



съюз на физиците  
в БЪЛГАРИЯ

# СВЕТЪТ НА ФИЗИКАТА

3'24

За Нобеловите награди  
по физика и химия и  
изкуствения интелект

WORLD OF PHYSICS

Български учени  
създават нов лазерен  
ускорител на частици  
за термоядрен синтез

За климатичните промени,  
нулевите емисии и  
термоядрения синтез



# С В Е Т Ъ Т  Н А  Ф И З И К А Т А

ТОМ XLVII, кн. 3, 2024 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, Херман

Лиенхарт, Роман Пономарьов,

Лилия Атанасова

## РЕДАКЦИОНЕН СЪВЕТ

Александър Г. Петров, Николай В.

Витанов, Чавдар Стоянов,

Николай К. Витанов, Лъчезар

Аврамов, Хассан Шамати,

Евгения Вълчева

## ВОДЕЩ БРОЯ:

Сашка Александрова

---

## АДРЕС НА РЕДАКЦИЯТА:

Бул. „Джеймс Баучер“ №5,

1164 София

## EDITORIAL STAFF

### EDITOR-IN-CHIEF

Sashka Alexandrova

### VICE EDITOR-IN-CHIEF

Ana Georgieva, Mariana Kuneva

### EXECUTIVE SECRETARY

Penka Lazarova

### MEMBERS

Ivan Lalov, Evgeni Popov,

Peter Townsend, Radostina

Kamburova, Borislav Pavlov,

Svetlen Tonchev, Zhelyazka

Raykova, Igor Maslyanitsin,

Mihai Anastasescu, Hermann

Lienhart, Roman Ponomarev,

Liliya Atanasova

## EDITORIAL COUNCIL

Alexander G. Petrov, Nikolay V.

Vitanov, Chavdar Stoyanov,

Nikolay K. Vitanov, Lachezar

Avramov, Hassan Chamati,

Evgenia Valcheva

## VOLUME EDITOR:

Sashka Alexandrova

---

## EDITORIAL OFFICE ADDRESS:

5, James Bouchier Blvd,

1164 Sofia

☎ 02 8161 684

E-mail: [worldofphysics@abv.bg](mailto:worldofphysics@abv.bg)

Предпечатна подготовка: Л. Атанасова

ISSN: 0861-4210

## РЕДАКЦИОННО

На 7 юни 2024 г. ООН обяви 2025 г. за **Международна година на квантовата наука и технологии** (*International Year of Quantum Science and Technology – IYQ*). Според прокламацията тази целогодишна световна инициатива „ще се прояви чрез дейности на всички нива, насочени към повишаване на обществената осведоменост за важността на квантовата наука и приложения“.

Това е официално признание за важността и потенциала на квантовите технологии. Да напомним, че квантовата теория е не само основополагаща за разбирането ни за света, но появата и развитието ѝ доведоха до изобретяването на транзисторите, лазерите и светодиодите, които са в основата на съвременната електроника и телекомуникациите. Това развитие определи много от съвременните постижения във физиката, химията, материалознанието, биологията и информационните технологии.

Изборът на 2025 г. не е случаен – навършват се 100 години от началото на развитието на квантовата механика. Мисията на IYQ е да използва този повод за повишаване на обществената осведоменост за важността и въздействието на квантовата наука и приложенията ѝ върху всички аспекти на живота.

Тази Международна година ще даде възможност на младежите, както и на любопитните хора на всякаква възраст, да научат повече за всички начини, по които квантовата наука е в основата на физическия свят около нас, движи технологичните иновации, влияе на правителствените политики, въздейства върху глобалната икономика и оказва

влияние върху изкуството и културата.

Преди 20 години за първи път вниманието на широката общественост по цял свят беше обърнато към физиката като „огнище на науката, инкубатор *par excellence* на нови идеи и платформа за повечето съвременни технологии“, като 2005 г. беше обявена от Общото събрание на ООН за Международна година на физиката. Поводът тогава е стогодишнината от „чудната година“ на Алберт Айнщайн, когато той публикува поредица от статии, основополагащи за физиката на 20-ти век. Целта е да се представи на широката общественост важната роля на физиката за разбирането ни за света и Вселената, за развитието на науката и технологиите, както и на всестранното ѝ влияние върху нашето общество.

IYQ следва няколко други инициативи на ООН, като Международната година на периодичната таблица на химичните елементи (2019 г.), на светлината и базиранията на светлина технологии (2015 г.) и на кристалографията (2014 г.). Международната година на фундаменталните науки за устойчиво развитие, която беше обявена през 2022 г. и организирана от ЮНЕСКО от юли 2022 г. до юли 2023 г., е оценка за това, че фундаменталните науки са жизненоважни за постигане на устойчиво развитие и за подобряване на качеството на живот на хората по целия свят. На 25 август 2023 г. Общото събрание на ООН прие резолюция, с която обявява годините 2024 – 2033 г. за Международно десетилетие на науките за устойчиво развитие.

Всички тези инициативи идват да напомнят, че без фундаментална наука

няма да има приложна наука. Въпреки това пак не винаги е ясно за хората как основните (или фундаментални) науки са проправили пътя към откритията и технологичните революции, които непрекъснато променят света, в който живеем. Тези инициативи дават възможност на физичната колегия да допринесе за повишаване на осведомеността на различните слоеве на обществото за значението на всички науки за устойчивото развитие на обществото.

На 8 октомври Кралската шведска академия на науките обяви решението си да присъди Нобеловата награда за физика за 2024 г. *„За основополагащи открития и изобретения, които позволяват машинно обучение с изкуствени невронни мрежи“*.

Лауреатите прилагат средства от физиката за да разработят методи, които са в основата на днешното мощно машинно обучение, и така отварят пътя на изкуствения интелект (ИИ). Още в деня на обявяването на наградата се появиха съмнения доколко наградата е за физика съгласно завещанието на Алфред Нобел. Изненадата продължи и на следващия ден – ИИ се промъкна и в Нобеловата награда по химия. Така се отвори дискусия и възникнаха спорове сред изследователите за връзката на ИИ с научните дисциплини, което бързо се разпространи в списанията и в социалните мрежи. Двата лауреати по физика са компютърни специалисти, безспорно забележителни учени в своята област – ИИ. Дори и вдъхновението, и средствата да идват от физиката, трудно е да се приеме, че машинното обучение и невронните мрежи представляват физично откритие, освен ако не сметем, че всичко е физи-

ка, както заявява проф. Дж. Причард (*J. Pritchard*), астрофизик в Лондонския имперски колеж (*Imperial College London*). В някои изказвания се появи горчивина и даже възмущение: „Награда за физика? Не и тази година!“. Темата ще продължи още дълго да занимава учените, поклонниците на ИИ и членовете на Нобеловия комитет.

У нас награди за принос в науката „Питагор“ на Министерството на образованието и науката тази година получиха колегите проф. д.фз.н. Евгени Семков, доц. д-р Владимир Божилов и проф. д.п.н. Милен Замфиров. Поздравяваме ги за тази престижна награда.

При последните избори на членове на БАН званието „академик“ получи Председателят на СФБ, проф. д.фз.н. Александър Драйшу. Званието „член кореспондент“ получиха двамата колеги – проф. д.фз.н. Николай Недялков и проф. д.фз.н. Евгени Семков. Пожелаваме им успешна творческа активност и занапред за възхода на нашата наука физиката.

Нека се обърнем към реалното обучение на учениците и студентите, без което участието ни в научния и технологичния напредък е немислимо. От 13 до 16 юни тази година в Сливен се проведе 52-рата Национална конференция по въпросите на обучението по физика на тема „Образованието по физика и дигиталните технологии“. Публикуваме в настоящия брой информация за конференцията и статия относно дигиталните компетентности на учителите по физика, съгласно Европейската референтна рамка за ключови компетентности.

Публикуваме статия, посветена на космическите технологии, типична

интердисциплинарна област на съвременната човешка дейност, като източник на атрактивни и лесно запомнящи се примери в обучението по физика в основните дялове, изучавани в средните училища. Посочват се и най-значителните постижения на българските учени и специалисти в областта на космическите изследвания и технологии.

Прочетете за измененията на климата на Земята през последните столетия, представляващи опасност не само понастоящем, но и за бъдещите поколения, както и за предлаганите решения на Конференцията на страните от края на 2023 г.

Наскоро работна група от два института на БАН – Института по електроника и Института по физика на твърдото тяло, представиха нов метод за конструиране на ускорители на частици, насочени към леки атоми и ядра, използвайки ултракъси лазерни импулси с висока мощност. Публикуваме информация за този експеримент, който бележи първата демонстрация на лазерно индуциран метод за разпадане на хелиеви ядра за създаване на условия за термоядрен синтез.

Поздравяваме всички участници в българския ученически отбор по физика, които завоюваха медали в Шестата Балканска олимпиада по физика: един златен, два сребърни и един бронзов. Вижте задачите, с които е трябвало да се справят.

В рубриката „Млади изследовате-

ли“, която се осъществява с финансовата подкрепа на фондация „Еврика“, е представен интересен ученически проект – „Робот-амфибия „ANNA“. Представени са и отличени есета от Националния конкурс за есе „Физиката в моето бъдеще“. Младежите споделят мечти и предизвикателства пред въображението за пътуване между паралелните вселени, като се надскочи скоростта на светлината или като се използват черни дупки като „превозно“ средство, което сега се счита за невъзможно. Разбирането на тъмната материя и тъмната енергия не само ще промени нашата представа за Вселената, но също така може да доведе до разработването на нови технологии, които ще променят нашето общество.

Прочете и едно вдъхновяващо есе, което съчетава мечтата с реалността – как една студентка, бъдеща учителка, иска да може за четиридесет минути да „накара децата да се влюбят“ във физиката, как да бъде един вид магьосник за своите ученици, да им обяснява това, което другите не могат да обяснят. Да си учител по физика в училище е огромна отговорност.

Да завършим с цитат от споменатата по-горе статия, представена на 52-та конференция: „Учителите по физика са в авангарда на колегията по отношение на използване на дигиталните технологии за подпомагане на обучението по физика и повишаване на неговата ефективност“.

**Сашка Александрова**

главен редактор на „Светът на физиката“

## ПОЗДРАВЛЕНИЯ ЗА НОВОИЗБРАНИТЕ ДЕЙСТВИТЕЛНИ И ДОПИСНИ ЧЛЕНОВЕ НА БЪЛГАРСКАТА АКАДЕМИЯ НА НАУКИТЕ В ОБЛАСТТА НА ФИЗИЧЕСКИТЕ НАУКИ

На 24 септември 2024 г. Събра- нието на академиците на Българската академия на науките избра в направле- ние „Физически науки“ **проф. д.фз.н. Александър Драйшу** – председател на Съюза на физиците в България (СФБ), за действителен член (академик) на БАН, а за дописни членове (член-кореспонден- ти) – **проф. д.фз.н. Николай Недялков** и **проф. д.фз.н. Евгени Семков**.



**Проф. д.фз.н. Александър Драй- шу** е водещ учен в областта на фото- никата (нелинейна оптика, сингулярна оптика и оптика на свръхкъсите фемто- секундни импулси).

Той създава първата в България научна група по сингулярна оптика и школа по сингулярна и фемтосекундна фотоника.

Роден е през 1961 г. Кариерата на проф. А. Драйшу е свързана с Физическия факултет на Софийския университет „Св. Климент Охридски“. Защитил е канди- датска дисертация (сега степен д-р) през 1991 г., а през 2001 г. – дисертация за на- учната степен „доктор на физическите науки“. От 1991 г. е последователно стар- ши асистент и главен асистент, през 1998 г. е избран за доцент, през 2004 г. – за професор.

Проф. А. Драйшу е бил стипен- диант на Фондация „Александър фон Хумболт“. Специализирал е в Техниче- ския университет на Грац (Австрия), в

Макс-Планк Институт по квантова оп- тика (Гархинг, Германия), трикратно в Австралийския национален универси- тет (Канбера, Австралия), многократно в Института по оптика и квантова електро- ника на Университет „Фридрих Шилер“ (Йена, Германия).

Преподавателската работа на проф. А. Драйшу и научните му интереси са в областта на квантовата електроника и лазерната техника, по-точно направ- ленията на линейната и нелинейната оптика, в сингулярната оптика и в оп- тиката на свръхкъсите импулси. Той води лекционни курсове по линейни и нели- нейни оптични вълни, електричество и магнетизъм, нелинейни оптични вълни и солитони, оптични комуникационни мрежи, физика на лазерите (части 1 и 2) и др. Бил е поканен лектор по нелинейна сингулярна оптика на Школата по фо- тоника „Ернст Аббе“ на Университета „Фридрих Шилер“ (Йена, Германия), ръ- ководител е на над 30 дипломни работи, има шест успешно защитили докторанти, на които е бил консултант и/или ръко- водител. Автор и съавтор е на над 230 научни публикации, които са цитирани над 2020 пъти (SCOPUS ID: 7003626585; Web of Science ID: R-7620-2016). През 2021 г. е избран за дописен член (член-ко- респондент) на БАН.

Ръководил е национални и меж- дународни изследователски проекти, участвал е в редица организационни, научни и програмни комитети на между- народни научни форуми, в научни съвети

и научноекспертни комисии. Рецензирал е ръкописи за престижни международни научни списания.

Проф. А. Драйшу е ръководител на катедра „Квантова електроника“ (2003 – 2011; 2019 – досега), бил е два мандата декан на Физическия факултет (2011 – 2019), член на Факултетния съвет на Физическия факултет, на Академичния съвет на СУ „Св. Климент Охридски“, на Научния съвет на Института по електроника – БАН.

Проф. А. Драйшу е член на Съюза на физиците в България (от 1995 г.) и председател на Управителния му съвет (от 2020 г.). Член е и на Хумболтовия съюз в България (от 1999 г.).

За Съюза на физиците в България изборът на неговия председател проф. Ал. Драйшу за действителен член на Българската академия на науките – най-голямото отличие за български учен, е чест и признание за българската физическа наука и повод за гордост от физическата колегия!



**Проф. д.фз.н. Николай Недялков** е ръководител на Лабораторията по микро- и нанофотоника в Института по електроника „Акад. Емил Джаков“ при БАН. Създател е на

направлението лазерно наноструктуриране и плазмоника в България. Основните му приноси са в областта на съвременната фотоника, по-специално обработка на материали с къси и свръхкъси лазерни импулси, фемтосекундна фотоника, оптични свойства на наноматериали и лазерно-асистиращи

ни нанотехнологии. Те се изразяват в разработване на нови идеи, предлагане и реализиране на нови методи и получаване на нови резултати в областта на лазерните технологии, тяхното приложение в получаването на нови материали и разработване на приложения на тяхна база.

**Проф. д.фз.н. Евгени Семков** работи в Института по астрономия с Национална астрономическа обсерватория „Рожен“ на БАН, на който е директор от 2016 г. Той е



виден български учен в областта на наблюдателната астрономия. Научните му изследвания са в областта на астрофизиката и звездната астрономия, както и в подобластите на звездообразуването, звезди преди главната последователност, фотометрична и спектрална променливост на звездите, активни галактични ядра, блазари. Те допринасят за развитието на научното познание за формирането на звездите и планетните системи, както и за развитието на физиката на високите енергии, космологията и съвременната извънгалактична астрофизика.

Като честитим на колегите признанието за научните им приноси от Българската академия на науките – най-старата и най-авторитетна научна институция у нас, им пожелаваме здраве, нови творчески успехи и успешна работа за запазване и утвърждаване авторитета на българската наука!

**Джон Хопфийлд и Джефри Хинтън:  
ТЕ ИЗПОЛЗВАХА ФИЗИКАТА ЗА РАЗРАБОТВАНЕ  
НА ИНФОРМАЦИОННИ МОДЕЛИ**

На 8 октомври Кралската шведска академия на науките обяви решението си да присъди Нобеловата награда за физика за 2024 г.

**„За основополагащи открития и изобретения, които позволяват машинно обучение с изкуствени невронни мрежи“**

поравно на Джон Хопфийлд от Принстънския университет, САЩ, и Джефри Хинтън от Университета на Торонто, Канада.



Джон Хопфийлд  
*John J. Hopfield*



Джефри Хинтън  
*Geoffrey E. Hinton*

Лауреатите започват работа с изкуствени невронни мрежи през 80-те години на миналия век. Те прилагат средства от физиката, за да разработят методи, с които се полагат основите на днешното мощно машинно обучение.

Джон Хопфийлд създава асоциативна памет, която може да съхранява и реконструира изображения и други типове модели в данните. Джефри Хинтън използва мрежата на Хопфийлд като основа за нова мрежа, използваща различен метод, известна като машина на Болцман, която може да се научи да разпознава характерни елементи в оп-

ределен тип данни и така да изпълнява задачи като идентифициране на конкретни елементи в картини.

Елън Муунс (*Ellen Moons*) от Нобеловия комитет по физика подчертава, че във физиката се използват изкуствени невронни мрежи в широк спектър от области, като например разработване на нови материали със специфични свойства.

В интервюто с Адам Смит (*Adam Smith*) от уебсайта на Нобеловата награда двамата учени разказват за пътя си през физиката, биологията и компютърните науки. Джон Хопфийлд казва: „Аз



*бавно си проправих път от интереса към това, как функционира мозъкът, към въпроса как може хардуер или софтуер, или както искате да го нарека, негов биологичен еквивалент (Wetware), да го произведе. И центърът на тежестта на моето знание и разбиране се премести бавно от много по-ориентиран към физиката, към невробиологичната наука. И някъде по пътя се разви връзката между изкуствения интелект, мрежите, невронните мрежи и физиката“.* На въпроса как би описал себе си – като компютърен учен, или като физик, който се опитва да разбере биологията, Джефри Хинтън отговаря така: „Бих казал, че съм човек, който всъщност не знае в коя област се занимава, но бих искал да разбера как работи мозъкът. И в опитите си да разбере как работи мозъкът, помогнах за създаването на технология, която работи изненадващо добре“.

След обявяването на тазгодишните носители на Нобеловата награда за физика, отличените учени коментираха

критично изкуствения интелект. Джефри Хинтън използва пресконференцията след съобщението, за да отправи предупреждение. AI може да изпревари хората интелектуално. Той се тревожи за скоростта на навлизане на разработките. Преди чат роботът ChatGPT да излезе на пазара, той смятал, че разработването на такава технология ще отнеме още 50 години. „Нямаме опит, че нещата могат да бъдат по-умни от нас. Това може да е фантастично, например в медицината“, казва Хинтън. „Но трябва да сме подготвени за отрицателното въздействие на тези неща, които излизат извън контрол“. Джон Хопфийлд споделя това мнение.

Много изследователи сега разработват области на приложение на машинното обучение. Кое ще бъде най-перспективно, остава да видим, но има и широка дискусия по етичните въпроси, които съпровождат разработването и използването на тази технология.

Литература

<https://www.nobelprize.org/prizes/physics/2024/press-release/>

<https://www.dpg-physik.de/veroeffentlichungen/aktuell/2024/physik-nobelpreis-2024>

<https://www.morgenpost.de/politik/article407427120/nobelpreistraeger-hinton-warnt-ki-kann-ausser-kontrolle-geraten.html>

<https://pro-physik.de/nachrichten/physik-nobelpreis2024>

## ИНТЕРЕСНО

Нобеловата награда за физика е присъдена 118 пъти на 227 лауреати между 1901 и 2024 г. Джон Бардийн е единственият учен, награждаван два пъти през 1956 г. и 1972 г. Това означава, че общо 226 души са получили Нобелова награда за физика.



## ТРИМА ВЪЗПИТАНИЦИ НА ФИЗИЧЕСКИЯ ФАКУЛТЕТ НА СОФИЙСКИЯ УНИВЕРСИТЕТ – НОСИТЕЛИ НА НАГРАДАТА „ПИТАГОР“ НА МОН

Весела Василева, Пенка Лазарова

По традиция в навечерието на 24 май, с тържествена церемония на 17 май 2024 г., бяха връчени Годишните награди за принос в науката „Питагор“ на Министерството на образованието и науката. Отличията се връчват за 16-та поредна година, като в най-престижния конкурс за наука у нас тази година са кандидатствали 45 учени. Наградите бяха присъдени от жури от авторитетни учени, лауреати в миналогодишния конкурс, на базата на данните за наукометричните показатели, отразени в международните бази данни *Web of Science* и *InCites (Clarivate Analytics)*, а също и на цялостната оценка на научния принос на кандидатите. През 16-те изминали години за съществен принос в развитието на науката на български учени и научни колективи са отличени 150 учени от общо 700 номинирани. Като „лъч надежда за това България да бъде по-добра, по-иновативна и по-развита страна през следващите години“ определи събитието министърът проф. Галин Цоков, защото „постиженията на българската наука през последните години са много съществени и важни“. Той отбеляза, че финансирането на науката от страна на държавата и на държавния бюджет годишно е над 100 млн. лв., като особено важни са вложенията в обектите от Пътната карта на научната инфраструктура, в проектите, които се реализират чрез Фонд „Научни изследвания“ и по Нацио-

налните научни програми. Министърът акцентира, че те са свързани и със следващите поколения – с учениците, чрез научна програма „Наука и образование“. Полагат се усилия чрез научни програми да се привлекат и български учени, които работят в чужбина.

Голяма награда „ПИТАГОР“ за цялостен научен принос бе връчена на геолога и геохимик **чл.-кор. Станислав Василев** от Института по минералогия и кристалография към БАН. Неговите приноси са в областта на минералогията, геохимията и устойчивото иновативно оползотворяване на твърдите горива и техни отпадъчни продукти от термохимичната им преработка – световен проблем при добива на въглища, включително и в България. Проф. Василев е един от българите сред първия 1% на учените в света според рейтинг на Станфордския университет.

