



СЪЮЗ НА ФИЗИЦИТЕ
В БЪЛГАРИЯ

СВЕТЪТ НА ФИЗИКАТА

4'25

WORLD OF PHYSICS

Европа и бъдещето на
квантовата наука

Нобеловата награда
по физика за 2025 година

Физиката и
изобразителните
изкуства

Квантовата механика и
модерната
електроника

С В Е Т Ъ Т Н А Ф И З И К А Т А

ТОМ XLVIII, кн. 4, 2025 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,
Желязка Райкова, Михай
Анастасеску, Херман Лиенхарт,
Роман Пономарьов, Лилия
Атанасова

EDITORIAL STAFF

EDITOR-IN-CHIEF

Sashka Alexandrova

VICE EDITOR-IN-CHIEF

Ana Georgieva, Mariana Kuneva

EXECUTIVE SECRETARY

Penka Lazarova

MEMBERS

Ivan Lalov, Evgeni Popov,
Peter Townsend, Radostina
Kamburova, Borislav Pavlov,
Zhelyazka Raykova, Mihai
Anastasescu, Hermann Lienhart,
Roman Ponomarev, Liliya
Atanasova

РЕДАКЦИОНЕН СЪВЕТ

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

EDITORIAL COUNCIL

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

ВОДЕЩ БРОЯ:

Сашка Александрова

VOLUME EDITOR:

Sashka Alexandrova

АДРЕС НА РЕДАКЦИЯТА:

Бул. „Джеймс Баучер“ №5,
1164 София

EDITORIAL OFFICE ADDRESS:

5, James Bouchier Blvd,
1164 Sofia

☎ 02 8161 684

E-mail: worldofphysics@abv.bg

Предпечатна подготовка: Л. Атанасова

ISSN: 0861-4210

РЕДАКЦИОННО

Отиващата си 2025 г. беше Международна година на квантовата наука и технологии (*International Year of Quantum Science and Technology – IYQ*), която постави началото на Международното десетилетие на науките за устойчиво развитие (*International Decade of Sciences for Sustainable Development – IDSSD*). В тази посока е приетата от Европейското физическо дружество декларация „*Европа и бъдещето на квантовата наука*“, която публикуваме в настоящия брой на „Светът на физиката“. Подчертава се съществуващият все още неизползван потенциал на квантовата физика, въпреки изминалите 100 години от нейното възникване, отворените фундаментални въпроси и необходимостта да се стимулира научното и технологичното развитие и да се надгражда на базата на продължаващата втора квантова революция. Декларацията е подписана от 12 европейски физични дружества. Тя е особено важна, тъй като представлява ангажимент за овладяване на квантовата наука и технологиите за устойчиво развитие. Необходима е активност без успокояване и затихване – процеси, често съпровождащи различни инициативи. Особено важно е признаването от европейските политици на стратегическото значение на квантовите технологии за научната и индустриалната конкурентоспособност на нашите страни.

Кралската шведска академия на науките присъди Нобеловата награда по физика за 2025 г. за „*Откриването на макроскопичното квантово-механично тунелиране и квантуване на енергията*

в електрична верига“. Може би дори от формулировката ще се запитате: нима става дума за квантово-механичен ефект на макроскопично ниво? Знаят ли младите ни читатели за други такива ефекти? Не трябва да се учудваме – квантовата механика в стогодишната си история непрекъснато предлага нови изненади. Наградата е присъдена съвместно на трима учени за техните фундаментални изследвания, проведени през 80-те години на миналия век. Прочетете за тези учени – дали са следвали хълмистия път в науката, често с възходи и падения, или са успели да „тунелират“ през неизвестното? За дългите години, изминали оттогава, са работили и в други области и имат своите успехи. Прочете и за българските следи – за двама български учени, чиято дейност е свързана с Нобеловата награда по физика за тази година и е оценена от двама от тазгодишните лауреати.

В настоящия брой публикуваме и статия за това как появата и развитието на квантовата механика води до разбиране на свойствата на веществата, налични в природата или синтезирани изкуствено, и до прилагане на тези знания за цели, които променят изцяло ежедневието на хората в световен мащаб. развитието на физиката на полупроводниците и разработването на полупроводниковите елементи в съвременната електроника е модел на приложение в практиката на една теоретична наука – *квантовата механика*, с огромно значение за развитието на човешката цивилизация. Едва ли, заангажирани с всекидневните си дела, си даваме сметка, че понастоя-

щем полупроводниците се превръщат в най-важните материални ресурси за индустрията заедно с петрола. Очакват ни години на усилено научно развитие, когато квантовите науки ще бъдат локомотивът на новаторски технологии. Добре дошли в квантовата епоха!

Представяме ви в настоящия брой един завладяващ разказ за двойствеността между изящните изкуства и науката и как те съвсем не са взаимно изключващи се, както може да се предположи на пръв поглед. В статията, „Физиката и изобразителните изкуства“ се разглежда въпросът за това, че все по-често учените-физици виждат смисъл в това да представят идеите и резултатите си с помощта на изобразителното изкуство, особено във времена, когато „*все по-разширяващите се и задълбочаващи се научни изследвания създават опасност науката да се отдалечи от широката публика*“. Срещаме ви с впечатляващи художествени произведения на модерното изкуство, фотографии, скулптури и инсталации и анализ на техния смисъл и въздействие, както в научно, така и в естетично отношение. Знаете ли, че самият Джеймс Уеб (*James Webb*) създава програма за сътрудничество между художниците и НАСА? Не може да не се съгласим с неговото мнение, че художествените интерпретации на проектите на НАСА, ще оставят по-продължителна следа във времето, отколкото публикациите във вестниците или предаванията по телевизията.

Навлизането на дигиталните технологии в образованието променя начина, по който учениците получават достъп до информация, взаимодействат с учителите си и се ангажират в учебния

процес. Дигитализацията включва използването на различни технологии за подобряване на учебния процес. Необходимостта от използването на различните форми на разширена реалност (*extended reality*, XR), в частност добавена реалност (*augmented reality*, AR), е належаща в свят, в който учениците са израснали с технологиите и трябва да бъдат подготвени да ги използват правилно, за да не ги погълне несъществуващата реалност на света в телефоните. Технологиите AR може да бъде голяма помощ за часовете по география, особено за природната (физичната) ѝ част. За историята на навлизането на AR в образователната дейност и примери за приложението ѝ в уроците по география може да прочете в настоящия брой на „Светът на физиката“.

В рубриката „Млади изследователи“ представяме творби на отличени участници в Националния конкурс за есе „Проф. Никола Балабанов“ на тема: „Физик, от когото се възхищавам“. Ставаме свидетели на следите, които остават у младите хора от срещите с големите учени, както в есето, посветено на проф. Никола Балабанов. Един доклад, който звучи като приказка за физиката, където квантовите флукутации са „*музика, която звучи в безмълвието на вакуума*“, а физиката е изкуство, изразяващо се чрез езика на уравненията остава запечатан в съзнанието и променя отношението към трудностите както в ученето, така и в живота.

На младите умове силно впечатление правят мотивацията и предизвикателствата, които стоят пред изобретателите-носители на нови технологии и как те успяват да намират решения на проблеми, с които много дру-

ги изследователи преди тях не са успели да се справят. Интересни са разказите за изобретателите и визионери и носители на нобелова награда Шуджи Накамура, един от пионерите на изобретяването на сините светодиоди, които предизвикаха революция в развитието на LED технологиите, и Денис Габор, изобретил и разработил холографския метод. Сложният път на Шуджи Накамура и многобройните препятствия и неуспехи, които преодолява с увереност и постоянство, но и невероятното чувство при постигнатия успех, вдъхват ентузиазъм. *„Чувствах се все едно достигнах върха на планината Фуджи“*, споделя Накамура. Откритието е толкова значително, че при обявяване на Нобеловите награди за 2014 г. се казва, *„крушките с нажежаема жичка осветиха XX век, XXI век ще бъде осветен от LED лампи“*. Ето вдъхновяващата фраза на Денис Габор, мотото към едно от есетата: *„Не можем да предскажем бъдещето, но можем да го изобретим“*. Радостно е, че млади-

те изследователи виждат науката като мост между човешкото въображение и реалността, между неизследваното и възможното.

В рубриката „Награди“ ви запознаваме с носителите на наградата „Джон Атанасов“ за 2025 г., която се присъжда за постижения на млади български изследователи, работещи в сферите на информатиката и информационните технологии. Представяме ви информация за лауреатите на Национални награди „Питагор“ – най-престижното отличие за постижения в областта на научните изследвания и популяризирането на науката сред обществото у нас. Проф. Христо Пимпирев, носител на наградата *„За комуникация на науката“*, споделя: *„Това е една от най-ценните награди, които съм получавал, защото популяризирането на науката е изключително важно, а може би определящо, тъй като, ако младите хора в училищата и в университетите не се запалят по науката, няма да имаме бъдеще“*.

Сашка Александрова

главен редактор на „Светът на физиката“

54-ТА НАЦИОНАЛНА КОНФЕРЕНЦИЯ ПО ВЪПРОСИТЕ НА ОБУЧЕНИЕТО ПО ФИЗИКА

на тема:

„Цели и съдържание на образованието по физика“

2 – 5 април 2026 г., Севлиево

Повече информация на

<http://upb.phys.uni-sofia.bg/conference/NK/54NK.html>



МЛАДЕЖКА НАУЧНА СЕСИЯ

за ученици и студенти на тема:



„ФИЗИКАТА – ПЪТ КЪМ ТЕХНОЛОГИИТЕ“

3 април 2026 г.

по време на 54-ата Национална конференция
по въпросите на обучението по физика на тема:

„Цели и съдържание на образованието по физика“

2 – 5 април 2026 г., Севлиево

Младежката сесия ще се проведе в хибриден вариант – според желанието и възможностите на участниците:

- **присъствено** – в зала в град Севлиево;
- **в онлайн режим** – чрез платформа, информация за която ще бъде изпратена на участниците допълнително и ще бъде качена на интернет страницата на конференцията: <http://upb.phys.uni-sofia.bg/conference/NK/54NK.html>

Участниците в сесията могат да представят компютърни презентации, интернет страници, идеи за компютърна анимация, разработки на демонстрации с теми по избор, свързани с темата на Младежката сесия. Препоръчително е в разработките да се посочват източниците на използваната информация (книги, сайтове, публикации и т.н.).

Всички участници в Младежката научна сесия и техните ръководители ще получат сертификати за участие. Училищата, от които има отличени проекти с I, II и III награда в двете възрастови групи (5 – 8 кл. и 9 – 12 кл.), ще получат плакети и безплатен абонамент за сп. „Светът на физиката“ за 2026 г., а авторите на отличените проекти и техните ръководители – грамоти.

Ръководител на участник в Младежката научна сесия има възможност да получи сертификат за кандидатстване за получаване на кредити. Повече информация може да се получи в 1-во съобщение на 54-ата Национална конференция по въпросите на обучението по физика.

Заявките за участие в Младежката научна сесия се подават чрез попълване на регистрационна форма: <https://forms.gle/yNfHHchWHQvrUWWWA>.

Краен срок – 20.03.2026 г.

ДЕКЛАРАЦИЯ НА ЕВРОПЕЙСКОТО ФИЗИЧЕСКО ДРУЖЕСТВО „ЕВРОПА И БЪДЕЩЕТО НА КВАНТОВАТА НАУКА“

През 2025 г. отбелязваме 100 години от формулирането на квантовата физика, научен етап, оформил съвременния свят. През 21-ви век квантовата физика ще продължи да се развива, носейки със себе си нови и неочаквани резултати. Технологиите, базирани на тези открития, водят до приложения, които ще бъдат от полза за човечеството.

- Квантовата наука е в основата на ключови технологии на 21-ви век.
- Пълният потенциал на квантовата наука все още не е изучен.
- Квантовите технологии ще променят живота ни, ще се справят с обществените предизвикателства и ще стимулират научния и икономическия прогрес.
- Европа е в силна позиция, с установена изследователска база, и ще играе водеща роля в бъдещите квантови технологии.

Законите на квантовата физика са формулирани за първи път в Европа през 1925 г. и описват поведението на най-малките съставни частици на материята, като елементарните частици, атомите и молекулите. Квантовите обекти се държат различно – и често нелогично – в сравнение с обектите, с които се сблъскваме в ежедневието си. Квантовата физика предизвика технологична революция, а един век по-късно е в ход Втората квантова революция. Използваме тази годишнина, за да подчертаем трансформиращата история на квантовата наука и технологии и да изследваме

огромните бъдещи възможности.

