планетата и се храни с останките от човешки апарати. Извън шегата, някои хора продължават да вярват, че извънземните са тези, които саботират земните опити да се достигне марсианската повърхност. Процентът на успешни мисии драстично се увеличи през пос-

ледните години, за което има голям принос развитието на софтуерните технологии.

Американските спускаеми апарати „Вайкинг“ (Фигура 6) са вторите успешно кацнали на Марс уреди и първите, които завършват напълно мисията и целите си. Тяхната главна задача е била да потвърдят дали в грунда виреят микроскопични организми. За тази цел апаратите са били оборудвани с газов хроматограф с маспектрометър.



Фигура 7. „Mars Global Surveyor“

„Марс Глобъл Сървейър“ е следващата много успешна марсианска мисия на НАСА, която влиза в орбита около Марс на 12.09.1997 г. (Фигура 7). Списъкът ѝ с цели и задачи е дълъг: характеризиране на повърхностните особености и геоложките процеси на Марс, определяне състава, разпределението и физичните свойства на повърхностните минерали, скали и лед, определяне на глобалната топография, формата на планетата, гравитационното и магнитното поле, наблюдаване на времето и термичната структура на атмосферата и т.н.

Откритията, които се правят посредством мисията, оформят добре представата ни за Марс. Оказва се, че подобно и на Земята, Червената планета има повтарящ се ежегодно климат. Апаратът е оборудван с широкоъгълна камера наречена *Mars Orbital Camera*. Всекидневно тя заснема голямо количество снимки, чрез които се прави глобална времева карта. На едно и също място, в рамките на седмица или две, се наблюдават повтарящи се прахови бури. Те започват от началото на марсианската пролет и продължават до есента. На част от снимките се наблюдават дерета и следи от отломки, което предполага че някога са съществували източници на вода на повърхността.

След всички тези факти се стига до заключението, че Марс е изключително динамична планета със сезонни и по-дългосрочни промени, случващи се през годините.

Европейската мисия Марс Експрес, чието начало е поставено на 2.06.2003 г., пристига на Марс на 25 декември същата година. Тя се състои от две части – летателен и спускаем апарат на име „Бигъл 2“. За съжаление, „Бигъл“ се проваля при кацането на Марс, но за сметка на това орбиталната част извършва множество успешни научни наблюдения и все още оперира.

Мисията на НАСА „Марс Експлорейшън Роувър“ е роботизирана космическа мисия, включваща два марсохода: „Спирит“ и „Опортюнити“. Започва през 2003 г. с изстрелването на двата апарата. „Спирит“ се приземява успешно на Червената планета на 4.01.2004 г., а три седмици по-късно и вторият

роувър на „Опортюнити“ също извършва меко кацане. И двата марсохода изненадват учените изключително много, когато надхвърлят многократно определения си живот от 90 дни. Особено „Опортюнити“ – той функционира и събира научни данни от повърхността на Марс цели 14 години.



Фигура 8. Селфи на марсохода „Curiosity“.

През 2005 г. Щатите отново постигат успех с „Марс Риконисънс Орбитър“. Това е мисията с най-мощната камера в околосарсианска орбита, способна да различава дори дребни скали на марсианската повърхност. „Марс Риконисънс Орбитър“ оказва незаменима помощ при подбирането на места за спускаемите експедиции, както и при издирването на останките от разбили се такива.

„Марс Сайънс Лаборътори“ е мащабна космическа мисия на НАСА, целяща да достави успешно марсохода „Кюриосити“ на повърхността на Червената планета (Фигура 8). Той каца безпроблемно на 6.08.2012 г. на целевата си точка в кратера Гейл.

Марсоходът е оборудван с няколко научни прибора:

- Рентгеноволъчев спектрометър на алфа частици (*Alpha-particle X-ray spectrometer – APXS*) – това е устройство, което може да облъчва избрани проби с алфа-частици и да картографира спектъра от рентгенови лъчения, които са преизлъчени, за да определи елементното съдържание на пробите.

- ЧеМин (*CheMin*) – представлява рентгенодифракционен и рентгенофлуоресцентен анализатор. Той ще определи количеството на минералите в скалите и почвите и тогава ще оцени участието на водата в тяхното формиране, утаяване и изменение. В допълнение, информацията, получена от изследванията с този инструмент, ще бъде полезна в търсенето на минерални биоследи, енергийни източници за живот или индикатори за предишен живот на Марс.

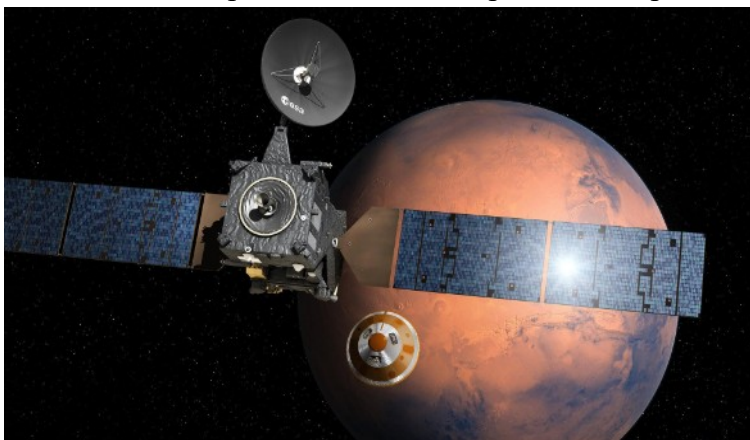
- Анализатор на проби на Марс (*SAM*) – този научен инструмент ще анализира органични съединения и газове както от атмосферата, така и от почвата и скалите. Това включва определяне на съотношението на кислородни и въглеродни изотопи във въглеродния диоксид и метана в атмосферата на Марс, за да може да разграничи техния геохимичен и биологичен произход.

- Детектор за оценка на радиацията (*RAD*) – както по време на между-планетния полет, така и на повърхността на Марс, той ще следва радиационния фон.

В хода на мисията, са открити множество доказателства за някогашното наличие на течна вода на повърхността и сегашното съществуване на такава под нея.

Мисията *MAVEN* (*Mars Atmosphere and Volatile Evolution*) е доставена успешно в орбита около Червената планета на 22.09.2014 г. Тя представлява космическа сонда, разработена от НАСА. *MAVEN* трябва да определи историята на процеса на загуба на атмосферни газове в Космоса, за да се появят отговорите за еволюцията на марсианския климат.

„Екзомарс“ е марсианска програма от мисии, разработена от ЕКА и руската агенция Роскосмос. Целите на „Екзомарс“ са търсенето на признаци за настоящ или минал живот на Марс, изследването на промяната на водната и геохимичната среда на планетата, направата на детайлен опис на редките газове, които съставляват по-малко от 1% от марсианската атмосфера, в т.ч. метан, водни пари, азотен окис и ацетилен, и изпробването на технологии, които ще се използват за планирана в бъдеще възвръщаема марсианска мисия.



Фигура 9. Отделянето на спускаемия модул „Schiaparelli“ от „Trace Gas Orbiter“

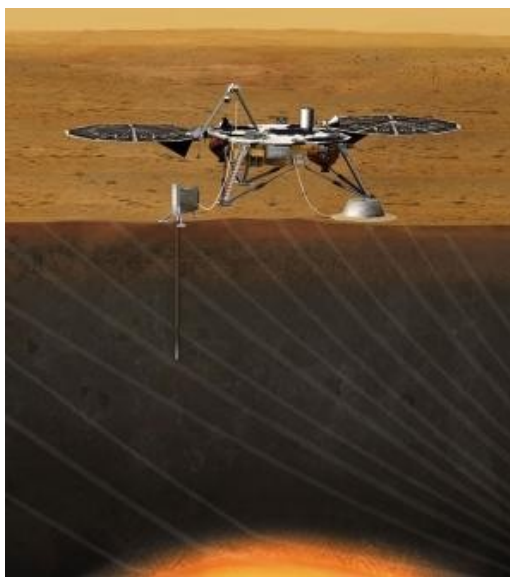
Първата част на програмата представляват орбиталният апарат „Трейс Газ Орбитър“ и тестовият спускаемият апарат „Скиапарели“, които са успешно изстреляни към Марс през 2016 г. Орбиталната част се установява в планираната орбита, но за съжаление „Скиапарели“ се проваля при опита за меко кацане на планетата (Фигура 9). Втората част е планирана да бъде изстреляна през 2022 г. Тя се състои от руския спускаем модул „Казачок“, който се очаква да спусне на Червената планета марсохода „Розалинд Франклин“, наименуван в чест на английската биофизичка.

Едни от основните прибори на борда на „Трейс Газ Орбитър“ са научните комплекси от спектрометри *NOMAD* (*Nadir and Oscillation for Mars Discovery*) и *ACS* (*Atmospheric Chemistry Suite*). *NOMAD* съчетава три спектрометра, два от които работят в инфрачервения диапазон, а един – в ултравиолетовия. *ACS* също съдържа три спектрометра, които наблюдават инфрачервената област. Уредите са изключително чувствителни и от тях се очаква да могат да идентифицират химичния състав на марсианската атмосфера с висока точност. Апаратът е оборудван и с детектора *FREND* (*Fine Resolution Epithermal Neutron Detector*), който има за цел да измерва потока неутрони който постъпва от повърхността на Червената планета. Това ще помогне на „ЕкзоМарс-2016“ да установи състава на повърхността на Марс. Приборът е най-чувствителен към вода и лед. Към него е монтиран и построеният в България прибор за изучаване на космическа радиация, известен под името „Люлин-МО“. Измерванията от него по пътя към Марс загатват, че по време на едно шестмесечно пътешествие към Червената планета плюс още шест месеца връщане към Земята, един астронавт би бил изложен на поне 60% от общия радиационен дозов лимит, който се препоръчва за цялата му кариера.

Следващата изключително вълнуваща мисия, която е изпратена към Марс на 5.05.2018 г. е „ИнСайт“ (*InSight*). Тя се състои от роботизиран спускаем апарат и два *CubeSat* сателита. „ИнСайт“ е стационарна спускаема мисия – за разлика от марсоходите тя не може да се придвижва на повърхността. „ИнСайт“ изучава вътрешната структура на Марс и събира данни за местните земетресения (т.е. марсотресения). *CubeSat* сателитите са с изключително малки размери от порядъка на 10x10x10 cm. Мисията на спътниците е да облетят Марс и да съберат данни за кацането на спускаемия апарат. На борда му е френският сеизмометър *SEIS* (*SEISmometer*). След кацането той е поставен на повърхността на Марс с помощта на роботизирана ръка. Общо два инструмента са спуснати директно върху грунда. Освен *SEIS*, другият е немският прибор *HP3*, който включва „къртица“ с бургия. Планът е той да издълбае 5-метров отвор, за да могат учените да измерят вътрешната температура на Червената планета. „ИнСайт“ е уникална мисия в историята на космонавтиката – никой не е дълбал във вътрешността на която и да е планета на Слънчевата система. Мисията също е оборудвана с метеорологична станция на име *APSS* (*Auxiliary Payload Sensor System*). Тя е разработена от международен екип. Компонентът *TWINS* (*Temperature and Winds for InSight*) е създаден от Испанския метеорологичен център в Мадрид, с цел да измерва температурите и скоростта на вятъра. Към *APSS* има още магнитометър, създаден от Калифорнийския университет – Лос Анджелис, както и датчик за налягането, създаден от частната компания *TAVIS* в САЩ.