През настоящата година е учредена СПЕЦИАЛНА НАГРАДА „ПИТАГОР“ за комуникация на науката с мотива, че учените трябва да взаимодействат с учениците, с медиите и да представят българската наука по най-добрия и достъпен начин. Тя бе връчена от министър Цоков на **доц. д-р Владимир Божилов**, астрофизик и комуникатор на науката, преподавател в катедра „Астрономия“ и зам.-декан на Физическия факултет на СУ „Св. Климент Охридски“, където е завършил висшето си образование

като бакалавър по физика и магистър по астрономия и е защитил през 2024 г. докторската си дисертация по астрофизика и астрономия на тема „Изследване на активни галактични ядра“ – една от най-динамичните и интересни области, които днес са на предния фронт в съвременната астрофизика. Основните научни интереси на доц. Божилов са изучаването на активните галактични ядра, космологията, екзопланетите и търсенето на живот извън Земята. Той чете лекции по „Комуникация на астрономията“ и „Практическа комуникация на астрономията“ в иновативната интердисциплинарна магистърска програма по „Астрономия и популяризация на астрономията“ във Физическия факултет на СУ „Св. Климент Охридски“. Старши изследовател е към проекта за търсене на екзопланети EXO-RESTART, подкрепен от ФНИ по програма „ВИХРЕН-2021“. Бил е Национално контактно лице по подпрограма „Наука, осъществявана със и за обществото“ по Рамкова програма „Хоризонт 2020“ на Европейския съюз, а в периода октомври 2018 г. – февруари 2022 г. е сътрудник „Връзки с обществеността“ към Фонд „Научни изследвания“ към МОН.

Освен учен и преподавател д-р Божилов е активен и добре познат популяризатор на науката. Носител е на втора награда в конкурса за комуникация на науката „Лаборатория за слава *FameLab*“ (2010) и първа награда в международното му издание *Hall of FameLab* в Лондон,



Снимка: Пресцентър на МОН

Обединеното кралство (2014). Чест гост е в радио- и телевизионни предавания и на различни събития за комуникация на науката (Софийски фестивал на науката, Европейска нощ на учените, *Ratio*, Дни на отворените врати и др.), където разказва на достъпен език за най-новите открития от областта на Космоса. От 2020 г. досега е редовен гост в сутрешното предаване „100% Будни“ по БНТ, където, в качеството на научен експерт, представя рубриката „100% Космос“.

Доц. Божилов също така е лектор и научен експерт в Детски научен център „Музейко“ – най-големият интерактивен научен музей за деца в Източна Европа, от основаването му през 2015 г. досега, като е един от създателите на Планетариума на „Музейко“ и отговаря за разработката на научните програми в него. В периода 2012 – 2018 г. е бил научен редактор, а след това и главен редактор на сп. „ВВС Знание“. Последната му научнопопулярна книга е „Непознатата Вселена: В търсене на отговори на най-големите космически загадки“ (изд.

„Oz books“, 2022).

**Проф. д.фз.н. Евгени Семков** от Института по астрономия с Национална астрономическа обсерватория „Рожен“ (ИА – НАО) при БАН, си подели НАГРАДА „ПИТАГОР“ за УТВЪРДЕН УЧЕН В ОБЛАСТТА НА ПРИРОДНИТЕ И ИНЖЕНЕРНИТЕ НАУКИ с химика проф. д-р Петко Петков от Факултета по химия и фармация на СУ „Св. Климент Охридски“.

Проф. д.фз.н. Евгени Семков е завършил специалност „Физика“ със специализация по астрономия във Физическия факултет на Софийския университет „Св. Климент Охридски“. През 1990 г. защитава докторска дисертация в Самостоятелната секция по астрономия с НАО „Рожен“ към БАН. От 2015 г. е професор по астрономия в ИА – НАО при БАН, където защитава дисертация за научната степен „доктор на физическите науки“ (2023). Целият професионален път на проф. Семков е в рамките на ИА на БАН, на който е и директор към настоящия момент. Проф. Семков е председател на Националния комитет по астрономия и контактното лице за България на *Astronet* – Европейската мрежа за стратегическо планиране на развитието на астрономията. Член е на Международния астрономически съюз.

Научните интереси и приноси на проф. Семков са съсредоточени върху изследване на процесите на звездообразуване в нашата галактика и изследване на природата и структурата на квази-звездни източници, съдържащи черни



Снимка: Пресцентър на МОН

дупки, с използване на телескопите в НАО „Рожен“. Това позволява да се проследи еволюцията на младите звездни обекти, ефективността на звездообразуването и причините то да продължава милиони години. Научните изследвания на проф. Семков са полезни за развитието на физиката на високите енергии, космологията и съвременната извънгалактична астрофизика. За периода 2019 – 2024 г. той е публикувал в съавторство 52 научни публикации, от които 48 са отразени в международните бази от данни с научна информация *Web of Science* и *Scopus*, а 28 публикации попадат в най-високата категория Q1 (квартил, първа четвърт). Проф. Семков има h-индекс 27, отново по данни от *Scopus* и *Web of Science*, като за периода 2019 – 2024 г. неговите научни трудове са били цитирани 773 пъти. Член е на редакционната колегия на научните списания *Bulgarian Journal of Physics* и *Serbian Astronomical Journal*. Ръководител е на 2 научноизследователски проекта и е участвал в разработването и изпълнението на още 6 проекта към Фонд

„Научни изследвания“ на МОН за същия период. Ръководи и проект за внедряване на нов 1,5 m роботизиран телескоп в НАО „Рожен“, който е включен в наблюдателната програма на обсерваторията и е в процес на доокомплектоване. Ръководител е на български екип в международен проект по „Хоризонт 2020“ и участник в Международната научна мрежа за изследване на блазари *Whole Earth Blazar Telescope*, координирана от Университета

в Торино, Италия. Носител е на Награда и Юбилейна грамота за високи научни постижения по повод 145-та годишнина от създаването на БАН (2014). Номиниран е и в категория успешен ръководител на международни проекти за Годишните награди „Питагор“ на МОН през 2017 г. Проф. Семков е бил ръководител на 4 успешно защитили докторанти.

**Проф. д.п.н. Милен Замфиров** от катедра „Специална педагогика“ към Факултета по науки за образованието и изкуствата на СУ „Св. Климент Охридски“ е носител на НАГРАДАТА „ПИТАГОР“ ЗА УТВЪРДЕН УЧЕН В ОБЛАСТТА НА СОЦИАЛНИТЕ И ХУМАНИТАРНИТЕ НАУКИ.

Проф. Замфиров е завършил последователно физика и специална педагогика, което намира отражение в цялостната му научна и преподавателска дейност. Защитавал докторска степен в Катедрата по методика на физиката във Физическия факултет на Софийския университет с тема на дисертационния труд „Усъвършенстване на процеса на обучение на



Снимка: Пресцентър на МОН

деца с увреден слух по учебните предмети „Човекът и природата“ за 5 и 6 кл. и „Физика и астрономия“ за 7 и 8 кл.“ (2008). Бил е учител по физика и астрономия в столични училища, научен сътрудник в Института за космически изследвания и технологии на БАН и в Института по ядрени изследвания и ядрена енергетика – БАН. След спечелен конкурс е избран за старши асистент във Факултета по науки за образованието и изкуствата на СУ „Св. Климент Охридски“, където последователно става главен асистент, доцент и професор, а през 2017 г. защитава и научната степен „доктор на науките“ с тема „Разработване и прилагане на компютърно подпомогнато обучение при ученици със специални образователни потребности по математика“. Координатор е на Докторантско училище на Факултета по науки за образованието и изкуствата (2015 –), а от 2018 г. досега е ръководител на Университетския център „Академия за деца“ на Софийския университет. Декан е на Факултета по науки за образование-

то и изкуствата (от 2019), а от 2024 г. е председател на Съвета на деканите на Софийския университет. Чете лекции в СУ „Св. Климент Охридски“, ВТУ „Св. св. Кирил и Методий“, НМА „Панчо Владигеров“.

Научните интереси на проф. д.н. Милен Замфиров са съсредоточени в областта на специалната педагогика (преподаването на природни науки на ученици със специални образователни потребности), компютърните технологии в обучението и методиката на обучението. Научните му приноси с висока обществена значимост са свързани с разработването на образователни модели, технологии и методи в областта на приобщаващото образование в България. От 2019 г. досега е автор на 3 самостоятелни монографични труда и съавтор в още 4, 3 студии, 14 статии и 5 доклада. В *Google Scholar* се установяват 274 цити-

рания от 2019 г., 26 цитирания в *Scopus* и *Web of Science*, участвал е в 2 международни и в 2 национални проекти, на единия от които е ръководител. Под неговото ръководство са защитили успешно 12 докторанти, а 5 се подготвят в момента. Научните разработки и резултати на проф. Замфиров се прилагат както в академичната сфера, така и в образователната практика, като например разработените 10 софтуерни продукти, както и първият образователен модел за идентифициране на ученици със специални образователни потребности, хронични заболявания, ученици в риск и талантиливи ученици.

Проф. Замфиров е член на Съюза на физиците в България, бил е член на ръководството на Софийския му клон, а от 2005 до 2012 г. е последователно член и отговорен секретар на редколегията на списание „Светът на физиката“.

Честито заслужено отличие на колегите! Желаем им нови успехи по професионалния им път!

---

## АБОНИРАЙТЕ СЕ

Абонамент за 1 година (4 броя) – 25 лв. За членове на СФБ – 22 лв.

За ученици, студенти и пенсионери – 16 лв.

Ако желаете да се абонирате, пишете на [worldofphysics@abv.bg](mailto:worldofphysics@abv.bg)

Цена за 1 книжка – 7 лв.

Банкова сметка: Първа Инвестиционна Банка

IBAN: BG91FINV91501215737609; BIC: FINVBGSF

## НОВ ЛАЗЕРЕН МЕТОД ЗА ИНИЦИИРАНЕ НА ЯДРЕНИ РЕАКЦИИ ПРИ РАЗПАДАНЕ НА ХЕЛИЕВИ ЯДРА С ПОСЛЕДВАЩИ РЕАКЦИИ НА СИНТЕЗ

Любомир Ковачев, Екатерина Йорданова, Георги Янков, Иван Ангелов

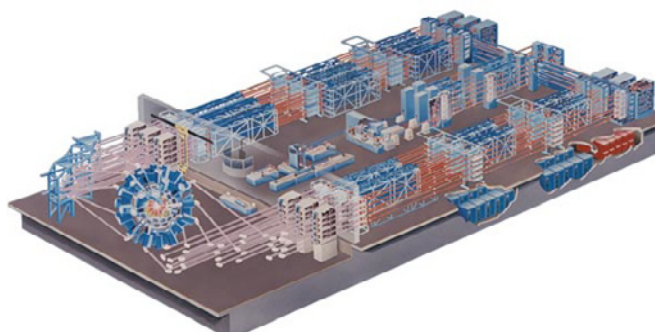
### Стандартни методи на термоядрен синтез

Стандартните методи за инициране на ядрени реакции на сливане на леки ядра и получаване на ядрена енергия при синтез в основни линии могат да бъдат разделени на два вида на основата на използваните подходи. И при двата подхода се предполага генерация на високотемпературна плазма, която да бъде удържана в много малък обем.

Първият метод се основава на магнитно удържане на плазмата в малък обем с помощта на устройство, наречено токамак. Последните експериментални резултати показват, че магнитният метод, който се използва за да бъде иницирана реакция на термоядрен синтез, много бързо уврежда металните покрития и е невъзможно да се създаде необходимата плътност на плазмена генерация.

През 2022 г. Министерството на енергетиката на САЩ обяви за постигнат голям научен пробив в изследванията на термоядрената енергия: за първи път експеримент за лазерен термоядрен синтез е произвел повече енергия, отколкото е използвана за стартиране на реакцията. Изследователите са използвали най-голямата и високоенергийна лазерна система в света, наречена *National Ignition Facility* (NIF). NIF е голяма колкото две футболни игрища и може да изстреля 192 мощни лъча от лазерни източници към една цел. За да се постигне запалване на термоядрен синтез, енергията от тези 192 лазера притиска горивото в капсула. Горивната капсула е сфера с размер на 50 – 100  $\mu\text{m}$ , изработена от диамант, с импрегнирани в нея деутериеви ядра.

Лазерната система в NIF, колкото и да е мощна, се основава на лазерна технология от 80-те години на миналия век. Тя може да изстрелва лъчи веднъж на всеки четири до осем часа. Това означава едно единствено запалване на капсулата за този период. За да се реализира положителен баланс на енергията от термоядрен синтез, е необходима висока честота на повторение, минимум 1 kHz.



Фигура 1. Схематично изображение на лазера OMEGA в NIF. Лазерът OMEGA произвежда пикови мощности над 30 пъти повече от пиковото производство на електроенергия в Съединените щати

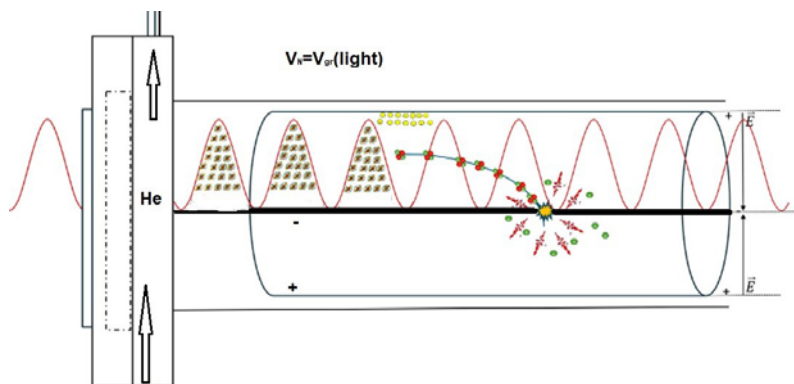
Бъдещата електроцентрала за термоядрен синтез би трябвало се основава на нов тип лазерни системи с висока честота на повторение, за да може да се осъществи запалване на ядрената реакция със значителен добив на енергия. Най-оптимистично настроените експер-

ти се надяват, че с тази технология и с по-съвременни лазери може би ще има-ме първата термоядрена електроцентрала в рамките на едно десетилетие. Повечето експерти смятат, че вероятно все още сме на няколко десетилетия разстояние от това постижение.

### Съществуват ли и други лазерни методи за управление на ядра и тяхната компресия за създаване на условия за термоядрен синтез?

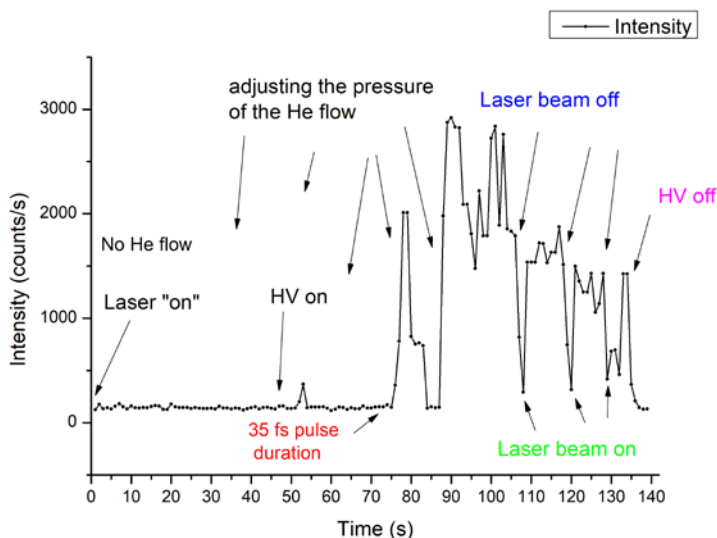
Наскоро работна група от два института на БАН – Института по електроника и Института по физика на твърдото тяло, в състав: проф. д.фз.н. Любомир Ковачев, доц. д-р Екатерина Йорданова, доц. д-р Георги Янков и доц. д-р Иван Ангелов, представиха нов метод за конструиране на ускорители на частици, насочени към леки атоми и ядра, използвайки ултракъси лазерни импулси с висока мощност. Първоначално леките атоми се захващат в обвивката на лазерния импулс поради надлъжни поляризационни сили, придобивайки кинетични енергии от няколко GeV. Впоследствие чрез външно електрическо поле се разделят хелиевите ядра, като се отлагат с релативистка скорост

върху катода, където ядрата се натрупват на малка площ. Кинетичната енергия на ударите от 1 GeV, превишаваща енергията на свързване на алфа частиците (28 MeV) с два порядъка, предизвиква мощна гама радиация и емисия на неутрони от процесите на разпад. Този експеримент бележи първата демонстрация на лазерно индуциран метод на разпадане на хелиеви ядра. Освен това изотопите на хелий или ядрата на деутерия, уловени на катода, показват значително намалено кулоново отблъскване, което позволява последващи реакции на ядрен синтез и освобождаване на значителна ядрена енергия.



Фигура 2. Схематичен изглед на наблюдаваното в експеримента светлинно петно от отложени хелиеви ядра и изотопи върху катодния проводник на разстояние 40 cm от началото на металния кондензатор върху катода. Нанесена е предполагаемата траектория на алфа частиците при удара им върху катода с енергия от порядъка на 1,8 GeV





Фигура 3. Регистрирано с радиационен детектор GR-110G мощно гама излъчване от зоната на отлагане на алфа частиците върху катода. Минимумите в радиацията на графиката съответстват на моментите, когато лазерните импулси се спират от метална пластина. Максимумите съответстват на радиацията 28 пъти по-голяма от фоновото излъчване

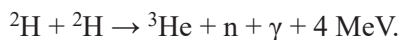
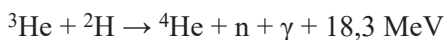
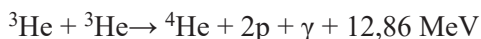
### Какъв вид ядрен разпад и реакции на синтез биха причинили такава масивна емисия?

Има два възможни канала за разпад на хелиевото ядро. Първият е разпадането на хелиевото ядро на хелиев изотоп с отделяне на неутрон и твърда гама частица, а вторият е разпадането на хелиевото ядро на две деутериеви ядра – изотопи на водорода, отново с отделяне на твърда гама частица:



Важна характеристика на уловените в катода изотопи на хелия е, че ядрата се натрупват на едно и също място и благодарение на електрическото поле на катода кулоновата бариера между ядрата намалява значително. В резултат на преодоляването на бариерата на Кулон

са възможни реакции на вторичен синтез на изотопи на хелий и водород главно по следните канали на синтез:



Класическите ядрени реактори на делене на тежки елементи в съвременните ядрени централи оставят голямо количество радиоактивни отпадъци. Утилизирането на тези отпадъци изисква значителен финансов ресурс и е един съвременен екологичен кошмар. При термоядрения синтез се създават нови ядра, които бързо рекомбинират в неутрални атоми при липса на дългоживущи ра-

диоактивни елементи. Две независими измервания от радиологични лаборатории, направени непосредствено след проведения експеримент по лазерно индуциран метод на разпадане на хелиеви ядра, показва отсъствие на радиоактивно замърсяване. Предложеният от нас метод е потенциално неограничен източник

на енергия, който може да замени опасните и замърсяващи околната среда с радиоактивни изотопи ядрени централи на делене на урана и плутония. По същество, този метод позволява генерирането на нов тип зелена енергия, което е и основно предизвикателство и цел в плановете на Европейския съюз.

Литература:

- [1] Patent application of L. M. Kovachev, E. Iordanova, I. P. Angelov and G. Yankov, Application N: BG/P/2024/113904: „Method and system for initiating nuclear reactions in the decay of helium nuclei to nuclei of helium isotopes and deuterium nuclei and subsequent nuclear fusion reactions with application to a laser fusion reactor“, 2024.
- [2] L. M. Kovachev, E. Iordanova, G. Yankov and I. P. Angelov, „Ultrashort laser-induced nuclear reactions: initiating decay of helium nuclei and subsequent fusion reactions“, DOI: 10.48550/arXiv.2409.08186, 2024.

## A NEW LASER METHOD FOR INITIATING NUCLEAR REACTIONS IN THE FISSION OF HELIUM NUCLEI WITH SUBSEQUENT FUSION REACTIONS

L. Kovachev, E. Iordanova, G. Yankov, I. Angelov

We present a novel method to construct particle accelerators targeting light atoms and nuclei using high-power femtosecond laser pulses. Initially, we confine light atoms within the laser pulse envelope due to longitudinal polarization forces, allowing them to acquire kinetic energies of several GeV. Subsequently, an external electric field separates the nuclei at the cathode, concentrating helium nuclei in a small area. The kinetic energy of the 1.88 GeV impacts, exceeding the alpha particle binding energy (28 MeV) by two orders of magnitude, induces powerful gamma radiation and neutron emission from decay processes. This experiment marks a demonstration of a laser-induced decay method for helium nuclei for the first time. Moreover, helium isotopes or deuterium nuclei trapped on the cathode show significantly reduced Coulomb repulsion, enabling subsequent nuclear fusion reactions and substantial nuclear energy release.

## 52-РА НАЦИОНАЛНА КОНФЕРЕНЦИЯ ПО ВЪПРОСИТЕ НА ОБУЧЕНИЕТО ПО ФИЗИКА

52-рата национална конференция по въпросите на обучението по физика на тема „Образованието по физика и дигиталните технологии“ се проведе от 13 до 16 юни тази година в Сливен. Тя се организира от Съюза на физиците в България (СФБ), Министерството на образованието и науката, фондация „Еврика“, Международната фондация „Св. св. Кирил и Методий“ и Община Сливен. Медийни партньори са Българска телеграфна агенция, Списание „Светът на физиката“, Национално издателство Аз-Буки, интернет сайтовете MediaBricks.bg и Наука OFFNews.

Темата на конференцията е актуална поради политиките за насърчаване на използването на дигитални технологии в обучението, на дейности за подобряване на квалификацията на учителите в

тази област и предоставяне на по-голям избор от ресурси – виртуална учебна среда в различни платформи и дигитални пространства, подходящо оборудване и интернет. Учителите се учат да подбират и използват ресурси, но нараства и броят на тези, които ги създават сами.

Обучението по физика в електронна среда изцяло се осъществи по време на пандемията от Covid-19. Това беше предизвикателство към учителите за използването на подходящи стратегии и подходи в новата образователна среда, с които да се постигнат образователните цели. По данни от анкети учителите по физика са сред най-успешно адаптиралите се към новите условия и след пандемията уверено продължават да използват дигиталните технологии.