Първата квантова революция, изградена върху разбирането за вълновата природа на квантовите частици и върху съществуването на енергийни „пакети“, наречени кванти, започва в средата на ХХ век. Тази революция не само задълбочава разбирането ни за фундаменталните механизми на Вселената – кулминирайки в разработването на Стандартния модел на физиката на елементарните частици – но също така води до устройства и технологии, които сега са фундаментални за нашето ежедневие. Примерите включват компютри и потребителска електроника (като мобилни телефони), базирани на полупроводници, светодиоди, лазери, съвременна медицинска образна диагностика и лечение, позициониране и навигация (GPS, *Galileo* и др.), новото определение за килограм, фотоволтаици, технологии и подходи, лежащи в основата на изследванията на климата, и много други. Втората квантова революция, при която можем напълно да контролираме квантовото поведение на елементарни частици като атоми или фотони, започва около началото на ХХI век. Тази революция променя начина, по който мислим за информацията, изчисленията, измерванията и материята, водейки например до иновативни методи за сигурна комуникация, квантови измервания и нови квантови материали.

Напредъкът в квантовата наука продължава да се ускорява. Глобалните усилия, особено в Европа, подчертават значението на тази област, което допъл-

нително се подчертава от обявяването от Организацията на обединените нации на 2025 г. за Международна година на квантовата наука и технологии.

Докато някои приложения на квантовата физика като атомните часовници бързо преминаха от изследователска към практическа дейност, други, като например квантовите изчисления, в момента преминават от изследователски към търговски приложения.

Дори след 100 години квантовата физика остава област със значително неизползван потенциал. Много фундаментални въпроси все още остават отворени, което влияе както върху нашето разбиране за областта, така и върху нейното практическо приложение. Те включват търсенето на квантова гравитация, дали има максимален размер за квантовите системи, мащабирането на квантовите изчисления и класическия лимит на квантовата физика. Глобалните предизвикателства, включително сигурна комуникация, ефективно управление на енергията, мониторинг на климата, усъвършенствани решения в здравеопазването и разработване на нови лекарства, могат да бъдат решени с помощта на квантовата наука и технологии. Това подчертава трансформиращото въздействие върху обществото, което квантовите технологии биха могли да постигнат, както и нашето задължение да ги използваме отговорно.

Всеки може да оцени изненадващата и завладяваща природа на квантовата физика. Инициативите за ангажиране на обществеността и популяризиране трябва да достигнат всички сектори на обществото – както за да привлекат студенти към областта, така и за да повишат

осведомеността за нейното обществено въздействие. EPS и националните физически дружества приветстват и подкрепят инициативи за повишаване на любопитството и интереса към квантовата наука и технологии, подготвяйки нашите общества за предстоящите промени и възможности. Ние също така насърчаваме различните нововъзникващи образователни програми по квантова наука/инженерство/компютърни технологии в Европа да си сътрудничат и да обменят най-добри практики. Ние подкрепяме действия за обучение на ново поколение студенти за благоприятстване на научния и индустриалния растеж.

Насърчаваме създаването на мрежи от академични и индустриални заинтересовани страни, от стартиращи компании до големи корпорации, за да се стимулира научното и технологичното развитие и да се надгради върху продължаващата втора квантова революция. Възможностите за радикална промяна на квантовите иновации ги прави област, в която много участници, от малки компании до големи корпорации, могат да играят решаваща роля. Подкрепяме създаването на обща среда за всички участници, за да разработват и внедряват иновации.

Приветстваме признаването и от европейските политици на признаването на стратегическото значение на квантовите технологии за научната и индустриалната конкурентоспособност на нашите страни. Тяхната подкрепа за разработване на фундаментални изследвания на световно ниво в областта на квантовата наука и създаването на технологични екосистеми в цяла Европа е ключът към успеха на областта.

Декларацията е подписана от следните национални физически дружества:

Австрийско физическо дружество
Датско физическо дружество
Френско физическо дружество
Финландско физическо дружество
Германско физическо дружество
Институт по физика (Великобритания)
Италианско физическо дружество
Литовско физическо дружество
Дружество на физиците на Македония
Полско физическо дружество
Испанско кралско физическо дружество
Швейцарско физическо дружество

Декларацията е изготвена от:

Клаус Лемерцал (*Claus Lämmerzahl*), ZARM и GOC, Бременски университет, Германия; Жан-Филип Брантю (*Jean-Philippe Brantut*), EPFL, Цюрих, Швейцария; Кристоф Куто (*Christophe Couteau*), Технологичен университет Троа, CNRS, Франция; Ана Ди Чачо (*Anna Di Ciaccio*), Университет Тор Вергата в Рим и INFN, Италия; Елиза Ерколеси (*Elisa Ercolessi*), Болонски университет, Италия; Хуан Хосе Гарсия-Рипол (*Juan José García-Ripoll*), Институт по фундаментална физика, IFF-CSIC, Испания; Майри Сакелариаду (*Mairi Sakellariadou*), Кралски колеж в Лондон (*King's College London*), Великобритания; Карол Жичковски (*Karol Zyczowski*), Ягелонски университет, Краков и Полска академия на науките, Варшава, Полша.

Източник: <https://www.dmfz.si/Raziskovanje/Dokumenti/20250329%20Europe%20and%20the%20Future%20of%20Quantum%20Science.pdf>

СТАНЕТЕ НАШИ АВТОРИ

Може да изпращате статии за публикуване в списанието като прикачени файлове на адрес worldofphysics@abv.bg.

Броевете на списанието можете да намерите на сайта ни

wop.phys.uni-sofia.bg



НАЦИОНАЛЕН ОНЛАЙН ФОТОКОНКУРС
за ученици 8 – 12 клас и за студенти
на тема:



„ФИЗИКА В ЕДИН КАДЪР“

Конкурсът е част от ежегодната Младежка научна сесия, организирана от Съюза на физиците в България и фондация „Еврика“, която ще се проведе в рамките на 54-ата Национална конференция по въпросите на обучението по физика (2 – 5 април 2026 г., гр. Севлиево).

Темата на конкурса провокира участниците да търсят, заснемат и споделят кадър и да направят физично описание на заснетия обект или явление.

Конкурсът е за лична авторска фотография, която да предложи визуален художествен поглед към физиката в нейното съдържание. Неразделна част от фотографията е нейно кратко представяне и описание.

Изисквания към участниците:

1. Да изпратят на имейл physconfedu@phys.uni-sofia.bg, като в полето subject/относно да напишат – фотоконкурс):

- една авторска фотография с големина приблизително 2560 или повече пиксела по дългата страна;

- текстов файл с авторско описание с физични знания на заснетия кадър, заглавие на фотографията както и кога и къде е заснета

(шрифт *Times New Roman*, размер 12, големина на текста – приблизително между 100 и 200 думи).

2. Да попълнят данни за автора на фотографията в посочената Регистрационна форма: <https://forms.gle/how2hiRrCqqiVguK9>

Важно: Не се допускат до участие:

- фотографии изпратени като pdf файл или като част от презентация;
- визуални изображения които са създадени по друг начин освен с оптика и камера;
- изображения, които са обработени така, че се видоизменя посланието, основното съдържание и се добавят, изваждат или видоизменят елементи от тях;
- фотографии, направени с дрон;
- фотографии, които са без описание, или чиито автори не са попълнили Регистрационната форма.

Краен срок – 10 март 2026 г.

С участието си в конкурса авторът се съгласява със следните условия: предоставя безвъзмездно правата неговата работа да бъде класирана, избирана, показвана в различни интернет ресурси, споделяна в социални мрежи, печатана и експонирана за нуждите на конкурса и последващите събития, организирани във връзка с него.

Повече информация на: https://upb.phys.uni-sofia.bg/conference/NK/54NK/Фотоконкурс_2026.pdf

**НОБЕЛОВАТА НАГРАДА ПО ФИЗИКА ЗА 2025 ГОДИНА:
ЗА ФУНДАМЕНТАЛНИ ИЗСЛЕДВАНИЯ В ОБЛАСТТА НА КВАНТОВАТА
МЕХАНИКА**

Сашка Александрова

На 8 октомври Кралската шведска академия на науките обяви решението си да присъди Нобеловата награда за физика за 2025 г. съвместно на Джон Кларк, Мишел Деворе и Джон Мартинис за

„Откриването на макроскопичното квантово-механично тунелиране и квантуване на енергията в електрична верига“.



Джон Кларк
(John Clarke)
Калифорнийски универси-
тет, Бъркли, САЩ



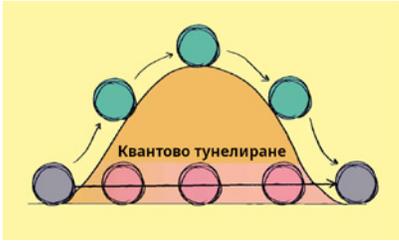
Мишел Деворе
(Michel H. Devoret)
Йейлски университет, Ню
Хейвън, и Калифорнийски
университет, Санта Барбара,
САЩ



Джон Мартинис
(John Martinis)
Калифорнийски универси-
тет, Санта Барбара, САЩ

В настоящата година, в която отбелязваме 100-годишнината на квантовата физика и стартира Международната година на квантовата наука и технологии, Нобеловият комитет отличава новаторските фундаментални изследвания в областта на квантовата механика, проведени през 80-те години на миналия век от Джон Кларк, Мишел Деворе и Джон Мартинис, чиито експерименти демонстрираха проява на квантово-механични свойства в макроскопична система.

Квантовата механика в стогодишната си история непрекъснато предлага нови изненади. В своите експерименти лауреатите демонстрират квантовата физика в действие в макроскопична система, отговаряйки на основния въпрос във физиката за максималния размер на система, в която могат да се проявяват квантово-механични ефекти. Те провеждат експерименти с електрична верига, в които демонстрират както квантово-механично тунелиране, така и квантувани



Топче по хълмист маршрут.
Класически и квантово-механичен път

енергетични нива в система със сантиметрови размери. Така лауреатите показват, че странните свойства на квантовия свят могат да бъдат наблюдавани в система, достатъчно голяма, за да се държи в ръка.

Транзисторите в компютърните микрочипове са един пример за работеща квантова технология в заобикалящия ни свят. През 60-те и 70-те години на миналия век развитието на полупроводниковите технологии доведе до важни пробивни, основани отчасти на тунелния ефект и други квантови ефекти.

Тунелният ефект е една от многото странности на квантовата физика. Ефектът се състои в това, че електрон може да премине през бариера въпреки недостатъчна си енергия. В класическата физика това е напълно невъзможно. Една аналогия представлява например топче, движещо се по хълмист маршрут, което внезапно се появява от другата страна на хълма, въпреки че е твърде бавно, за да преодолее препятствието. Ефектът е предсказан скоро след формулирането на квантовата механика от Вернер Хайзенберг и Ервин Шрьодингер.

Друг известен квантово-механичен ефект, известен още от началото на миналия век, е свръхпроводимостта. В един свръхпроводник електроните могат да текат без да изпитват електрическо съ-

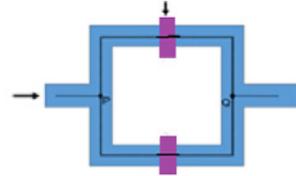
противление.

През 1984 и 1985 г. Джон Кларк заедно със своите докторанти Мишел Х. Деворе и Джон М. Мартинис провеждат серия от експерименти с електронна схема, изградена от свръхпроводникови компоненти. Във веригата тези компоненти са разделени от тънък слой непроводящ материал, – система, известна като Джозефсонов преход. Чрез усъвършенстване и измерване на всички различни свойства на своята верига, те успяват да контролират и изследват явленията, които възникват, когато пропускат ток през нея. Заредените частици, движещи се заедно през свръхпроводника, образуват система, която се държи така, като една единствена частица, запълваща цялата верига. Демонстрирането на тунелния ефект в системата обаче не е толкова просто и изисква много нови идеи от лауреатите.

Групата на Кларк насочва фокуса си към разработването и приложението на свръхпроводящи квантови интерферометрични устройства (*superconducting quantum interference device* – SQUID), които са свръхчувствителни детектори на магнитен поток. Джозефсоновият преход е основен компонент на тези устройства. В лабораторията „Бъркли“, усилвателите, базирани на SQUID, продължават да бъдат централни инструменти във фундаментални физични експерименти, които разширяват границите на чувствителността и прецизността. Варианти на тези устройства се използват днес за откриване на слаби магнитни сигнали от мозъка и сърцето, анализ на магнитните свойства на геоложки проби и търсене на неуловими следи от частици тъмна материя или аксиони.