След като пробиването на марсианския грунд започва по план, възникват множество проблеми. Когато са издълбани едва 50 cm, пробивната машина

спира да напредва в дълбочина. Екипът, който отговаря за мисията, подозира, че са се образували кухини в стените на отвора и поради това бургията не дълбае. Взето е решение почвата около дупката да бъде притисната с помощта на роботизираната ръка, с цел уплътняване на изкопа. За известно време това помага, но малко по-късно половината от машината изскача от отвора без ясни причини защо. След дълго разглеждане на ситуацията, екипът на мисията решава да подходи с нова стратегия – да притиснат дълбаещата машина директно чрез роботизираната ръка на апарата. Доста време този подход дава добри резултати и „къртицата“ успява да постигне голям прогрес по отношение дълбочината на изкопа. За голямо съжаление, впоследствие настъпва поредното спиране на напредъка при копането. Въпреки многобройните усилия, въпреки натиска от роботизираната ръка и заравянето на машината посредством допълнително изкопан грунд, напредък няма.



Фигура 10. „ИнСайт“ пробива повърхността на Марс

На 9 януари е направен последният опит, но след 500 удара с чука „къртицата“ не се движи напред. „Ние опитаме всичко, с което разполагаме, но планетата Марс и нашата героична „къртица“ се оказаха несъвместими“, съобщава ръководителят на проекта Тилман Спон от Немския аерокосмически институт. „За щастие успяхме да научим много неща, които ще повлияят благоприятно по-нататъшните мисии за дълбаене под повърхността“. Важно е да се подчертае, че това не означава провал на мисията. Става въпрос за новооткрито свойство на марсианския грунд, който няма аналог със земните почви.

В научно отношение мисията е успешна – направено е ново откритие за

Марс и учените тепърва ще се мъчат да обяснят защо грундът притежава свойства, които не са предвидени при проектирането на пробивната машина HP3 (Фигура 10).

Мисията „ИнСайт“ е довела и до откриването на над 480 марсотресения посредством чувствителния си сеизмометър *SEIS*, а съвсем скоро, през месец март, е измерено и марсианското ядро. Съгласно направените измервания, радиусът на ядрото на Марс е между 1810 и 1860 km – наполовина по-малък от този на ядрото на Земята. Макар че желязото и сярата заемат основната

част от структурата му, вероятно ядрото съдържа и по-леки елементи, като кислород.

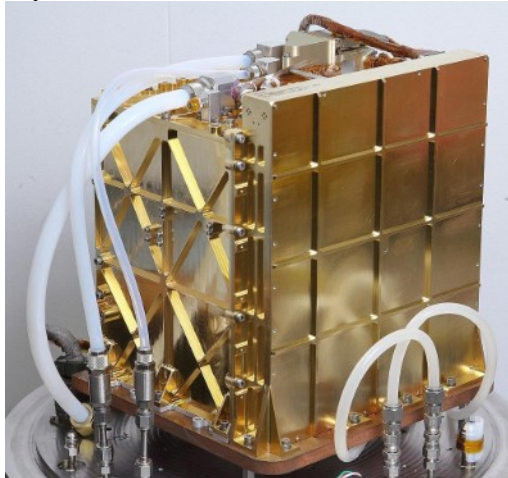
Скалистите планети (т.е. Земята и Марс, за разлика от газовите гиганти като Юпитер и Сатурн) притежават следния строеж: в горната част се намира кората, под нея е мантията, а в центъра е ядрото. Установяването на точните им размери е важно за разбирането на образуването на планетите и тяхната еволюция. Благодарение на „ИнСайт“ учените ще разгадаят по какъв начин металното ядро се е обособило и отделило от скалистата мантия, докато Марс се е охлажда в течение на милионите години от неговото съществуване.

„Марс 2020“ е най-новата марсианска мисия разработена от НАСА, която само преди няколко месеца достави на Марс най-големия и модерен марсоход на име „Пърсвिवърнс“. Той е изключително интересен апарат поради факта, че ще извърши проучвания и експерименти, които не са били правени досега. Марсоходът има четири главни научни цели, които се очаква да изпълни: да търси среди, способни да поддържат минал или настоящ живот, да проучва за наличието на биомаркери в тези среди, да събере скални и почвени проби и да ги съхрани в контейнери и да извърши тест за произвеждането на кислород в марсианската атмосфера.

„Пърсвивърнс“ е първата мисия, която ще търси живот на Марс след 45-годишно прекъсване. За последно това е направено от спускаемите апарати „Вайкинг 1“ и „Вайкинг 2“ през 70-те години на миналия век. Начинът, по който „Пърсвивърнс“ ще проучва за наличието на живи организми, е много по-разумен от този на „Вайкингите“, тъй като човечеството е натрупало голямо количество нови знания за Марс през това голямо прекъсване. Марсоходът ще търси биомаркери – специфични белези, които свидетелстват за наличието на живот. За тази цел ще се разчита на мощната камера *Mastcam-Z*, която ще може да прави снимки в близък план с много по-висока разделителна способност, отколкото е било възможно преди, както и на няколко прибора. Единият от тях е *PIXL (Planetary Instrument for X-ray Lithochemistry)* – той ще анализира скалите посредством мощен поток от рентгенови лъчи, за да се установи къде точно в тях се намират интересните за науката минерали. Другият е *SHERLOC (Scanning Habitable Environments with Raman & Luminescence for Organics & Chemicals)* – той може да открива органични вещества, както и да определи дали са концентрирани или разпръснати. Ако са в концентрирано състояние, това означава, че шансът да са продукт от метаболитна активност е много по-голям. Най-накрая, посредством микроскопа *WATSON (Wide Angle Topographic Sensor for Operations and eNginneering)* ще бъдат заснемани подробни снимки на събираните проби.

Планирано е „Пърсвивърнс“ да спомогне за осъществяването на първата възвръщаема марсианска мисия. Марсоходът ще събере проби, след което

те ще бъдат опаковани в специални контейнери и събрани от бъдещите мисии, които ще ги изстрелят към Земята, където ще бъдат щателно анализирани в наземни лаборатории. Според НАСА новият марсоход може и да не сложи окончателна точка в спора дали на Червената планета е имало живот или не, но със сигурност получените резултати и измервания ще бъдат ключови за установяването на истината, каквато и да е тя.



Фигура 11. MOXIE-близнакът на оригинала предвиден за изпитания.

Друг изключително завладяващ експеримент, който не е извършван досега е опитът за генериране на кислород от марсианската атмосфера с помощта на уреда *MOXIE* (*The Mars Oxygen In-Situ Resource Utilization Experiment*) (Фигура 11). Достъпът до кислород е едно от най-ключовите условия за провеждането на бъдеща пилотирана мисия до Марс. Не само че той е нужен за дишането на хората, но и за процеса горене в ракетните двигатели. Не е случайно, че един от най-обемните и тежки компоненти в една космическа ракета е резервоарът с кислород. Изстрелването на кораб в

Космоса изисква адски много енергия, която се използва за преодоляване на гравитационното поле на планетата. Това означава по-голямо горене в двигателите и респективно по-голяма консумация на кислород. Същото това количество е нужно и за завръщането на този кораб. Ако се налага с мисията да бъде транспортиран и кислород от Земята, това би заело твърде много ценно пространство в космическия апарат. Много по-лесно ще е астронавтите да презаредят своя кораб на Марс с кислорода, нужен им за обратния път. Точно за това решение е проектиран *MOXIE* (*Mars OXygen In-situ resource utilization Experiment*). Този апарат ще събере въглероден диоксид от марсианската атмосфера, която го съдържа в много големи количества (около 95%). След като газът бъде всмукан, той ще премине през *HEPA*-филтър, за да бъде почистен от прахови частици, след което ще се компресираща под високо налягане и ще се подаде на компонента *SOXE* (*Solid OXide Electrolyzer*), който, с помощта на комбинация от електричество и химичен процес, ще раздели въглеродния диоксид на въглероден оксид и кислород. Полученият кислород ще се анализира от учените, след което ще бъде изпуснат в атмосферата. Финалната цел е да се установи доколко този метод е ефективен и как да се увеличи ефективността на *MOXIE*, така че да може да произвежда достатъчно кислород за бъдеща пилотирана марсианска мисия.



Фигура 12. Селфи на „Пърсъивърънс“ заедно с хеликоптера „Индженюити“

В хода на мисията ще се проведе друг експеримент, чрез който ще се направи първият опит за летене в атмосферата на друга планета, различна от Земята. Това ще се случи чрез хеликоптера „Индженюити“, който е закрепен за корпуса на „Пърсъивърънс“ (Фигура 12). Целта е малкият роботизиран дрон да бъде спуснат на марсианската земя от марсохода, след което да се издигне на няколко метра височина. Ако опитът бъде успешен, това ще е много голямо постижение за науката, поради факта, че марсианската атмосфера е крайно неподходяща за летене, защото нейното налягане е многократно по-малко от това на Земята. За сравнение, средното земно въздушно налягане е 101,3 kPa, а това на Червената планета е само 0,6 kPa. Друга голяма пречка при проектирането на „Индженюити“ е слънчевата енергия, която достига повърхността на Марс. Нейното количество е 1/2 от това, което се генерира на Земята. Тя е от голяма важност за захранването на хеликоптера и неговите нагреватели, които ще предпазват хардуера от замръзване.

3 Други места, на които също може да просъществува живот

Астероидите са неголеми планетоподобни небесни тела в орбита около Слънцето. Те се смятат още за малки планети или планетоиди, с размери, много по-малки от тези на същинските планети. Някои учени смятат, че земният живот е донесен от Космоса чрез астероидите, навлизащи в атмосферата и попадащи на повърхността. За доказването или отхвърлянето на тези теории се работи активно, като за целта са организирани няколко възвръщаеми космически апарата, чиято цел е да посетят астероиди.

„Озирис-Рекс“ е мисия на НАСА, изстреляна в Космоса на 8.09.2016 г. Целта ѝ е да достигне астероида Бену, след което да се спусне до неговата повърхност, да събере проби от грунда и да се завърне на Земята (Фигура 13). Очаква се по този начин да разберем много за еволюцията на Слънчевата система, както и дали е възможно органични съединения да съществуват на Бену. На 20 октомври 2020 г. апаратът успешно се приближи до астероида и събра голямо количество скална маса, която в момента пътува към Земята.