### Представени бяха 8 пленарни доклада:

1. „Дигиталните технологии в образованието – политики и програми на МОН“ от Наталия Митева, зам.-министър на МОН.

2. „Как дигиталните технологии променят учебния процес и взаимодействието в класната стая (по данни от изследване на Института за изследвания в образованието)“ от д-р Светла Петрова, Институт за изследвания в образованието.

3. „Компютърно-симулирани експериментални задачи в ученическите олимпиади по физика“ от Виктор Иванов.

4. „Тенденции в обучението по физика от дигитална гледна точка на базата на библиометричен анализ на публи-

кации в световната база данни Web of Science“ от Ивелина Коцева и Мая Гайдарова.

5. „Съвременните дигитални технологии – нови хоризонти в университетското обучение по физика“ от Гинка Екснер, Желязка Райкова, Диана Стоянова и Цветелина Иванова-Варадинова.

6. „Дигиталните технологии в образованието и обучението по физика“ от Фабиен Кунис.

7. „Кратка история на дигиталната еволюция“ от Сашка Александрова.

8. „Дигиталните технологии в неформалното образование по физика“ от Ева Божурова, Свежина Димитрова и Антоанета Аврамова-Бончева.

### Представени бяха и три публични лекции:

1. „Нобеловата награда по физика за 2023 г. и приносът на български изследовател към нея“ от чл.-кор. Александър Драйшу.

2. „Квантови точки – Нобеловата награда по химия за 2023 г.“ от проф. д.фз.н. Евгения Вълчева.

3. „175 години от първия български учебник по физика на Найдено Геров“ от доц. д-р Мая Гайдарова.

В секцията „Средно образование“ бяха представени 19 доклада, в секцията „Висше образование и научни изследвания“ – 5 доклада, и в постерната сесия – 11 доклада.

Проведена беше и традиционната младежка научна сесия с тема тази годи-

на „Физиката и светът на технологиите“, за която ще бъде публикувана статия в следващия брой на списанието.

В края на конференцията се проведе дискусия „Дигиталните технологии в обучението по физика – възможности и перспективи“ с водещи: проф. д-р Желязка Райкова и доц. д-р Мая Гайдарова. Проф. д.фз.н. Иван Лалов в своето обобщение подчерта разумното и критично отношение на учителите и преподавателите за балансирано и ефективно използване на дигиталните технологии в обучението по физика.

Представените одобрени доклади на конференцията ще бъдат отпечатани в пълен текст в сборник с доклади с ISBN код.



## Съюзът на физиците в България

обявява провеждането на

# ЧЕТВЪРТИ НАЦИОНАЛЕН КОНГРЕС ПО ФИЗИЧЕСКИ НАУКИ

7 – 9 октомври 2024 г.


ИнтерЕкспоЦентър, София

### ОРГАНИЗАТОРИ:

Съюз на физиците в България, Българска академия на науките,  
Софийски университет „Св. Климент Охридски“,  
Министерство на образованието и науката, Съюз на учените в България

Медийни партньори:

Българска телеграфна агенция 

Списание „Светът на физиката“, Национално издателство 

Четвъртият Национален конгрес по физически науки има за цел да направи актуален преглед на научните изследвания в областта на физическите науки в България, а също и на трансфера на иновациите в индустрията, произтичащи от постигнатите научни резултати.

Конгресът е трибуна за решаване на проблемите, изясняване на перспективите и задачите пред физиката в сегашния период от развитието на страната ни. Фокусът на форума ще бъде върху приноса на българската наука в иновационния процес и нейното популяризиране.

Конгресът ще е най-голямото събитие през 2024 г., което е посветено на провъзгласеното от Общото събрание на ООН с резолюция A/77/L.100 **Международно десетилетие на науките за устойчиво развитие (2024 – 2033)**.

В 12-те секции, представляващи отделни симпозиуми, ще бъдат докладвани и обобщени резултатите от научните изследвания по физика у нас, а също така и изследвания с участие на български учени, работещи в чужбина и/или в сътрудничество с чуждестранни учени. Конгресът ще отвори най-важните насоки на бъдещите изследвания у нас, в международните научни организации и по международни проекти.

По-подробна информация за секциите, техните председатели и координатори, указания за подготовка на резюметата на докладите, линк към заявката за участие, както и за таксите за право на участие и сроковете, които трябва да бъдат спазени, можете да намерите на адрес: <http://upb.phys.uni-sofia.bg/conference/4kongres/index.html>.

## СОР 28, ДЕКАРБОНИЗАЦИЯ, ТЕРМОЯДРЕН СИНТЕЗ

Иван Цаков

Нестихващи пожари в Аляска, Австралия, Сибир, Тексас! Урагани във Флорида, Европа и Куба! В Западна Африка – наводнения, бури и урагани в Тихия и Атлантическия океан! Източното крайбрежие на САЩ и Ню Йорк потъват с 1 – 2 mm годишно, триметров сняг в Сиера Невада! Рекордни валежи в Пакистан! Второ поредно суперлято с огромни пожари в Европа, 79 дневна жега в Китай, горещини в Южна Корея, Филипините, Виетнам, Лаос и другаде! Изчезващата амазонска джунгла! Откъс-

ване на огромни антарктически ледници, по-големи от България! Наводнения и потоци у нас!

Температурата на Световния океан вече е 17,1 °С, с един градус повече, в сравнение с 1981 г.! Над нови 8 урагана с женски имена през последните години! Появи се VI-та категория за силата на ураганите! В Европейския съюз вече се изследва недостигът на вода през последните горещи години като източник на социални и междудържавни напрежения!?

### Апокалипсис на Земята!?

Така ли е? Вярно ли е, че климатичните изменения са причина за 90% от ранната човешка смърт и за 60% от икономическите загуби в развиващите се страни? И какво става въобще?!?

Учените доказаха, че сегашните климатични изменения на Земята идват от нашето антропогенно замърсяване на атмосферата и околната среда след започналата от 1860 г. промишлената революция. Измереното съотношение на елементите стронций/калций в скелета на една 300-годишна рифова гъба от бреговете на Пуерто Рико, съпоставено с данните от топящите се ледове и гъстотата на кръговете в сечението на отрязани вековни дървета, показват че земната температура се е повишила с 1,5° спрямо референтната стойност от 2012 г.! Защо!?

До 30% от видимата и невидима слънчева радиация, достигайки земна-

та повърхност, се отразява обратно от нея, както и от облаците, снежната покривка и от ледовете. Останалите 70% се поглъщат от Световния океан, Земята и атмосферата, след което се разсейват обратно в нея като инфрачервено лъчение (топлина) със средна температура около 15 °С. Това е задължителната температура за възникване на живот на Земята. Без атмосферата и равновесието „разсейване/поглъщане“ на Земята би било студено до минус 153 °С, както в безатмосферната Луна, или горещо до 462 °С, както е на Венера, заради плътната ѝ атмосфера.

Основните поглътителни на инфрачервеното лъчение в атмосферата, а оттук и на замърсяването, са т.нар. парникови газове: въглероден диоксид (CO<sub>2</sub>), водни пари, азотен оксид (NO<sub>2</sub>) и метан (CH<sub>4</sub>). Главният замърсител е въглеродният диоксид CO<sub>2</sub> – безцветен и без мирис нетоксичен газ, съединение

на въглерода (на латински „carbo“ означава въглища) с другия основен елемент на Земята – кислорода. Още през 1896 г. шведският учен Сванте Арениус изучава въглеродния диоксид. Той се отделя при работа и преработка на въглеродосъдържащи вещества, от горски пожари, наземен и въздушен транспорт, отопление с въглища и дърва, от въглищните електроцентрали, индустрия, селско стопанство, нефт, газ и др.

Една трета от тези газове се отделят и от световната хранителна индустрия – отглеждане, преработка и производство на всичките ядливи продукти за човечеството. През 2023 г. CO<sub>2</sub> емисиите са близо 40 млрд. тона – с около 1,3% повече от 2022 г.

Образно казано, обгръщайки Земята като топлинно одеяло, тези газове действат както покривалото на селскостопанските парници, откъдето идва и наименованието им „парникови газове“, а оттук – и името на въздействието им – „парников ефект“. По данни на НАСА индустриалната революция от последните два века е довела до 50% увеличение на парниковия ефект!

Един от основните „производители“ на въглеродния диоксид е енергетиката. Сега 60% от нея идват от изгарянето на ископаеми въглеродосъдържащи източници, а прогнозно до 2050 г. енергоконсумацията ще се увеличи двойно! В света 69 страни създават 97% антропогенно замърсяване – Китай, САЩ, Европа и Индия са главните замърсители! До 49% е нараснал делът и на развиващите се страни в парниковите емисии.

Заради климатичните изменения терминът декарбонизация доби нов граждански смисъл, а именно – премахване на

всякакви човешки въглеродни замърсители. През 2020 г. в земната атмосфера са изхвърлени милиарди тонове въглероден диоксид. Само на Китай се падат 10 млрд. тона!

През 2015 г. в Париж, на COP 21\* (съкращение на *Conference of Parties* – Конференция на страните) се постигна консенсус за прословутото „NET ZERO“ (NZ). Целта е след 2050 г. всичко, от което се отделя CO<sub>2</sub> – нефт, газ, двигателите с вътрешно горене и основно въглищата, да бъде извадено от употреба! Защото, ако през 2013 г. за добив на въглища са похарчени 7,65 трилиона долара, то за 2023 г. те вече са 8,03 трилиона долара. Целта е до края на десетилетието да се постигнат заветните не повече от 1,5 – 2 °C повишение на земната температура спрямо 1860 г. Днешната средна земна температура е 13,9 °C. Заедно с човешката дейност тя силно се влияе от слънчевата активност, както и от циклите на прословутото течение „Ел Ниньо“. Последните затопляния доведоха до активирането на антипода му „Ла Ниня“.

Съгласно доклад на ООН, за ограничаване на температурния ръст до 1,5° е необходимо 43% намаление на вредните емисии. Ако това не се изпълни, допълнителното повишаване на температурата с 2° би довело до разтопяване на ледниците от полюсните шапки с последващо покачване на нивото на Световния океан и заливане на нискокрайбрежни страни, което вече се наблюдава!

През сайта на *Greenpeace* всеки един от нас може да пресметне с колко замърсява околната среда. То се определя от местоживеене, заемана жилищна площ и отоплението ѝ, ежедневно пътуване с кола до работа и обратно, и т.н. – perso-

нално всеки един от нас замърсява с от 3 до 5 t CO<sub>2</sub> годишно!

В Дубай, през декември 2023 г., с участието на 154 ръководители на държави и правителства, над 200 представители от цялата Земя и 85 хиляди участници, се проведе поредното COP 28, отново за климатичните изменения. Основното решение бе да се намалят с 43% емисиите на парниковите газове в сравнение с 2019 г. При това всяка страна трябва да приеме и изпълнява ВЕДНАГА свои собствени решения за удвояване на енергийната си ефективност без всякакво замърсяване. Предлага се NZ емисии да се постигнат чрез утрояване до 2030 г. на количеството възобновяеми енергийни източници: фотоволтаични, вятърни и биоенергетични, водни, ядрени и др., които да заместят въглеродните енергоизточници – въглища, газ, нефт.

За целта се създава Специален фонд от 100 млрд. долара за развиващите се страни. Планирано е на COP 29 в Баку, Азербайджан, 2024 г., да бъде формирано ново финансиране съобразно с получените резултати, а на COP 30 в Бразилия – окончателен преглед на националните резултати за планираното 1,5 градусово намаление на земната температура.

По план от 2,8 трилиона долара за енергетика през 2023 г. 1,8 трилиона са отишли за възобновяеми енергоизточници – ветрогенератори, фотоволтаици и др, но пък 1 трилион долара – за добив на въглища, нефт и газ. Обнадеждаващо е, че през 2022 г. 90% от нововъведените енергоизточници са фотоволтаични (соларни) и ветрови електрогенератори. Планира се техният дял от 28% през 2020 г. да достигне 49% през 2050 г.

Цените на вятърните елгенератори варират в зависимост от местоположението им – монтирани на суша от 2 до 4 млн. долара, а в море – до няколко десетки милиона. Основно 70% от тяхната цена са разходи за производството им. Един ветрен 1,5 kW елгенератор произвежда около 2600 kWh за година, което е около 25% от нуждите на една еднофамилна къща. При цена 100 000 \$, един вятърен 15 kW-ов ще произведе годишно 36 000 kWh. Един 100 kW-ов вятърен генератор, обезпечаващ едно средно голямо училище, струва близо млн. долара. Един соларен MWh през 2022 г. е с цена 33\$, ветрови на суша – 40\$, в морето – 120\$, докато един въглищен MWh струва 73\$. Покривните соларни панели набират голяма популярност, особено като кооперативни сдружения за оползотворяването на обществени покривни площи. В Южна Корея бе построена най-голямата 40 MW-ова покривна соларна станция в света. Китай разполага с 584 теравата (TW) соларна електроенергия, втори са САЩ със 238 TW, а Индия е на трето място със 113 TW. Това звучи много обнадеждаващо, защото тези страни са най-парниково замърсяващите! Макар че соларните и вятърните елгенератори заемат обработваема земя, разумно е да инвестираме повече средства в тях и усъвършенстването им, отколкото за защита на околната среда и за възстановяване на нейното подкопано здраве! Бъдещите поколения не ще простят днешното ни скъперничество!!

Друго перспективно решение за NZ е рязко въвеждане на нови ядрени мощности. През 1954 г. в град Обнинск, Русия, бе създадена първата атомна електрическа централа в света. Правилно е да се



нарича ядрена, защото се дели урановото ядро, а не урановият атом. Големите ядрени инциденти в Чернобил, Украйна, през 1986 г., и във Фукушима, Япония, през 2011 г., и засиленото влияние на Движението на Зелените, респектираха темповете за въвеждане на нови ядрени централи. Обаче ядреноенергетичната наука се развива по-бързо от опасенията! По данни на Международната агенция по атомна енергия (МААЕ) през август 2023 г., на Земята функционират 410 ядрени електростанции в 31 страни и още 57 са в пуск в 17 страни. Те са 10% от световната електроенергия и обезпечават 368 GW електроенергия, произведена с нисковъглеродни емисии.

На договорената в COP 28 среща през март 2024 г. в Брюксел, над 30 страни, въпреки разногласията между Франция и блока на Австрия/Германия, все пак приеха обща декларация за обновяване и рестартиране на европейската ядрена енергетика. Подчертан бе интересът на частния бизнес и подкрепата на Световната банка към ядрената енергетика с нови безопасни стандартни и малки модулни реактори. САЩ подкрепиха декларацията и ще заделят 2,7 млрд. долара за тази цел.

Известно е, че цената и пусковият срок на ядрен реактор растат почти двукратно до въвеждането в експлоатация. За да се изпълни предложението за утрояване, в следващите 40 години трябва да се построят нови 700 реактора при сегашните 410. Ще отбележим, че Световната банка е готова да задели около 75 млрд. долара за ядрена енергетика със стандартни ядрени реактори. В САЩ се прогнозира 15 трилиона долара за утрояването на ядрените им центра-

ли, заедно със сега съществуващите. По данни за 2022 г., начело в ядрената енергетика е Франция с 62,4%, следвана от Словакия – 62,15%, Украйна – 62,1%, Белгия – 45,6%, Унгария – 44,5% и др. България се нарежда на 10-то място с 34,6% електроенергия, произведена от ядрена електроцентрала.

Времето за проектиране и строеж на ядрена централа е около 15 години и планираното утрояване ще отнеме 40 години – за пример в периода 2011 – 2022 г. са въведени средно по 5 енергоблока. Трудно предвидимите климатичните изменения за такъв дълъг период обаче явно ще ускорят приетото решение.

По прогнози на МААЕ разработката на новите малките модулни реактори (ММР) също има определен дял в изпълнението на предложението от Брюксел. Засега работят три ММР в Русия, Индия и Китай, а 65 са в проект. Този тип реактори се произвеждат модулно по заявка на потребителя и се доставят на предварително подготвена площадка, където се сглобяват и свързват със съществуващата електропреносна мрежа. Проектирането и пускането им в експлоатация трае от 2 до 3 години – при 6 до 15 години за стандартните. ММР са с ниска инфраструктурна себестойност и са лесно приспособими към локалните нужди на района. Такива „мини“ ядрени електростанции се комплектоват добре с хидро-геотермални, биомасови, фотоволтаични, вятърни електростанции в т.нар. хибридни електроенергийни системи, с което се решават пиковите почасови потребности от еленергия. Това е добро решение, като се знае метеорологичната зависимост на последните два вида. Те, освен електроенергийно,

решават и други локални енергийни нужди като отопление, напояване и др. В непикови часове ММР ще се използват за помпено запълване на изпразнени водни резервоари на хидростанциите. По предварителни оценки 6 ММР с мощност 77 MW са с цена около 10 млрд. долара.

Основният и плащещ проблем на ядрените електростанции е съхраняването и утилизацията на отработеното им силно радиоактивно ядрено гориво, съпътстващите радиоактивни продукти и извеждането от експлоатация на радиоактивните реактори. Това са обекти с дълго време на радиоактивен живот и е тежка и постоянна задача и за идващите поколения! Към днешна дата има стабилни и дълговременни решения на този проблем. В последните години Финландия създаде дълбоко 400-метрово скално радиоактивно хранилище със 100 и повече годишен капацитет за такива отпадъци. Отделно МААЕ, в която членуват 178 ядрени и неядрени страни, държи под контрол движението, съхраняването на такива продукти и демонтирането на реакторите. Ще отбележим че „руските санкции“ на Европейския съюз поставиха Република България в опасна ситуация – досега Росатом, освен с доставката, се ангажираше и с извозването и утилизацията на отработеното козлоудийско ядрено гориво. Проблемни са нещата обаче с новото американско гориво за козлоудийските реактори и проектите за новите 7 и 8 енергийни блокове.

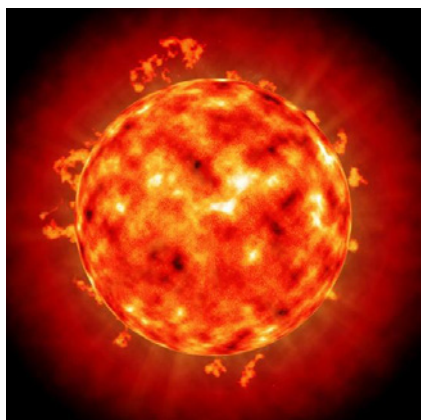
Остъкляването и запечатването в световен мащаб на стотици хиляди тонове отработено силнорадиоактивно ядрено гориво, с период на полуразпад хиляди години, в дълбоки шахти в отдалечени скални масиви за хиля-

долетия, създава и етични проблеми в отношенията между днешното и бъдещите поколения. Това прави околните територии дълговременно неизползваеми и изискващи постоянна охрана от зловредни намерения. Тенденцията държавите с ядрена енергетика да „изнасят и погребват“ радиотоксични отпадъци в други, с по-слабо развита икономика, също е част от етиката на проблема.

Развитието на материалознанието, реакторната физика и новите технологии възобновиха интереса към реакторите на бързи неутрони. В режим на затворен цикъл, в който урановото гориво се рециклира и използва многократно, освен че увеличават рязко енергийния си капацитет, тези реактори произвеждат и бързо дезактивиращи се радиоактивни отпадъци. В тази технология периодът им на полуразпад намалява от хилядолетия до 200 – 300 години. Такива реактори на бързи неутрони работят и са в проектен запуск в Русия, Китай, Индия, Европейския съюз, Обединеното кралство, САЩ. Друго полезно решение за намаляване на радиоактивността на компонентите на отработилите реактори и отработеното гориво е трансмутацията – превръщане на дългоживущите ядра на радиоактивните елементи от отпадъците в стабилни или краткоживущи, но вече с период на полуразпада в стотици, а не хиляди години.

Освен възобновяемите, водните и ядрените източници на електроенергия, има и друго решение на енергийните проблеми на човечеството. То е почти вечно и с минимални съпътстващи емисии на парникови газове и натрупани радиоактивни отпадъци. Това са термо-ядрените реактори!

Слънцето, звездата на нашата планетарна система, както и другите звезди, е плазмено тяло. Плазмата е четвъртото агрегатно състояние на материята – освен твърдо, газообразно и течно. Слънчевата, предимно водородна плазма, се състои от свободно движещи се йони, електрони и други частици при колосалните 40 млн. млрд. атмосферни гравитационно налягане в ядрото му, което създава в него 10 и повече милионна градусова температура. Това води до термоядрена протон-неутронна реакция на водородните ядра с последващ синтез на елемента хелий.



Фигура 1. Нашето Слънце е с температура 6000 °C на повърхността и 15 млн. градуса в ядрото

Термоядрените процеси се дължат на химическия състав на Слънцето – 74% водород, 24% кислород и около 2% други химични елементи. Процесите се наричат термоядрен синтез, защото се обединяват ядрата на водородните атоми. Само 0,7% от всичките енергийни превръщания на слънчевия водород идват при нас като светлина и топлина. Поради т. нар. дефект на масата при термоядрения синтез се освобождават огромно количество светлинна, топлинна и радиационна

енергия. За една секунда в Слънцето „изгарят“ около 4,2 млн. тона водород, но поради огромната му маса нашата Слънчева система ще я има още поне 5 млрд. години. Това е така, защото Слънцето съдържа 99,86% от масата на нашата планетна система, а останалите 0,14% са в планетите и астероидите в нея!

Откритието и обяснението на учените от миналия век за термоядрения произход на звездната и слънчевата светлина ги навежда на мисълта за наземен термоядрен синтез като безкраен източник на електрическа енергия. Предложението е в затворен обем да се създаде плазмен шнур от двата водородни изотопа деутерий и тритий при температура вече до 100 – 150 млн. градуса, но при налягане милионни части от атмосферното. Това води до разкъсване на ядрата на деутерия и трития с освобождаване на огромно количество неутрони и синтез на хелий – следващия елемент от системата на Менделеев. Поради дефекта на масата това е съпътствано с отделяне на колосална топлинна енергия. В това е разликата от ядрената реакция в ядрените реактори, в която се разкъсва тежкото ураново ядро.