Джозефсонов преход, състоящ се от два свръхпроводника, разделени от изолираща тунелна бариера



DC SQUID, състоящ се от два джозефсонови прехода, свързани паралелно

Кларк, Деворе и Мартинис промениха представите на учените за материята, измерванията и информацията. Те установиха принципите, които са в основата на съвременните квантови технологии като квантови изчисления, сензори и комуникация, пише Ирфан Сидики (*Irfan Siddiqi*), преподавател в Отдела по приложна математика и изчислителни изследвания в лабораторията „Бъркли“, председател на Катедрата по физика на

Калифорнийския университет в Бъркли и директор на *Advanced Quantum Testbed*, изследователска лаборатория за квантови изчисления на основата на свръхпроводящи схеми към лабораторията „Бъркли“.

Днес учени по целия свят използват резултатите от изследванията на лауреатите за разработване на следващото поколение квантови технологии, включително квантова криптография, квантови компютри и квантови сензори.

Интересни факти за нобеловите лауреати

Джон Кларк участва в експеримента *Axion Dark Matter* в Университета на Вашингтон за търсене на доказателства за съществуването на тъмна материя. Той се включва към експеримента за първи път около 2000 г. и до днес той остава много обичан сътрудник за колегите си.

Историята започва, когато ADMX организира семинар в лабораторията „Лорънс Бъркли“ (*Lawrence Berkeley*) за търсене на решение на технически проблем, с който се сблъскват изследователите. Начинът, по който експериментът търси тъмна материя, е подобен на радио, търсещо станция, но вместо музика, той търси аксиони (axions) – частиците, за които се предполага, че съставляват тъмната материя.

Детектирането на аксиони изисква усилване на микровълни с много слаб интензитет. По това време групата разполага само с електронни усилватели, чийто шум заглушава самия сигнал, който се опитват да уловят. На семинара Кларк представя SQUID усилвател като потенциално решение при свръхчувствителни измервания.

След обсъждане на различни алтернативни технологии се оказва, че никоя не отговаря на изискванията. Търсеният пробив се оказват SQUID усилвателите. Досега ADMX все още използва версия на оригиналния усилвател на Кларк, усъвършенствана от неговите ученици през годините. Това един пример, как квантова технология може да революционизира

експериментални изследвания.

В изследванията си **Мишел Деворе** се фокусира върху експерименталната физика на твърдото тяло с акцент върху квантрониката (*quantronics*), т.е. мезоскопски електронни ефекти, при които колективните степени на свобода като токове и напрежения, се държат квантовомеханично; основно разбиране на квантовата неравновесна физика на свръхпроводящи схеми за обработка на информация, като квантови изчисления и квантови сензори.

През 2014 г. **Джон Мартинис** и еки-

Тази година е специална за Калифорнийският университет по отношение на спечелени Нобелови награди. Както Президентът на Калифорнийския университет Джеймс Б. Миликен (*James B. Milliken*) сподели на страницата на Университета и в социалните мрежи „*Нито един университет по света не е имал четирима преподаватели, които да печелят Нобелови награди в една и съща година. В Калифорнийския университет сме изпълнени с гордост, но това е нещо повече от право на хвалба. Става въпрос за революционни, променящи живота открития, които действително помагат на хората в цялата страна и по цялата планета*“.

През 2025 г. Университетът печели рекорден брой Нобелови награди – общо пет. Те са присъдени на:

Фредерик Рамсдел (*Frederick Ramsdell*) – за физиология и медицина за откритията му, свързани с имунната толерантност.

Джон Кларк, **Джон Мартинис** и **Мишел Деворе** (физика) – за експерименти, които са основа за развитието на кванто-

път му са наети от *Google Quantum AI*, за да построят квантов компютър. Те успяват създадат система от 53 заплетени кубита, която се справя, като решава проблем, считан за неразрешим от класическите компютри. След като напуска *Google* през 2020 г., Мартинис се присъединява към австралийска стартап компания *Silicon Quantum Computing*. През 2022 г. той става съосновател на компанията за квантови изчисления *Qolab*, където е главен технологичен директор.

вите компютри.

Омар Яги (*Omar Yaghi*) по химия – за работата му в областта на метално-органичните мрежи (MOFs) – съединения със силно пореста кристална структура с различни свойства, които могат да се настройват за специфично приложение.

Джеф Нийтън, заместник-директор на Лабораторията за енергийни науки, отбелязва: „*Работата на Кларк, Деворе и Мартинис е прекрасен пример за пътя, който трябва да се извърви от фундаменталното откритие до неговото практическо приложение. Започва се с фундаментален въпрос и с течение на времето знанията и инструментите, разработени за неговото решаване, трансформират цели области. Въздействието на настоящото фундаментално изследване ще продължи да вдъхновява квантовата наука за години напред*“.

Интересно и радостно е, че можем да отбележим и двама български учени, чиято дейност е свързана с Нобеловата награда по физика и е оценена от двама от тазгодишните лауреати.

Проф. д.фз.н. Савчо Тинчев, дългогодишен сътрудник на Института по електроника при БАН, стипендиант на фондацията „Александър фон Хумболт“, поддържа контакт и обмен на информация с Джон Кларк. През 90-те години на миналия век те се срещат на симпозиуми и конференции, най-често на редовните конференции по *приложна свръхпроводимост*. Джон Кларк нееднократно е цитирал негови работи. Така например при обсъждане на алтернативни технологии за формиране на Джозефсонови преходи за SQUID квантови интерферометри, една възможна технология е използването на йонно облъчване в свръхпроводящи YBCO слоеве. Цитатът гласи: *This technique was first demonstrated by Tincev to fabricate SQUIDs*. Още един пример за приложенията на SQUID квантови интерферометри в измерителната техника е от изданието *The SQUID Handbook, vol. I Fundamentals and Technology of SQUIDs and SQUID Systems*, J. Clarke, A. I. Braginski (Eds.) (2004), където е отбелязано следното: *Tincev was first to report a thin-film YBCO rf SQUID gra-*

diometer with a baseline of 1.4 mm.

Доц. д-р Боян Торосов от Института по физика на твърдото тяло (ИФТТ) при БАН, ръководител на научна група към Центъра за квантови технологии към Физическия факултет на СУ „Св. Климент Охридски“ и като старши изследовател в канадската компания за квантови изчисления IQBit е включен в проект за създаване на квантов компютър. Доц. Торосов е съавтор на научна статия с проф. Джон Мартинис, един от нобеловите лауреати за тази година „**Как да изградим квантов суперкомпютър: мащабиране от стотици до милиони кубити**“ (*How to Build a Quantum Supercomputer: Scaling from Hundreds to Millions of Qubits*).

Да завършим с думите на Оле Ериксон (*Chair of the Nobel Committee for Physics*), председател на Нобеловия комитет по физика: „*Удивително е, че можем да засвидетелстваме как вековната квантова механика непрекъснато предлага нови изненади. Това е и изключително ценно, тъй като квантовата механика е в основата на всички цифрови технологии*“.

Литература

<https://www.weltderphysik.de/thema/nobelpreis/nobelpreis-fuer-physik-2025/>

<https://elements.lbl.gov/news/how-nobel-prize-winning-research-paved-the-way-for-quantum-computing/>

<https://www.chemieurope.com/en/news/1187304/drei-quantenforscher-teilen-sich-physik-nobelpreis-2025.html>

<https://www.universityofcalifornia.edu/>

<https://www.washington.edu/news/2025/10/08/>

[much-loved-uw-collaborator-john-clarke-wins-the-nobel-prize-in-physics/](https://www.washington.edu/news/2025/10/08/much-loved-uw-collaborator-john-clarke-wins-the-nobel-prize-in-physics/)

<https://engineering.yale.edu/research-and-faculty/faculty-directory/michel-devoret>

<https://www.ucsb.edu/about/faculty-and-alumni/john-martinis>

S. A. Cybart, S. M. Anton, S. M. Wu, J. Clarke, R. C. Dynes, Very Large Scale Integration of Nanopatterned YBa₂Cu₃O_{7-δ} Josephson Junctions in a Two-Dimensional Array, *Nano Lett.*, 9, 3581-3585 (2009)

M. Mohseni, How to Build a Quantum Supercomputer: Scaling from Hundreds to Millions of Qubits, arXiv:2411.10406



УПРАВИТЕЛНИЯТ СЪВЕТ НА
СЪЮЗА НА ФИЗИЦИТЕ В БЪЛГАРИЯ
със съдействието на ФОНДАЦИЯ „ЕВРИКА“
обявява



НАЦИОНАЛЕН КОНКУРС ЗА ЕСЕ „ПРОФ. НИКОЛА БАЛАБАНОВ“
за ученици и студенти на тема:

„ФИЗИКАТА ЗА МЕН Е...“

Текстът на есетата трябва да бъде в обем до 4 страници във формат *Word for Windows*, шрифт *Times New Roman*, 12 pt, 1 line spacing. Заглавието на файла да съдържа име и клас на ученика на кирилица (напр. Иван Иванов – 8 кл.). Задължително е да се посочват източниците на използваната информация (книги, сайтове, публикации и т.н.).

Авторите трябва да посочат след заглавието на есето името си, класа и учебното заведение, дадено с адрес и пощенски код; името на научния ръководител на избраната тема с електронната му поща и телефон за контакт. Есета без тази информация няма да бъдат разгледани от журито.

Есетата се изпращат по електронна поща на: physconfedu@phys.uni-sofia.bg (посочете като Subject/относно: „конкурс за есе“).

Краен срок – 27.02.2026 г.

С участието си в конкурса авторът се съгласява да предостави безвъзмездно правата неговата работа да бъде класирана, избирана, показвана в различни интернет ресурси, споделяна в социални мрежи, печатана и експонирана за нуждите на конкурса и последващите събития, организирани във връзка с него.

Есетата ще бъдат оценявани от компетентно жури.

Всички участници в конкурса за есе и техните ръководители ще получат сертификати за участие. Училища, от които има отличени с I, II и III награда есета в трите възрастови групи (6 – 8 кл., 9 – 12 кл. и студенти), ще получат абонамент за сп. „Светът на физиката“ за 2026 г., а есетата ще бъдат отпечатани в брошура за Младежката научна сесия, която ще бъде качена на сайта на Съюза на физиците в България. Авторите на отличените есета с I, II, III и поощрителни награди в трите възрастови групи и техните ръководители ще получат грамоти.

Подбрани от журито на конкурса есета ще бъдат публикувани в сп. „Светът на физиката“ – печатен орган на Съюза на физиците в България.

Резултатите от конкурса ще бъдат обявени на 26 март 2026 г. на сайта на Съюза на физиците в България, а времето и мястото на награждаването ще бъдат съобщени допълнително на сайта на СФБ.

ФИЗИКАТА И ИЗОБРАЗИТЕЛНИТЕ ИЗКУСТВА

или

Как изкуството може да помогне при разбирането на физичните закони, идеи и явления

Част I

Мариана Кънева

„Процесът на разбиране в природата, заедно с радостта, която човек изпитва от разбирането, т.е. от получаването на нови знания, изглежда се основава на хармонизирането на предварително съществуващи вътрешни образи на човешката психика с външни обекти и тяхното поведение, мястото на ясните понятия се заема от образи със силно емоционално съдържание, които не се мислят, а се виждат, образно казано, през очите на ума...“.

(В. Паули)

Изобразителните изкуства и физиката могат да си партнират по много начини. При обучението по физика това партньорство стимулира нови начини на мислене и засилва интердисциплинарните умения, съществени за иновациите – акцент в развитието на съвременния технологичен свят. Не случайно интердисциплинарността е ключово понятие и директива за развитието на човечеството през настоящото десетилетие. Използването на естетика в образованието е изключително полезно, естетиката е истинска мотивация за правене на наука: тя доставя удоволствие, разпалва любопитството и може да доведе до мотивация за учене през целия живот (както знаем, ученето през целия живот е приоритет на държавата), усилва възприятието и повишава въздействието. Включването на изкуствата в учебната програма може да засили разбирането и да подобри отношението към физиката.

Представянето на физиката чрез изкуство дава възможност за възприемане и разбиране на научната информация, за изразяване на физични понятия и идеи по художествен начин, достъпен в много по-голяма степен за масовата аудитория, отколкото стотици научни (и дори научно-популярни) статии, доколкото *„Най-добрият интерпретатор на природата е изкуството“* (В. Гьоте). Творбите на художниците могат да привлекат вниманието на публиката към пълния с чудеса, загадки и обещания свят на физиката; отварят поле за дискусии, които изграждат връзка между теорията и реалния свят и изясняват културната стойност на физиката за всички хора, не само за учените. Сътрудничеството между художници и учени може да доведе до идеи и резултати, които се възприемат както на емоционално, така и на интелектуално ниво. От една страна, художниците могат да изследват как да

използват знанията си по физика в своята работа, от друга страна, физиците могат да използват творбите на художниците за представяне на физиката на масовата аудитория. Съществуват редица примери за художници, мотивирани от дълбок интерес към физиката, които работят съвместно с учени-физици, създавайки изкуство, използващо, илюстриращо или подкрепящо физиката: тандемите Ейдриън Причърд и Фил Фурно, Линдъл Фелпс и Бен Стил, Сандра Зетина и Роберто Зенит, Джим Санборн (младши) и инженери от НАСА, физиците-художници Пупа Джилбърт, Фелпс Франкел, художниците Дейвид Сикейрос, Дейвид Бачелър, Конрад Шоукрос, Саймън Фейтфул, Нед Кан и т.н. Много от техните творби могат да се разглеждат и като силно въздействащи илюстрации на физични свойства и процеси.