Фигура 13. Роботизираната ръка на „Озирис-Рекс“

следва кометата в продължение на две години и прави важно откритие. Съставки, които се считат за критични за възникването на живота на Земята, са открити на „Чурюмов-Герасименко“.

Според руските учени, много от отговорите на въпроси, касаещи извънземния живот, се намират на Международната космическа станция (МКС). Кометният прах, който попада на външната повърхност на МКС, е естествен и би могъл дори да съдържа материал с извънземен произход.

Космическият телескоп „Джеймс Уеб“, който е изстрелян през 2018 г., вече има възможност да търси химичните признаци на живот в атмосферите на чужди планети. Това означава, че още през 2018 г. човечеството има технологичната възможност да търси живот. Никой не може да предвиди до колко години ще имаме сигурни доказателства. Възможно е да изминат десетилетия, дори и повече, преди да знаем дали сме сами в космоса.

Заклучение

Много хора си представят търсенето на живот на други планети, различни от Земята, по много погрешен начин. Голяма част от нас считат изследването на места като Венера и Марс за бърз и лесен процес. Те очакват, че щом един космически апарат се приземи успешно на някоя планета или астероид, той изважда роботизираната си ръка, за която има закачени сензори, забива я в почвата и изпраща директен отговор на изследователите, дали там има живи организми. За съжаление, нещата не изглеждат по този начин. Космическите мисии са оборудвани с множество научни инструменти, които изпращат към Земята огромно количество данни. За да може тези данни да се превърнат в ясни отговори на въпросите, които ни вълнуват, са нужни много големи

До пристигането на пробите се очаква да изминат около три години.

От друга страна, японската мисия „Хаябуса 2“, чиято цел също е да достигне астероид, се приземи обратно на Земята през декември 2020 г. Нейното начало е поставено на 3.12.2014 г., като прекарва година и половина в изучаване на астероида Рюго и събиране на проби.

Друга мисия, реализирана през изминалите години, целяща да изучи планетоиди, е „Розета“. Нейната главна цел е кометата „Чурюмов-Герасименко“, която е достигната успешно през 2014 г. Апаратът на мисията из-

усилия, състоящи се в подреждане на информацията, систематизирането ѝ, детайлното ѝ анализиране и разглеждането на всички възможни сценарии.

„Ние не знаем колко планети ще изучим, преди да открием живот“, смята Джон Грънсфелд, заместник-директор на НАСА по научните въпроси. „Можем да не го открием на 10 или 100 планети, но това не означава, че няма да е някъде там“.

„Фактът, че не сме открили никакъв живот, не означава нищо“, смята астрономът Сет Шостак. „Ние тепърва сме започнали да търсим“.

Литература

- [1] <https://www.wikipedia.org>
- [2] <https://www.cosmos.l.bg/portal>
- [3] <https://www.nature.com/articles>
- [4] <https://blogs.scientificamerican.com>
- [5] <http://www.esa.int>
- [6] <https://www.liebertpub.com>
- [7] <https://solarsystem.nasa.gov>
- [8] <https://mars.nasa.gov>
- [9] <https://news.mit.edu>
- [10] <https://www.syfy.com>
- [11] <https://www.frontiersin.org>
- [12] <https://www.astrobio.net>

Текстът на статията се базира на доклад, представен на Дните на физиката'2021 на ТУ – София, 21 – 24 април 2021 г.

COSMIC MISSIONS IN SEARCH FOR EXTRATERRESTRIAL LIFE

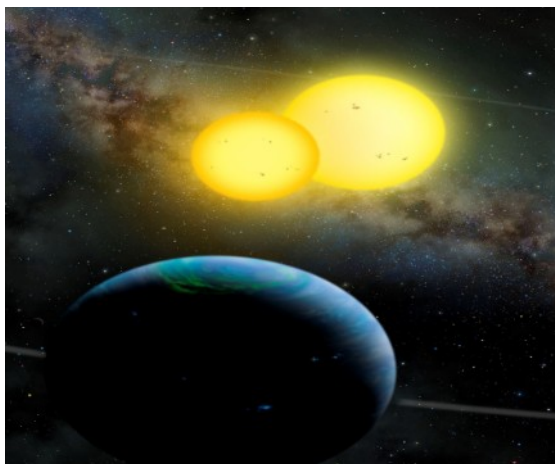
Blagovest Ivanov, Asen Aleksov

In the present paper the topic of the possibility of biological life beyond the planet Earth is discussed. An attempt is made to summarize the most significant and key moments in the development of this intriguing field. The scientific missions and research conducted over the years, current achievements, hypotheses, as well as future developments are considered.

ДВЕ ЗВЕЗДИ

Анатоли Недков

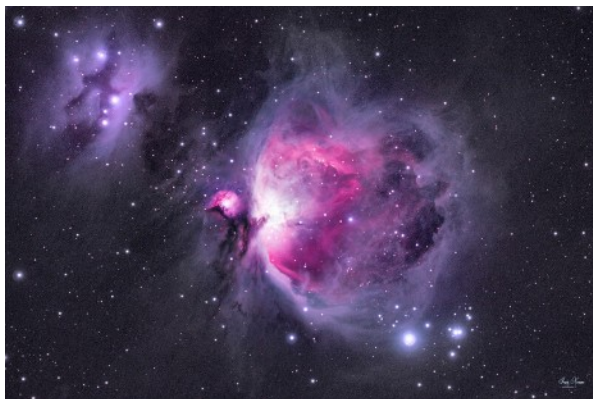
Звездите изживяват един по-различен, по-красив живот, когато са две или повече. Животът на една звезда зависи най-вече от началната маса на звездата. Ако масата е много голяма, тя ще изразходва „горивото“ си по-бързо в сравнение с друга звезда с по-малка маса. Следователно, ако началната маса на звездата не е голяма, то тя ще изразходва „горивото“ си много бавно и ще живее дълго. Най-леките и малки звезди следва да стигнат до своя последен стадий от еволюция след повече време, отколкото е възрастта на Вселената (малко повече от 13 млрд. години). Въпреки това има звезди с такива начални условия, стигнали до своя последен стадий на еволюция. Но как точно тези звезди са стигнали до този стадий за 10 млрд. години, напр. когато са им нужни 15 – 20 – 25 млрд. години? Преди да започнем с това, какво се случва с две звезди, свързани помежду си със собствените си гравитации, накратко ще опиша как и защо тези звезди са две и са заедно.



Фигура 1. Системата Kepler-35: Представяне на планетарна система Kepler-35, при която планета с размер на Сатурн обикаля около две звезди.

Източник: НАСА

Звездите се раждат от мъглявина, големи облаци от газ и прах – основно хелий ($\approx 30\%$) и водород ($\approx 70\%$), с достатъчна маса и плътност за формирането на звезда. В процеса на свиване част от облака става с по-голяма плътност и започва да се загарява. Ако масата на свиващия се облак е достатъчна, за да се получат в него в процеса на свиване термоядрени реакции, то ще се „роди“ звезда. Доста често се случва от такива облаци да бъдат родени много звезди, които се наричат звездни купове.



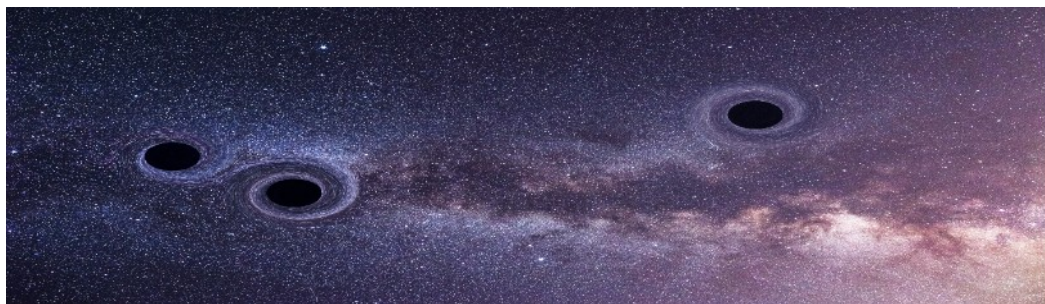
Фигура 2. Мъглявината Орион – M42 и M43, намираща се на едва 1340 светлинни години от нас (Радиус на мъглявината ≈ 12 светлинни години)

Източник: GALAXY ART MEDIA

Тук идва интересната част, а именно – системите от две или повече звезди. Когато звездите са повече от две в свързана помежду си система, всичко става изключително сложно и трудно за изчисления, размисли и очаквания. Но когато звездите са две, нещата стават по-разбираеми, донякъде очаквани и много интересни. Да започнем с примера от по-горе, а именно – как една звезда може да „изпревари“ времето си за еволюция в една система с друга звезда. Ако имаме две звезди, едната с минимална маса, а другата със сравнително по-голяма маса, какво ще се случи? Звездата с по-голяма маса – нека вземам за пример звезда, подобна на нашето Слънце ($M_{\odot}$ -мерна единица за маса в астрономията, равна на масата на Слънцето), ще напредва в стадията на еволюция по-бързо от другата звезда, която има много по-малка маса. Когато нашата по-голяма звезда достигне до стадий, в който обвивката ѝ започне да се „раздува“ (например се превръща в червен гигант), налягането в краищата става голямо и гравитацията на звездата не успява да удържа собствената си „кора“. Тогава, когато другата по-малка звезда е близо до нашия вече червен гигант, гравитацията ѝ започва да действа по-силно на обвивката на по-голямата звезда и започва да „извлича“ от нея материята и енергията. По-малката звезда постепенно увеличава своята маса и започва да еволюира по-бързо от очакваното. След време тя дори може да надмине по-тежката звезда по стадий на еволюция, да ѝ вземе толкова маса, че да стане дори по-тежка от нея. При много двойки звезди се наблюдава такъв поток на енергия от едната звезда към другата, вследствие на което от маси $2M_{\odot}:1M_{\odot}$ може да се стигне до маси $1M_{\odot}:2M_{\odot}$.

Понякога две звезди от един и същи тип изживяват по-различен живот. След време започва поток на енергия от по-леката звезда към по-тежката, след което тя става по-тежка, потокът на енергия се сменя и така те взаимно си обменят енергията. Когато двойка звезди имат достатъчно маса за да се

превърнат в черни дупки, ако едната е по-тежка и се превърне в черна дупка за по-кратко време от другата, то тя може да извлече толкова енергия и маса от другата звезда, че да не ѝ позволи да достигне до черна дупка, а да се превърне в неутронна звезда.