Недалеч от градчето Кадараш, на 42 хектара площ (Фигура 2), близо до Марсилия, Франция, огромен научен колектив над 5000 физици, инженери, техници от 35 страни от Европа, Русия, САЩ, Япония, Англия, Германия, Франция, Индия, Китай и Южна Корея, повече от десетилетие строят Международен термоядрен експериментален реактор ITER (*International Thermonuclear Experimental Reactor*, а на латински „*iter*“ означава „път“).

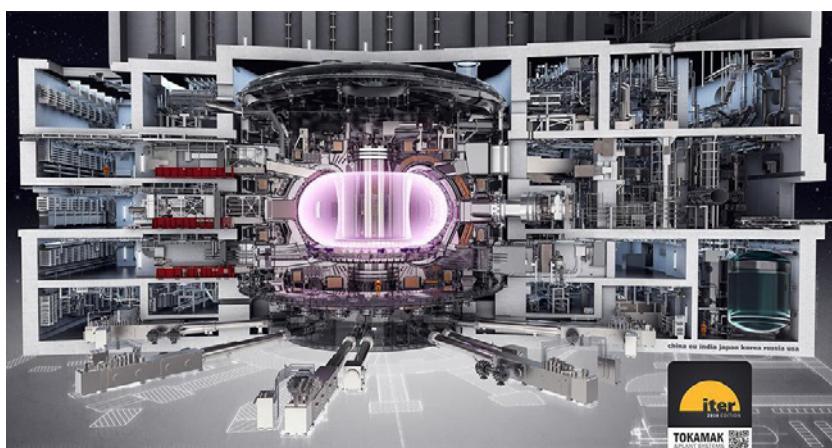
Идеята за този международен про-



Фигура 2.  
Общ вид на  
ITER с 42 ha  
площ

ект идва от далечната 1956 г., когато руският учен академик Игор Курчатов предлага на руско-английски семинар в свръхсекретната лаборатория в Харуел, Оксфорд, Англия, коопериране на усилията по термоядрения синтез. Втората стъпка е направена през 1985 г. в Женева, когато лидерът на Съветския съюз Михаил Горбачов предлага на американския

президент Роналд Рейган да започнат съвместно този проект. Официалната рождена дата на ITER, с близо 25 млрд. долара проектна стойност, е ноември 2006 г., когато бе подписан Меморандум за международния проект. Той ще бъде окончателно завършен през 2025 г. В паралел с неговото строителство ще се решават и физичните и технологични



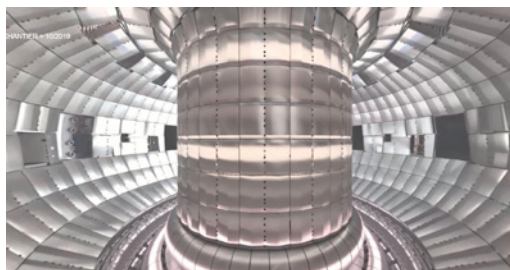
Фигура 3. Общ вид на зданието на ITER с разположената по етажите поддържаща ТОКАМАК апаратура. Светливиолетовата елипса в средата е  $6,2 \times 2$  m плазмен деутерий/тритиев шнур

проблеми за създаване на прототип на действаща термоядрена електроцентра-ла DEMO със запуск към 2050 г.

Машината с 23 хиляди тона тегло, в която ще се създаде термоядрена плазма, се нарича ТОКАМАК – руска аб-ривиатура на „Тороидальная Камера с Магнитными Катушками“ (Тороидална камера с магнитни бобини) е разполо-жена в здание с височина 73 m (60 m над земята и 13 под земята). Токамак е пред-ложена и концептуално разработена от руските учени Игор Тамм и Андрей Са-харов през 1950 г. Във вакуумната камера на токамака с 5200 t тегло ще „живее“ 830 m<sup>3</sup> плазма от двата водородни изотопа деутерий (D) и тритий (T) (Фигура 3).

Изкуственият термоядрен синтез в ITER в известна степен ще имитира процесите в слънчевото ядро. За целта камерата с диаметър 19,4 m е разполо-жена в средата на 3 вида свръхсилни свръхпроводящи магнити на токамака, създадени от специален 100 000 km на-мотан проводник от сплав ниобий/калай (Nb<sub>3</sub>Sn). Задачата е да се „съблекат“ ато-мите на двата водородни изотопа и от газообразно състояние те да преминат в самоподдържащо се плазмено състояние.

По няколко начина впръснатата във вакуумната тръба DT смес се „подгръ-ва“ и температурата ѝ достига до над 100 млн. градуса. Специалните магнитни по-лета около нея удържат и формират (т.нар. конфайнмънт) плазмата в шнур далеч от стените на камерата, за да я предпазят от разтапяне и корозия. При тази темпе-ратура сместа се йонизира, превръща се в плазма, раждат се неутрони и хелиеви ядра, имаме самоподдържаща се термо-ядрена реакция. Отделената енергия от нея загрява охлаждащата вода в обвив-



Фигура 4. Плазмената камера на ITER с обем 840 m<sup>3</sup>

ката на вакуумната тръба на токамака до парообразно състояние, чрез което, по класическата турбогенераторна схема, се задвижва ротора на електротурбината.

При 50 млн. вата приложена елек-троенергия за създаване на плазма в токамака, термоядрената реакция в не-го, трябва да произведе импулсно 500 милиона вата изходна електроенер-гия в цикъл от 500 – 600 s. За работа в непрекъснат режим на 800 MW термо-ядрена електростанция един килограм деутерий-тритиево гориво (2/5D + 3/5T) за термоядрен реактор е енергетич-но еквивалентен на 10 000 t въглища, а целодневната порция е 300 g DT смес. Няколко грама от горната смес би за-доволила 60-годишната консумация електроенергия на един гражданин от европейска страна. И то без въглеродни и други емисии, освен парата от електри-ческите турбогенератори на ток. Двата компонента на горивната DT смес са лес-но достъпни (Фигура 4).

В термоядрения реактор роде-ните от синтеза неутрони създават вторично гама-излъчване, което активи-ра радиационно обвивката/охлаждащия компонент на вакуумната му камера. Фи-зикохимичните свойства на избраните ѝ конструктивни елементи могат да сведат следексплоатационното деактивиране

на камерата до няколко десетилетия! Това е и основното предимство на термоядрения реактор пред ядрения, чиято дезактивация на отработените компоненти и гориво траят стотици и хиляди години. Друго предимство е, че синтезът е самоподдържаща се реакция – без гориво, тя автоматично спира. Непрекъснатата реакторна работа се контролира и регулира от 47 разновидни детектори, разположени във всички критични точки.

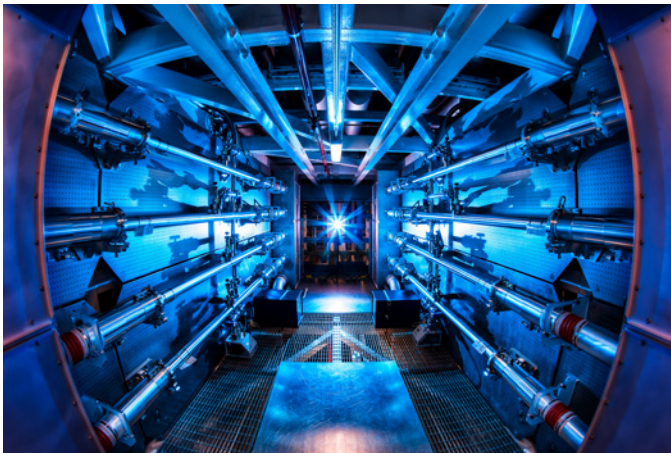
През последните години големи успехи регистрираха приключилият с 40-годишен опит европейски термоядрен токамак реактор JET в Англия, както и работещият в Китай термоядрен реактор EAST с 1056 s време на живот плазма. В град Нака, Япония, е създаден и е пред запуск, съвместен европо-японски Токамак JT 60SA.

Лазерният конфайнмънт в Националната лаборатория Лорънс Ливърмор в Калифорния, САЩ, струва 3,5 млрд. долара. През 2023 г. 192 мощни лазерни лъча сфокусираха 2,05 млрд. джаула светлинна енергия и „подпалиха“ 5-секундна плазма при налягане около 1

млрд. атмосфери в замразена DT диамантено-капсулована сачма (Фигура 5).

При тази температура плазменото налягане е около 1 млрд. атмосфери, а това са идеални условия за термоядрен синтез! Изпълнено е условието за реален КПД на процеса – отделената енергия е 3,88 млрд. J – повече, отколкото е вложена! За отбелязване е обаче, че добитата термална енергия от синтеза е 1% от вложената в създаването на лазерния импулс електроенергия! Проблеми на лазерния конфайнмънт са огромната лазерна енергоконсумация в съпоставка с изходната лазерна енергия, механиката за постоянното подаване на DT сачмичките, извличането и оползотворяването на отделената топлина за производство на електричество, увеличаване на лазерния кпд и други. Неотдавна WEST (*Wolfram Environment Steady-state Tokamak*), термоядрен реактор на 3 km от ITER в Южна Франция, постигна 6-минутна 16 милиона градусова плазма. Това е нов рекорд за термоядрения синтез!

В Русия, освен цели поколения работещи токамаци, се разработва хибридният проект „Синтез-Деление“, DEMO-FNS,



Фигура 5. Лазерен конфайнмънт в САЩ, Национална лаборатория Лорънс Ливърмор: сфокусирани са 192 лазерни лъча в точка с размери на човешки косъм, в която е разположена DT мишената (източник: Damien Jemison/LLNL)

в който токамак-неутроните се насочват към ядрен материал за създаване на гориво и за утилизация на отработено ядрено гориво от електростанции и корабни реактори. В окончателния си вариант системата ще се включи в енергийната система на страната.

Какви са проблемите пред термоядрения синтез и финансово оправдан ли е?

Основният проблем е постоянното осигуряване на DT горивото. Наличните 2 kg тритий в света засега стигат за първите експерименти. При цени от 2022 г. един g тритий струва 30 000 долара. С литиева облицовка на вакуумната токамак-камера тритият може да се самонаработва чрез ядрена реакция в нея с неутроните от синтеза. Геологическият литиев резерв е над 100 млн. тона. Другият компонент, деутерият, може да се добива сравнително просто, евтино и безкрайно от океанската вода, където запасите стигат за 150 млн. години!

Евентуален проблем е и надеждността на свръхпроводящите магнити, намотани със 100 000 km ниобиево-калаеви ( $Nb_3Sn$ ) проводници при дълговременната им експлоатация. Захранващите ги над 68 000 A силни токове при авария биха стопили охлаждащата и вече радиоактивна обвивка на вакуумната камера. Проблемът се решава в Националната лаборатория Лорънс Бъркли в САЩ.

Термоядреният синтез освен чрез токамак се изследва в различни частни и държавни плазмформиращи установки като стеларатори, лазерно-сфокусирана плазма, т.нар. Z-pinch ефект и др. В света има около 140 токамака, стеларатора и други, разработвани в 130 държавни и частни проекти, от които 90 са в експе-

римент. Целта и при тях е до 2025 г. да има термоядрен синтез, а към средата на 2050-те години да има експериментална термоядрена електроцентраля. Изследват се и други термоядрени горива, но те изискват много по-гореща от 100 млн. градуса плазма, което пък предполага нови конструктивни материали и концепции.

Засега се работи основно по конфейнмента (удържането) и довеждането на времето на живот на плазмения шнур до постоянни енергопроизводствени нива. Резултатите залягат в конструкцията на всички публично-частни плазмодържащи термоядрени реактори и след това електроцентраля.

Хронологично се смята, че експлоатацията на ITER през 2025 – 2040 г. ще определи окончателно DEMO конструкцията му и след 2040 – 2050 г. тя ще влезе в експлоатация. В периода 2035 – 2045 г. първата частна термоядрена електростанция трябва да заработи. След 2060 г. се очаква световна индустриализация на този енергиен отрасъл.

Възниква въпросът, с колко ще се увеличат въглеродните емисии от всичките тези съпътстващи изследванията етапи за производството на термоядрен реактор.

Споменахме, че метеорологичните зависимости силно ограничават вятърните и соларните генератори, особено в пиковите часове. Друго решение идва с оптимизирането на водородните и батерийните клетки. Тези изследвания и следващите ги производства също са потенциално опасни с други вредни  $CO_2$  емисии. Това важи и за утилизацията им след време – актуален проблем за всички съществуващи и нови енергоизточници!

Сегашното модно говорене за многократно радиоактивно по-безопасна и дългоживуща като нашето Слънце термоядрена електроцентрала се базира само на натрупания опит от институтски и изследователски терморектори. В основата лежат теоретични пресмятания,

че централа, генерираща 1500 MW електроенергия, изисква 600 g тритий и 400 g деутерий, т.е. 1 kg дневна доза гориво, или 0,5 t DT гориво годишно. В топлинен еквивалент това са 10 000 t въглища за съвременна аналогична електроцентрала.

### Какви са досега твърдо доказаните ползи:

- достатъчни запаси от DT гориво;
- трудният старт на синтеза и начинът на подаване на DT горивото изключват инциденти като Чернобил и Фукушима;
- висока енергийна ефективност в сравнение с другите енергоизточници, растяща непрекъснато с развитието на ядрената наука и материалознание, както и с използването на нови видове горива;
- несравнимо по-ниски нива на радиоактивно замърсяване и опростена утилизация на терморекторите;
- и най-важното гарантирано ПЪЛНО NET ZERO след 2050 г.!

Продължаващите климатични изменения явно ще ускорят изследванията по синтеза, новите конструктивни материали и горива. Това неминуемо води до активиране и на частния бизнес, което се доказва на проведената в Страсбург среща на учени, специалисти и бизнесмени (Фигура 6).

Ясно е, че задачата е финансово непосилна за една държава. Гениална бе идеята на Игор Курчатов от 50-те години на миналия век, че световното коопериране е най-късият път за овладяване на термоядрения синтез! Това го наложи и работата по ITER. Първоначалната 6 млрд. долара цена набъбва на 24 млрд. сега, но е ясно, че към 2035 г. заедно с експлоатационните разходи, тя ще е над 40 млрд. евро. – це-

на, непосилна само за една държава!

САЩ официално утвърдиха 10 млрд. долара за 10-годишен проект за действащ термоядрен реактор. Той трябва да обезпечи 75 млн. домакинства до 2050 г. Правителството на ФРГ създаде милиарден фонд пак със същата



Фигура 6. Европейска среща „Fusion Energy Workshop“ в Страсбург, 23.04.2024



цел. Обединеното кралство финансира с 20 млрд. паунда нови публично-частни разработки и подписа съглашение за сътрудничество със САЩ. Индия и Русия планират разработка и създаване на уникален термоядрен реактор. Япония, заедно със съвместния си с Европа токамак проект, стартира свой лазерен термоядрен конфайнмънт и търси партньори. Унгария върви по свой път. Япония и САЩ подписаха договор за съвместни изследвания! Южна Корея е на същия хоризонт. В света са създадени и работят усилено над различни видове плазма-конфайнмънти повече от 40 частни компании. Сформирани са множество национални и международни научно-развойни обединения по термоядрен синтез.

През 2012 г. бе публикувана Пътната карта на Договор за европейско термоядрено развитие, което е предшественик на създаденото през 2014 г. в Европейския съюз обединение *Eurofusion* с общ гаранционен фонд от 1 млрд. евро. Още тогава беше отчетено, че развитието на изследванията ще изисква годишни разходи пак в тези размери, ако Европа иска да остане лидер. Създаването на ITER е база за това лидерство. Освен националните програми гарант за това е и приетата през 2023 г. програма на Европейския съюз за публично-частна собственост на всички инициативи за термоядрен синтез. Неотдавна МААЕ анонсира създаването на Световна група за термоядрена енергия от учени, инженери, политици, финан-

систи, регулатори и частни компании с една единствена цел: **всестранно ускоряване на индустриализацията на този енергиен сектор в световен мащаб.**

Република България също е член на *Eurofusion* с водеща организация Институтът за ядрени изследвания и ядрена енергетика при БАН.

От изложението става ясно, че термоядреният синтез вече е фаворит на световната енергетична наука! Интензивните научни изследвания, впрегнатият огромен научно-технически потенциал и вложените финанси, са сигурна гаранция за близък пробив на този фронт.

Знаейки за разрушителната сила на атомния взрив, немският физик Клаус Фукс, водещ участник в проекта „Манхатън“, навремето предаде информация от създаването на американската атомна бомба на Русия. Затова в съда, при предявеното обвинение за шпионаж, той пледираше за „Световна споделена отговорност за бъдещето на планетата Земя!“.

От казаното дотук става ясно, че термоядреният синтез не е дело, привилегия и полза само на избрани народи. Още повече, че деутерият ще се добива от водите на Световния океан, който е **една световна обща собственост.**

**Затова термоядреният синтез е новата Световна споделена отговорност за бъдещето на нашата цивилизация!**

Затова предлагам девизът на заетите в Световния термоядрен синтез учени, специалисти и бизнесмени, да бъде:

**„Всички работим за всички!  
Всичко направено е за всички!“**

ЛИТЕРАТУРА:

1. CERN Courier, 3, November, 2021
2. www.ITER.org; weeklies reports
3. Global Fusion Energy Report 2023
4. EU Blueprint for Fusion Energy, Strasbourg, 23 April, 2024
5. Bulletin of the Atomic Scientist, May 2023
6. Analysis of Strategic Public-Private Partnership Approach to Foster Innovation in Fusion Energy, Final Report, EU 2023
7. Status of DEMO-FNS development from IOP Science; IP Address: 132.239.1.231

## COP 28, DECARBONIZATION, THERMONUCLEAR FUSION

Ivan Tsakov

Some contemporary data of the Earth climate changes due to the uncontrolled human industrial activities in the last few centuries are listed as a danger currently and for the future generations. A short description of the Conference of Parties 28 (COP 28), which was held in Dubai in December 2023, is given in light of the previous COP events. The possible solutions following Paris COP Net Zero decision, such as photovoltaics and wind power, are compared to today's nuclear power plants, as well as to thermonuclear fusion. The fusion is viewed as the main solution of the CO<sub>2</sub> problem and the future world energy deficit. The latest results in fusion at the Cardache ITER, the US National laser confinement, in China, Russia etc. are presented. Some current problems for fusion are mentioned too.

\*Конференцията на страните (*Conference of the Parties – COP*) е върховният орган за вземане на решения на Рамковата конвенция на ООН по изменение на климата (*United Nations Framework Convention on Climate Change*), международен договор за околната среда, ангажиран с изменението на климата. Конвенцията е ратифицирана от 197 страни. COP заседава ежегодно, за да оцени напредъка в борбата с изменението на климата. (бел. на Редакцията).

## КОСМИЧЕСКИТЕ ТЕХНОЛОГИИ – АТРАКТИВНИ ПРИМЕРИ В ОБУЧЕНИЕТО ПО ФИЗИКА

Гаро Мардиросян, Юлия Крумова

Космическите технологии са типична интердисциплинарна област на съвременната човешка дейност. Те не само се базират, но и възплават в себе си методите, средствата и постиженията на почти всички области на човешкото научно познание, като се започне от природо-техническите и се завърши до обществено-хуманитарните науки. Но има една наука, връзките на която с космическите технологии са изключително силни и се мотивират от самата същност, историческото развитие и обекта на тези научни, технически и технологични дейности. Тази наука е физиката с всички нейни дялове, включващи и класически физични постулати, и най-съвременните постижения. Това са принципът на движение и устройството на космическите летателни апарати, орбиталните характеристики и траекториите на космическия полет в отделните му етапи, методите и средствата на космическите изследвания по принцип, връзката между космическите летателни апарати и наземните станции, проблемите на безтегловността. Тук се включват и редица технологични въпроси, отнасящи се до основни физични характеристики

### Механика

В примера за *реактивно движение и ракети* е интересно да се посочи, че обикновено почти 90% от общата маса на една космическа ракета-носител се падат на горивото и само 10% на самата ракета.

на средата като налягане, температура, оптични характеристики, космически вакуум и още много други. Поради всичко това може да се твърди, че космическите технологии са богат, благодатен и ефективен източник на атрактивни и лесно запомнящи се примери в обучението по физика и в средния училищен курс. И действително в учебниците по физика и астрономия в гимназиалния курс са дадени редица обяснения, примери, задачи и илюстрации, отнасящи се към космонавтиката. Те обаче далеч не отразяват напълно големите възможности на космическите технологии в коментирания аспект. Целта на настоящата статия е с някои конкретни примери да се илюстрира това твърдение по отношение на основните дялове на физиката, изучавани в средните училища. Освен това се дава и възможността към тези конкретни примери да се посочат и най-значителните постижения на българските учени и специалисти в областта на космическите изследвания и технологии – повод за заслужена гордост и пример. В зависимост от класа, преподавателите могат да използват посочените примери с или без адаптация.

Така че може да имаме представа колко тона гориво носи тристепенната ракета „Сатурн“ например, която има стартова маса около 3000 t, и с която космически-те кораби „Аполо“ (*Apollo*) достигнаха

до Луната.

Когато се говори за различното *атмосферно налягане* на морското равнище и на планинския връх, може да се илюстрира с примери какво е атмосферното налягане на височина например 250 – 300 km, на която са орбитите на тежките обитаеми (пилотируеми) орбитални станции и някои изкуствени спътници на Земята (ИСЗ) или, както напоследък за по-кратко се наричат, сателити. Може да се коментира какво би станало, ако се наруши херметичността на тези космически летателни апарати – например, ако миниметеорит се удари в тях и пробие обшивката им. Още по-впечатляващ е примерът с микрометеоритите, които могат да пробият скафандъра на космонавт, работещ в открития Космос. Независимо от малките си размери, движейки се с огромна скорост, те носят голяма енергия и споменатият риск е напълно реален. И какво би станало ако това се случи...