Съвместната работа на **Ейдриън Причърд** (*Adrian Pritchard*) [1], художник и педагог, който интерпретира в инсталациите си физиката на флуидите, гравитацията и времето, и **Филип/Фил Фурно** (*Philip/Phil Furneaux*) [2], преподавател по физика в Университета в Ланкастър и саксофонист, води до създаването на няколко култови творби – кинетичните инсталации „Осмотичната машина“ (*The Osmosis Machine*), „Паяжинна кула 1“ (*Gloop Tower One*), и пърформанса „Саксофон възбужда ненютонови флуиди“ (*Sax excites non-Newtonian fluids*). Чрез своите творби, които приличат по-скоро на опитни постановки, Е. Причърд изследва свойствата на материята, използвайки вискозни вещества на полимерна основа (напр. натриев тетраборат в съчетание с PVA на водна основа), които текат на

живо, променят се под действие на гравитацията за изявяване, подсилване и моментно наблюдаване на флуидните характеристики, създавайки усещане за очакване и непредсказуемост. За инсталациите си Причърд използва ненютонови флуиди (силно вискозни вещества, чийто вискозитет зависи и от силата, прилагана върху тях), известни като *gloop* (лепкава течност или вещество). При „Осмотичната машина“ той добавя много различни на цвят пигменти към тях, излива ги в контейнери с предварително пробити дупки, така че силно вискозният материал бавно се стича под действие на гравитацията и цветните потоци се смесват, създавайки странни и прекрасни изображения, като едновременно с това са и експериментална арена за възникване и развитие на случайни събития (Фигура 1a). В „Паяжинна кула 1“ различно оцветени количества флуид се поставят във въртяща се тръба, разпръскваща вискозния материал върху мрежа, която го закача и го кара да пада произволно на тънки воали от струни, които се преплитат, подскочат или се навиват във въздуха, преди бавно да достигнат пода, където се натрупват, отливат и текат бавно като разтопена лава, променяйки се поради слабите разлики във влажността, температурата и движението на сместа (Фигура 1b).

„С творбите си се опитвам да предефинирам връзката ни с материята, използвайки гравитацията – силата, която определя всяка форма... Така, както ученият задава параметрите на експеримент, аз задавам фона, на който протича взаимодействието на съзнателния човек с природата, а получената творба преминава от материя в мета-

фора“, казва Причърд.

Инсталациите на Причърд могат да се разглеждат както като скулптура, така и като пърформанс, тъй като творбата непрекъснато се променя, чрез което демонстрира свойствата на флуида и се създава физическо усещане за вискозитетата като важно свойство на материята. Неслучайно те са представени на Фестивала на науката в Лондон през 2012 г. („Осмотичната машина“) и на срещата в централата на IOP (*The Institute of Physics*) в Лондон през 2014 г. на тема „Представяне на науката чрез изкуство“ („Паяжинна кула 1“ и „Саксофон възбужда неньютонови флуиди“). Идеята на срещата е „да помоли художниците да проучат как използват познанията си по физика в своята работа“ и да видят „как физиката може да бъде представена на широката публика чрез техните творби“. В своята инсталация, представена на същата среща, Фил Фурно се опит-

ва да генерира със своя саксофон звук с подходящи честоти, за да създаде вълни в купа с царевично нишесте, поставяйки по същество физически експеримент за осъществяване на естетическата си концепция. Трябва да се отбележи, че в ежегодния Фестивал на науката, най-отдавна утвърденият научен фестивал в Европа, който се провежда в различни градове на Великобритания, задължително присъства секцията „Наука и изкуство“.

Други двама художници, участващи в срещата в Централата на IOP през 2014 – Дейвид Бачелър (*David Batchelor* – шотландски художник и писател) [4], и Конрад Шоукрос (*Conrad Shawcross* – британски художник с подчертан интерес към физиката и математиката) [5], създават инсталации, базирани съответно на светлинни ефекти и механични конструкции.



Фигура 1. Ейдриън Причърд – кинетични инсталации: „Осмотичната машина“, 2012 (a) и „Паяжинна кула 1“, 2013 (b) [3]



Фигура 2. Дейвид Бачелър: „Магически час“ (*Magic Hour*), светлинна инсталация, 2004-05, 308 x 262 x 18 cm [6]

Дейвид Бачелър се интересува от цвета и като атрибут на светлината, и като атрибут на ежедневието, поради неговата роля при изявяването на формата. Триизмерните творби на художника обикновено съчетават блестящи цветове (използващи често флуоресцентни или неонов светлини) с набор от амбалаж и предмети, резултат от ежедневието съвременна консумация. Създавайки хипнотично красиви скулптури, той разкрива скритите послания на ярките светлинни сигнали, които превръщат към явленията отражение, преминаване и разсейване на светлината. За експонирането на светлинните му скулптури се използват пространства, осигуряващи максимален контакт със зрителите. В една от най-известните му светлинни инсталации – „Магически час“ (*Magic Hour*) (Фигура 2), зрителят вижда гърба на кутии, зад които са поставени източници на светлина, създаващи ореол от отразена светлина около тъмния център на скулптурата.

Конрад Шоукрос (*Conrad Shawcross*) използва различни материала

ли и среди, за да създаде амбициозни структурни и механични инсталации, вдъхновени от геометрията, философията, физиката и метафизиката. Имитирайки функционалност и пропити с вид на научна рационалност, енигматичните машиноподобни инсталации на Шоукрос, изпълнени с парадокс и усещане за чудо, превръщат към различни научни идеи, модели и инструменти, към представите ни за време, ентропия и изчезване. През 2011 г. той е художник-резидент (*Artist-in-residence*) в Музея на науката в Лондон, където създава „Протомодел“ (*Protomodel*) [7], инсталация от пет творби, които остават в постоянната експозиция на музея, заедно с научните експонати. Обединени от естетика, подобна на тази на научните модели и провокирани от най-различни физични идеи и математични топологии, като бутилки на Клайн („Рисунки от стружки“ – *Swarf drawings* (Фигура 3а), метрични мерни единици („Небесните метри“ – *Celestial Meters*), кристалната структура на веществото („Решетка I-VI“ – *Lattice I-VI*) (Фигура 3б), тези творби заместват чисто функционалното с феноменологично преживяване, като залагат на сетивното възприятие, изпреварващо и предизвикващо мисловното.

В друга серия от 10 произведения под общото название „Периметрични изследвания“ (*Perimeter studies*) [8] Шоукрос интерпретира геометрията и геометричните свойства на платоновите твърди тела – тетраедър, октаедър, куб, додекаедър и икосаедър, с акцент върху тетраедъра, считан от древните гърци за същност на материята и неин основен градивен елемент. Сега знаем със сигурност, че тази форма е в основата на



(a)



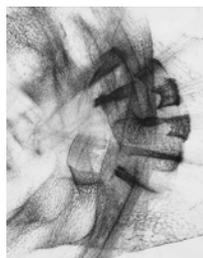
(b)



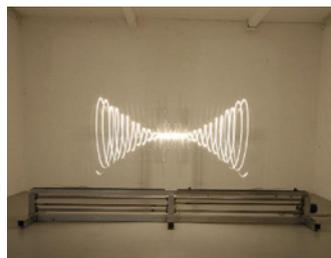
(c)



(d)



(e)



(f)

Фигура 3. Конрад Шоукрос: „Протомодел – Рисунки от стружки“, 2011 (a) [7]; „Решетка I и II“, 5x4x3,5 м, 2007 (b) [7]; „Периметрични изследвания – Икосаедър, Комплект 2“, 2012 (c) [8]; „След експлозията, преди колапса – Фрактура“ (d) [9]; „Аберация 19“, 2018 (e) [10]; „Палиндром“, 2008 (f) [11]

природата, най-вече в молекулата H_2O , участва и в изкуствено създадените тетраедрични ДНК наноструктури (TDN) за приложения в медицината, образувани посредством нагъване на четири едновекторни ДНК молекули при свързване на базови двойки. Освен очевидната препратка към различни видове кристални решетки (Фигура 3c), скулптурите от тази серия, изработени от различни материали и в различни мащаби, показват как тези геометрични форми могат да бъдат свивани, разтягнати и деформирани. Използвайки додекаедър като концептуален елемент в част от скулптурите си от тази серия, Шоукрос създава привидно експлодиращи форми, чрез които внушава идеята за произхода на Вселената и за „Големия взрив“, доколкото Платон е свързвал правилния додекаедър с не-

бесата. Скулптурите, наречени „След експлозията, преди колапса“ (*After the Explosion, Before the Collapse*) (Фигура 3d) [9], използват тетраедрични елементи, разположени около централно спираловидно стъбло. Създавайки конструкции, понякога модулни, понякога механични, които теоретично биха могли да бъдат безкрайно разширени в пространството, той отново внушава идеята за Големия взрив и разширяващата се Вселена. Тези инсталации, както сам казва авторът, „връщат мозъка ни към нещо познато, нещо естествено, нещо дълбоко, красиво и повсеместно“.

Редица от творбите на Шоукрос са базирани на оптични ефекти. Поредицата от уникални фотографски отпечатъци „Аберация“ (*Aberration*, 2018) (Фигура 3e) [10], създадени върху фотографска

хартия чрез изстрели с лазер през серия от пукнатини в стъклени фрагменти, разположени между хартията и лазера, визуализира преминаването на светлината през структури с дефекти. Светлинната инсталация „Палиндром“ (*Palindrome*) (Фигура 3f) [11] представлява симетрична машина, която чрез движение на 4 светлинни източника създава фигура във вид на два конуса, допиращи се с върховете си, която художникът разглежда като съвършено изображение на черна (или бяла) дупка. В серията принтове „Моделите на отсъствие“ (*The Patterns of absence – 2020*) [12], художникът използва математични алгоритми за създаване на интерференчни картини, които, отпечатани в различни цветове и наблюдавани едновременно, създават оптични ефекти, напомнящи играта на светлината при отражение от морската повърхност. Към тази тема се отнася и скулптура, представляваща два окачени един до друг диска с диаметър 4 m, перфорирани по начин, отново определен от математичен алгоритъм, които се въртят в противоположни посоки, създавайки повтарящ се набор от изображения и цветове – естетична интерпретация (емпирично разбиране) на ефекта на Моаре. Една от новите му инсталации – „Звънене“ (*Ringdown – 2024*) [13] внушава прозрение за последните моменти на две спираловидно въртящи се черни дупки преди сливането им – събитие, което изкривява времето и създава гравитационни вълни. Със своята мощна креативност Шоукрос показва как изкуството и науката, използвайки различни инструменти, разширяват границите на разбирането и въображението, предизвиквайки ни да се изправим пред

непознатото по много начини.

Друг известен тандем са австралийската художничка **Линдъл Фелпс** (*Lyndall Phelps*) [14], художник-резидент към Института по физика (IOP) и **Бен Стил** (*Ben Still*), атомен физик – ловец на неутрино от Лондонския университет „Кралица Мери“, създатели на инсталацията „Ковариация“ (*Covariation*) (Фигура 2a) [15]. Това е първата творба от програмата за художници-резиденти, наречена „Суперпозиция“ (*Superposition*) [16], създадена по поръчка на IOP през 2012 г., която обединява художници и физици за генериране, разработване и визуализиране на нови идеи и произведения на изкуството, карайки ги да работят заедно. IOP е един от ключовите спонсори и поддръжници на подобни инициативи заедно с фондацията *Wellcome Trust* и Музея на науката в Лондон.

Целта на програмата „Суперпозиция“ е да ангажира възрастната аудитория със съвременната физика чрез модерно визуално изкуство, подкрепяйки дългосрочни взаимоотношения между отделни физици и художници. Получените в резултат на това сътрудничество произведения на изкуството не са буквална интерпретация на научните идеи и знания, а вид стимул за зрителя към тяхното разбиране, базиран на мулти-сензорни, интелектуални и емоционални преживявания.