Фигура 3. Илюстрация, изобразяваща две свързани помежду си черни дупки и третата, която ги приближава. Източник: списание Quanta Magazine

Животът на звездите, звездите в двойни системи и в купове може да бъде интересен и неочакван с много и най-разнообразни посоки.

Литература

<https://teach-in.ru/course/astrophysics> – Лекции по астрофизика на Сергей Борисович Попов
<https://www.quantamagazine.org/to-make-two-black-holes-collide-try-three-20190815/>
https://www.nasa.gov/mission_pages/kepler/news/kepler-34-35.html
<https://www.cloudynights.com/gallery/image/108386-orion-nebula/>

TWO STARS

Anatoli Nedkov

The birth of stars from a nebula and formation of star clusters is considered. A system of two stars connected through gravitational forces can evolve either into two black holes or into a black hole and a neutron star through processes of mass and energy transfer.

**НАЦИОНАЛЕН КОНКУРС НА ТЕМА:
„ГОЛЕМИТЕ ОТКРИТИЯ ВЪВ ФИЗИКАТА НА XX ВЕК“**

Пенка Лазарова

В поредния Национален конкурс за есе на тема „Големите открития във физиката на XX век“ над **100 участници – ученици от 44 основни и средни училища** от цялата страна и **1 – от чужбина**, както и **студенти от 3 университета (2 – от България и 1 – от чужбина)** направиха своята „класация“ на откритията във физиката през миналия век и влиянието, което, чрез базираните на тях приложения, са оказали върху живота ни. Впечатление направиха задълбочените проучвания, с които повечето от участниците – от ученици от 6 клас до студенти във висши училища, бяха подхождали към темата, както и техните коментари за влиянието на откритията във физиката във всички области. Поради големия брой есета, които си заслужаваха да бъдат отличени, журито в състав: председател – проф. д.фз.н. Никола Балабанов и членове: доц. д-р Мариана Кънева и Пенка Лазарова реши за първо, второ, трето място и поощрения във всяка възрастова група да бъдат класирани по няколко есета. Класацията на журито в трите възрастови групи: ученици (5 – 8 кл.), (9 – 12 кл.) и студенти, можете да видите на сайта на СФБ: http://upb.phys.uni-sofia.bg/conference/NK/concurs_eseta2021_klasirane.pdf.

На вниманието на читателите на сп. „Светът на физиката“ предоставяме подбрани извадки от есетата на участниците в конкурса от възрастова група 6 – 8 клас, подредени по азбучен ред, както и три есета в пълен текст, представящи техните виждания относно ролята на физиката и на учените за развитието на технологиите, които промениха живота на хората. Надяваме се младите участници в конкурса да запазят и по-нататък любопитството и уважение към физиката и учените.

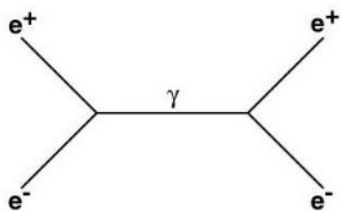
В следващите броеве ще представим и участници от другите възрастови групи.

АНТИМАТЕРИЯ

Константин Тодоров – 8 кл.,
 СУ „Николай Катранов“ – Свищов.
 Научен ръководител: Елена Илиева

Безспорен факт е, че XX век е изпълнен с научни открития. Този век бе лежи значително разделение на теоретичната и експерименталната физика. Това се дължи на по-задълбочените открития и хипотези във физиката, които затрудняват и дори правят невъзможно провеждането на научни експерименти. И все пак, дори и все още да нямаме възможност за провеждането им, експерименталните физици са успели да реализират проекти, с помощта на които успяват да докажат съществуването на Хигс бозона и дори успяват да произведат в много малки количества от материята, за която ще говорим по-долу.

Пол Дирак пръв предсказва съществуването на антиматерия, когато разработва теория, която да обедини Специалната теория на относителността с квантовата механика, която сама по себе си е много успешна. Освен обединението на двете теории, тя също предсказва нещо напълно ново във физиката, а именно съществуването на частици, които биват огледален образ на всички фундаментални частици, притежаващи заряд, с почти сходни характеристики, като тяхната основна разлика е заряда. Тези частици могат по същия начин да образуват протони, неутрони, атоми (материя) подобно на своите обикновени партньори.



*Фейнманова диаграма,
 показваща процеса на
 аниhilация и процеса на
 създаване на виртуална
 частица от фотон*

Антиматерията по дефиниция означава материя, направена от античастици, които, от своя страна, са частици с противоположен електрически заряд. Обикновено те се наричат с имената на обикновените частици, като се добавя представката „анти“. Когато дадена частица се срещне със своята античастица, протича процес, наречен аниhilация, при който се отделя чиста енергия (фотони), равна на масата им по квадрата на скоростта на светлината (по уравнението на Айнщайн). Обратният на този процес е създаването на виртуални частици, отново от фотон, който отделя електрон и позитрон. Тези частици се наричат виртуални, защото просъществуват за много кратко преди отново да се сблъскат и отделят своята енергия под формата на фотон. Първоначално за единствената

разлика между тях и обикновената материя се е смятал само техният заряд, но впоследствие започват да се търсят допълнителни разлики.

В началото на Вселената (Големия взрив) тези елементи е трябвало да бъдат създадени поравно, което би довело до тяхната взаимна аниhilация. От факта, че днес сме тук става ясно, че събитията не са протекли така и в онези времена нещо е накарало т.нар. обикновена материя да надделее с малко над антиматерията, което довежда до това пак по-голямата част от материята да аниhilира, но също да се запази една малка част¹ от материята, която познаваме, и да се създаде познатата ни вселена. Поради това се смята, че зарядът им не е тяхната единствена разлика.

Днес по света дори и в тегло стотици хиляди пъти по-малко от грама учени от центрове като *ELENA* в *CERN* успяват да произведат антиматерия. Тази материя бива произведена, като с ядра в метален цилиндър, наречен „*target*“, се сблъскват протони с енергия около 30 пъти по-голяма от масата им в покой (26 GeV). Така във всяка милионна експлозия биват произведени 4 протонни-антипротонни двойки. Те биват разделени с помощта на магнитни полета и насочени към антипротонен забавител, където са забавени от 96% до 10% от скоростта на светлината, след което се насочват към т.нар. „*Penning*“ капани, които чрез магнитни полета, подобно на малки ускорители, не позволяват антиматерията да докосне стените от обикновена материя.

Важността им за теоретичната физика е безспорна, но идва въпросът – имат ли те някакво практическо приложение? Отговорът е – не просто имат, а дори вече се използват. Основното им приложение днес е в медицината при правенето на медицински изображения (томографии). С тяхна помощ работи един от най-успешните скенери, а именно *PET* скенерът. *PET* (*Positron Emission Tomography*) скенерите, както става ясно от името, използват антиелектрони (позитрони), излъчени от бета разпад, в който протонът се превръща в неутрон. Друго приложение в медицината е използването им за лечение на някои видове рак, подобно на прилаганата в момента йонна и протонна терапия.

Друго приложение намираме в сферата на енергетиката, горивата и оръжията. Както знаем, природата на човека е първо да създава оръжия, а после да ги използва за по-благоприятни цели, и така един от първите експерименти, свързани с приложенията на антиматерията, е в Студената война, когато военно-въздушните сили на САЩ финансират проучване в тази сфера. Тогава е имало планове тя да се използва за спусъчен механизъм в ядрените оръжия, но по-късно започват да обмислят възможността да бъде използвана и като оръжие. Поради същата причина, тя ще бъде много полезна в енергетиката, а един ден може би и като гориво за космически кораби. Енергията, която отделя, бива 10 пъти по-ефикасна от химическата, 3 пъти от ядрената и 2

¹ под малка се разбира малка в космологични мащаби

пъти от ядрения синтез. Един килограм антиматерия и един нормална материя, с която да анихилира, биха довели до експлозия равна на „Цар бомба“ – най-мощното ядрено оръжие създавано някога.

Проблемът в последните три примера е, че за тяхното реализиране ще бъдат необходими много големи количества антиматерия. Както посочихме по-рано, антиматерията в момента се произвежда в много малки количества, равни на една милионна от грама, а ако вземем предвид цялата антиматерия, произведена някога, ще стигнем до число равно на 10 нанограма. В момента е необходимо влагането на 1 милиард пъти повече енергия, отколкото накрая ще се съдържа в нейната маса. Това прави този процес с изключително нисък коефициент на полезно действие. Ако искаме да произведем 1 грам антиматерия ще са ни необходими 62,5 трилиона долара, за да покрият енергийната ни консумация от 180 трилиона джаула енергия.

В заключение може да се каже, че антиматерията е едно от най-важните открития на богатия с физични открития XX век, без което физиката сега не би могла да бъде разбрана, и един огромен енергиен потенциал, който за съжаление все още не можем да пренесем в ефективно производство.

ГОДИШНА НАГРАДА „ПРОФ. Д-Р ЕЛИСАВЕТА КАРАМИХАЙЛОВА“

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

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

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

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

АНТИМАТЕРИЯ И ЯДРЕНИ РЕАКЦИИ ОТ МЪЛНИИТЕ

Невена Георгиева – 7 кл.;

ОУ „Гео Милев“ – Садово.

Научен ръководител: Стефка Кръстева

„Ние си представяме, че антиматерията е нещо, което съществува само в научната фантастика. Кой можеше да знае какво ще се случи над главите ни в един бурен ден?“

Теруаки Еното, Университет Киото

В еволюцията на човека научните открития първоначално винаги са били предназначени да улеснят бита и живота на хората. Още в древността учени са спорели и търсели отговори на въпроси, свързани със заобикалящия ни свят. В основата на всичко е Вселената вкупом със своите явления и процесите в пространството. Човекът е най-умното и мислещо същество на Земята, което не само се приспособява към околната среда, но и подобрява живота си непрекъснато. Доказателство за това е постоянният стремеж на учените да намерят обяснение на процесите и явленията във Вселената.

Още през 1925 г. учените предполагат, че електронните каскади на мълните могат да предизвикат атомни реакции. За първи път обаче през 2017 г. японски изследователи доказват, че мълните са огромна фабрика за *антиматерия*. Интензивният електрически разряд произвежда гама-лъчи – най-мощните в електромагнитния спектър, които реагират с въздуха. Реакцията произвежда радиоизотопи и дори позитрони, антиматериалният аналог на електроните.

Тези открития бяха докладвани от екип на университета в Киото, ръководен от Теруаки Еното. Японските изследователи дават убедителни доказателства, че бурите могат да индуцират ядрени реакции в атмосферата. Съществуват два вида ядрени реакции според вида на частиците, с които се бомбардират ядрата, и резултатите, получени вследствие на това. Обстрелът може да е със заредени или незаредени частици, а получените ядра могат да са стабилни или нестабилни.