Системата за осигуряване на газовия състав на *атмосферата* в орбиталните станции се състои от две подсистеми: система за подаване на кислород – осигурява подаване в атмосферата на обитаемия отсек по 0,9 kg кислород на денонощие за един космонавт, като поддържа парциално налягане на кислорода в атмосферата на секцията в диапазона от 180 до 300 hPa, и система за прочистване на атмосферата – предназначена да събира и отстранява около 1 kg въглероден двуокис на денонощие и поддържа неговото парциално налягане на ниво не по-високо от 10 hPa. Тази система също очисти атмосферата от вредни микропримеси, отделени от апаратурата и хората.

Един от главните проблеми при съединяването (скачването) на космически

кораби, които си пролича при съвместния космически полет „Съюз-Аполо“, е въпросът за общата атмосфера. Атмосферата на съветските (руските) космически кораби по състав и налягане е близка до земната, докато в „Аполо“ атмосферата е чист кислород със значително по-ниско налягане – 373 hPa (280 mm живачен стълб), т.е. около 1/3 от нормалното земно налягане. За преодоляване на този проблем в „Аполо“ е направен специален допълнителен отсек-шлюз, в който след стиковането атмосферата се редуцира и става близка до атмосферата на „Съюз-19“ (*Союз-19*). За целта на „Съюз-19“ понижават атмосферното налягане до 707 hPa (530 mm живачен стълб), повишавайки съдържанието на кислород до 40%. Изравняването на атмосферите отнема няколко минути, след което двамата командири Алексей Леонов и Том Стафорд си стискат ръцете през шлюзовия люк.

В урока за *равномерно движение по окръжност* пример за линейна и ъглова скорост може да се даде чрез геостационарните ИСЗ, при които височината им е подбрана така, че периодът на една обиколка е 24 часа, т.е. ъгловата им скорост да е равна с тази на Земята, поради което те практически „висят“ над една и съща нейна точка. Интересно е и да се дадат числени данни за височината на геостационарните сателити – на около 36 хил. km над земната повърхност, и да се обясни защо на тази височина ъгловата скорост на сателита е равна с тази на Земята. Да се обясни в коя посока и защо „чиниите“ на сателитните антени са насочени под различни ъгли и защо в България те са насочени на юг.

За *центростремителна сила* и *центростремително ускорение* примерите

са от условието едно тяло да е ИСЗ, а именно равенство между ускорението  $g$  на свободното падане и центробежното ускорение  $a_{цб}$ .

Атрактивен пример за *претоварванията*, на които е подложено тялото на космонавта при старт и приземяване, е балистичното спускане в края на драматичния полет на екипажа Николай Рукавишников – Георги Иванов в спускаемия апарат на пилотирания космически кораб „Съюз-33“ през месец април 1980 г. Космонавтите бяха подложени на ускорения, достигащи до  $10 g$ . Може да се пресметне колко „става“ тогава масата на космонавта.

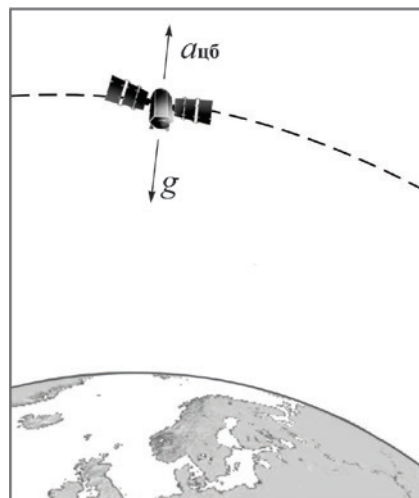
Съществуват достатъчно интересни и атрактивни примери за състоянието на предметите и космонавтите в условия на



Фигура 2. Космонавти тренират в условия на безтегловност на борда на специален самолет

### Електрически ток

В урока *Източници на ток* като пример за фотоелементи, които превръщат светлинната енергия в електрическа, може да се посочат т.нар. слънчеви батерии (слънчеви панели), които имат площи от



Фигура 1. Трябва да има равенство между тези две сили за да стане тялото изкуствен спътник на Земята

*безтегловност*, както и начини за анулиране на пречещото му влияние. Как може да се симулира такова състояние за тренировка на космонавти на борда на специални самолети? (Фигура 2). Какви последствия върху човешкия организъм има продължителното (няколко месечно) влияние на безтегловността и как това може да се обясни от позицията на физиката? Как се използва „безплатната“ безтегловност на борда на орбиталните станции за получаване на специални сплави, за което на Земята са необходими сложни и скъпи инсталации?

порядъка на десетки  $m^2$ . По време на старт те са сгънати и се отварят автоматично при установяване на околоземна орбита. Например слънчевите панели на орбиталната станция „Салют“ са три

с обща площ  $60 \text{ m}^2$ . А общата площ на слънчевите панели на американската орбитална станция „Скайлаб“ (*SkyLab*) е около  $200 \text{ m}^2$ , които заедно с 26 химически източници на ток (акумулаторни батерии) осигуряват средна електрична мощност около  $7500 \text{ W}$ . С още с по-голяма площ (от порядъка на  $250 - 400 \text{ m}^2$  в зависимост от броя и вида на скачениите към базовия модул пилотирани или автоматични космически кораби и специализирани модули) бяха слънчевите панели на орбиталния комплекс „Мир“. Орбиталният комплекс „Мир“ с обща маса  $143 \text{ t}$  прекрати съществуването си на 21 март 2001 г., след като прелетя в околоземна орбита  $2,2$  млрд.  $\text{km}$  за 15 години, вместо планираните 10 години, а на борда му живяха и работиха 104 космонавти, 62 от които от други държави, между които и 32-ма американци. А функциониращата понастоящем в околоземна орбита Международна космическа станция (МКС), това най-сложно и най-скъпо космическо съоръжение, създавано от човек, има маса от  $450 \text{ t}$ , дължина над  $100 \text{ m}$  и свободен обем около  $1200 \text{ m}^3$ . Общата ѝ енергоконсумация е около  $120 \text{ kW}$ , което се осигурява от слънчеви панели с площ над  $1000 \text{ m}^2$ .

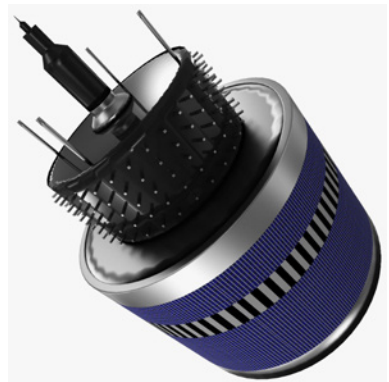
При широко използвания за метеорологични изследвания ИСЗ от серията *MeteoSat* (Фигура 3), който лети на геостационарна орбита, елементите, преобразуващи слънчевата енергия в електрическа, не са наредени върху плоски панели, а около цилиндричното тяло

### Оптика

Възможни примери в тази област са главно от един от основните раздели на космонавтиката „Дистанционни изслед-

вания на Земята“. Те се базират преди всичко върху наблюдения и изследване на обекти от земната суша, хидросфера-

на спътника. Като се има предвид диаметърът му от около  $2,1 \text{ m}$  и височината от около  $3 \text{ m}$ , може да се изчисли площта на тези своеобразни слънчеви панели – около  $20 \text{ m}^2$ .  
Тук примери са също полупроводниковите прибори, които реагират на инфрачервено (топлинно) излъчване от далечни разстояния. В дистанционните изследвания на Земята широко се използват инфрачервени термометри, чрез които дистанционно се измерва температурата на земната суша и водни повърхности. Може да се даде и хипотетичния пример: на космическа снимка във видимия диапазон на електромагнитните вълни едно поле, покрито със сол, със сняг или с огромен бял чаршаф, изглежда по един и същи начин. Тогава се намесват инфрачервените снимки...



Фигура 3. ИСЗ от серията *MeteoSat*, външната повърхност на който е покрита с фотоелектрични елементи

вания на Земята“. Те се базират преди всичко върху наблюдения и изследване на обекти от земната суша, хидросфера-

та и атмосферата от околоземна орбита. Пример за космически фотокамери с фокусни разстояния от порядъка на 80 – 150 mm и изключително високи качества е пространствената разделителна способност от порядъка на 20 – 30 cm при снимки от височина над 300 km. При най-добри условия (състояние на атмосферата, осветеност от Слънцето и др.) тази способност може да достигне до няколко сантиметра.

Като пример за изключителните качества на *човешкото око* може да се посочи фактът, че от борда на орбиталната станция „Салют-4“ през лятото на 1975 г. космонавтът Виталий Севастьянов вижда къщата на своите родители в Сочи. Две години по-късно от борда на „Са-

лют-5“ Юрий Глазков забеляза автобус по едно шосе в Бразилия и дори определи цвета му – син. Разбира се, трябва да се коментира, че това е станало при „идеално“ състояние на атмосферата. Може да се дискутира твърдението, че независимо от съществуването на апаратури, които по отделни показатели превзхождат характеристиките на човешкото зрение, засега е невъзможно да се създаде оптична апаратура, притежаваща уникалното съчетание на всички прекрасни качества на човешката зрителна система. Това, в съчетание с оперативността и селективността на визуалните наблюдения от околоземна орбита, ги прави един от най-важните и ефективни методи за изследване на Земята от Космоса.

### Движения и сили

*Изкуствен спътник на Земята (ИСЗ):* да се обърне внимание на различните периоди (време за една обиколка около Земята), зависещи от формата, височината и наклона на орбитата и се илюстрира с числа – минимални периоди на обиколка около Земята от порядъка на 90 минути и максимални от порядъка на 1500 минути.

В урока *Възприемане на звука:* При космически полет и по специално по време на старт (извеждане в орбита) шумът и вибрациите на ракетата-носител на космическия кораб предизвикват сходни ефекти в човешкото тяло. Възприеманият

от космонавта шум прониква в тъканите на тялото му във вид на вибрации. От своя страна, вибрациите, приложени към даден участък от тялото, се възприемат и разпространяват чрез тъканите му и се приемат от ухото му като звук или шум.

*Инерция:* Система за ориентиране чрез инерционни маховици се използва при сателити на геостационарни орбити, които имат маса, по-голяма от 2000 kg. Същата система се използва и за стабилизиране. Инерционните маховици са монтирани на двустепенно карданово окачване и се задвижват от електродвигател.

### Дял От атома до Космоса

В урока за *гравитация и изкуствени спътници на Земята* учениците могат лесно да запомнят кое е условието едно тяло да стане ИСЗ. Под действието на земното гравитационно поле ускорене-

нието на свободно падащо тяло е  $g$ . Тяло, движещо се равномерно около Земята, има центробежно ускорение  $a$ . И ако  $g > a$  – тялото пада към Земята, а ако  $g < a$  – тялото се отдалечава от нея. А за

да се движи тялото с постоянна орбита около Земята (т.е. да стане неин изкуствен спътник), е необходимо равенство между ускорението  $g$  на свободното падане и центробежното ускорение  $a$  (вж. Фигура 1). Минималната начална скорост, която трябва да получи едно тяло в хоризонтална посока, за да стане ИСЗ, се нарича първа космическа скорост  $I_v$ , и близо до земната повърхност е  $I_v \approx 7,9$

### Трептения и вълни

В урока *Инфразвук и ултразвук* може да се разкаже за използването на ефекта на Доплер в астрономията и космическите изследвания.

Един от радиотехническите методи, използвани в космическата геодезия, е *радиоинтерферентният*. Ако сателитът има на борда си радиопредавател и излъчва сигнали с определена честота, се осъществява сателитна радиоинтерферометрия. Засега постигнатата точност при измерване по този метод е от порядъка на  $0,0001''$ . Тази точност е постигната чрез увеличаване на разстоянието между наземните пунктове за наблюдение до няколко хиляди километра и чрез използване на геостационарни спътници, т.е. чрез радиоинтерферометрия със свръхдълги бази (РСДБ). В света работят около 15 радиоинтерферометрични системи, които изпълняват различни научноизследователски програми по геофизика и геодезия, като основно място в тях заема изследването на движението и деформациите на земната кора.

*Доплеровата орбитографска радиопозиционна интегрирана сателитна система DORIS* се състои от над 50 почти равномерно разположени по Земята предавателни пунктове (радиомаяци) и

km/s. За да може тялото да преодолее земната гравитация и да се отдалечи от Земята, е необходимо то да получи втора космическа скорост  $I_v \geq 11,2$  km/s.

Извеждането на малки спътници в околоземна орбита може да става и от борда на космическа совалка. Отваря се люк и механична ръка избутва навън няколко малки спътника, които остават в орбита.

сателит, който приема и препредава към Космическия център в Тулуза (Франция) информацията от тези пунктове. По данни от 25-дневни непрекъснати измервания, абсолютните стойности на координатите на пунктовете за наблюдение се определят с точност от порядъка на 5 cm.

В урока за *микровълни* могат да се дадат редица атрактивни примери за приложението им в космическите съобщителни връзки: Земя – Космос и Космос – Космос (радиовръзка между



Фигура 4. Системата Р-400, функционира на борда на орбиталната станция „Мир“ и колективът от ИКИТ – БАН, разработил системата. Седнали отляво надясно: Чавдар Левчев, Христо Проданов, Георги Каменов, Гаро Мардиросян. Прави: Емил Ненов, Тодор Назърски (ръководител).

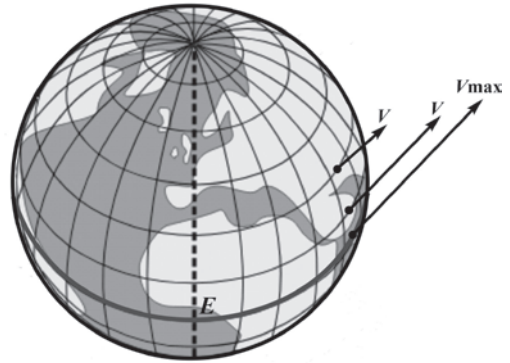


два или повече космически летателни апарата), космическа (сателитна) телевизия, космическа радиолокация за изследване на земната повърхност (суша и океан), както и при глобалната система за позициониране GPS. Едно от големите постижения на българската космическа наука и техника е Микровълновата

(свръхвисоочестотна) сканираща радиометрична система Р-400, която от месец май 1996 г. работи успешно на борда на специализирания модул „Природа“ в състава на орбиталния комплекс „Мир“ до прекратяване на съществуването му през март 2001 г.

### Астрономия

**Космически скорости:** Отново се илюстрира условието едно тяло да стане изкуствен спътник на Земята. Тук може да се коментира фактът, че извеждането на ИСЗ на екваториална орбита от космодрум, разположен на Екватора, се облекчава от това, че скоростта на ракетата-носител се сумира с периферната скорост на въртене на Земята ( $V$ ) в местоположението на космодрума спрямо центъра на Земята, която на Екватора е максимална  $V_{max}$  (Фигура 5). Например допълнителната скорост, която получава ракета-носител на Екватора, е около 465 m/s, а на космодрума Байконур – около 316 m/s. При една и съща мощност на ракетата това позволява извеждане на



Фигура 5. Различни периферни скорости на Земята



Фигура 6. Схема на някои по-големи космодруми, разположени възможно най-близо до Екватора

екваториална орбита на полезен товар с по-голяма маса. Съответно за извеждане на сателити на полярни орбити е целесъобразно използване на космодруми, разположени във високите географски

### Извънземна астрономия

За научната програма „Шипка“ за полета на втория български космонавт Александър Александров е разработен астрономичният комплекс „Рожен“. Този комплекс, представляващ компютъризирана система за астрофизични наблюдения с активното участие на космонавт-наблюдател, е пионер по своя характер в извънатмосферната оптична астрономия от борда на орбитални станции.

Телескопът „Хъбъл“ (*Hubble*) е революционно постижение за космонавтиката и астрономията. През 1990 г. космическата совалка „Дискавъри“ (*Discovery*) извежда в околоземна орбита космическия телескоп „Хъбъл“. Телескопът с маса 11 100 kg и максимален диаметър 4,2 m лети по орбита с височина  $H \approx 565$  km и наклон  $\alpha \approx 28^\circ$ . Първата снимка на космически обект, отдалечен от Слънцето на 1300 ly (светлинни години), „Хъбъл“ предава след месец. Ежедневно „Хъбъл“ генерира поток от данни с обем до 15 GB, а общият обем от началото на работата му надвишава 35 TB. Близко 5 хиляди астрономи от цял свят използват „Хъбъл“ за наблюденията си. Получени са изключително ценни данни за астрономията, космологията и космонавтиката. Някои от тях са: за пръв път се наблюдават полярни сияния на Юпитер и Сатурн, получават се висококачествени снимки от сблъсъка на кометата на Шумейкър-Леви с планетата Юпитер, за пръв път е кар-

ширини. На Фигура 6 е илюстрирано разположението на големите космодруми – колкото е възможно по-близо до Екватора.

тирана повърхността на Плутон и др. На базата на наблюденията с „Хъбъл“ се създава съвременен космологичен модел на разширяващата се Вселена, потвърждава се частично теорията за свръхголемите черни дупки и др.

На 25 декември 2021 г. от космодрума Куру с ракета „Ариана-5“ (*Ariane-5*) е изведена в орбита космическата обсерватория Джеймс Уеб (*James Webb Space Telescope*) (Фигура 7), най-мощният засега телескоп, дело на съвместните усилия на NASA, ESA и CSA. Телескопът се движи по хелиоцентрична орбита на около 1,5 млн. km от Земята. Масата му е 6161 kg, а огромното му основно огледало с диаметър 6,5 m е съставено от 18 по-малки шестоъгълни огледала от берилий, покрити със злато и оптимизирани за отразяване на инфрачервена светлина



Фигура 7. Космическият телескоп „Джеймс Уеб“ (художествено представяне)

от далечните краища на Вселената. Значително подобрената му инфрачервена разделителна способност му позволява да вижда обекти, които са твърде стари, далечни или слаби за космическия телескоп „Хъбъл“.

**Слънце:** Слънчев платноход – това е космически летателен апарат, използващ за движение налягането на слънчевата радиация върху платното. Пръв подобна идея изказва през 1619 г. Йохан Кеплер. Но тя се смята за фантастична до 60-те години на ХХ в., тъй като за създаване на необходимата тяга при такова малко налягане размерът на платното (оттам и масата му) трябва да са много големи. Днес, благодарение на създадените много тънки полимерни платна с дебелина от порядъка на  $10\ \mu\text{m}$ , идеята става реална. Някои числа: за летателен апарат с обща маса около  $50\ \text{kg}$  е необходимо платно с площ от порядъка на  $4000\ \text{m}^2$ , което означава квадратно платно със страна около  $64\ \text{m}$  (Фигура 8).

Други атрактивни примери например са лазернолокационните космически изследвания – лазернолокационна геодезична снимка чрез геодезичен ИСЗ. При такива изследвания се измерва разстоянието от лазерния локатор до сателита. Излъчените от лазера кохерентни светлинни вълни образуват лъч с енергия и мощност от порядъка съответно на  $1\ \text{J}$  и  $100\ \text{MW}$ , който се насочва към монтираната от външната страна на сателита

## Енергия

**Топлинно движение и топлинно излъчване:** Космическите летателни апарати (КЛА) получават топлина от вътрешни и външни източници на топлина. Вътрешните източници са различни



Фигура 8. Слънчев платноход

лазерна светлоотражателна система. Импулсът е с продължителност от порядъка на  $10^{-9}\ \text{s}$ . Измерва се интервалът от време за отиване и връщане на сигнала и оттам се изчислява разстоянието между наземния пункт и сателита в момента на наблюдение. Очевидно е, че точността на измереното разстояние зависи от точността на измерване на интервала от време. Може да се даде пример, че при разстояния от порядъка на  $6.10^6\ \text{m}$  за да се измери това разстояние с точност от около  $1.10^{-2}\ \text{m}$ , необходимата точност при измерване на времевия интервал е от порядъка на  $10^{-10}\ \text{s}$ . Подобна лазернолокационна система е експериментирана на изведения в околоземна орбита на 7 август 1981 г. сателит „ИНТЕРКСМОС – България 1300“, с монтирана на борда българска научна апаратура. А наземната станция за този експеримент беше в Геодезичната обсерватория на БАН в село Плана, Софийско.

апарати и системи, агрегати, енергетични системи и др., както и отделената от космонавтите топлина, а външните са пряката и отразената от планети слънчева радиация, собственото излъчване

на планетите и отделената при триенето между КЛА и планетните атмосфери топлина. В Космоса топлоотдаване от обект към обект и от обект към космическото пространство може да става само чрез излъчване.

Предназначението на терморегулиращите системи е да осигуряват температурния режим във вътрешността на космическите летателни апарати. При отделяне на малко количество топлина се използват пасивни терморегулиращи системи, отличаващи се с простота, надеждност и ниска себестойност. Принципът им на действие е изменение на отражателната и излъчвателната способност на сателита. Това се постига чрез жалузи, едната страна на които е боядисана в бял цвят, а другата – в тъмен. В зависимост от това накъде е обърната съответната страна на жалузите, се реализира и съответната терморегулация. При повишаване на температурата в сателита, към космическото пространство се обръща черната страна на жалузите, а към Слънцето – бялата. Ако температурата в сателита е по-ниска от необходимата, се прави обратното. Активната терморегулираща система се базира на отнемане на топлината чрез топлоносители и отвеждането ѝ в космическото пространство. Най-често като топлоносител се използва въздух.

При навлизането на КЛА в плътните

## Триене

Триенето е основен проблем при механични системи, работещи в откритото космическо пространство. Поради високия вакуум смазване на триещите се повърхности е невъзможно. Решението на проблема е създаване на сплави с

слоеве на атмосферата пред носовата му част възниква ударна вълна, кинетичната енергия преминава частично в топлинна енергия, която се предава на обшивката му. Вследствие на това корпусът се нагрива до високи температури. Топлинната енергия се отвежда в околното пространство чрез топлоизлъчване от нагрятата повърхност на спускаемия апарат и поради действието на силните ударни вълни. Най-силни ударни вълни възникват при затыпена форма на носовата част. Затова и спускаемите апарати имат такава форма за разлика от заострената форма, използвана при излитане, когато скоростите са по-малки.