Бен Стил е един от участниците в изследването на неутрино, провеждано от Международния експеримент Токай-Камиока (*Tokay to Kamioka – T2K*) [17], с цел да се разбере повече за същността и поведението на тази елементарна частица. Детекторът *Super-Kamiokande* се намира на 1000 m под земята в мината

„Мозуми“ (*Mozumi*), в района Камиока на град Хида (*Hida*). Представлява цилиндричен резервоар от неръждаема стомана с височина и диаметър около 40 m, запълнен с 50 000 t вода и оборудван с около 13 000 фотоумножители. В експеримента се използват ръчно изработени стъклени детектори, разположени в пространството (Фигура 4b), които регистрират светлинни сигнали, резултат от ефекта на Черенков - трансформирането на енергията на неутрино, движещи се със свръхсветлинна скорост във водата. След това тази светлина се превръща в електрически сигнали и в информация, съхранявана на компютър.

„Коварияция“ обобщава въздействието от функционирането и естетиката на детекторите на частици върху начина, по който експерименталните данни се анализират и визуализират от физиците. Инсталацията е калейдоскопично произведение, създадено от 28 000 стъклени мъниста, 36 000 фасетиран кристали, 380 прозрачни акрилни дискове, 800 m месингови пръчки, лед и метал. Състои се от слоеве от висящи дискове с фино променящи се шарки и цветови вариации, които пленяват въображението на зрителя. Декоративните мотиви на окачените елементи са вдъхновени от спиралите на детекторите на неутрино и графичния анализ на данни, от който произлизат цветовата палитра и редуването на цветовете.

На пръв поглед „Коварияция“ преpraща към събирането и подреждането на данни от мехурчести камери – ранна форма на детектори на частици и към материалите, използвани в историческите научни инструменти: Фелпс използва месингови висящи пръти и про-

зрачни дискове за да насочи вниманието към по-ранна епоха на научни експерименти, когато този материал е бил един от основните за изработване на уреди и инструменти. Но не само: творбата поражда със своята многопластовост и многобройни препратки както към историята на научните изследвания, така и към съвременните научни експерименти, други елементи на творбата отразяват социалните аспекти на научните начинания. Някои от материалите (мънистата) се отнасят до женски занимания, което намеква за връзка с „женските компютри“: в исторически план, в света на физиката на елементарните частици, жените са били наемани за ръчна обработка на данни и са били известни като „първите компютри“. Мястото, където е експонирана инсталацията, също не е избрано случайно – Лондонският музей на каналите, който се помещава в огромен склад за лед, построен през XIX век за производителя на сладолед Карло Гати. Пречистената неподвижна вода е основна част от детектора T2K. Използването на подземни камери за настаняване на инсталацията се случва точно когато в *Super-Kamiokande* се предлагат планове за втори комплект подземни камери.

Ето какво казва Линдъл Фелпс за вдъхновението, довело до създаването на „Коварияция“ и внушенията, породени от нея: „По време на първата ми среща с д-р Стил бях поразена от присъщата красота и чувството на страхопочитание, представени от детекторите на частици. Има магическо качество в техните подземни местоположения, някои разположени под лед, други под планини или море. Това са тъмни и недостъпни пространства, където светлината се

използва за откриване на основните градивни елементи на всичко във Вселената. Заинтересувах се и от начина, по който данните от детекторите се визуализират и анализират от физиците, от уникалните дигитални цветни точкови диаграми на д-р Стил до огромния брой жени, наети в миналото да обработват ръчно информацията (известни като „първите компютри“) [18].

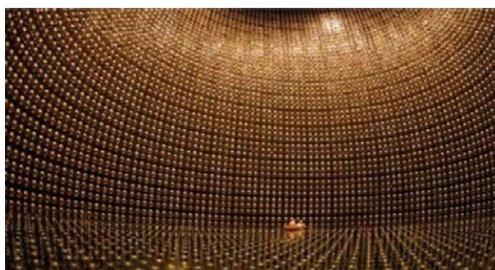
Важно е да се подчертае равностойният принос и взаимното влияние между Фелпс и Стил в процеса на създаване на инсталацията. Много често тази страна от колективните творби на учени и художници се подценява, а акцентът пада главно върху художествения резултат, целящ „представяне на науката“, тоест, подпомагане на предаването на научни факти на широка аудитория. Това, безспорно, е много важно, тъй като все по-разширяващите се и задълбочаващи се научни изследвания създават опасност науката да се отдалечи от широката публика. От тази гледна точка комуникацията е много важна, защото ние се нуждаем от науката, за да разберем света, и от художници, които да ни провокират към това със своето изкуство и специфични методи. Но ограничаването

на ролята на изкуството само до средство за представяне на науката обезсмисля в известна степен целта на междудисциплинарното сътрудничество. Обменът на идеи между творци и учени би трябвало да има взаимноизгоден резултат и за двете дисциплини: „зад тези размиваващи се потоци от намерения тече бурна река от споделени интуиции за реда и безредието на нещата“ [19]. При създаването на „Ковариация“ и Фелпс, и Стил, участват както концептуално, така и физически. Съставните елементи в инсталацията са извлечени от пътешествието на художничката в науката и нейния контекст, д-р Стил е участвал в изграждането на окачената инсталация; творбата се е развила чрез интензивни дискусии между художничката, учения и неговия екип, като взаимодействието между двамата творци е повлияло върху мисленето и методологията на Стил.

Още един пример за зашеметяващите резултати, до които водят срещите на науката с изкуството, са компютърно криптираните скулптури на американския скулптор **Джим Санборн** (*Herbert James Sanborn, Jr. – Jim Sanborn*) [22], художник, чиито произведения са основани на науката. Може би най-известният при-



(a)



(b)

Фигура 4. (а) Линдъл Фелпс и Бен Стил: „Ковариация“ (2013) – красотата на детекторите на частици [20]; (б) Детекторът на частици *Super-Kamiokande* в Япония [21]

мер е „Криптос“ (*Kryptos*) [23] – творба, намираща се пред централата на ЦРУ в Лангли, Вирджиния (Фигура 5a). Състои се от 4 части с криптирани послания, които служителите на ЦРУ и любители криптолози са решавали с часове. Едно от тях е все още загадка. Санборн има и други криптирани скулптури, но също и такива, посветени на деленето на урана и проекта „Манхатън“ (Фигура 5b), резултат от десетгодишното му увлечение по ядрена физика и стремежа му да представи деленето на урана като изкуство. Това са инсталациите „Критично сглобяване“ (*Critical Assembly*) [24] и „Земна физика“ (*Terrestrial Physics*) [25].

Санборн казва, че идеята за „Критично сглобяване“ му е хрумнала случайно, докато е работил върху друг от своите проекти – „Атомно време: Чиста наука и съблазън“ (*Atomic Time: Pure Science and Seduction*) [26], и през 1998 г. посещава мястото на експеримента „Тринити“ – района около полигона на авиобазата в Аламогордо, Ню Мексико, където е взривена първата атомна бомба. Там той прави серия снимки – абстрактни изображения, получени при експониране на фотолента от реални парчета уранова руда и изображения на будилници с радиев циферблат, произведени в периода 1920 – 1950 г. Фотографиите в „Атомната серия“ са издържани в интензивен кобалтовосин цвят, подобен на цвета на Черенковото лъчение.

Посещението на обекта „Тринити“ довежда до нов шестгодишен проект, вдъхновен от науката и експериментите, провеждани по време на проекта „Манхатън“ – първата програма за ядрени оръжия в научната лаборатория в Лос Аламос, Ню Мексико. В рамките на

проекта Санборн изгражда инсталация, базирана на лабораторната среда за сглобяването на първата атомна бомба. Той започва работата със задълбочено проучване и събиране на информация от много учени и разкази на очевидци за външния вид на лабораториите на проекта „Манхатън“ в периода от 1943 до 1945 г., а след това – с многобройни пътувания в продължение на четири години до Лос Аламос, където се сдобива с оригинални резервни части и прототипи на първата атомна бомба и лабораторното оборудване, използвано за тяхното изграждане. Това са електронни инструменти, хардуер, мебели и материали, използвани от Националната лаборатория в Лос Аламос през 40-те, 50-те и 60-те години на миналия век, които Санборн е придобил от пенсионери, живеещи в Ню Мексико, работили по проекта, от „Черната дупка“ – магазин за атомни излишъци в Лос Аламос, и много други източници. Предметите, които не е успял да придобие, той конструира и изработва сам, използвайки снимков материал и разкази на бивши служители в Лабораторията.

С внимание към всеки детайл и дълбоко премислена, инсталацията пресъздава експериментите на учените от проекта „Манхатън“ за определяне на критичната маса на плутония при създаването на атомна бомба. Централно място заемат триизмерно представяне на компоненти на атомната бомба и физическият пакет на устройството „Тринити“ с разглобената на две части сфера, предназначена да държи полезния ядрен товар от плутоний и уран (и друга – с препратка към инцидента със Слотин), заобиколени от черни кабели, спускащи се под осем маси, върху които са разположени

ключови научни и инженерни устройства от проекта „Манхатън“; използвани при изследването и внедряването на първата атомна бомба. Чуват се звуците от Гайгерови броячи, отчитащи ниски нива на радиация от четири радиови ръчни часовника и син радиов циферблат на часовник, замръзнал в 5:30 сутринта на 16 юли 1945 г., времето на експлозията на „Тринити“ (самият Санборн е роден също през 1945 г.) Под масите са разположени големи цилиндрични лъскави предмети, изобразяващи хидравлични бутала – една от първите роботизирани дейности в Лабораторията – повдигане и спускане на силно радиоактивни вещества с тяхна помощ. Лампи със зелени метални абажури висят от тавана, драматично осветявайки лабораторната апаратура, черните кабели по циментовия под подсилват драматизма: *„Кабелите в моята инсталация донякъде напомнят на картината на Едвард Мунк „Викът“*, споделя художникът. Автентичните предмети, материални участници и свидетели на експериментите по проекта, притежавайки историческа и емоционална стойност, също допринасят за силното въздействие на инсталацията: това са механични калкулатори, използвани за изчисляване на мощността на първия атомен взрив, таблици с изчисления, правени предимно от група жени, любимите на всички физици от Лабораторията червени дървени столчета с пръстеновиден сегмент около основата, изглеждащ като след ядрена експлозия (едно от тях е оригинално, другите две са изработени от автора).

Освен различните експериментални съоръжения, комбиниращи автентично електронно и механично оборудване и голяма част от оригиналната мебели-

ровка, инсталацията съдържа смайващо красиви елементи, ювелирно изработени от Санборн от позлатен и посребрен месинг, алуминий и неръждаема стомана. Общият ефект е поразителен: *„Искам хората да видят, от една страна, колко красиви са били тези предмети, но в същото време – красавицата и звярът – те са били много смъртоносни предмети. Искам хората да могат да видят точно и да изпитат точно какво е било чувството да си в лабораторията, където са сглобили първата атомна бомба“*, казва художникът [27].

Инсталацията, която едновременно интерпретира брилянтността на колективния човешки ум и потенциално опустошителната сила на знанието, отправя към привлекателността на чистата наука и етичните дилеми, пред които учените са изправени от десетилетия. Неслучайно инсталацията е представена в каталог, озаглавен „Атомно време: Чиста наука и съблазън“ – заглавие, улавящо идеята за обещанията и опасностите на атомната епоха; за съблазняващата сила на чистата наука и за онзи решаващ момент във времето, в който тя преминава от чиста наука към технология. *„Чистата наука е в някои отношения девствена и се развива като красив и деликатен процес с отворен код. След това, в даден момент някой открива, че в нея може да има стойност и чистата наука се превръща в технология, и нещата могат да тръгнат в една или друга посока – можеш да лекуваш рак или да създаваш атомна бомба. Именно този момент намирам за най-стимулиращ, защото е решение“*.