Интересът ми бе възбуден и от факта, че всеки ден около четири милиона мълни удрят повърхността на нашата планета. Но когато се формира мълният, малко след това се формира и гръмотевицата, и това не е напълно изяснено на физическо ниво. Това, което знаем със сигурност е, че идва от облаците (прах, вода и лед). Ледените частици вътре в облака се трият една в друга и стават електрически поляризирани и заредени. По-леките ледени

частици се придвижват нагоре, докато по-тежките остават долу и се разделят на отрицателни и положителни заряди.

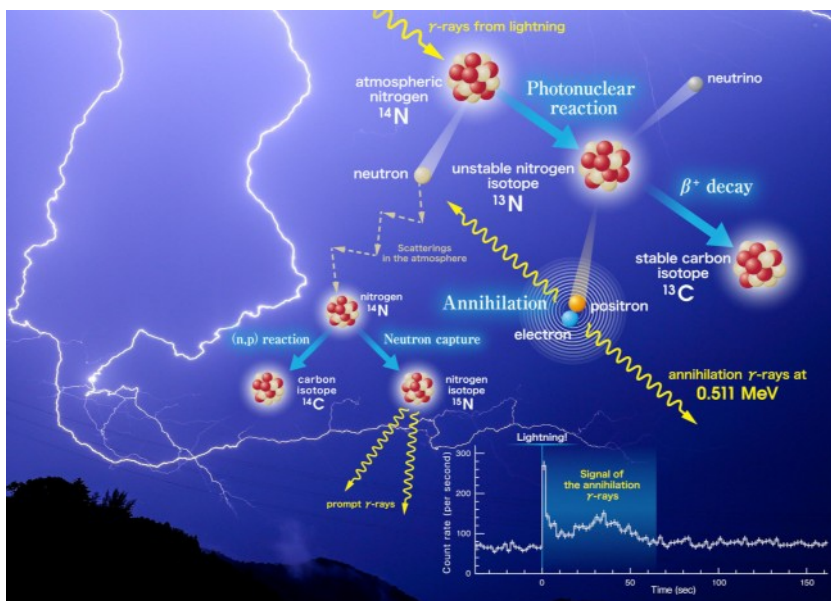
Мълнията представлява огромно освобождаване на електричество, придружено от блестяща светкавица и силен гръм. Светкавицата може да достигне повече от 8 km дължина, повишавайки температурата на въздуха с около 27 700 °C, както и енергия, по-голяма от около 10 MeV (мегаелектронволта). Мълниите могат да бъдат смъртоносни, но могат да носят и живот. Огромната температура и енергия на мълниите, падащи в първичния океан по време на ранната Земя, може да са превърнали елементите в съединения, които се намират в живите организми. Така мълниите може да са дали начален тласък на живота – като своеобразен дефибрилатор.

Японските учени са открили, че светкавицата предизвиква фотоядрени реакции в атмосферата, създаващи антиматерия. С детектори за гама-лъчи, разположени по протежението на японското крайбрежие, изследователите събират много данни за този феномен.

За мен най-интересен е фактът, който учените откриват, че една гръмотевична буря може да генерира високоенергийни γ -лъчи, които избиват неутрон от ядрото на азот-14 или кислород-16, което създава съответно нестабилен изотоп азот-13 или кислород-15 (виж фигурата). От взаимодействието на неутрона с азота от атмосферата се получава вторичното γ -излъчване. Азотните и кислородните атоми, които са загубили част от своите неутрони, стават нестабилни и се разпадат. В реакцията на разпада на азот-13 се отделя неутрино, позитрон (античастицата на електрона) и стабилно ядро въглерод-13, а съответно при кислород-15 – стабилния азот-15. Накрая позитронът анихилира (се унищожава) с електрон от атмосферните молекули и се отделят двойка гама-лъчи, всяка от които има характерна енергия (0,511 MeV).

Учените от екипа на Теруаки Еното, открили три отделни избухвания на гама-лъчи, когато анализирали данните от поставените детектори. Първото избухване било с продължителност по-малка от една милисекунда, второто – няколко десетки милисекунди, а накрая имало продължително излъчване, което траело около минута. Изследователите докладват за наземни наблюдения на позитронни сигнали след мълния.

По време на гръмотевична буря в Япония Еното обяснява: „Бихме могли да кажем, че първото избухване беше от мълнията. Чрез нашите анализи и изчисления, в крайна сметка определихме и произхода на второто и третото излъчване“. Второто, както е описано по-горе, се дължало на реабсорбцията от частиците в атмосферата на изхвърлят от гама-лъчите, излъчени от светкавиците, неутрон. Последното продължително излъчване било от разпадането на нестабилни азотни или кислородни атоми. Те освобождават позитрони, които впоследствие се сблъскват с електрони в анихилиращо взаимодействие и излъчват гама-лъчите.



Източник: Терауки Еното, Университет Киото, Япония

„Ние си представяме, че антиматерията е нещо, което съществува само в научната фантастика. Кой можеше да знае какво ще се случи над главите ни в един бурен ден?“, казва Еното.

Екипът все още поддържа над десет детектора по крайбрежието на Япония и непрекъснато събира данни. Учените гледат напред към новите открития, които може би ги очакват.

В този век на интензивни комуникации, нови технологии и технологични процеси има явления, които човек иска да ги обясни, и именно тук учените ни представят информация и доказателства за непознати и необясними природни явления. Бързото развитие във физиката и астрономията, другите науки и всички велики открития водят до нашите постижения.

Използвана литература

https://nauka.offnews.bg/news/Fizika_14/Antimateriia-i-iadreni-reaktcii-se-predizvikvat-ot-malniite_98224.html

<https://nauka.bg/svetkavicite-sazdavat-antimateriya/>

НАНОТЕХНОЛОГИИТЕ: РАЗЛИЧНИ ГЛЕДНИ ТОЧКИ ЗА ЕДНО ПОСТИЖЕНИЕ НА ГРАНИЦАТА МЕЖДУ XX И XXI ВЕК ИЛИ ОЩЕ ПО-НАЗАД ВЪВ ВРЕМЕТО

Цветомир Петров – 8 кл.,
18 СУ „Уилям Гладстон“ – София.
Научен ръководител: д-р инж. Стефан Петров – ИМБ на БАН



Ричард Файнман
(1918 – 1988)

Като самостоятелна дисциплина с практически постижения нанотехнологията възниква в началото на 80-те години на миналия век. Първите стъпки в тази област се свързват с Ричард Файнман, един от най-забележителните физици на XX век, наричан най-великият ум след Айнщайн. През 1959 г., в знаменития си доклад пред Американското физическо дружество, той произнася бъдещото мото на нанонауката: „*There is plenty of room at the bottom*“, с което иска да каже „Там долу, има много свободно пространство – това е покана в нов свят... Принципите на физиката позволяват нещата да се изграждат атом след атом...“

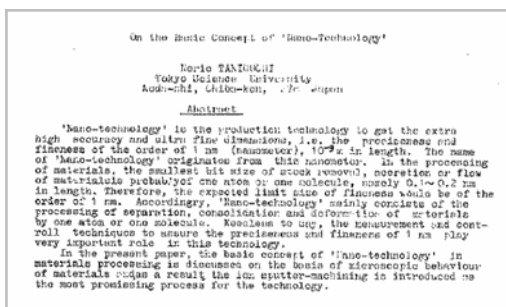
Аз искам да построя милиарди нанофабрики, подобни една на друга, които произвеждат едновременно... Няма теоретичен предел, а само практическа трудност, защото сме твърде големи“.



Норио Танигучи
(1912 – 1999)

Петнадесет години по-късно, през 1974 г., японският учен Норио Танигучи въвежда термина „нанотехнологии“ в своя труд „*Върху основното понятие за нанотехнология*“.

Няколко са откритията от миналия век, които се оказват ключови за развитието на нанотехнологиите. Ще изброя някои от тях, с които далеч не се изчерпват постиженията на отминалото столетие: рентгеновите лъчи и приложението им за рентгеноструктурен анализ; откриването на фотона и обяснението на външния фотоелектричен ефект; откриването на вълновата при-



рода на електроните; квантовата механика, даваща съвършено нов поглед върху микросвета; изобретяването на електронния микроскоп; изобретяването на транзистора; разгадаването на молекулярната структура на ДНК; откриването на лазера, нелинейните оптични явления и спектроскопията; постиженията в областта на полимерите.

Големи са очакванията към нанотехнологиите. Надеждите са били, и все още са, че те ще окажат огромно въздействие в сфери като добив на енергия от възобновяеми източници, здраве и медицина, информатика и електроника, екология и дори във всекидневния живот на хората. Например енергията за пейсмейкър, получена от наногенератор на базата на нанокристали от материал, който едновременно представлява полупроводник и пиезоелектрик. Този наногенератор черпи енергия от движенията на човешкото тяло. Нанотехнологиите могат да се използват дори срещу опитите за фалшифициране на различни продукти. Например в зехтин могат да се вкарат минимално количество безвредни молекули, чието предназначение може да се оприличи на това на холограмата на банкнотите, защото въпросните молекули помагат да се различи истинския от подправения продукт. Учени от университета в Йейл (*Yale*) са създали пластмасови наносфери, които съдържат цитокини, имащи способността да стимулират Т-клетките на имунната система. Могат да бъдат изброени още много постижения, но за това трябва да напиша обзорна статия. Ще опитам да се вмести в една фигура, която няма претенции да изчерпва всички съвременни приложения в нанонауката.



Повечето хора вярват, че нанотехнологиите са основа за нов технологичен цикъл в световния технически прогрес. С две думи, неизвестната допреди Файнман и Танигучи „нанотехнология“ сякаш днес се е превърнала в най-

разпространената и значима дума в научни програми, планове и проекти, дори и в политиката...

До известна степен, съвременният човек е устроен така, че когато обърне поглед назад към последните времена от развитието на човечеството, той би могъл да разбере най-добре онова, което се е проявило в най-близкото минало и това, което скоро предстои.



Тук възниква въпросът дали нанотехнологиите в действителност са изобретение на нашето време? Преди повече от 4500 г. азбестови нишки са били използвани за укрепване на глинени съдове. Днес въглеродни нанотръбички се използват за подобряване на механичните свойства на полимери. Нещо повече, оптичните свойства на наночастици са известни от векове – чашата на Ликург изглежда различно, в зависимост от това дали е осветена отзад или отпред. Причината е, че в нея има вградени златни частици. Тя също е пример за нанотехнологии, но и за това, че те не са изобретение на нашето време,

както човек би могъл да си помисли, само произнасяйки думата „нанотехнологии“.