За съвместния полет „Съюз-Аполо“ при сближаването активният космически кораб е американският „Аполо“, който е проектиран за полет до Луната, поради което има по-голям запас от гориво. Оптичната система на „Аполо“ за сближаване изисква изменение на оптичните характеристики (преди всичко на цвета) на външната повърхност на „Съюз-19“. Това обаче води до проблеми в терморегулацията му, тъй като изменението на цвета на кораба нарушава съотношението между погълнатата и отразената слънчева радиация. Компромисното решение е част от външната повърхност на „Съюз-19“ да се оцвети в бял цвят, а част – в зелен.

малък коефициент на триене. Колектив от български и украински специалисти разработва и патентова такава сплав, която се използва в сканиращата антена на създадената в България микровълнова (свръхвисококочестотна) сканираща радио-

метрична система Р-400, която работи успешно на борда на специализирания

модул „Природа“ в състава на орбиталния комплекс „Мир“.

## Радиация

Въпросът за радиационната обстановка в околоземното космическо пространство е свързан пряко с безопасността на космическите полети. Освен за осигуряване на безопасността на космонавтите, изследването на космическата радиация дава ценни сведения за нейното влияние върху радиоелектронните апаратни системи на борда на КЛА и върху конструктивните им материали. Дозите космическа радиация се измерват на всички пилотирани космически кораби, а експерименти по изследване на влиянието на космическото лъчение върху живи организми се правят и по време на полета на кучетата Белка и Стрелка.

Космическата радиобиология се води като дял и на космическата медицина, и на радиобиологията. Космическата радиобиология изучава действието на космическото излъчване върху живите организми с цел изясняване на особеностите на биологичното му въздействие, както и осигуряване на радиационна безопасност в условията на космически полет. Разработват се норми за максимално допустимо облъчване на космонавтите във вътрешността на КЛА и при излизане в открития Космос.

Българските учени и специалисти имат близо 40-годишна традиция по изучаването на радиационните условия в

Космоса и в атмосферата на Земята. През 1988 г. за научната програма за полета на втория български космонавт – Александър Александров, е създадена преносима дозиметрична система „Люлин“ за локални измервания на дозата космическа радиация в отделните модули на орбиталната станция „Мир“. Наши учени участват в разработката на експерименти и в създаването на системи от апаратури за дозиметрични измервания в атмосферата и на повърхността на планетата Марс.

Дозиметричните системи от типа „Люлин-4“ се използват в различни проекти на Европейската космическа агенция за: дозиметрично картографиране на радиационната обстановка на МКС, за персонална дозиметрия на космонавтите и др. Тези системи се използват и за измерване на дозите и потоците космическа радиация и на борда на самолети.

Дозиметричният телескоп „Люлин-5“, който позволява измерване не само на погълнатите, но и на биологично значимите еквивалентни дози радиация, е внедрен през 2007 г. в международния експеримент „Матрьошка-Р“ за комплексни изследвания на дозите космическа радиация в модели (манекени) на човешко тяло, провеждан на МКС.

Литература:

Мардиросян, Г. Въведение в космонавтиката. Акад. изд. „Проф. Марин Дринов“, София, 2012, 262 с. ISBN 978-954-322-519-4

Мардиросян, Г. Въведение в космонавтиката (второ преработено и допълнено издание). Изд. на БАН „Проф. Марин Дринов“, София, 2023, 272 с. ISBN 978-619-245-350-3

## **SPACE TECHNOLOGIES – ATTRACTIVE EXAMPLES IN PHYSICS EDUCATION**

**Garo Mardirossian, Yulia Krumova**

The article uses particular cases in an attempt to illustrate the statement that space technologies are a source of attractive and memorable examples in teaching physics at the secondary school level. This applies to all major units of the physics curriculum. The examples also enable students to become familiar with the most considerable achievements of Bulgarian scientists and specialists in the field of space research. Teachers can use these examples with or without adaptation, depending on the class.

---

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

организируют лектория

### **СВЕТЪТ НА ФИЗИКАТА НА ЖИВО**

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

*всеки втори вторник, 17:30 ч.,  
Американския център към Столичната библиотека, пл. „Славейков“ № 4*

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

Лекциите са научно-популярни и всеки, който се интересува от света на физиката е очакван наш гост!

## ДИГИТАЛНИТЕ КОМПЕТЕНТНОСТИ НА УЧИТЕЛИТЕ ПО ФИЗИКА СПОРЕД РАМКАТА DIGCOMPEDU, ОТРАЗЕНИ В НАУЧНИТЕ ПУБЛИКАЦИИ\*

Мая Гайдарова, Ивелина Коцева

В статията се представят изводи от проучване на публикации на учители по физика на тема дигитални технологии в обучението по физика в периода 2007 – 2022 г. Представени са и политиките на Европейския съюз и на МОН за въвеждане на дигитализация на образованието. Има анализи на комисията „Евридика“ за използване на технологии в страните от Европейския съюз.

### Въведение

Образователната политика на страната се реализира чрез образователните реформи. А те отразяват тенденциите на световните (европейската предимно) политики и стратегии в процеса на консолидация със Световното образователно пространство. От програмите и инициативите на Европейския съюз по отношение на развитието на дигиталните компетентности може да се отбележи програмата „Сократ“ (1995), чиято област на действие „Минерва“ (MINERVA) обхваща дистанционно обучение и използване на ИКТ в образованието. Един важен документ, очертаващ единна макрополитика по отношение на традиционната и „новата“ грамотност, е световната инициатива „Образование за всички“, която се очертава на конференцията в Дакар през 2000 г. [1]. В декларацията от конференцията по отношение на дигиталното образование се казва: *„Необходимо е да се гарантира на всички хора, независимо от техния пол, етническа и религиозна принадлежност, достъп до качествено*

*образование, включително достъп до новите информационни и комуникационни технологии“*. В Лисабонската стратегия [2] от 2000 г. за развитие на Европейския съюз се казва, че използването на информационни и комуникационни технологии е *„средство за повишаване на икономическия растеж и създаване на по-добри условия за живот“*. В плана за действие „Европа 2005“ се определят пет приоритетни области, една от които е стимулиране на електронното образование.

Два са основните документа, които дефинират образователните цели в страните от Европейския съюз – Европейската референтна рамка за ключови компетентности [3] и Европейската квалификационна рамка [4].

Европейската референтна рамка за ключови компетентности дефинира основните образователни цели като постигане на компетентности – съвкупност от знания, умения, отношения и нагласи за решаване на реални проблеми

\*Текстът на статията се базира на доклад, изнесен на 52-рата Национална конференция по въпросите на обучението по физиката в Сливен, 2024 г.

в нетрадиционен аспект. Чрез нея се преориентират образователните стратегии към овладяване на компетентности и се прилага в обучението компетентностен подход. Европейската квалификационна рамка е дефинирана като инструмент за съотнасяне на националните квалификации за уеднаквяване на степените на професионално развитие в Европа.

Дигиталната компетентност е ключова компетентност, която се развива през целия живот. Определена е през 2006 г. като препоръка на Европейския съюз [5]. В последната актуализация през 2018 г. тя се дефинира като „уверено, критично и отговорно използване на дигиталните технологии и ангажира-

не с тях за учене, работа и участие в обществото“. Пак там се определя, че дигиталното образование включва развитие на дигиталните компетентности на учащите се и използването им в педагогическите дейности. За страните от Европейския съюз квалификационната рамка за дигитални компетентности DigComp.2.0 е представена на Фигура 1.

Класификацията на Европейска рамка за дигитална компетентност на гражданите DigComp, включва пет области: информационна грамотност; комуникация и сътрудничество; създаване на дигитално съдържание; безопасност и решаване на проблеми. Те включват 21 компетенции. Подчертава се, че дигитал-

Области на компетентност	Компетенции
Информационна грамотност	1.1 Преглед, търсене и филтриране на данни, информация и цифрово съдържание 1.2 Оценка на данни, информация и цифрово съдържание 1.3 Управление на данни, информация и цифрово съдържание
Комуникация и сътрудничество	2.1 Взаимодействие чрез цифрови технологии 2.2 Споделяне чрез цифрови технологии 2.3 Гражданска дейност чрез цифрови технологии 2.4 Сътрудничество чрез цифрови технологии 2.5 Нетикет (коректно общуване в Интернет) 2.6 Управление на цифрова идентичност
Създаване на цифрово съдържание	3.1 Разработване на цифрово съдържание 3.2 Интегриране и преработване на цифрово съдържание 3.3 Авторско право и лицензи 3.4 Програмиране
Безопасност	4.1 Защита на устройствата 4.2 Защита на личните данни и поверителност 4.3 Защита на здравето и благополучието 4.4 Опазване на околната среда
Решаване на проблеми	5.1 Решаване на технически проблеми 5.2 Определяне на нуждите и технологичните отговори 5.3 Творческо използване на цифрови технологии 5.4 Определяне на пропуски в цифровите компетенции

Фигура 1. Квалификационна рамка DigComp.2.0



ните умения са преносими и ни помагат да овладеем и други ключови компетентности. Част от тези компетентности са и

в рамката на педагогическите дигитални компетентности.

### Дигитални компетентности на учителите

За квалификацията на учителите е създадена квалификационна рамка за дигитални компетентности DigCompEdu (Фигура 2).

В класификацията на DigCompEdu има шест области на развитие, включително:

- информационна грамотност (професионална среда);
- създаване и споделяне на дигитални ресурси;
- управление на приложението на дигитални инструменти;
- оценяване;
- овластяване на обучаващите се;

- подобряване на дигиталните компетенции на учениците.

Третата Европейска рамка определя дигиталните компетентности на образователните организации DigCompOrg, а SELFIE (Саморефлексия за ефективно обучение чрез насърчване на използването на иновативни образователни технологии) е безплатен онлайн инструмент за саморефлексия за училищата, базиран на DigCompOrg, който помага на училищата да идентифицират силните и слабите страни в използването на цифровите технологии за преподаване и обучение.

1	Професионална ангажираност	1.1. Организационна комуникация 1.2. Професионално сътрудничество 1.3. Рефлексивна практика 1.4. Цифрово непрекъснато професионално развитие
2	Цифрови ресурси	2.1. Избор на цифрови ресурси 2.2. Създаване и модифициране на цифрово съдържание 2.3. Управление, защита и споделяне на цифрови ресурси
3	Преподаване и учене	3.1. Преподаване (обучение) 3.2. Ръководство 3.3. Съвместно учене 3.4. Саморегулирано учене
4	Оценяване	4.1. Стратегии за оценяване 4.2. Анализирание на доказателства 4.3. Обратна връзка и планиране
5	Предоставяне на възможности на учащите	5.1. Достъпност и включване 5.2. Диференциране и индивидуализиране 5.3. Активно ангажиране на учащите
6	Подпомагане на дигиталната компетентност на учащите	6.1. Информационна и медийна грамотност 6.2. Дигитална комуникация и сътрудничество 6.3. Създаване на цифрово съдържание 6.4. Отговорна употреба 6.5. Решаване на дигитални проблеми

Фигура 2. Квалификационна рамка DigCompEdu

Проследяване на политиките на страните от Европейския съюз по отношение на внедряване на компетентностния подход и по отношение на дигиталните компетентности се извършва периодично от европейската мрежа „Евридика“. В един от докладите [6] се анализират националните политики в областта на развитието на ключовите компетентности за учене през целия живот. За България е отчетена наличност на национална стратегия, свързана с придобиване на дигитални компетентности от учащите се и от преподавателите.

Въз основа на Препоръките на Европейската комисия от 2012 г. почти всички европейски държави са въвели промени в своите учебни програми през последното десетилетие. В доклада „Евридика“ през 2019 г. – „Цифровото образование в европейските училища“ [7], по отношение на развиване на дигитални компетентности преди навлизане в професията учител се дава положителна оценка на България, но се отчита, че няма създадена рамка, стандарт за дигиталните компетентности на учителите. Отчита се, че има създадени инициативи за развитие на дигиталното образование на учителите, както и че се насърчава самооценката им с различ-

ни създадени инструменти. Подчертава се, че в България липсват дигитални мрежи (отворени дигитални ресурси), които свързват учителите и осигуряват подкрепа в използването на дигитални ресурси в обучението. Липсват и тестове за цифрови умения на всички нива на училищното образование, като се подчертава, че такива има само в средното образование, но само за определени извадки. Докладът отчита, че България има инвестиции в цифрова инфраструктура в училищата и те са цел на стратегията на образованието.

Има четири национални стратегии в политиката на МОН по отношение на дигитализацията и развитието на дигиталните компетентности: Национална стратегия за въвеждане на ИКТ в българските училища (2005), Националната програма „Информационни и комуникационни технологии в училище“ (2005 – 2007), Стратегията за ефективно внедряване на информационни и комуникационни технологии в образованието и науката на Република България (2014 – 2024) и Стратегическа рамка за развитие на образованието, обучението и ученето в Република България (2021 – 2030).

### Дигитални компетентности на учителите по физика, отразени в доклади на конференции по физика

Основните направления за работа с дигитални технологии на учителите по физика в задължителното образование в периода 2007 – 2022 г. са представени на Таблица 1. Вижда се, че за този период темите, свързани с използване на дигитални технологии в обучението по физика, имат значителен дял. Тематиката на докладите е свързана с:

- подпомагане на реалния експеримент с компютър – *Arduino* и *Arduino Science Journal*;
- разработване на образователни уебсайтове;
- използване на мобилни технологии за формиращо оценяване – *Peer instruction*;
- използване на PhET симулации

и GeoGebra – виртуален учебен физичен експеримент;

- използване на платформите *Wolfram Alpha*, *Vascak* за изследователско учене;
- създаване на анимации и симу-

лации;

- изграждане на *YouTube* канали и видеоклипове;
- използване на смартфони за експериментални и демонстративни цели;
- мултимедийни презентации.

Национална конференция	Общ брой доклади	Брой доклади с дигитална тема	Относителен дял
„Експериментът в обучението по физика“, Плевен, 1-4 април, 2007	94	19	<b>20 %</b>
„Обучението по физика и астрономия в условията на новата образователна структура на средното училище“, Русе, 2-5 април, 2009	70	13	<b>19 %</b>
„Съвременни цели пред образованието по физика в средните и висшите училища“, Габрово, 5-8 април, 2012	74	5	<b>7 %</b>
„Проблеми и перспективи пред образованието по физика в средното училище и университетите“, София, 25-29 септември, 2013	47	9	<b>19 %</b>
„Световни образователни стандарти, сравнителни измервания и образованието по физика в България“, Стара Загора, 8-11 септември, 2014	50	8	<b>16 %</b>
„Неформално образование по физика и астрономия“, Ямбол, 7-10 април, 2016	66	7	<b>11 %</b>
„Експериментът – основа на образованието по физика“, София, 6-9 април, 2017	72	13	<b>18 %</b>
„Европейски измервания на българското образование по физика“, Плевен, 13-15 април, 2018	44	9	<b>20 %</b>
„Интегрален подход в обучението по физика“, Велико Търново, 4-7 април, 2019	36	6	<b>17 %</b>
„Ядрената физика и енергетика в образованието по физика“, София, 2 – 4 октомври 2020	27	2	<b>7 %</b>
„Физиката в STEM образованието в средните и във висшите училища“, Видин, 4 – 6 юни, 2021	28	9	<b>32 %</b>
„Климатичните промени и образованието по физика“, Варна, 2 – 5 юни, 2022	27	5	<b>19 %</b>

Таблица 1. Доклади, свързани с развиването на дигитални умения и използването на дигитални технологии, представени на Национална конференция по въпросите на обучението по физика в периода 2007 – 2022 г.

Използването на цифрови технологии за подобряване на комуникацията с учачи и родители и управление на онлайн учебни среди се използва от много учители по физика в периода на пандемията и по-късно. Една от платформите за комуникация е *Google Classroom* като онлайн приложение за организиране и контрол на учебния процес по физика. В образователната платформа *Scientix* са качени много ресурси и проекти, включващи иновативни практики и образователни технологии, методи на учене с изследване, които са полезни за подобряване качеството на образованието по физика, астрономия, природни науки, технологии и математика и инженерство като: *Go lab/Next lab, InGenius project/Stem Alliance, Nanopinium, Spice, Establish, U4energy, Unischoolabs, GenisLab, Items, Must, Compass, EU-HOU, Global excursion, Platon, Space Awareness I-Link*, и др. Като вид електронни уроци се разработват и такива, в които учениците използват знанията си по информатика и информационни технологии за създаване на модели на фи-

зични явления и процеси. Включването на учебни дейности, при които учащите използват цифрови технологии за разбиране и решаване на проблеми, може да се осъществява с помощта на динамичен софтуер. За използване на цифрови технологии в изследователските подходи в училище има много публикации. Включването в различни международни проекти прави възможно създаването на *STEM-Moodle* уроци по физика с изследователски характер за ученици от средния курс. Има и доста публикации, отразяващи използването на дигитални технологии в експеримента по физика.

Това показва, че учителите по физика са в авангарда на колегията по отношение на използване на дигиталните технологии за подпомагане на обучението по физика и повишаване на неговата ефективност.

Това изследване е финансирано от Европейския съюз – *NextGenerationEU*, чрез Националния план за възстановяване и устойчивост на Република България, проект № BG-RRP-2.004-0008.

#### Литература

- [1] <http://www.unesco.org/new/en/education/themes/leading-the-international-agenda/education-for-all/>
- [2] <https://eur-lex.europa.eu/browse/summaries.html>
- [3] Препоръка 2006/962/ЕО на Европейския парламент и на Съвета от 18 декември 2006 г. относно ключовите компетенции за учене през целия живот, OJ L 394,30.12.2006)
- [4] <https://europa.eu/europass/bg/instrumenti-na-evropas/evropeyska-kvalifikacionna-ramka>.
- [5] [https://ec.europa.eu/education/schools-go-digital\\_en](https://ec.europa.eu/education/schools-go-digital_en)
- [6] Евридика, 2012. Развитие на ключовите компетенции в европейското училище – предизвикателства и възможности пред образователните политики. Доклад по програма Евридика. Люксембург: Служба за публикации на Европейския съюз. ISBN978-92-9201-520-6doi:10.2797/53361)
- [7] <http://ec.europa.eu/eurydice>



## УСПЕХ НА БЪЛГАРСКИЯ ОТБОР В ШЕСТАТА БАЛКАНСКА ОЛИМПИАДА ПО ФИЗИКА

В периода от 20 до 24 юни 2024 г. в Никшич, Черна Гора, се проведе Шестата балканска олимпиада по физика. Тя бе организирана от Балканския физически съюз и Съюза на математиците и физиците на Черна Гора, с финансовата подкрепа на Европейското физическо дружество. Тази година участниците бяха от девет страни членки на Балканския физически съюз – Албания, България, Кипър, Гърция, Черна гора, Северна Македония, Румъния и Сърбия. Към състезанието се присъединиха и три гостуващи отбора от Босна и Херцеговина, Казахстан и Австрия. Общият брой участници беше 48.

Българският отбор в състав: Александър Николов и Илия Василев от ПЧМГ – София, Петър Петров от МГ „Д-р Петър Берон – Варна, и Рая Шикова от ПМГ „Акад. Иван Гюзелев – Габрово, беше избран въз основа на постиженията им в Национални състезания и олимпиади

по физика през изминалата година. Участието на българския отбор в олимпиадата беше организирано от Съюза на физиците в България и частично финансирано от Министерството на образованието и науката. Ръководители на отбора са гл. ас. д-р Мая Жекова от Физическия факултет на Софийския университет и гл. ас. д-р Лилия Атанасова от Медицинския университет в София, които са членове на Управителния съвет на Съюза на физиците в България.

Всички участници в отбора завоюваха медали от състезанието: Илия Василев – златен, Александър Николов и Петър Петров – сребърни, и Рая Шикова – бронзов.

Представяме ви задачите от състезанието, като решенията им можете да намерите на интернет страницата: <https://balkanphysicalunion.info/?p=5021>



От ляво надясно: Илия Василев, Александър Николов, Рая Шикова и Петър Петров

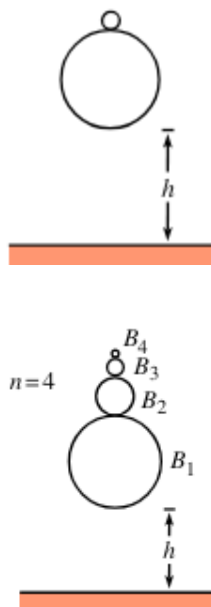
### Задача 1 (25 т.)

А) Тенис топка с маса  $m_2$  се намира върху баскетболна топка с маса  $m_1$ . Долната част на баскетболната топка е на височина  $h$  над земята, а долната част на топката за тенис е на височина  $h + d$  над земята. Топките са пуснати. На каква височина отскача топката за тенис?

Забележка: Работете в приближение, при което  $m_1$  е много по-голямо от  $m_2$ , и приемете, че топките отскачат еластично.

В) Сега разгледайте  $n$  топки,  $B_1, \dots, B_n$ , с маси  $m_1, m_2, \dots, m_n$  (и  $m_1 \gg m_2 \gg \dots \gg m_n$ ), разположени вертикално. Дъното на  $B_1$  е на височина  $h$  над земята, а дъното на  $B_n$  е на височина  $h + l$  над земята. Топките са пуснати. На каква височина, изразена в  $n$ , отскача горната топка  $B_n$ ? Ако  $h = 1,0$  m, какъв е минималният брой топки, необходими, за да отскочи горната на височина поне 1,0 km? Същият въпрос, ако горната топка трябва да достигне втора космическа скорост на Земята?

Забележка: Приемете, че топките отскачат еластично. Пренебрегнете съпротивлението на вятъра и т.н., и приемете, че  $l$  е пренебрежимо малко.  $R_{\text{земя}} = 6,4 \cdot 10^6$  m,  $g = 9,8$  m/s<sup>2</sup>.