По времето, когато излага „Атомно време“ в художествената галерия

„Коркоран“ през 2003 г., Санборн започва работа по инсталацията „Земна физика“, пресъздаваща експеримента от 1939 г., при който големият ускорител на частици в Катедрата по земен магнетизъм на Института „Карнеги“ във Вашингтон разделя ядрото на урановия атом пред малка аудитория, включваща Енрико Ферми, Нилс Бор и Едуард Телър, експеримент, поставящ началото на ядрената епоха, която ще промени всичко. Работейки върху съхраняваните в библиотеката на Карнеги оригинални бележки, рисунки и снимки, направени от физиците, и получавайки разрешение да копира ускорителя, с помощта на инженер от НАСА Санборн успява да създаде пълномасшабен работещ ускорител на частици, който също може да причини ядрено делене (Санборн провежда този

експеримент за доказателство). Високотехнологичният апарат е пресъздаден в детайли с изключителна точност. Освен него инсталацията, която е с размерите на стая, включва и други мистериозно очарователни, зловещо красиви и внушаващи респект и екзистенциална несигурност обекти. Изработени от лъскава мед, месинг и хром, огромните сфероидни форми на ускорителя напомнят за лабораторията на Франкенщайн или за футуристичния градски пейзаж на „Метрополис“ на Фриц Ланг. Когато го питат, защо е създал това произведение на изкуството, Санборн казва: „Има моменти в историята, за които на хората трябва да им бъде напомняно“. Това са онези моменти в научните изследвания, когато технологиите изместват чистата наука. Размивайки границите между



(a)



(b)



(c)

Фигура 5. Джим Санборн: „Криптос“, (1990), Централна на ЦРУ, Лангли, Вирджиния [27] (a); „Земна физика“, (2010), Музей за съвременно изкуство в Денвър, Колорадо [28] (b) и „Критично сглобяване“, (2004), фрагмент - долната половина на устройството „Тринити“, Национален музей на ядрената наука и история, Албъкърки, Ню Мексико [29] (c)

изкуство и наука, двете инсталации, изследващи връзката между чистата наука и технологиите, използват за отправна точка не само науката; в тях научният инструментариум се превръща в изкуство, а визуалният контекст чрез зашеметяващо мощните образи, създадени от художника, ни напомнят за рисковете и сложността на процесите на вземане на решения в съдбовните моменти, когато научните открития създават технологии.

„*Аз се наричам нефантазиращ художник*“, казва за себе си Санборн и описва своята творческа работа като „*правене на една невидима сила видима*“. Дали това е конкретната невидима сила, скрита в атомното ядро на урана, или това е силата на човешкия ум и на художествения изказ, олицетворяващи могъществото на човешкото въображение?

Проф. Пупа Джилбърт (*Pupa Gilbert*) от Университета на Уисконсин в Медисън, която е биофизик и живописец, пионер в методите за синхротронна спектروмикроскопия, разглежда темата за партньорството между физиката и изобразителното изкуство от друга гледна точка – като учен, който изучава изкуството с помощта на физиката. „*Изкуството е висшата форма на комуникация, която имат човешките същества*“, казва Джилбърт. „*Аз се интересувам от това КАК хората разбират нещата*“. С помощта на разработен от нея спектроскопски метод тя показва, че всъщност допълнителният цвят на червения е не зеленият (както се изобразява на цветовия кръг), а светлосиният [30].

Редица благотворителни организации поощряват и спонсорират програми за художници, чиито творби имат отно-

шение към физиката. Такава например са *Arts Catalyst*, Фондация „Калуст Гулбенкян“, *Wellcome Trust*.

Arts Catalyst е водеща благотворителна организация за визуални изкуства, основана през 1993 г. от Никола Трискот (*Nicola Triscott* – художествен администратор и физик по образование), базирана в Шефилд, Великобритания. Занимава се с образование, изследвания и професионално развитие на артисти. Също така организира симпозиуми, училищни проекти, семинари, семейни дни и конференции, посветени на художественото представяне на науката, поръчва работа на художници, които използват изкуство за да изследват социални и екологични проблеми, да провокират дебати и да тестват алтернативни начини на учене, често работейки в нетрадиционни пространства за изкуство. *Arts Catalyst* е поръчала повече от 170 проекта на съвременни художници, които се ангажират с тази дейност. Трискот е установила, че теоретичните физици са по-отзивчиви към сътрудничество с художници, особено що се отнася до споделяне на различни идеи, начини на мислене и модели, доколкото изкуството може да предложи нов поглед върху нещата, провокира мисленето и създава запомнящи се преживявания. „*Колкото повече начини имаме за поглед към света, толкова по-добре*“, казва Трискот.

Един типичен пример за проект, възложен от *Arts Catalyst*, е цикълът на Саймън Фейтфул (*Simon Faithfull*) „Гравитацията е гадна“ (*Gravity Sucks*), който обединява за първи път пълната серия от „Превозни средства за бягство“ (*Escape Vehicles*) – седем фантазмагорични произведения на изкуството, които

използват набор от балони, насекоми и ракети, за да предложат на зрителя идеята за освобождаване от ограниченията на гравитацията, а също и за поведението на Земята като масивен обект. *Escape Vehicles* използват видеокамери, предавателни системи и инструменти за измерване, за определяне на размери, време и разстояние [31].

Най-известната от инсталациите – „*Escape vehicle No. 6*“ („Превозно средство за бягство №6“) [32], представя гравитацията и опитите за преодоляването ѝ, като проследява пътуването на домашен стол от повърхността на Земята до най-горните слоеве на атмосферата. Това е динамична инсталация, при която публиката първо наблюдава изстрелването на балона и стола, прикрепен към него, а след това става свидетел на предаването на живо видео. Кадрите, заснети при това пътуване, първо показват стол, висящ под невидим метеорологичен балон, столът се издига през облаците и накрая, избягал от гравитацията и дос-

тигнал границата на Космоса, видян на фона на изкривяването на Земята и космическата чернота, столът започва да се разпада. Сега творбата е представена като 25-минутно видео, получено от оригиналното предаване на живо след редактиране (Фигура 6).

Фондация „Калуст Гулбенкян“, която подкрепя най-ранните проекти на Трискот, и *Welcome Trust* – най-голямата независима благотворителна организация за финансиране на изследвания във Великобритания, също приветстват връзките между учени и художници. Шан Ид (*Sian Ede* – с опит в изкуството и с интереси от популяризиране на науката) от фондация „Калуст Глубенкян“ действа като „брачен посредник“, свързвайки художници и учени, предлагайки им начален капитал и след това помагайки на новосъздадените проекти да намерят допълнителни средства за финансиране, например от *Wellcome Trust*. Силен пример за вида културна дейност, която Тръстът „Уелкъм“ подкрепя, е неговата програма за финансиране на научно изкуство *Sciart*, целяща поощряване на връзката между науката и изкуството чрез създаването на произведения, които дължат появянето си и на двете. Кен Арнолд (*Ken Arnold*), ръководител на публичните програми в *Wellcome Trust*, полимат с първа степен по природни науки и с втора по история, формулира целта на схемата за финансиране *Sciart* като обединяване на художниците и учениците, за да общуват по-добре с широката публика. „*Изкуството може да предостави непредсказуеми гледни точки, от които да се изследват или оспорват научни идеи и предположения*“, обяснява той. Програмата *Sciart* (1996 – 2006) [33]



Фигура 6. Simon Faithfull, *Escape Vehicle no.6*, 2004, 25 min video [32]

позволява да бъдат разкрити и изтъкнати забравяните понякога връзки между „двете култури“ (изкуство и наука). Големият брой проекти, щедро финансирани от *Sciart*, представят научни изследвания и идеи, както и общи послания за професията учен. Анализът на резултатите от проектите показва, че изкуството помага науката да стане по-достъпна за най-широка аудитория, а също и за решаване на „проблема с имиджа“, приписван на учените и научната професия.

В художествената колекция на Тръста (*Wellcome Collection* – Музей в Централен Лондон със сменящи се изложби, свързващи науката и изкуството), присъстват редица произведения, резултат от сътрудничеството между художници и учени, главно в областта на медицината, биологията и екологията, но има и редица творби, свързани с физиката. Такива например са инсталациите на трима съвременни художници – Джон Джерард (*John Gerrard*), Камий Анро (*Camille Henrot*) и Бил Морисън (*Bill Morrison*), вдъхновени от темата за електричеството, присъстващо навсякъде в живота ни – от структурата на атомите до функционирането на човешкия мозък. Техните творби са представени в изложба, озаглавена „Електричество: Искрата на живота“ (*Electricity: The spark of life*) [34], създадена в сътрудничество с музея „Тейлърс“ в Харлем, Нидерландия, и Музея на науката и индустрията в Манчестър, Великобритания. Изложбата проследява историята на стремежа на човечеството да разбере, отключи и овладее силата на електричеството, показва как учените са експериментирали с електричество, за да го разберат и контролират, и как то е променило живота

ни и е преобразило нашия свят. За целта са използвани над 100 предмета – от древен кехлибар, предизвикващ искри, и ранни електростатични генератори, една от първите батерии – създадена благодарение на Алесандро Волта, „колелото на Барлоу“ – инструмент, създаден през 1822 г., за да демонстрира как електричеството може да се преобразува в движение, през емблематичните електрически крушки на Едисон до рентгенографии, фотографии, модели и филми. Много от предметите, превърнали се в неизменна част от бита и пейзажа, притежават естетическа привлекателност.

Джон Джерард е създавал нова симулация на живо, вдъхновена от експерименти на Галвани от XVIII век за възбуждане на нервни импулси с електричество. Инсталацията на Камий Анро е под формата на зоотроп, представящ същества, ръчно изработени от сметки за електричество. Бил Морисън е създавал произведение, използващо филми от средата на XX век с оригинална музика от композитора Бил Фрисел. Творбата представлява експеримент, проведен повече от 200 години след Галвани, по време на втората мисия на космическата совалка „Индевър“ през 1992 г.

Във време, когато сме зависими от електричеството повече от всякога, изложбата приканва да се замислим за текущата си връзка с електричеството, въздействието на изборите, които правим, върху околната среда и да си представим как би могло да изглежда бъдещето на интелигентните технологии.

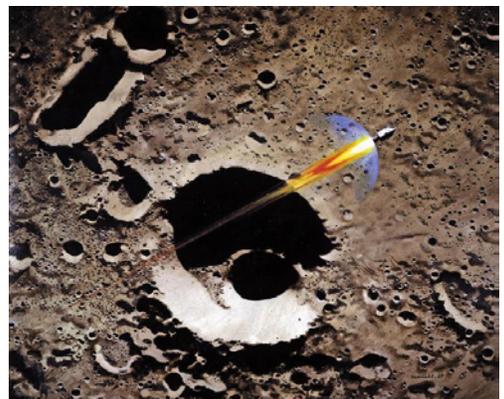
Една впечатляваща за широката публика инсталация, също финансирана от *Sciart*, е дело на Гейл Прайс (*Gayle Price*) [35] – стъклодув, чиято работа за

химици, физици и медици показва, че занаятчийските умения и творческото мислене са от съществено значение за науката. Гейл си сътрудничи с художници, като освен това работи с керамик и дизайнер на бижута по два проекта за Британската седмица на науката. „Пресечните точки между изкуството и науката са неоспорими, казва тя. И двете са свързани с открития, изследване на непознатото, създаване на нещо ново. Като учен стъклодув, харесвам свободата да бъда едновременно занаятчия и инженер“.

Още една любопитна изложба в Музея на Тръста, свързана с физиката, е „От атоми до модели“ (*From Atoms to Patterns*) – 2008 [36]. Тази изложба изследва интригуващите творения на *Festival Pattern Group* – уникален проект, представен на Фестивала на науката във Великобритания през 1951 г. от екип, включващ рентгенови кристалографи, дизайнери и производители. Резултатите от кристалографския рентгеново-дифракционен анализ, които позволяват да се установи точното разположение на атомите в кристалната решетка, вдъхновяват *Festival Pattern Group* да създадат дизайн на базата на дифрактограми. По инициатива на д-р Хелън Мегав (*Helen Megaw*), пионер в областта на рентгеноструктурния анализ, водещ учен от Кеймбридж, и Съвета по индустриален дизайн (*Council of Industrial Design*), групата работи с производители, за да създаде 80 дизайна за текстил, тапети, керамика и стъкло, отразяващи оптимизма на следвоенната епоха и разрастващата се връзка между науката и изкуството.

Дългосрочна художествена програма, започваща от 1962 г., има и НАСА.

През тази година, само четири години след създаването на Националната администрация по аеронавтика и изследване на Космоса като федерална агенция, Джеймс Уеб (*James Webb*) създава Програмата за сътрудничество между художниците и НАСА по подобие на програмата за изкуство на Военновъздушните сили на САЩ. Уеб се надява, че Комисията за изобразително изкуство на Агенцията ще помогне за разясняването на културното значение на първоначалните постижения на космическата програма, тъй като художествените интерпретации на нейните проекти биха оставили по-продължителна следа във времето, отколкото публикациите във вестниците или предаванията по телевизията – изобразителното изкуство има моментално, по-силно и дълготрайно въздействие [37]. По тези причини през 60-те години на миналия век няколко известни американски художници периодично са канени да документират ранните космически дейности на НАСА. По време на програмата „Аполо“ те полу-



Фигура 7. Робърт Маккол (1969), „Аполо 8 се завръща у дома“, Национален музей на авиацията и Космоса „Смитсоинън“, Вашингтон [38]

чават неограничен достъп до различните съоръжения на НАСА, за да събират справочни материали. Художници като Норман Рокуел (*Norman Rockwell*), Робърт Маккол (*Robert McCall* (Фигура 7), Фред Фрийман (*Fred Freeman*) и Робърт Раушенберг (*Robert Rauschenberg*) участват в програмата със своите творби, подпомагайки НАСА в усилията ѝ да разясни на обществото дейността си в годините преди кацането на Луната. Колекцията на НАСА от художествени творби в Националния музей на авиацията и Космоса „Смитсониън“ (*Smithsonian National Museum of Air & Space*) е ценно

средство, чрез което да се изследва културното въздействие на космическите полети и авиацията през XX век.