Като всяко „ново“ откритие прави впечатление, че нанотехнологиите са посрещнати с резерв от страна на някои общности. Например, през 2004 г. Съветът по научна политика при Агенцията по околна среда на САЩ създава работна група от експерти, натоварени със задачата да разработят т.нар. Бяла книга, посветена на дискусиите върху опасностите от нанотехнологиите. Една година по-късно дори се прокрадва идеята, че *„Най-мощните технологии – роботиката, генното инженерство и нанотехнологиите – заплашват да направят от човечеството застрашен вид“*. Опасенията варират от това, че чрез нанотехнологии могат да се създават нови обекти в природата, за които не са налични методи или средства за разпознаване, до създаването на обекти, които, внесени в организма, могат да се задействат след програмиран период от време. Още по-назад във времето през – 1992 г., Александър де Маренш, началник на Френското бюро за разследвания, повдига въпроса за световна война от ново поколение и вписването на нанотехнологиите в една такава война.

Днес човечеството е в пандемия. Появиха се редица слухове и теории за произхода и разпространението на SARS-CoV-2. Страхове съществуват по отношение на нанотехнологиите, но, както стана ясно, те не са от днес... Но ето че „заподозрените“ нанотехнологии сега идват на помощ в качеството си на имунен инженер в борбата с пандемията, въоръжен с липидни наночастици, които служат като носители на вирусна мРНК, която впоследствие се разгражда в организма.

В заключение, както всички технологии, нанотехнологиите са проекция на нашия разум. До голяма степен от нас самите зависи в чий ръце ще попаднат и какво би станало, ако се престъпят границите на човешкия контрол!

Използвана литература

1. Цветан Велинов. Защо нанонауката е специална?
http://www.prirodninauki.bg/wp-content/uploads/2016/07/uvodna_lekcia.pdf
2. А. Близнаков, М. Илиева-Обретенова. (2012) Нанотехнологиите в екологията. Сп. Екологизация, НБУ. <http://ebox.nbu.bg/eko13/pdf1/1.pdf>
3. М. Янкова. (2014) Наука и етика. Научни трудове на Русенския университет, том 53, серия 6.2, с. 38 – 42. <http://conf.uni-ruse.bg/bg/docs/cp14/6.2/6.2-6.pdf>
4. Александър Трифонов. Опасни ли са нанотехнологиите. Сп. Сигурност, бр. 6, юни 2012. <http://eirc-foundation.eu/Publications/Nanotechnology.pdf>
5. L. Schoenmaker, D. Witzigmann, JA. Kulkarni et al. (2021) mRNA-lipid nanoparticle COVID-19 vaccines: Structure and stability. International Journal of Pharmaceutics 601, 120586. <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0378517321003914>

ПОСЕТЕТЕ НАШИЯ САЙТ

wop.phys.uni-sofia.bg

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

**ИЗВАДКИ ОТ ЕСЕТА НА УЧЕНИЦИ ОТ НАЦИОНАЛНИЯ КОНКУРС НА ТЕМА:
„ГОЛЕМИТЕ ОТКРИТИЯ ВЪВ ФИЗИКАТА НА XX ВЕК“**

Възрастова група 6 – 8 клас

Александра Павлова – 7 кл., СУ „Николай Катранов“ – Свищов.

Научен ръководител: Елена Илиева

Физиката е любопитна наука, която има за цел да превърне всяко нещо около нас в точно и ясно обяснение, както и да поясни на хората, какви са тези промени, които ни заобикалят и чрез формули и теории човечеството да има най-голям достъп до тази информация.

Аз обичам науката физика и знам, че всеки един от нас прави физични експерименти всеки ден, независимо от това, че не го осъзнава. Надявам се един ден и аз да помогна за развитието на тази наука, като открия и обясня нещо ново – непонятно досега.

Кой знае? Може да изследвам Космоса и да разбера, защо той е толкова тайнствен за нас. Може да създам теория, която да обясни смисъла на живота, защото досега аз не съм чувала такава. Обичам да мечтая и знам, че науката физика ще ни бъде необходима, за да успеем да решим всяка нова загадка, изпречила се пътя ни!

Александра Петкова – 8 кл., НПМГ „Акад. Любомир Чакалов“ – София

Ако има някоя наистина необятна наука, това трябва да е физиката – за благодарност за решаването на един проблем, тя ни засипва с хиляди други. Точно това се е случило през изминалия век и ние още дълго има да търпим последствията от откриването на относителния характер на пространство-времето, квантовата теория и Стандартния модел. Въпреки това, мисля че всеки ще се съгласи, че колкото по-труден е въпросът, толкова по-вълнуващо е намирането на отговора...

Дали човечеството ще съумее да разбере всички тайни на Вселената? Близко ли сме до създаване на „теория на всичко“, като обединим относителността, квантовата физика и Стандартния модел? Никой не знае, но дори да не е така, нямаме причина да се отчайваме, напротив – можем само да се радваме, че пред нас има още вълнуващи феномени и закони, които тепърва предстоят да бъдат открити.

Алексия Стоянова – 7 кл., ОУ „П. Р. Славейков“ – Варна.

Научен ръководител: Станимира Савова

Атомът, който всички познаваме, е основната градивна частица на абсолютно всичко, което ни заобикаля: водата, храната, дори на самите нас – хо-

рата. В това есе ще ви разкажа за едни малко по-специални хора – физици, които са открили тази частица и нейните елементи през не толкова далечният ни XX век... Интересна ми е историята на науката. Чета с любопитство и разбирам, че всяко откритие във физиката е дело на много опити, време и усилия от страна на учените.

Алина Бориславова – 7 кл., СУ „Д-р Петър Берон“ – Костинброд.

Научен ръководител: Анна Меликстиян

Всяка една година се появяват нови и нови неща във физиката, но кой и как ги открива? Откриват ги физици, които започват да се съмняват в нещо и да се чудят дали няма логична причина, поради която някое явление да се случва, и започват да правят експерименти, с които да докажат логичната причина за даденото явление.

През годините на XX век има много физици, които откриват много различни неща, които дори и днес използваме без може би да знаем кой и как ги е открил и направил...

Изводът е, че нещата дори да изглеждат перфектни, това не означава, че те нямат недостатъци, и че не винаги всичко е открито и изследвано докрай, т.е. те са намерили някакво явление, някакво свойство или пък някакъв феномен. Дори и да смятат, че са открили всичко за него, се оказва, че след време някой друг решава да види, дали нещата наистина стоят така и надгражда изследването и откритието на предшественика си. Това, разбира се, може да се случва, защото в миналото уменията, технологиите и много други неща не са били развити достатъчно до такава степен, че да са открити напълно, въпреки че според мен дори и до днес не са открити и изследвани докрай нещата и в бъдеще те ще се надградят, както е било и тогава.

Василена Милкова – 8 кл., ПГПЗЕ „Захари Стоянов“ – Сливен.

Научен ръководител: Пенка Василева

За развитието на физиката допринася също и успехът на математичните методи, което причинява раждането на нови математични структури, което спомага за реализирането на амбициите на отделни учени за развитие да се математизират и реализират на практика, което от своя страна допринася за развитието на други науки като биология, икономика, лингвистиката.

Велина Пенчева – 8 кл., ПГПЗЕ „Захари Стоянов“ – Сливен.

Научен ръководител: Пенка Василева

Съществуват много неща, без които ние хората не можем да живеем, като например кислород, вода, храна, топлина и др. Но някога замисляли ли сме се, дали не зависим и от човешките изобретения и теории. Какъвто и да е от-

говорът на този въпрос, едно е ясно – без някои човешки открития животът ни щеше да е съвсем различен... колкото повече знаем за света около нас, толкова ни е по-лесно да го възприемем и да се адаптираме към него.

Вероника Тонева – 7 кл., Второ ОУ „П. Р. Славейков“ – Стара Загора.

Научен ръководител: Анка Мурлиева

С всяко едно ново откритие, нещата са се променяли. Дори години след откритието на нови частици, всичко отново ще се промени. Защото всяка една новооткрита частица има своето дали голямо, дали малко значение. Ще възникват нови теории, които ще променят и начина ни на мислене. Аз обаче смятам, че никой никога няма да може да разбере как точно е възникнала Вселената. Това може само и единствено да привлича повече хора, както и нас, младите, по пътя към физиката.

Виктор Гелов – 8 кл., ПГАСГ „Арх. К. Петков“ – Пловдив.

Научен ръководител: Красимир Витларов

Седя пред компютъра след приключване на часовете и си мисля, в тази обстановка на пандемия как ли щяхме да попълваме знания всеки учебен ден, ако не съществуваше Негово Величество Компютърът?

Но дали този безценен дар на човечеството, който улеснява живота в забързаното ни ежедневие е постигнат лесно? Нищо подобно! Зад всяко благо, дарено на човечеството, стои един гениален ум, нечий идеи и тяхното осъществяване, нечий постоянен труд и безсънни нощи

Виктор Церков – 7 кл., ОУ „П. Р. Славейков“ – Варна.

Научен ръководител: Станимира Савова

Отдавна ме вълнуват въпросите, свързани с ядрените лъчения. Още не сме учили в часовете, но аз чета за тях и ми са любопитни и интересни.

От зората на човешкия род, нашият вид се е стремил да подобри средата си на живот, като придобива и използва нови умения и познания. От овладяването на огъня, през изобретяването на колелото, чак до наши дни човешкото любопитство и гений непрекъснато откриват и подчиняват нови светове. Чрез науката ние се стремим да моделираме заобикалящия ни свят, да го направим по-добър, понякога плащайки висока цена за комфорта от съвременните постижения...

Разбирам, че всяко откритие във физиката може да се използва за полезни цели, в помощ на медицината, техниката и др., но може и да се използва за унищожаване на хора, животни, природа. Трябва да бъдем разумни и да използваме откритията в науката само за полезни цели.

Георги Войнаков – 7 кл., ОУ „Яне Сандански“ – Пловдив.

Научен ръководител: Таня Александрова

Физиката, заедно с математиката и астрономията, стои в основите на света и развитието на човечеството. И комуникацията е важна, но ако липсваше универсалната логика на природните науки, вероятно нямаше да я има. И най-простият звук във Вселената се основава на физичния закон за трептящите тела, издаващи звук с честота и период.

Елена Желева – 8 кл., ПГАСГ „Арх. К. Петков“ – Пловдив.

Научен ръководител: Красимир Витларов

Физиката е наука, която изучава природните явления. Тя е точна наука и се основава на теории. Обаче полезни ли са за нас тези теории? Например в нашето поколение някои хора мислят, че физиката не ни е нужна в живота и дори аз самата мислех така. Но тя ни научава на много неща, които могат да ни помогнат в каквото и да е било.

Ако се замислим, ние ежедневно използваме физиката без да се осъзнаваме и не можем без нея. Тя е една от най-старите области на познанието в резултат на научната революция. Въпреки невероятното количество познания за света, явленията и процесите непрекъснато се развиват и менят, затова и постоянно има нови изследвания и въпроси, на които не може да се отговори. Така излизат все нови обяснения и теории. В този случай физиката е в непрекъснат процес на развитие, в който няма възможност да се обяснят всички природни явления и процеси. Но новите открития променят ли света?