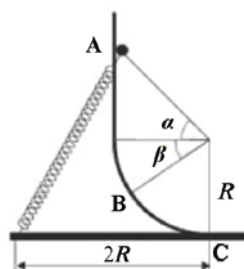


### Задача 2

Четвърт от окръжност свързва вертикалната и хоризонталната част на пистата. Радиусът на дъгата на кръга е  $R = 20$  cm. Топче с неизвестна маса  $m$  се плъзга по пистата без триене. Топката е свързана (през процеп по протежение на пистата) с опъната пружина, както е показано на фигурата. Дължината на неразтегнатата пружина е  $L_0 = 0,20$  m, а пружинната константа е  $k = 100$  N/m.

Плъзгащата се топка започва с нулева начална скорост от точка А, както е показано на фигурата, която е на ъгъл  $\alpha = 45^\circ$  над хоризонталната линия, гледано от центъра на дъгата. Топката достига максимална скорост при ъгъл  $\beta = 34^\circ$  под хоризонталната линия, в точка В, както е показано на фигурата ( $g = 9,81$  m/s<sup>2</sup>). Изведете израз и пресметнете числената стойност за:

- (3 т.) дължината на пружината, когато топката е в начално положение (точка А);
- (1 т.) удължението на пружината, когато топчето е в начално положение (точка А);
- (4 т.) дължината на пружината, когато топчето има максимална скорост в точка В;
- (1 т.) удължението на пружината, когато топчето е с максимална скорост в точка В;
- (2 т.) силата на пружината, когато топчето е с максимална скорост в точка В;



- f. (2 т.) компонентата на ускорението на топчето, допирателна към пистата в точка В;
- g. (5 т.) масата на топчето;
- h. (4 т.) максималната скорост на топчето (в точка В);
- i. (3 т.) скоростта на топчето в точка С.

### Задача 3

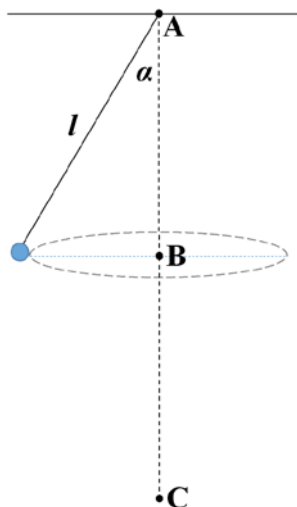
Топче с маса  $m = 1,0 \text{ g}$  е заредено с положителен заряд  $q = 1,0 \text{ nC}$ . То е окачено на непроводяща нишка с дължина  $l = 0,50 \text{ m}$ . Масата на нишката е пренебрежимо малка. Нишката сключва ъгъл  $\alpha = 30^\circ$  с вертикалната ос, както е показано на фигурата.

Допълнителен положителен заряд  $Q = 2,0 \text{ nC}$  може да бъде поставен върху вертикалната ос в три различни положения. На фигурата тези позиции са отбелязани с буквите А, В и С.

Топчето се върти около вертикалната ос по кръгова траектория. Силите на триене в системата могат да бъдат пренебрегнати. Гравитационното ускорение в системата е  $g = 9,8 \text{ m/s}^2$ .

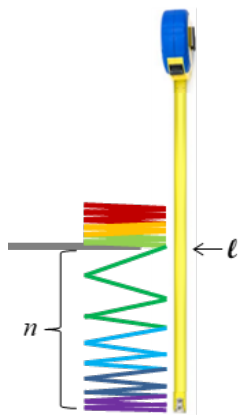
А. (9 т.) Когато допълнителният заряд се намира в точка А:

- a) (1 т.) Начертайте схема на силите за въртящото се топче.
  - b) (2 т.) Като използвате диаграмата, напишете уравненията за движение на топче.
  - c) (2 т.) Изведете израза за силата на опън в нишката.
  - d) (2 т.) Ако приемете, че кръговото движение е равномерно, изведете формулата за скоростта на топчето.
  - e) (2 т.) Определете периода на въртене на топчето.
- В. (8 т.) Решете задачите a, b, c, d и e, когато зарядът  $Q$  се намира в точка В.
- С. (8 т.) Решете задачите a, b, c, d и e, когато зарядът  $Q$  е в точка С.



### Задача 4

**Описание на експеримента:** Дълга пластмасова пружина, т.нар. „слинки“, с маса  $M = 72,3 \text{ g}$ , е съставена от  $N = 108$  еднакви кръгли навивки. Пружината е разположена върху хоризонтална опора, така че част от нея виси свободно, както е показано на фигурата. След като пружинните трептения затихнат напълно, дължината  $l$  на висящата част се измерва като функция от броя  $n$  на висящите навивки ( $n < N$ ; вж. фигурата). Експерименталните данни за  $l$  при различни  $n$  са записани в таблицата.



**А.** (2 т.) От теоретична гледна точка зависимостта на  $l$  от  $n$  се задава с квадратична функция:

$$l = An + Bn^2,$$

където  $A$  и  $B$  са константи, характеризиращи пружината. Определете набор от променливи  $x$  и  $y$ , които линеаризират уравнението, т.е. трансформират го в линейна зависимост.

**В.** (10 т.) Определете константите  $A$  и  $B$  в чрез графичен анализ. Всички спомагателни данни, необходими за построяване на графиката, трябва да се запишат в празните колони на таблицата. Използвайте милиметрова хартия, за да начертаете графиката си.

$n$	$l/\text{cm}$		
5	1,5		
10	3,9		
15	7,6		
20	12,9		
25	18,3		
30	25,0		
35	33,4		
40	42,8		
45	53,2		
50	64,6		

**С.** (5 т.) Горното уравнение може да се изведе, предполагайки че всяка навивка на слинки е еквивалентна на пружина с коефициент  $k_s$  (известна също като „пружинна константа“ или „коефициент на еластичност“) и дължина  $l_s$  в недеформирано състояние. Направете анализ и изразете константите  $A$  и  $B$  в уравнението чрез  $k_s$  и  $l_s$ . Пренебрегнете деформацията на единична навивка от собственото ѝ тегло.

**Д.** (3 т.) Изчислете  $k_s$  и  $l_s$ .

**Е.** (5 т.) Изчислете дължината  $L$  на цялото слинки в недеформирано състояние и неговия коефициент  $K$ .

Полезна информация: Гравитационното ускорение е  $g = 9,81 \text{ m/s}^2$ . В зависимост от методиката на решението може да ви бъде полезна следната зависимост:

$$1 + 2 + \dots + n = \frac{n(n + 1)}{2}$$



ПОСЕТЕТЕ НАШИЯ САЙТ  
[www.phys.uni-sofia.bg](http://www.phys.uni-sofia.bg)



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



## РОБОТ-АМФИБИЯ „ANNA“\*

Ярослав Басков



Всички сме свидетели на глобалното затопляне. Колкото и да не ни се вярва, колкото и да го отричаме, то е факт. Съществува обаче един проблем, за който много хора не подозират.

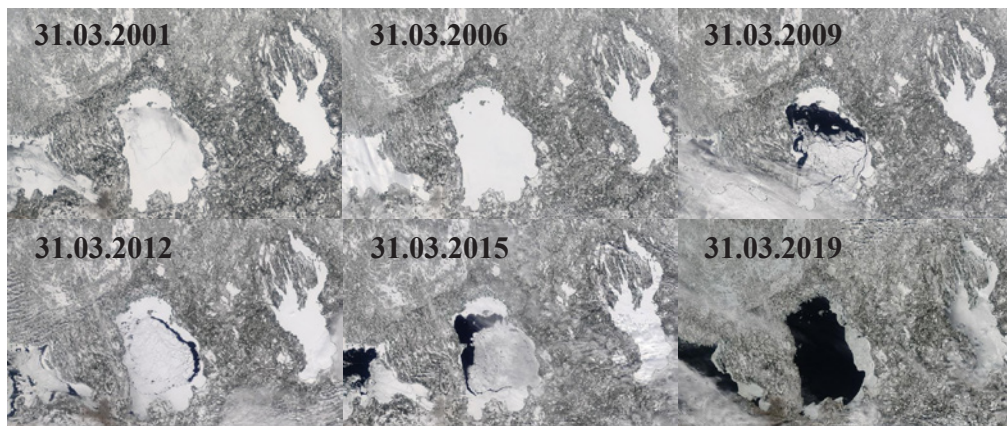
Градът, в който съм роден (Петрозаводск), се намира на второто по големина езеро в Европа. Всяка зима то замръзва. А напролет много рибари загиват заради ненадежден лед. Глобалното затопляне влошава ситуацията, защото на едни и същи дати ледът става все по-тънък и то без видима разлика. Измерване на дебелината му е опасно, защото измерваният може също да пропадне. На Фигура 1 се виждат сателитни снимки на двете най-големи езера в Европа – Ладожкото и Онежкото, заснети в края на март от 2001 до 2019 г. На снимките ясно се вижда, че количеството лед намалява.

Освен това качеството на леда също се влошава, което създава опасност за рибарите, които вярват, че ледът е стабилен през определени месеци.

Целта на този проект е да се създаде робот, който да измерва дебелината и структурата на леда без човешко присъствие. Затова роботът трябва да се управлява дистанционно, да може да преминава през неравности, да плава, да се движи по лед и други повърхности, да бъде лек и компактен и да разполага с подходящ сензор, с който да може да измерва и някои параметри на водата и почвата.

Първо, трябваше да избира начин на движение на робота, който да отговаря на всички изисквания. Най-често за движение по замръзнали водни басейни се използват съдове с въздушна възглавница (Фигура 2), но те консумират много

\*Текстът на статията се базира на научен проект, представен на Младежката научна сесия „Физиката и светът на технологиите“, 2024, Сливен. Научен ръководител: Валентин Иванов, НАОП „Николай Коперник“ – Варна.



Фигура 1. Сателитни снимки на двете най-големи езера в Европа.

Източник: <https://ladoga-lake.ru/weather/ice-arhive.html>

енергия, а при намаляване на размера на възглавницата се губят проходимост и товароподемност.

Екранопланите са много бързи, но не и маневрени. Максималната височина, на която могат да се издигнат, е пропорционална на площта на крилото, като при  $1 \text{ m}^2$  тя е само 10 cm, което не позволява да се направи компактен экраноплан.

Най-добрата проходимост имат роботи с крака, но те са много бавни и неподходящи за плаване.

Моят робот, който можете да видите на Фигури 3 и 6, е построен на принципа на всъдеход-амфибия. Те не са най-бързите, но са много ефективни както по вода, така и по лед, могат да носят тежка апа-

ратура, лесно спират на едно място без загуба на енергия и са маневрени.

Започнах работа по проекта през септември 2023 г. Демонстрирах го на фестивала „Инженери в действие“ в град Варна. Малко след това му дадох име ANNA.

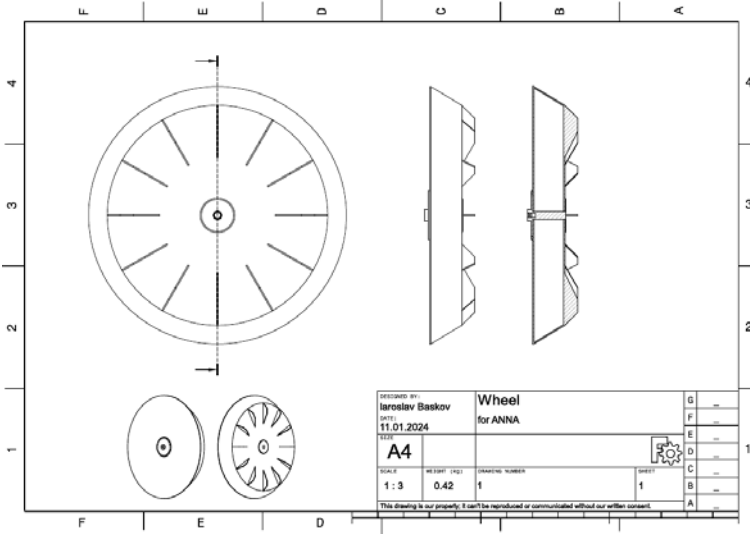
Първоначално беше планирано да се построи роботът с вериги, но както се досещате, те не са много ефективни във водата. Друг начин на движение са колелата, но за да се движи по неравности, колелата трябва да са големи. Тъй като конструкцията е малка, може да има само две колела, което осигурява по-голяма маневреност и спестява много



Фигура 2. Съд с въздушна възглавница. Град Петрозаводск. Онежкото езеро в началото на април 2024. Авторска снимка.



Фигура 3. Изглед на робота от страни



Фигура 4. Чертеж на колелото

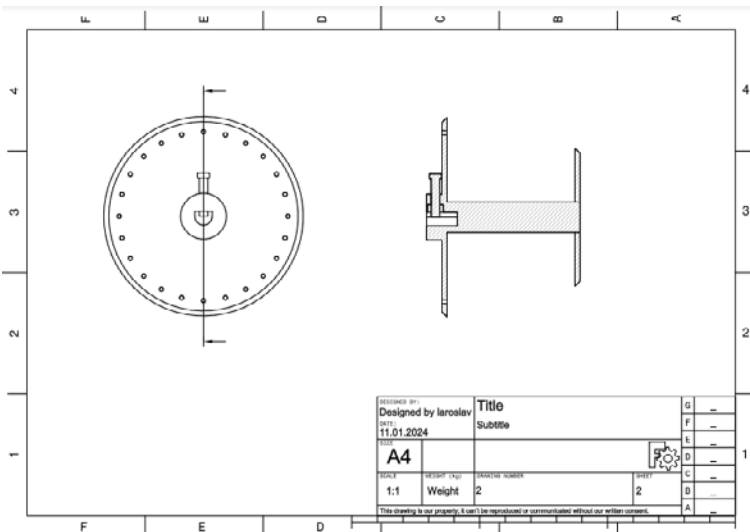
механизми. За да може роботът да плава, колелата трябва да са обемисти и леки.

Най-отговорната част на работа са колелата, защото те трябва да поддържат цялата конструкция над водата. Направени са от фибростъкло и епоксидна смола, използван е стиропор за основа и пълнеж.

Всяко колело тежи по 420 g и има диаметър 34 cm. Можете да разгледате колелото на Фигура 4.

Колелата са с голям радиус и законът на лоста създава голямо натоварване върху техните крепежи. Имаше доста неуспешни опити, преди да се стигне до оптимална конструкция.

Първият крепеж издържа само няколко дни, след което се счупи. Вторият функционираше до смяната на колелото, но понякога се разглобяваше. Третиият беше уголемено подобие на първия с



Фигура 5. Чертеж на крепежа на колелото



Фигура 6. Ходови изпитания Варна, май 2024 г.

по-широко колело, но се счупи след само няколко минути работа. Четвъртият, който виждате на Фигура 5, е направен с по-голяма площ на опората и закрепване с винтове, и той служи до ден днешен.

През април и май 2024 г. извърших тестване на ходовата част на различни терени и водоеми във гр. Варна (Фигура 6). Уникалното разположение и структура на колелата осигурява много добра проходимост при малък размер на робота.

Друг важен проблем при дистанционно измерване на леда е самото измерване. Пробиване на отвор е твър-

де тежка задача за малък робот. Но вече има сензори, позволяващи изследване на леда с ултразвук.

Роботът трябва да измерва дебелината на леда чрез ултразвук с помощта на сензор MB7584 SCXL-MaxSonar-WRST. Смятам да снабдя робота с този сензор до зимната ваканция, когато ще пътувам в северна Европа и ще мога да го тествам на практика.

Ходовата част на представения робот може да върви по лед, вода и много други терени. Колелата са закрепени достатъчно здраво и могат да се слагат и свалят. Освен за измерване на леда, роботът може да се използва за горско видеонаблюдение, диагностика на тръби, проучване на блата и почви.

През юни 2024 г. ANNA беше представена на: Национален фестивал „Идеите, които променят света“ в Софийския университет „Св. Климент Охридски“; Младежка научна сесия на тема „Физиката и светът на технологиите“ по време на 52-рата Национална конференция по въпросите на обучението по физика, град Сливен; Дванадесети национален конкурс „Млади Изобретатели“, град София.

Източници

<https://ladoga-lake.ru/weather/ice-arhive.html>

Кузьмин З.А., Алферов В.В. Перспективы развития и возможности применения экранопланов в условиях Арктики <https://cyberleninka.ru/article/n/perspektivy-razvitiya-i-vozmozhnosti-primeneniya-ekranoplanov-v-usloviyah-arktiki/viewer>.

ХАРЕСАЙТЕ СТРАНИЦАТА НА СПИСАНИЕТО ВЪВ FACEBOOK

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

## ФИЗИКАТА – МОЕТО БЪДЕЩЕ И ЛЮБОВ\*

Невсе Арнауд

Физиката е наука, която изучава природата и нейните закони. Обичам физиката, защото ми помага да разбирам света около мен. Физиката обяснява как работят механизмите, как се движат телата, как възникват електрически и магнитни явления. Тази наука ми позволява да видя света в нова светлина и да разбера как всичко е взаимосвързано. Освен това физиката е наука, която непрекъснато се развива и намира нови решения на проблемите, пред които е изправено човечеството. Физиката помага за създаването на нови технологии, които подобряват живота ни. Например благодарение на физиката можем да използваме вятърна и слънчева енергия за създаване на нови материали и лекарства. Освен това физиката е наука, която изисква от човек да има логическо мислене и умения за решаване на проблеми. Обичам да решавам физически проблеми, защото това ми помага да развия ума си и да подобря уменията си.

Винаги съм знаела, че точните науки, физиката, числата, квантовата физика, кинетичната сила са мои. Учителят по физика ще остане основният посредник между голямата наука и по-младото поколение. Отрано разбрах, че да си учител по физика в училище е огромна отговорност. Много хора смятат нашата наука за бездушна, студена и нехуманна. Може би не са имали късмет с учителя си. И реших, че е необходимо преди всичко

да заинтересувам учениците по темата.

Помня ясно първия си урок. Подготвих се за него една седмица, внимателно обмислих всичките му етапи. За четиридесет минути исках да „накарам децата да се влюбят“ във физиката. Представих го пред своите ученици. Думите се намираха трудно, защото двадесет чифта любознателни детски очички ме гледаха с интерес и съпричастност. Малките зрители гледаха и слушаха като омагьосани! Трудовете ми не бяха напразни. С удоволствие отивам в любимия си час по физика, където по време на междучасията винаги има гълпа от мои ученици. Някой внимателно държи учебника в ръцете си, някой преразказва прочетеното на друг, пълни са с всякакви въпроси.

Аз искам да съм учител! И вярвам, че ще стана учител! Защо? Мнозина биха отговорили на този въпрос просто – от любов към децата. Но това е само аксиома, като задължително допълнение към професията. Моят субективен критерий за професията се определя от принципите, които считам за основни за един учител:

- принципът на сътрудничество между учители и ученици на основата на взаимно уважение и доверие;
- принципът на преподаване, основан на откриването на нов свят – науката физика;
- принципът на максимална помощ и подкрепа на ученика в знанията и

\*Отлично есе във възрастовата група „студенти“ в Националния конкурс за есе „Физиката в моето бъдеще“.

самоутвърждаването;

➤ принципът на личния учителски пример.

Но за защо точно избрах учител по физика! Защо физика? Като ученичка в прогимназията не можех да разбера защо самолетите летят и не падат, защо големите круизни кораби плават по морето и не потъват, защо небето е синьо и т.н. Всичко изглеждаше като някаква магия. Имаше много въпроси и не всички имаха отговори. Когато започна обучението по физика в 7 клас, броят на отговорите постепенно се увеличи. Учителят по физика изглеждаше като човек, който знае абсолютно всички тайни на случващото се около него, и аз, и съучениците ми, го гледахме с възторг. Преминавайки от клас в клас, физиката ставаше все по-интересна, по-ясна и по-ярка. Въпреки трудните задачи, които трябваше да бъдат решени, интересът към темата не беше загубен.

Когато в 11 клас възникна въпросът за избора на професия, нямаше съмнение – определено учител, и то учител по физика! Как исках да бъда един вид магьосник за моите ученици, да им обяснявам това, което другите не могат да обяснят.

Виждам задачата си като учител по физика да стимулирам във всеки урок учениците си да търсят обяснения на мистериите на природата. Физиката е експериментална наука. Ето защо смятам, че в бъдеще моите ученици ще разбират законите на структурата на Вселената чрез наблюдения и експерименти и с удоволствие ще провеждат домашни експерименти, лабораторни и практически работи. Ще дават примери по темата, която са изучавали, без да из-

лизат от офиса, в който се намират, или от домашната кухня, където най-много обичат да са в домашна обстановка и едва тогава мислено излизаме навън, издигаме се по-високо или обратното, отиваме по-дълбоко в земята. Трябва да се помни, че всяко дете в основата си е изследовател, така че моята задача като учител не е да му налагам истини, а да му помагам да ги открие. Мисля, че това е уместно в обучението по физика.

Искам моите ученици да виждат във физиката не сухи закони и формули, а да виждат през очите на науката красотата на природата, нейната хармония. Ще се опитам да разкрия на децата всяка тема, която на пръв поглед изглежда суха и трудна, като необходима, вълнуваща и интересна. Виртуалните работилници и симулаторите, на които децата ще се учат да сглобяват електрически вериги и да изграждат различни модели, са много полезни в това отношение.

За мен педагогическо кредо е „Учете и развивайте себе си винаги и навсякъде!“. Времената се променят, обществото се променя, студентите се променят. Ние, като бъдещи учители, трябва да се променим малко по-бързо, за да учим днешните деца. Понякога трябва да се учиш от децата, за да си в крак с живота. Да, от децата. Не вярвам на учителите, които казват, че от децата няма какво да научат. Понякога учениците измислят толкова неочаквани идеи в клас, че самите те не осъзнават веднага своята креативност. Очевидно това също е определен резултат от педагогическа дейност. Заради такива епизоди си струва да работите с още повече енергия.

Разбира се, не всички деца, на които се преподава, ще станат физици или ще

свържат бъдещата си професия с това, но да завърши училището ученик, който знае принципите, по които се изгражда животът в близко бъдеще, и някои перспективи – това е, което трябва да е цел на всеки урок, било то урок за усвояване на нови знания, лабораторна работа или урок за затвърдяване на знания. Трябва да създам условия, при които ученикът да се обучава сам.