Разгледаните дотук примери показват, че все по-често учените виждат предимството да представят идеите и резултатите си пред първоначално неинформирана и дори резервирана аудитория с помощта на изобразителното изкуство. В резултат публиката получава нови произведения, предоставящи алтернативен ъгъл, от който да се подходи както към новата наука, така и към новото изкуство.

Литература

1. <https://www.adrianpritchard.com/>
2. <https://physicsworld.com/a/art-physics-and-performance-painting/>
3. <https://www.adrianpritchard.com/contact>
4. <https://www.inglebygallery.com/artists/28-david-batchelor/overview/>
5. <https://conradshawcross.com/>
6. <https://www.davidbatchelor.co.uk/works/sculpture/2000-2009/wavelength/>
7. <http://www.cassone-art.com/magazine/article/2011/06/aesthetic-dimensions-conrad-shawcross-protomodel/>
8. <https://conradshawcross.com/blog/skill/perimeter-studies/>
9. <https://www.victoria-miro.com/exhibitions/530/>
10. <https://www.theguardian.com/artanddesign/2018/sep/14/conrad-shawcross-review-victoria-miro-gallery-london>
11. <https://conradshawcross.com/blog/project/palindrome-2008/>
12. <https://varenne.art/artworks/1368-conrad-shawcross-the-patterns-of-absence-2021/>
13. <https://www.victoria-miro.com/news/2179/>
14. <https://www.lyndallphelps.com/>
15. <https://www.theguardian.com/science/life-and-physics/2013/sep/09/covariance-neutrino-canal-museum>
16. <https://www.canalmuseum.org.uk/ice/superposition.htm>
17. <https://t2k-experiment.org/t2k/>
18. <https://www.lyndallphelps.com/wp-content/uploads/2016/02/001-Covariance.pdf>
19. Kemp, M., "From science in art to the art of science", *Nature* 434, 309 (2005)
20. <https://www.lyndallphelps.com/project/covariance/>
21. <https://www.businessinsider.com/super-kamiokande-neutrino-detector-is-unbelievably-beautiful-2018-6>
22. <https://www.flaut.com/blog/art-meet-the-most-interesting-man-in-the-world>
23. <https://www.cia.gov/legacy/headquarters/kryptos-sculpture/>
24. <https://www.nuclearmuseum.org/sec/exhibits/>

- critical-assembly-the-secrets-of-los-alamos-1944-an-installation-by-jim-sanborn
25. <https://www.washingtonpost.com/archive/national/2009/08/25/sparking-interest-within-the-sphere-of-art/85fd50d6-6abb-48ba-8f7c-f24a2e0a4d47/>
26. <https://www.betterworldbooks.com/product/detail/jim-sanborn-atomic-time-pure-science-and-seduction-9780886750725/new>
27. <https://ahf.nuclearmuseum.org/voices/oral-histories/jim-sanborns-interview/>
28. <https://www.nytimes.com/interactive/2020/01/29/climate/kryptos-sculpture-final-clue.html>
29. <https://jimsanborn.net/content.html>
30. Gilbert, P., *Physics in the Arts*. Academic Press-Elsevier. Haeberli, W (2011). ISBN 978-0-12-391878-9
31. <https://www.simonfaithfull.org>
32. <https://www.e-flux.com/announcements/37883/simon-faithfull/>
33. <https://www.prospectmagazine.co.uk/culture/56642/wellcome-to-sci-art>
34. <https://wellcomecollection.org/-/electricity--the-spark-of-life--comes-to-wellcome-collection-in-2017>
35. <https://wellcomecollection.org/stories/the-art-of-scientific-glassblowing>
36. <https://wellcomecollection.org/exhibitions/atoms-patterns>
37. <https://airandspace.si.edu/explore/stories/nasa-art-program>
38. <https://airandspace.si.edu/multimedia-gallery/web11780-2011hjpg>

PHYSICS AND FINE ARTS

or

How Art Can Help in Understanding Physical Laws, Ideas and Phenomena Part I

Mariana Kuneva

The presentation of physics through art provides an opportunity to perceive and understand scientific information, to express physical concepts and ideas in an artistic way, much more accessible to the mass audience than hundreds of scientific articles. Artists' works can draw the audience's attention to the world of physics, full of wonders, mysteries, and promises; they open a field for discussions that build a connection between theory and the real world and clarify the cultural value of physics for everybody, not just scientists. The collaboration between artists and scientists can lead to ideas and results that are perceived on both an emotional and intellectual levels. Thus, physicists can use visual art to present physics to a mass audience and artists can explore how to use their knowledge of physics in their work. The first part of the article examines a number of works by artists motivated by an interest in physics, as well as some programs stimulating collaboration between physicists and artists, and the results achieved.

ИНОВАЦИЯТА НА РАЗШИРЕНАТА РЕАЛНОСТ (*AUGMENTED REALITY – AR*) В ОБРАЗОВАНИЕТО¹

Йоан Николов

Въведение

Преходът от сега познатото ни училище към училището на бъдещето е бавен и сложен процес, изпълнен с ежегодни иновации. По данни на НСИ населението на България за последната година е малко над 6 млн. и 400 хил. души. Населението, попадащо в графа учащи (деца в детски градини, ученици и студенти), е около 900 хил. души – т.е. около 14% от нашето общество е в образователната система. Този немалък процент от хора е застанал точно на границата между стандартната образователна система и иновативната, в която навлизат нови технологии и методи на преподаване. Към тези 14% спадат поколенията Z и Алфа, които се характеризират като иновативни, технически грамотни участници в образователната система.

Един от нашумелите въпроси в медийното пространство се отнася до това, дали на учениците трябва да им се забрани използването на мобилните им устройства в училище, или трябва да останат забранени за употреба само по време на учебен час. Разбира се, този въпрос е поставен с цел да се установи дали мобилните устройства са вредни или полезни за един ученик.

Трябва да се има и предвид, че единственият начин за един ученик да следи интерактивния си дневник, в който фигурира, е чрез телефоните. Също трябва

да се отбележи, че голяма част от родителите на съвременния ученик държат да имат връзка с него, когато се наложи, по телефон.

Тези фактори спират пълната забрана на телефони на учебното място. Но, разбира се, трябва да се отбележат и негативните последици от употребата на телефони в училище, като изкушение пред децата те да бъдат използвани по време на учебен час, загуба на концентрация, намаляване на комуникацията лице в лице със съучениците. Но нека не забравяме, живеем в XXI век. Телефоните са неизменна част от живота на всеки един човек. И дори може да се заключи, че са нужни, защото светът се съдържа в тях.

В съвременния учебен час и в иновативните методи на преподаване телефонът може да се използват като партньор на ученика. Като виртуален партньор може да се посочи изкуственият интелект, който сам определя себе си като мислещ дигитален организъм. Но иновациите в учебните часове не спират с изкуствения интелект. Разширената реалност (*Augmented reality – AR*), е приложение, създадено преди изкуствения интелект.

Ключови думи: *Augmented reality (AR)*, образование, география, поколение Z, час по география

¹Авторът използва по-общия термин „разширена реалност“ като синоним на „добавена реалност“, което е често срещана практика при превод от английски език на „*augmented reality*“.

1. История на разширената реалност AR (*Augmented reality*)

Историята на AR започва още през 60-те години на XX в. През 1968 г. Иван Съдърланд създава първия уред, който може да се определи като AR устройство – Дамоклиев меч (*The Sword of Damocles*), тежък шлем с елементарна 3D визуализация, свързан с компютър.

Няколко години по-късно, през 1974 г., Майрън Крюгер разработва проекта *Videoplace* – интерактивна среда, в която потребителите могат да взаимодействат с цифрови обекти чрез прожекции и камери. Така се поставят основите на идеята за смесване на реалната с виртуалната среда, наподобяваща научна фантастика.

През 1990 г. изследователят Том Каудел от компанията *Boeing* въвежда термина „*augmented reality*“ за да опише система, която подпомага техниците при сглобяване на самолети чрез визуализирани указания. Само две години по-късно Луис Розенбърг създава „*Virtual Fixtures*“ – първата реална AR система, която се използва от американските военни за подобряване на ефективността на обучението на пилоти.

В средата на 90-те години на миналия век AR започва да се появява и в развлекателни приложения, като театралната постановка „Танци в киберпространството“ (*Dancing in Cyberspace*), в която акробати взаимодействат с прожектирани виртуални обекти. Към края на десетилетието NASA и спортните предавания в САЩ започват да използват AR за навигация и визуализация – например прочутата жълта линия при NFL (Националната лига по футбол) мачовете.

Началото на XXI век бележи технологичен пробив с появата на



Фигура 1. „Дамоклиевият меч“ (*The Sword of Damocles*) – първият AR уред от 1968 г. Изт. https://www.reddit.com/r/RetroFuturism/comments/6r63hs/1968_headmounted_vr_display_called_the_sword_of/

ARToolKit – библиотека с отворен код, която дава възможност на разработчици да създават AR приложения чрез видеотракинг. Тракингът представлява проследяването на движението на обект във видеоклип, който се използва за поставянето на ефекти към този обект.

През 2009 г. се появяват първите интерактивни списания, чиито изображения „оживяват“ при сканиране, като



Фигура 2. Жълтата линия от NFL, изработена от AR. Изт. <https://www.americanfootballinternational.com/nfls-yellow-first-line-works>

по този начин AR навлиза в медиите.

Може да се отбележи, че значителен прогрес на AR настъпва след 2010 г. През 2014 г. *Google* представя *Google Glass* (първите очила с вградени AR функции), а през 2016 г. *Microsoft* пуска *HoloLens*, които предоставят възможност за по-естествено смесване на реалния свят с виртуални обекти. През същата година мобилната игра *Pokémon Go* показва колко достъпна и забавна може да

бъде технологията, като бързо придобива глобална популярност.

След 2017 г. AR се развива с ускорени темпове благодарение на *Apple* и *Google*, които създават платформите ARKit и ARCore за лесна разработка на AR приложения за мобилни устройства.

Днес разширената реалност се използва в различни сфери – от образование и медицина до архитектура, социални мрежи и реклама.

2. Навлизането на AR в образованието

Всеки един учебен час има нужда от иновации. Но щом говорим за AR, може би в най-голяма помощ тя би била за часовете по география, особено за природната част. AR дава възможност децата да използват телефоните си по време на час, за което децата тъй силно копнеят и нямат търпение.

Всеки знае, че една от основните задачи на географията в училище е да научи учениците да работят с карта. Чрез AR технологията децата имат възмож-

ност да разгледат сами на телефоните си отблизо природногеографска карта, като отблизо могат да наблюдават формите на релефа (планини, котловини и др.), растителността и водите. Ако учениците разглеждат пътна карта, имат възможност виртуално да се разходят из улиците на всеки град в страната и по света. Само с насочване на телефона към карта или учебник, учениците могат да получат 3D визуализиран модел, който да им служи като интерактивен макет в учебния час.

3. Примерни дейности в часа по география, съчетани с AR

AR приложенията дават възможност на учениците да сканират даден град или регион, след което да проследят във времето на 3D модел на телефона си как той се е изменил с течение на времето, какви урбанизационни процеси са настъпили, как се е разширил и какви промени в инфраструктурата му са настъпили. Когато се сканира регион, могат да се наблюдават какви промени са настъпили в природната му среда и колко и как е бил подложен на човешко влияние през годините. Пример за прилагане на тези възможности може да се даде от канадските часове по география. Учениците

в Канада използват AR приложението *Google Expeditions* (сега интегрирано в *Google Arts & Culture*), за да „посетят“ Арктика или Амазонската джунгла и да разгледат географските особености.

В Европа пък се създават специални проекти, насочени към развитието и използването на AR технологията в учебна среда. Пример за такъв проект е TRiPGiFT – Европейски проект, който развива *Virtual Field Trips* (виртуални полеви обиколки) с *Virtual Reality* – виртуална реалност (VR) и AR за ученици по геология и география. Този проект е комбиниран с друг иновативен метод на

преподаване – изнесеното обучение в полева среда, а не в класната стая.

Когато учениците се разхождат по улиците на своя град, AR може да предоставя геоложки данни за обекти, данни за почвата, върху която стъпват, и много друга важна практическа информация, за заобикалящата околна среда, като всички данни се визуализират върху картата в телефоните им.