Живко Каров – 7 кл., ОУ „П. Р. Славейков“ – Варна.

Научен ръководител: Станимира Савова

Винаги съм се интересувал от развитието на науката. Любопитно ми е било. Чета енциклопедии и книги за физиката, макар че не разбирам още много от фактите и теориите. Но ми е ясно значението на всички открития за живота около нас...

Науката бележи развитие през 18 и 19 век, но в началото на 20 век на основата на много нови открития започва изграждането на съвременната физика.

През 1989 г. влиза в действие Големият позитрон-електронен ускорител, а през 2009 г. Европейската организация за ядрени изследвания построява Големия адронен ускорител в ЦЕРН. Госпожата ни разказва много интересни факти за него. Мечтая да отида и да се убедя сам.

Това са малка част от откритията, без които животът днес не би бил същият и в основата на всички стои науката физика. Ако не бяха гениалните

умове на всички физици и техните открития, ние щяхме да живеем в една голяма заблуда за нашия свят.

Илиян Бобев – 7 кл., ПГАСГ „Арх. К. Петков“ – Пловдив.

Научен ръководител: Красимир Витларов

Всички електрически устройства, без които не можем да съществуваме в днешно време – проводници, части от електрическата мрежа, клетките на телекомуникационните оператори, кабели за доставка на интернет, рутери и други, създават електромагнитни полета с електромагнитни честоти... Животът на хората е заобиколен от толкова много невидими и неясни сили, които ще бъдат обект на много изследвания и занапред. Аз ще продължа да се интересувам от тези физични сили.

Йоан Антонов – 8 кл., ПГ „Проф. д-р Асен Златаров“ – Видин.

Откритията във физиката, които са направени през XX век, сякаш са излезли от страниците на научно-фантастичните романи на Жул Верн, Карел Чапек, Айзък Азимов. Те се оказват пророчески за света, в който живеем, описан като далечно и неотразимо бъдеще, но станал част от реалния живот. Невъзможните неща понякога стават възможни. Физиката непрекъснато се променя с новите открития. Новите теории не само дават нови отговори, но и поставят нови въпроси. Това прави тази наука интересна и вълнуваща...

Значението на физиката в съвременния свят е огромно. Новите научни открития в тази наука водят до развитието на други науки, намират приложение в техниката и промишлеността.

Физиката все още не може да обясни всички природни явления и процеси. Продължават дръзките опити отвъд хоризонта на XX век, за да се достигне до невероятни неща, които ще преобразят живота на хората.

Катерина Сакалова – 7 кл., ПГАСГ „Арх. К. Петков“ – Пловдив.

Научен ръководител: Красимир Витларов

Интересували ли сте се някога от физичните открития? Сигурна съм, че поне веднъж сте си задавали въпроса: „Защо се случва това и какво е то?“. Питали сме се, защо се наелектризира косата ни, как се образуват гръмотевиците, какво представлява красивата дъга, и още много такива въпроси, на които физиката вече има отговор.

Никол Роева – 7 кл., ОУ „П. Р. Славейков“ – Варна.

Научен ръководител: Станимира Савова

Великите физици са много и всяко от техните открития и изобретения е съществена част от съвременния свят... Интересни са фактите в историята на физиката. Удивлявам се и се възхищавам на търпението, упоритостта на великите учени физици. Чета с удоволствие за техните открития, но много от фактите още не разбирам. Надявам се и това да стане.

Радост Василева – 8 кл., ПГКНМА – Стара Загора.

Преди хиляди години хората са започнали да си задават въпроси за заобикалящия ги свят... След като направим това, защо става така? Това защо е така, а онова?

Може би от тези въпроси са произлезли точните науки – физика, химия и биология. За какво са ни тези науки, ако не обясняват всичко около нас. Но ние сме една миниатюрна част от нашата вселена, а може би има и други вселени. Не знам...

В пети клас исках да уча в гимназия, в която преподават фотография, защото това ми беше интересно и обичах да го правя. Но фотографията само запечатва природата. Нещо ми липсваше – не ми беше достатъчно само за запечатвам, а и да откривам.

Година и половина след това изгледах сериал за живота на Айнщайн. След това започнах да се питам, защо това е така, как може да стане така и милиони други въпроси. Това бе моментът, в който разбрах, че физиката може да ми помогне с отговарянето на част от тези въпроси.

Може би хората, които откриват законите са достатъчно умни и мъдри, за да бъдат любопитни. Защото без любопитство и интерес ние сме до никъде.

Радостина Трифонова – 6 кл., СУ „Екзарх Антим I“ – Казанлък.

Научен ръководител: Александрина Шомова

Фундаменталните открития, от които се ползва цивилизованият човек, са наистина много и са в различни сфери на приложение. За мен те имат следната градация:

На първо място, изследванията в областта на електромагнетизма. Те довеждат до появата на телефона, който претърпява много промени от първоначалния си вид досега...

Второто важно откритие във физиката е в областта на термодинамиката. Развитието ѝ води до откриването на автомобила...

Третото откритие е в областта на физиката на полупроводниците, обособила се по-късно като радиоелектроника. Резултат от редицата първоначални открития е появата на компютъра.

Рая Стефанова – 6 кл., ОУ „Св. св. Кирил и Методий“ – Габрово.

Научен ръководител: Пенка Йотева

Виждали ли сте някога атом? Чудите ли се от какво точно са направени всички неща около вас? Всичко, което виждаме, докосваме, ядем, пием, всичко – от Слънцето до песчинката, се получават от струпването на много атоми на дадено място. Ако се вгледате по-внимателно и отблизо, ще разберете, че във всяко нещо се крие един малък, неподозиран свят. Свойствата на веществата се определят от характера на атомите...

Учените предполагат, че във Вселената има 10^{80} атома. Очевидно не можем да излизаме и да броим всяка частица, така че броят на атомите във Вселената е прогноза. Тъй че, като погледна към нощното небе, знам, че да, ние сме част от Вселената, ние сме във Вселената, но може би по-важното от тези два факта е, че тя е вътре в нас.

Светослав Цветков – 8 кл., ПГ „Проф. д-р Асен Златаров“ – Видин.

През вековете хората са се опитвали да подобрят своя начин на живот чрез своите открития. Някои от откритията са променили коренно живота на хората, а други – не. Някои от тях са били отхвърляни, но след време са били приемани и разбирали от хората. Благодарение на тези открития човек може да разбере какво представлява, къде се намира и да си отговори на много други въпроси... Великите открития във физиката са толкова много и всяко от тях е важно. Не е възможно да се открие кое е по-значимо и по-ценно от останалите. Всяко от тях показва смелите мечти на откривателите, променя живота на хората и дава своя достоен принос за развитието на човечеството.

Симеон Петков – 6 кл., СМГ „Паисий Хилендарски“ – София.

Научен ръководител: проф. Леандър Литов

...Невероятно, но физиката на XX век с помощта на квантовата механика успя да отрече нищото. Успя да опише частиците в нищото. Колкото и да изваждаме от пространството, винаги остава нещо в едно неразбираемо непрестанно движение. Частици, които се получават и изчезват.

Невероятно, но това толкова нестандартно обяснение за състава на Вселената и нейните сили е наречено Стандартен модел. Сякаш за да подсказе, че следващото обяснение ще е наистина нестандартно за сегашните ни представи.

И най-хубавото е, че ние имаме възможност не просто да седим на брега и да очакваме вълните на откритията, а да ги създаваме.

ПРОФЕСОР ПЕТЪР ПЕТРОВ

(27 юли 1956 г. – 16 март 2021 г.)



На 16 март 2021 година ни напусна нашият колега, дългогодишен и активен член на Съюза на физиците в България и директор на Института по електроника при БАН, професор Петър Иванов Петров.

Професор Петър Петров е роден на 27 юли 1956 г. в Сливен. Завършва през 1982 г. висше образование в Санкт-Петербургския държавен технически университет, Русия, Физикометалургически факултет, специалност: Машини и технология на заваряването, с тема на дипломната работа *„Електроннолъчево заваряване на датчици за измерване на налягане“*. Същата година, след завръщането си в България, постъпва на работа в Института по електроника (ИЕ) при БАН в лаборатория *„Физични проблеми на електроннолъчевите технологии“*, а от 1983 г. е зачислен в редовна докторантура. Под ръководството на чл.-кор. Георги Младенов разработва кандидатска (сега докторска) теза на тема *„Изследване процеса на взаимодействие на интензивни електронни снопове с метални мишени при електроннолъчево заваряване“*, която защитава през 1987 г. От 1987 г. до 1997 г. е научен сътрудник, а от 1997 г. е старши научен сътрудник в същата лаборатория. През 2009 г. защитава дисертация за доктор на науките на тема *„Физически процеси и материали при обработка с концентрирани енергетични потоци“*. От 2012 г. е професор в Института по електроника при БАН и ръководител на лаборатория *„Физични технологии“*. От 2016 г. до 2020 г. е председател на Научния съвет и заместник-директор на Института, с ресор научноизследователска дейност, а от 2020 г. е директор на ИЕ – БАН. Проф. Петров участва активно в развитието на Националната академична мрежа (НАМ) на Българската академия на науките, като в периода 2013 г. – 2016 г. е координатор на Регионалния академичен център в Сливен, а от 2016 г. до 2020 г. е главен координатор на НАМ. Професор Петров е водил лекции и упражнения по дисциплината *„Вакуумна техника и технологии“* в ТУ – София (2015 – 2019). Бил е гост-изследовател в Лисабонския технически университет, Португалия, и в Центъра за ядрени изследвания, Мол, Белгия. Той е бил научен консултант на голям брой дипломанти и ръководител на 4 защитили докторанта.

Основните научни интереси на проф. Петър Петров са в областта на физическата електроника, електронни и йонни технологии и техника, вакуумна

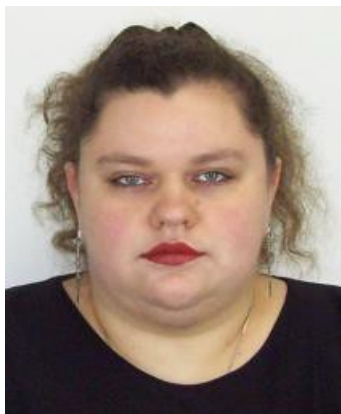
и плазмена електроника, физика и техника на вакуума, нови материали, нанотехнологии и наноматериали, материалознание, изследване на топлинни процеси в материалите. Заедно с ръководения от него научен колектив работи активно по получаване и изследване на еднослойни и многослойни нитридни и оксидни покрития за износуустойчиви и биомедицински приложения, оптични лещи и селективни филтри, защитни екранни стъкла, разработване на безаналогова нова алуминиева тръбна тел с композитно ядро, състоящо се от алуминиев прах с въглеродни наноструктури чрез роботизиран комплекс и др. Автор е на над 200 научни публикации, голяма част от които са в престижни международни списания, участвал е в редица международни и национални научни форуми. Трудовете му са цитирани повече от 400 пъти.