Разбира се, много съм далеч от това да бъда истински професионален учител, защото тепърва ми предстои да преподавам физика. Разбирам, че предстоят грешки и разочарования. Готова съм за всяка ситуация, готова съм да се уча, винаги ще бъда приятелски настроена и спокойна към детето. Искам да изпълня основната задача – да науча детето на основите на науката, да създам у него интерес към света около него в процеса на изучаването му, да му изградя самочувствие и да го пусна. И да тръгна на по-нататъшно пътуване през невинаги спокойните вълни на училищния живот.

Да си учител! Много ли е, или малко? Това не е много и не е малко, това е само началото! Ами ако започнем отначало? Не, знам със сигурност – не бих работила нищо друго! Утре ще е нов учебен ден и утре в класната стая отново ще ме гледат очите на моите ученици. Вярвам, че изразходваната сила на моята душа ще ми се върне чрез победите и успехите на моите ученици.

Физиката се превърна за мен в предмет, който помага да се обяснят голямо разнообразие от процеси. Светлина, звук, атмосферни явления, трансформации и взаимодействия на веществата – всичко това се подчинява на законите на физиката, изведени от човека. Преди няколко

века физиците, като нас сега в лабораторна работа, са седели с горелка и колби, везни и пружини, опитвайки се да разгадаят тайните на природата. Много открития са направени случайно, при много от тях са продължили десетилетия усърдни наблюдения. Не си мислете, че днес няма какво да открие един млад ентузиаст по физика. Във всяка наука има достатъчно бели петна! Като изучавате очевидното, поставяте компонентите на знанието в странна мозайка, провеждате смели експерименти и доказвате невъзможното, вие можете да стигнете до неочакваното. Човечеството е достигнало до дъното на най-дълбоките океани, стреми се да достигне дълбините на дълбините, завладява Космоса – има толкова много ново и непознато напред.

Всяка сутрин благодаря на Господ за възможността да бъда учител и да обичам своите ученици – послушни и не толкова, абсурдни, дръзки, талантливи, защото ще посвещавам живота си на отглеждането и обучението на деца и ще им дам по-голямата част от душата си.

Природните науки винаги са необходими, интересни и полезни. Физиката ми помага да виждам света като единен модел, помага ми в изучаването на сродни и далечни теми. Това е възнаграждаващо, забавно и предизвикателно. Физиката е бъдещето на науката.

Физиката за мен не е просто наука, тя е изкуство, което е трудно да се опише с думи. Физиката е любов. Това е любовта, която обхваща цялото ми същество, кара сърцето ми да бие по-бързо и ума ми да се стреми да разбере дълбините на Вселената.

Обичам феномена на електричеството, което мистериозно преобразява

живота ни. Изпълва пространството с магия и сила, позволявайки ви да създавате светлина, топлина, музика. Обичам да решавам електрически вериги, да създавам сложни дизайни от тях, които в крайна сметка се превръщат във великолепни устройства.

И в същото време ме увлича динамиката, която изучава движението на телата. Благодарение на нея можем да разберем как работи всичко около нас – от падаща звезда до най-простото движение на тялото. Всеки предмет, всеки движещ се обект крие част от тази удивителна наука и аз се радвам, че мога да разкрия тези тайни.

Не мога да не спомена магическата оптика, която разкрива пред нас прекрасни светове. Дава ни се възможност да видим не само близки обекти, но и далечни галактики и звезди. Оптиката ни позволява да създаваме лещи и огледала, основните инструменти за наблюдение и изучаване на света. Обичам да решавам уравненията на светлината, да се гмуркам в бездънните простори на Космоса.

И, разбира се, не мога да пренебрегна великата механика, която изучава движението и силите. С помощта на механиката можем да предвидим как ще се движи даден обект, как се трансформират силите по време на взаимодействие, как работят механизмите. Възхищавам се на простотата и в същото време дълбочината на законите на механиката, на истината, която стои в основата им.

Физиката е моята страст, моята любов, моят живот! Тя ми отваря врати към свят, пълен с чудеса и открития. Щастлива съм, че съм част от тази велика наука и целта ми е да споделя страстта и вдъхновението си с другите, така че и те да почувстват тази любов към физиката.

Като цяло обичам физиката, защото е универсална, защото ми помага да разберам света около мен и защото изисква да мога да решавам сложни проблеми. Сигурна съм, че физиката ще остане любимата ми наука през целия ми живот, и че тя е моето бъдеще!

---

Корекция: В брой 2 от тази година на „Светът на физиката“, стр. 98, в статията „Лазера с пари на меден бромид – 50 години от изобретяването му“ е допусната грешка. Статията започва със следния текст: „На 24 май 2024 г. в зала „Проф. Марин Дринов“ на БАН Институтът по физика на твърдото тяло отбеляза 50 годишнината от създаването на лазера с пари на меден бромид, който през 1979 г. е признат за „изобретение на годината“. Да се чете: 24 април 2024 г.



## ПАРАЛЕЛНИТЕ ВСЕЛЕНИ\*

Никол Якуб

Научен ръководител: Мара Цекина,  
НУМСИ „Проф. Панчо Владигеров“ – Бургас

Паралелните вселени – интерпретация за многобройните светове в квантовата физика! Теорията за тях за първи път се появява през 1957 г. от Хюг Еверет III в Университета „Принстън“. Тя обяснява множество парадокси от квантовата физика, която цели описването и предвиждането на поведението на най-малките частици – атоми, молекули и субатомни частици.

През 1926 г. вълновата функция е открита от Шрьодингер. Тя показва всичките възможности за съществуване на дадена система или частица, която трябва да съществува във всичките си форми едновременно. От това следва, че Вселената се разделя на свои паралелни реалности и по този начин всяка една възможност е осъществена. По същия начин щом хората са изградени от елементарни частици, то най-вероятно на други места съществува друга версия на всеки един от нас. До този момент пътуването между паралелните вселени се счита за невъзможно, поради съществуването им в различни пространствено-времеви измерения. Надеждата се възобновява с идеята за пътуването във времето, като се надскочи скоростта на светлината. Теорията на относителността на Айнщайн потвърждава тази идея, защото в нея се разглежда четвъртото измерение – време-пространството, което може да бъде

огънато от всеки обект, който има маса. Точно това се случва при образуването на черни дупки. Те поглъщат цялата видима светлина и огъват пространството около себе си. Затова се смята, че черните дупки могат да се използват за пътуване от едни измерения към други – но само тези, които се въртят около оста си, защото иначе енергията в черните дупки би унищожила всеки човек, опитващ се да пътува по този начин. Пътуването между измеренията е също така и парадоксално, защото ако нещо през това време бъде променено, може да настъпи научна революция, но също така и катастрофа – не глобална, а вселенска. Най-вероятно е да има паралелни вселени близки до нашата, но и такива, които нямат почти нищо общо с нея освен началото. Принципно всичко се върти около Големия взрив, след който възникват и отделните частици. Теорията за паралелните светове и вселени свежда всичко до едно общо начало, от което произлиза всичко.

Много хора смятат паралелните вселени за фикция, но те могат да се окажат и реалност. За тях се говори още от древни времена. Ако приемем, че съществуват, дали си взаимодействат е въпросът. Какви биха били последиците от тяхното взаимодействие? Представете си всяка една възможност на всеки ваш избор. Това значи, че ако има паралелни вселени,

\*Отлично есе във възрастовата група 9 – 12 кл. в Националния конкурс за есе „Физиката в моето бъдеще“.

те ще са безкрайно много. А ако може от една паралелна вселена да се премине в друга, то ние ще знаем резултата от всяко взето от нас решение, независимо какво е то. От това следва, че ние ще знаем резултата от всяко едно действие в миналото. Но възниква и въпросът за бъдещето – то дали ще е предвидимо? Предполага се, че всяко едно нещо, което се е случило, се е развило по различен начин във всяка една паралелна вселена, но какво следва за онези, които още не са се случили? Времето дали изобщо ще е валидно като единица? Ако времето във всяка една вселена се движи по различен начин, то проследяването на действията ще бъде възпрепятствано.

Аз смея да твърдя, че те съществуват, но според учените те не само са налични, а и си взаимодействат. Д-р Ричард Уайзмън и колегите му от Университета в Хартфордшър, Великобритания, твърдят, че съществува „универсална сила на отблъскване между подобните светове, която ги разграничава един от друг“<sup>4</sup>. През призмата на тази сила биха могли да се обяснят квантовите явления. „Всяко квантово явление е доста необикновено, а стандартната квантова механика не предлага никакво конкретно обяснение – тя просто дава основа за различни лабораторни експерименти. Нашата хипотеза твърди, че съществуването на паралелни светове, които си взаимодействат по специален и много фин начин, е обичайно явление“, категоричен е Хауърд Вайсман от Университета „Грифит“ в Бризбейн, Австралия.

Ако пътуването между различни вселени бъде осъществено, то това значи, че пътуването във времето също ще бъде възможно, тъй като те се бази-

рат на един общ принцип – теорията на Айнщайн за относителността, както споменах по-рано. Използването на черни дупки като „превозно“ средство може да стане ежедневие. Намирането на начин за използване на черните дупки в наша полза ще е едно от най-големите открития за времето си. Освен че огромни разстояния ще могат да бъдат преминати за кратко време, ще бъде възможен досегът не само до самите паралелни вселени, но и ново поле за развитие на науката. Това ще бъде една огромна крачка за човечеството. Науката ще премине на съвсем ново ниво. Предполагам, че и с пътуването до паралелни вселени и пътуването във времето, освен огромните иновации, които ще настъпят, нещата могат да завършат фатално и то не само за нас. Ако нещо в миналото бъде променено, е възможно начинът, по който се развиват нещата в бъдещето, изобщо да няма нищо общо със сегашната реалност. Има и възможност да се получи парадокс. Примерно се връщаме назад във времето, за да променим нещо, но ако то бъде предотвратено, то ние няма да сме се връщали назад във времето. Наскоро обаче парадоксът е опроверган. Говоря за квантовата теория за гравитацията. Това е вратичка към същинското пътуване във времето. Засега не е осъществено. Връщам се на паралелните вселени. Пътуването между тях също може да е от взаимопомощ за вселените. Вече няма да има въпрос: „Ама какво щеше да стане, ако Втората световна война не се беше случила?“, а щеше директно да има отговор за тези минали действия. Пътуването не би допринесло само за наблюдение на миналото и неговите възможни алтернативи, а и на икономиката, и на хората. Хората на на-

уката биха започнали да имат обмен на информация, но и да правят общи проучвания и ще има бум на открития, които могат да са основата на съвсем нова наука. Нещата, които се крият в необятната Вселена, в даден момент ще могат да станат достъпни за хората. Така ще се дадат обяснения за много хипотези и ще бъдат открити много нови неща. Бъдещето на хората на нашата Земя може да стане все-

обхватно – животът ще премине в други светове и в един момент може да няма непреодолими граници.

Само едно се знае, че оттук нататък научните открития ще стават все повече и все по-големи. Пътуването до паралелни вселени ще подпомогне не само науката и нейното развитие, но и всичко, засягащо нашия живот.

Използвана информация:

1. Екатерина Ангелова. Паралелните реалности – на границата между науката, научната фантастика и езотериката. В: сп. „Осем“, 29.10.2019 г.
2. Паралелни светове. Изд. „Флорир“: <https://www.florir.com/index.htm>
3. Мичио Каку. Паралелни светове. Изд. „Бард“, 2006.
4. Мичио Каку. Физика на бъдещето. Изд. „Бард“, 2011.
5. Young physicist ‘squares the numbers’ on time travel, The University of Queensland.
6. Mathematics Reveals Time Travel Is Logically Possible, But Not How To Do It, IFLScience.

---

## СТАНЕТЕ НАШИ АВТОРИ

Може да изпращате статии за публикуване в списанието като прикачени файлове на адрес [worldofphysics@abv.bg](mailto:worldofphysics@abv.bg).

Броевете на списанието можете да намерите на сайта ни

[wop.phys.uni-sofia.bg](http://wop.phys.uni-sofia.bg)

## ФИЗИКАТА – КЛЮЧ КЪМ ФОРМИРАНЕТО НА БЪДЕЩЕТО\*

Даниела Масарлиева

Научен ръководител: д-р Красимир Витларов,  
ОУ „Васил Левски“ – Пловдив

В света на науката и технологиите физиката е като огромен океан, пълен с неизвестни тайни и потенциал за откриване. За мен физиката не е просто учебен предмет или научна дисциплина – тя е вратата към изследване на бъдещи възможности и постижения, които можем да си представим.

Спомням си, как като дете гледах ябълката да пада от дървото. Това беше моментът, в който разбрах за гравитацията. Нещо толкова обикновено, но в същото време толкова вълшебно. Гравитацията държи всичко на Земята и ни позволява да се движим. Един дъждовен ден видях прекрасна дъга на небето. Физиката на светлината ми обясни, че дъгата се образува, когато светлината се пречупва в капките вода в атмосферата. Това беше като магия. Когато натиснах превключвателя и лампата се включи, разбрах, че електричеството е навсякъде.

В моето бъдеще виждам физиката като катализатор за иновации и промени във всички аспекти на живота. От енергетиката до медицината, от информационните технологии до космическите изследвания, физиката прониква във всяко измерение на човешкия прогрес.

Едно от най-вълнуващите предизвикателства, което виждам пред физиката в моето бъдеще, е преодоляването на границите на нашето сегашно разбиране

за света. Концепции като тъмната материя и тъмната енергия предизвикват нашето въображение и научната ни детерминация да проникнем по-дълбоко в тайните на Космоса. Разбирането на тези феномени не само ще промени нашата представа за Вселената, но също така може да доведе до разработването на нови технологии, които ще променят нашето общество.

В областта на енергетиката виждам физиката да играе ключова роля в преминаването ни към по-устойчиви и екологосъобразни източници на енергия. Технологии като ядрения синтез предлагат вълнуващ потенциал за източник на чиста и безопасна енергия за бъдещите поколения. Разработването на нови материали и процеси за ефективно съхранение и пренос на енергията също е от съществено значение за устойчивото развитие на нашата цивилизация.

В медицината физиката ни предоставя инструменти за разбиране и лечение на най-сложните болести. От използването на лазери в хирургията до прилагането на магнитни резонанси за диагностика, физиката играе решаваща роля в развитието на медицинските технологии. В бъдеще с развитието на нанотехнологиите и квантовите компютри можем да създадем индивидуализирани терапии и лекарства, които да се адаптират към

\*Отлично есе във възрастовата група 5 – 8 кл. в Националния конкурс за есе „Физиката в моето бъдеще“. Заглавието е на редакцията.

уникалните потребности на всеки пациент.

Космосът също предлага неограничени възможности за изследвания и открития, които ще формират нашето бъдеще. От изследването на планети извън Слънчевата система до търсенето на живот извън Земята физиката е ключът към разгадаването на тайните на Вселената. Новите технологии за космически пътувания и изследвания ни отварят врати към непознати светове и вълнуващи възможности за изследване на Космоса.

На академично ниво физиката ми предоставя вълнуваща перспектива за разбирането на сложните природни явления – от квантовата механика до космическата физика. Това знание ще бъде основополагащо за моя стремеж да се занимавам с изследвания и разработки в областта на космическите технологии или възобновяемата енергия.

Физиката, като основа за разбирането на енергийните процеси и материалите на атомно ниво, ще бъде решаваща за моите усилия да допринеса за създаването на устойчиви и ефективни енергийни решения.

В професионален план физиката ще играе критична роля в моя стремеж към иновации и разработването на нови технологии. Разбирането на физическите закони ще ми позволи да проектирам и давам решения, които могат да трансформират бъдещите технологии – от усъвършенствани материали за следващото поколение електроника до квантови компютърни системи. Възможността да приложим физични принципи в практически технологични задачи ще бъде основополагаща за моите усилия да

допринеса за прогреса в областта на науката и инженерството.

Отвъд академичните и професионални аспекти физиката ще остане фундаментален инструмент за моето разбиране за света. Тя предлага рамка, чрез която мога да разсъждавам за сложността на природните явления и да оценявам красотата на научното знание. Физиката ми позволява да виждам света като едно велико платно, на което всяко откритие добавя цвят и дълбочина към нашето общо разбиране.

На обществено ниво, физиката има потенциала да революционизира начина, по който живеем, работим и взаимодействаме. Чрез моите усилия в областта на физиката аз се стремя да допринеса към разработването на технологии, които правят живота по-устойчив, здравословен и свързан. Например създаването на по-ефективни и екологични енергийни системи би могло да има дълбоко въздействие върху борбата с климатичните промени, докато иновациите в медицинските технологии биха могли да подобрят качеството на здравеопазването по целия свят.

В моето бъдеще физиката не е просто научна дисциплина, тя е ключ към разбирането и формирането на бъдещето. Било то чрез академични постижения, професионални иновации, лично обогатяване или обществен принос, физиката ще бъде основополагаща в моята роля като активен участник в напредъка на човечеството. С всяко ново откритие и всяка нова технология, аз се надявам да допринеса за едно по-добро бъдеще, основано на знание, иновации и устойчивост.

---

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

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

---

Корица: Дъга при залез слънце във фонтана на Женевското езеро, Женева,  
Швейцария, автор Л. Атанасова.

---

**НАШИТЕ АВТОРИ:**

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

**Весела Василева** – експерт в Дирекция „Наука“ – МОН;

**Пенка Лазарова** – Съюз на физиците в България;

**Любомир Ковачев** – проф. д.ф.з.н., Институт по електроника, Българска академия на науките

**Екатерина Йорданова** – доц. д-р, Институт по физика на твърдото тяло, Българска академия на науките

**Георги Янков** – доц. д-р, Институт по физика на твърдото тяло, Българска академия на науките

**Иван Ангелов** – доц. д-р, Институт по електроника, Българска академия на науките

**Иван Цаков** – доц. д-р, ИЯИЯЕ, Българска академия на науките;

**Гаро Мардиросян** – проф. д.т.н., Институт за космически изследвания и технологии при Българска академия на науките

**Юлия Крумова** – д-р, Национален институт по геофизика, геодезия и география при Българска академия на науките;

**Мая Гайдарова** – доц. д-р, ФзФ, Софийски университет „Св. Климент Охридски“

**Ивелина Коцева** – гл. ас. д-р, ФзФ, Софийски университет „Св. Климент Охридски“

**Ярослав Басков** – ученик, 9 клас, МГ „Д-р Петър Берон“ – Варна;

**Невсе Арnaud** – студент II курс – магистър, ЮЗУ „Неофит Рилски“ – Благоевград;

**Никол Якуб** – 10 кл., НУМСИ „Проф. Панчо Владигеров“ – Бургас;

**Даниела Масарлиева** – 7 кл., ОУ „Васил Левски“ – Пловдив.

---

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

### **Фондацията осъществява пет програми:**

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

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

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

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

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

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

# СВЕТЪТ НА ФИЗИКАТА 3'2024

## СЪДЪРЖАНИЕ

# THE WORLD OF PHYSICS 3'2024

## CONTENTS

### РЕДАКЦИОННО

#### ПОЗДРАВЛЕНИЯ

– Поздравления за новоизбраните действителни и дописни членове на БАН в областта на физическите науки

#### НАГРАДИ

– Джон Хопфийлд и Джефри Хинтън: те използваха физиката за разработване на информационни модели  
– В. Василева, П. Лазарова – Възпитаници на ФзФ на СУ – носители на наградата „Питагор“

#### НАУКА

– Л. Ковачев, Е. Йорданова, Г. Янков, И. Ангелов – Нов лазерен метод за инициране на ядрени реакции при разпадане на хелиеви ядра с последващи реакции на синтез

#### СЪЮЗЕН ЖИВОТ

– 52-ра Национална конференция по въпросите на обучението по физика

#### НАУКА И ОБЩЕСТВО

– И. Цаков – COP 28, декарбонизация, термоядрен синтез

#### ФИЗИКА И ОБУЧЕНИЕ

– Г. Мардиросян, Ю. Крумова – Космическите технологии – атрактивни примери в обучението по физика

– М. Гайдарова, И. Коцева –

Дигиталните компетентности на учителите по физика според рамката DigCompEdu

– Успех на българския отбор в Шестата балканска олимпиада по физика

#### МЛАДИ ИЗСЛЕДОВАТЕЛИ

– Я. Басков – Робот-амфибия „ANNA“

– Н. Арнауд – Физиката – моето бъдеще и любов

– Н. Якуб – Паралелните вселени

– Д. Масарлиева – Физиката – ключ към формирането на бъдещето

### EDITORIAL ..... 131

#### CONGRATULATIONS

– Congratulations to the Newly Elected Academicians and Corresponding Members of BAS in the Physical Sciences ..... 134

#### AWARDS

– John Hopfield and Geoffrey Hinton: They Used Physics to Develop Information Models ..... 136  
– V. Vasileva, P. Lazarova – Graduates of the Faculty of Physics of Sofia University – Winners of the Pythagoras Prize ..... 138

#### SCIENCE

– L. Kovachev, E. Jordanova, G. Yankov, I. Angelov – A New Laser Method for Initiating Nuclear Reactions in the Fission of Helium Nuclei with Subsequent Fusion Reactions ..... 143

#### UNION LIFE

– 52th National Conference on Education in Physics ..... 147

#### SCIENCE AND SOCIETY

– I. Tsakov – COP 28, Decarbonization, Thermonuclear Fusion ..... 150

#### PHYSICS AND TEACHING

– G. Mardirossian, Y. Krumova – Space Technologies – Attractive Examples in Physics Education ..... 163

– M. Gaydarova, I. Kotseva – The digital Competences of Physics Teachers According to the DigCompEdu Framework ..... 175

– Success of the Bulgarian Team in the 6th Balkan Physics Olympiad ..... 181

#### YOUNG RESEARCHERS

– Y. Baskov – Amphibious Robot „ANNA“ ..... 185

– N. Arnaud – Physics – my Future and Love..... 189

– N. Yakub – The Parallel Universes ..... 193

– D. Masarlieva – Physics – a Key to Shaping the Future ..... 196