Бил е ръководител и съръководител на изследователски проекти с Фонд „Научни изследвания“, на проект по програма *M-ERA*, ръководител на проект с ОИЯИ, Дубна, Руска федерация, ръководител лаборатория С1 в Център за компетентност №BG05M2OP001-1.002-0023 „Интелигентни мехатронни, еко- и енергоспестяващи системи и технологии“ 2018-2023 и др. Участвал е в много научни и научно-приложни договорни задачи, а разработката по договор със СК „Хидравлика“, Казанлък: „Инсталация и технология за електроннолъчево заваряване на хидроразпределители“ (1987 – 1990), е удостоена със златен медал на Международен панаир град Пловдив през 1989 г. и Награда на ИНРА за внедрено изобретение при изграждането на инсталацията.

Българската наука загуби един достоен учен, а ние, колегите на проф. Петров – нашия добър колега и приятел. Поклон пред светлата му памет!

Управителен съвет на Съюза на физиците в България

**В ПАМЕТ НА ДОЦ. Д-Р ЕКАТЕРИНА БОРИСОВА
(1978 – 2021)**



На 16 април 2021 г. ни напусна доцент Екатерина Борисова, ръководител на лаборатория „Биофотоника“ в Института по електроника при БАН и активен член на Съюза на физиците в България от студентските си години.

Напусна ни внезапно един млад, талантлив и изключително завладяващ с трудоспособността си учен. Доц. Борисова бе инициатор, двигател и активен участник в развитието на научната и иновационната дейност на Института по електроника. Преподавател на курс лекции и упражнения за студенти по специалност „Медицинска физика“ във Фи-

зическия факултет на Софийския университет „Св. Климент Охридски“, на специализиран курс, бакалавърска програма по специалност „Медицинска физика“ във ФФИТ – ПУ „Паисий Хилендарски“, на специализиран курс, бакалавърска програма по специалност „Инженерна физика“, ТУ – София. Бе поканен лектор по бакалавърската програма на Саратовския университет и научен консултант и ръководител на над 20 дипломанти и докторанти.

Научните интереси на доц. Екатерина Борисова имаха широка основа в областта на оптичната спектроскопия на биологични тъкани – флуоресцентна спектроскопия, лазерно-индуцирана спектроскопия, отражателна спектроскопия на биологични проби – тъкани, клетъчни клъстери, органични разтвори, фотодиагностика и фотодинамична терапия, фотодинамично инактивиране на патогенни бактерии. Изследователските ѝ приноси, които привличаха и бяха споделени с нейните дипломанти и докторанти, са в разработване на лазерно и оптично оборудване за биомедицински приложения и диагностични онкологични приложения на спектроскопията, във въвеждането на нови спектрални техники и методи за първоначална диагностика и наблюдение на терапии в онкологията и др.

Доц. Екатерина Борисова е родена на 3 юни 1978 г. в Екатеринбург. Висшето си образование получава във Физическия факултет на Софийския университет „Св. Климент Охридски“, дипломира се в две специалности – Лазерна физика и Медицинска физика, през 2000 г., след което постъпва на работа в Института по електроника при БАН. От 2001 до 2003 г. е докторант в ИЕ – БАН, разработва докторска дисертация на тема „Лазерно-индуцирана флуоресцентна и отражателна спектроскопия на биологични тъкани“, коя-

то защитава през 2005 г. От 2003 г. е научен сътрудник, а от 2008 г. – доцент в лаборатория „Лазери с кондензирани среди“ – настояща „Биофотоника“, като от 2018 г. е ръководител на лабораторията. Активно се включваше в научното ръководство на Института по електроника – бе научен секретар (2012 – 2018) и заместник-директор (2018 – 2020), член на Академичния съвет на Центъра за обучение при БАН (2013 – 2018), член на Управителния съвет на БАН (2015 – 2016).

Успоредно с работата си по научно администриране доцент Борисова бе учен с качествена и богата научна дейност, автор на над 200 научни публикации, голяма част от които в престижни международни списания. Бе поканен лектор и участник в редица международни и национални научни форуми. Бе член на научни и организационни комитети на ред международни конференции. Трудовете ѝ са цитирани повече от 1200 пъти. Бе ръководител и участник в национални и международни проекти, както и проекти, финансирани от национални и чуждестранни компании, член на колектив, разработил 5 патента, от които 2 европейски. Носител на наградата „Питагор“ за млад учен (2012), награда за най-млад учен „Иван Евстатиев Гешов“ (2004), на награда „Жените в науката“ на *L'Oreal – UNESCO* (2014) и др. Старши член е на *SPIE* и *OSA*.

През краткия си живот доцент Борисова допринесе за повишаване на научния авторитет и разпознаваемост на Института по електроника пред научната колегия в национален и международен аспект. Нейната отдаденост и посветеност на научната работа бе завладяваща и стимулираща за всички нас, нейните колеги от Института по електроника и Физическия факултет. Изразяваме своето искрено съчувствие към близките на доцент Борисова и скърбим за загубата на един млад, достоен учен, добър колега и приятел.

Поклон пред светлата ѝ памет!

Управителен съвет на Съюза на физиците в България

ИЗИСКВАНИЯ КЪМ ПОСТЪПВАЩИТЕ МАТЕРИАЛИ

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

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

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

Редакторите могат да редактират ръкописите, когато това е необходимо.

Публикуването в това списание е безплатно за авторите.

УКАЗАНИЯ КЪМ АВТОРИТЕ

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

Корица: „Докосване от небето“, Михаела Колева, Национален военен университет „Васил Левски“, Велико Търново, IV курс.

В изданието са използвани снимки от НАСА.

НАШИТЕ АВТОРИ:

Сашка Александрова – проф. д.т.н., Технически университет, София;
Золтан Трочани – проф., Университет „Етвьош Лоранд“, Будапеща, Унгария;
Галя Деянова – физик, Софийски университет „Св. Климент Охридски“;
Десислава Иванова – ас., ВМА – МБАЛ София и физик, УМБАЛ „Света Екатерина“;
Стефан Лалковски – доц. д-р, Софийски университет „Св. Климент Охридски“;
Симеон Иванов – физик, Софийски Университет „Свети Климент Охридски“;
Светослав Иванов – физик, Софийски Университет „Свети Климент Охридски“;
Анна Загорска – мед. физик д-р, „Аджибадем Сити Клиник УМБАЛ Токуда“;
Лилия Атанасова – ас. д-р, Медицински университет – София;
Велко Рангелов – доц. д-р, д.м., ВМА – МБАЛ София;
Светослав Рашев – проф. д.фз.н., Институт по физика на твърдото тяло, БАН;
Иван Лалов – проф. д.фз.н., Софийски университет „Св. Климент Охридски“;
Радостина Камбурова – доц. д-р, Институт по физика на твърдото тяло, БАН;
Благовест Иванов – студент I курс, Технически университет, София;
Асен Алексов – студент I курс, Технически университет, София;
Анатоли Недков – студент IV курс, Технически университет, София;
Пенка Лазарова – Съюз на учените в България;
Константин Тодоров – 8 кл., СУ „Николай Катранов“ – Свищов;
Невена Георгиева – 7 кл., ОУ „Гео Милев“ – Садово;
Цветомир Петров – 8 кл., 18 СУ „Уилям Гладстон“ – София;

СЪДЪРЖАНИЕ

CONTENTS

РЕДАКЦИОННО

НАУКА

– З. Трочани – Преглед на съвременното състояние на физиката на елементарните частици

– Д. Иванова, С. Лалковски, С. Иванов, С. Иванов, А. Загорска, Л. Атанасова, В. Рангелов – Симулации на ПЕТ с програмен пакет *Geant4*

НОВИНИ

– Антизвездите може би са някъде там
– Български изследователи попаднаха в радара на *Popular Mechanics*
– Дали мисията до Алфа от Кентавър току-що не стана по-осъществима?
– Диамантена батерия, захранвана от радиоактивни отпадъци, може да работи 28 000 години

ГОДИШНИНА

– 50 години *Physical Review D*: Създаване на пулсации в полетата и пространство-времето

– И. Лалов – 100 години от рождението на акад. Милко Борисов

НАУКА И ОБЩЕСТВО

– Най-великите учени на XXI век
– Национален онлайн фотоконкурс за студенти на тема „Светлина“

ИНТЕРВЮ

– 35 под 35: д-р Стефан Каратодоров

МЛАДИ ИЗСЛЕДОВАТЕЛИ

– Б. Иванов, А. Алексов – Космически мисии в търсене на извънземен живот
– А. Недков – Две звезди
– П. Лазарова – Национален конкурс: „Големите открития във физиката на XX век“
– К. Тодоров – Антиматерия
– Н. Георгиева – Антиматерия и ядрени реакции от мълните
– Ц. Петров – Нанотехнологиите: различни гледни точки
– Извадки от есета от конкурса, 6-8 клас

IN MEMORIAM

– Професор Петър Петров
– Доц. д-р Екатерина Борисова

EDITORIAL 95

SCIENCE

– Z. Trócsányi – Status of particle physics 97

– D. Ivanova, S. Lalkovski, S. Ivanov, S. Ivanov, A. Zagorska, L. Atanasova, V. Rangelov – PET simulations based on the Geant4 toolkit 104

NEWS

– Antistars might be out there 112
– Bulgarian researchers hit the radar of Popular Mechanics 113
– Did the mission to Alpha Centauri just become more feasible? 114
– A diamond battery powered by radioactive waste might work for 28 000 years 116

ANNIVERSARY

– 50 Years of Physical Review D: Making Ripples in Fields and Spacetime 118

– I. Lalov – 100 years since the birth of Acad. Milko Borisov 124

SCIENCE AND SOCIETY

– The Greatest Scientists of 21st Century ... 134
– National online student photo contest „Light“ 138

INTERVIEW

– 35 under 35: Dr. Stefan Karatodorov 141

YOUNG RESEARCHERS

– B. Ivanov, A. Aleksov – Cosmic missions in search for extraterrestrial life 148
– A. Nedkov – Two stars 163
– P. Lazarova – National contest „Great discoveries in physics of the XX century“ 166
– K. Todorov – Antimatter 167
– N. Georgieva – Antimatter and nuclear reactions by lightnings 170
– Ts. Petrov – Nanotechnology: different viewpoints 173
– Excerpts of students' essays 6-8 grade ... 177

IN MEMORIAM

– Prof. Petar Petrov 184
– Assoc. Prof. Ekaterina Borisova, PhD..... 186