Приложението *Merge EDU* използва AR куб, върху който се прожектира например модел на вулкан, който учениците могат да „разрежат“ и да видят вътрешната структура. По този начин децата могат да изследват геологията на Земята отблизо и да бъдат виртуални свидетели на случващите се процеси. На същия принцип могат да се наблюдават разместванията на земните плочи, предизвикващи земетресения, образуването на речни долини, топенето на ледниците и т.н.

Чрез приложението *Merge EDU* часовете по география могат да се класифицират и като STEM часове – още една иновация от последните години, отнасяща се до навлизането на новите технологии в класната стая.

Една от забавните и интересни игри, които се прилагат в час, е когато учителите създават AR лов на съкровища (*scavenger hunts*) – търсене на географски обекти или понятия чрез камерата

4. Заключение

Както сами виждаме, светът се развива технологично с всеки изминал ден, седмица или месец. Процесът на напредък в технологиите е неизбежен в нашето общество. Обществото вече е длъжно да започне да работи с технологиите еже-



Фигура 3. Планетата Земя, погледната от Луната, чрез AR

дневно (например учениците намират и разпознават различни типове релеф или природни зони в класната стая, зададени във виртуалната среда от учителите им). Чрез тази игра децата забравят, че се намират в класната стая и в „скупното“ училище, пренасяйки се в съвсем друга реалност, наподобяваща игрите в телефоните им, с които по цял ден се занимават.

Поставянето на задачи чрез AR е интересно предизвикателство както за учителите, така и за учениците. Една от задаваните задачи на децата в класната стая е да влязат в ролята на туристически гидове и чрез AR да създават маршрути за своите турове в 3D модели. Децата сами определят къде биха завели поверената им туристическа група. Те изготвят маршрут по карта и чрез AR визуализират 3D модели на дестинациите или обектите, които искат да наблюдават.

дневно във всяка една работна сфера. Но за да могат бъдещите поколения да са технически грамотни и запознати с бързо развиващата се околна среда, те трябва да бъдат подготвени още от ранна ученическа възраст. Държейки света

в телефоните си, децата трябва да свикват да могат да ги използват правилно, а не телефонът да ги погълне в една несъществуваща реалност.

Augmented reality (AR) е иновативен инструмент в ръцете на учителя и ученика в преподаването и усвояването на урока. AR може да се превърне в

асистент на ученика при изпълнението на домашна работа, практическа задача или просто за развлечение.

В комбинация с изкуствения интелект (AI) AR предоставя още по-обширна възможност на учениците за представяне и усвояване на нови уроци.

Източници:

- [1] Educational Innovation with Augmented Reality in the Teaching and Learning of History and Geography in Secondary Education: A Systematic Review.
https://www.researchgate.net/publication/396002165_Educational_Innovation_with_Augmented_Reality_in_the_Teaching_and_Learning_of_History_and_Geography_in_Secondary_Education_A_Systematic_Review
- [2] <https://www.g2.com/articles/history-of-augmented-reality>
- [3] https://artsandculture.google.com/project/expeditions-geography?utm_source=chatgpt.com
- [4] https://eurogeologists.eu/efg-projects/?utm_source=chatgpt.com
- [5] <https://mergeedu.com/?cr=0228>

THE INNOVATION OF AUGMENTED REALITY (AR) IN EDUCATION

Ioan Nikolov

Augmented Reality (AR) is one of the most innovative technologies entering modern education. It offers the opportunity to combine the real and virtual environments, turning learning into an interactive and engaging process. The article emphasizes that, despite debates about the use of mobile devices in schools, they can be valuable educational tools when used purposefully. The history of AR begins in the 1960s with Ivan Sutherland's invention „The Sword of Damocles“ and in the 1990s the technology received its name. Over the following decades, AR has rapidly evolved through projects such as Google Glass, HoloLens, and the ARKit and ARCore platforms. In education, AR is widely applied, especially in geography classes, where students can explore three-dimensional models of maps, landforms, and cities, as well as take virtual field trips. Applications like Google Expeditions and Merge EDU allow visualization of complex natural processes, while educational games and virtual tours make learning fun and effective. The technology encourages critical thinking, curiosity, and practical understanding. In conclusion, AR is a powerful tool in the hands of both teachers and students, making education more accessible, modern, and inspiring. Combined with artificial intelligence, it opens new possibilities for acquiring knowledge and prepares students for the technological future.

КВАНТОВАТА МЕХАНИКА И ВЪЗХОДЪТ НА ПОЛУПРОВОДНИКОВАТА ЕРА

Сашка Александрова

Quantum mechanics, during these last 100 years, has been extremely successful. It has led to new sciences, new technologies, and is just the beginning.

Prof. Anne L'Huillier
2023 Nobel Laureate in Physics

Първите десетилетия на ХХ век бележат прехода между два свята във физиката – светът на класическата физика и новата, фундаментално различната от нея физика, която и до ден днешен наричаме „модерната физика“. Като познания за света модерната физика се движи по две писти: при много високи скорости или много малки мащаби. Изглежда сякаш обективната реалност е разклатена, докато не се появяват добре развитите, математически обосновани теории – теорията на относителността и квантовата механика. Квантовата теория е съществена част от квантовата теория на полето, която е в основата на физиката на елементарните частици. В настоящата статия обаче тема е как появата и развитието на квантовата механика води до разбиране на свойствата на веществата, налични в природата или синтезирани изкуствено, и до прилагане на тези знания за цели, които променят изцяло ежедневието на хората в световен мащаб.

Квантовата физика възниква в резултат на изследвания на най-малките обекти в природата. Началото ѝ се свързва с появата на няколко статии през 1925 г. с автори – личности, ле-

генди днес, Вернер Хайзенберг (*Werner Heisenberg*), Макс Борн (*Max Born*), Паскал Йордан (*Pascual Jordan*) и Ервин Шрьодингер (*Erwin Schrödinger*). През следващите десетилетия приложението на техните идеи към разбирането на свойствата на движението на електроните в кристалите води до развитието на най-мощната съвременна технология – полупроводниковата технология, която изцяло променя света. Развитие на физиката на полупроводниците и разработването на полупроводниковите елементи в съвременната електроника е модел на приложение в практиката на една теоретична наука – квантовата механика, с огромно значение за развитието на човешката цивилизация. Понастоящем полупроводниците се превръщат в най-важните материални ресурси за индустрията заедно с петрола.

В литературата, и особено неспециализираната, „квантова механика“ и „квантова физика“ често се използват като синоними. Различия има, произлизащи най-вече от хода на историческото развитие. В настоящата статия ще приемем следните определения. Квантовата физика обхваща цялата област на физи-

ката, която се занимава с поведението на материята и енергията на квантово ниво. Квантовата механика е специфичен раздел на квантовата физика, който описва математическия апарат и принципите, управляващи поведението на частиците на атомно и субатомно ниво. В настоящия етап вече говорим за „квантова наука“ като интердисциплинарна област, включваща физика, химия, математика и компютърни и инженерни науки.

Квантовата наука обещава да задълбочи разбирането за това как функционира Вселената и да ни предостави новаторски технологии – от квантови компютри до свръхпрецизни измервателни устройства и материали от следващо поколение, които ще променят много области на индустрията, медицинската практика и екологичната ситуация. Симбиозата на квантовата механика и физиката на полупроводниците играе и ще играе съществена роля в развитието на много от споменатите области.

На 7 юни 2024 г. Генералната асамблея на ООН официално обяви 2025 за „Международна година на квантовите науки и технологии“ (*International Year of Quantum Science & Technology*

Възникването на квантовата механика

Квантовата механика се заражда при изследвания на най-малките обекти в природата. Методите на класическата физика се оказват недостаъчни за описание на техните свойства. Необходим е нов подход. И той е намерен. През юли 1925 г. се появява статия със заглавие „Върху квантово-механичната преформулировка на кинематичните и механичните съотношения“ [1] с автор Вернер Хайзенберг. Статията е публику-

(IYQ2025). Поводът е 100 години от първата публикация на Вернер Хайзенберг, описваща динамиката на субатомните частици, което отбелязва рождената дата на квантовата механика. Причините се определят от съвременния етап на развитие на технологиите, базирани на свойствата на материята на субатомно ниво. Не става въпрос за просто честване на една историческа дата, а за фокусиране на вниманието върху възможностите, които квантовите науки предлагат не само на учените, но и на широката общественост и правителствата, за да се постигне усилено научно развитие през следващото десетилетие. Това означава ангажимент за овладяване на квантовите науки и технологии за устойчиво развитие, като се гарантира, че ползите от тях са достъпни за цялото човечество, сега и в бъдеще. Повишаването на осведомеността на обществото за значението на квантовата наука и нейните приложения е от особена важност за бъдещия успех, тъй като се изискват значителни финансови вложения не само в технологично оборудване, но и в образованието и подготовката на специалисти и експерти.

вана на немски език в списание *Zeitschrift für Physik* и е основополагаща за възникването на квантовата механика. На Фигура 1 е показана част от заглавната страница на статията. IYQ2025 стартира през 2025 г. в чест на стогодишнината от тази статия. Хайзенберг обявява като водещ принцип на квантовата механика, че само наблюдаеми величини са позволени в теоретичното описание на атомите. Новите идеи бързо се възприемат и още

**Über quantentheoretische Umdeutung
kinematischer und mechanischer Beziehungen.**

Von **W. Heisenberg** in Göttingen.

(Eingegangen am 29. Juli 1925.)

In der Arbeit soll versucht werden, Grundlagen zu gewinnen für eine quantentheoretische Mechanik, die ausschließlich auf Beziehungen zwischen prinzipiell beobachtbaren Größen basiert ist.

Bekanntlich läßt sich gegen die formalen Regeln, die allgemein in der Quantentheorie zur Berechnung beobachtbarer Größen (z. B. der Energie im Wasserstoffatom) benutzt werden, der schwerwiegende Einwand erheben, daß jene Rechenregeln als wesentlichen Bestandteil Beziehungen enthalten zwischen Größen, die scheinbar prinzipiell nicht beobachtet werden können (wie z. B. Ort, Umlaufzeit des Elektrons), daß also jenen Regeln offenbar jedes anschauliche physikalische Fundament mangelt, wenn man nicht immer noch an der Hoffnung festhalten will, daß jene bis jetzt unbeobachtbaren Größen später vielleicht experimentell zugänglich gemacht werden könnten. Diese Hoffnung könnte

Фигура 1. Част от първата страница на основополагащата статия на Вернер Хайзенберг

през ноември 1925 г. се появява подробна статия в 2 части (*Zur Quantenmechanik*) като следваща стъпка на формализирането на теорията на Хайзенберг на езика на матриците [2, 3]. Автори на първата част са Макс Борн и Паскал Йордан. Във втората част техен съавтор е и Вернер Хайзенберг. Статията е известна сред учените като „статията на тримата“. С тази публикация квантовата механика започва да изглежда все по-разпознаваема за съвременния читател и е известна като „матрична квантова механика“ [3].

Квантовата механика и физиката на полупроводниците

През цялата ни история обществото непрекъснато се е променяло с появата на нови технологии. Десетилетието 1925 – 1935 г. след първата статия на Хайзенберг е времето на Втората промишлена революция, когато настъпват съществени изменения, като навлизане на фабричната система и масовото производство, както и технологични промени, които включват използването на нови основни материали, главно желязо и стомана. Периодът се характеризира и с нарастващо приложение на науката в промишленост-

Малко по-късно, през зимата на 1925/1926 г., Ервин Шрьодингер развива своята вълнова механика. През пролетта на 1926 г. квантовите физици разполагат с два теоретични модела, които им позволяват да предскажат едно и също поведение за квантовите системи. Всъщност през 1932 г. Джон фон Нойман (*John von Neumann*) дава първото солидно доказателство за еквивалентността между двата формализма, матричната и вълновата механика, в известната си книга „Математични основи на квантовата механика“ [4]. Така са положени основите на квантовата механика. Често това се отбелязва като „първа квантова революция“.

И както често се казва, останалото е история. Всъщност историята продължава в тясна връзка с физиката на полупроводниците. Дава се тласък на развитието на полупроводниковите технологии, за да стигнем днес до навлизането на квантовите науки и технологии практически във всички области на индустриалното развитие.

та и масовото производство.

По отношение на свойствата на материалите, тогава физиката разполага с объркващи факти. Класическата теория няма обяснение за определени свойства на металите, както и за съществуването на цял клас вещества – полупроводниците. Дори през 1931 г. Волфганг Паули (*Wolfgang Pauli*) изразява своя скептицизъм в известното си писмо до Рудолф Пайерлс (*Rudolf Peierls*): „*Няма смисъл да се работи върху полупроводниците, това е някаква бъркотия; кой знае да-*

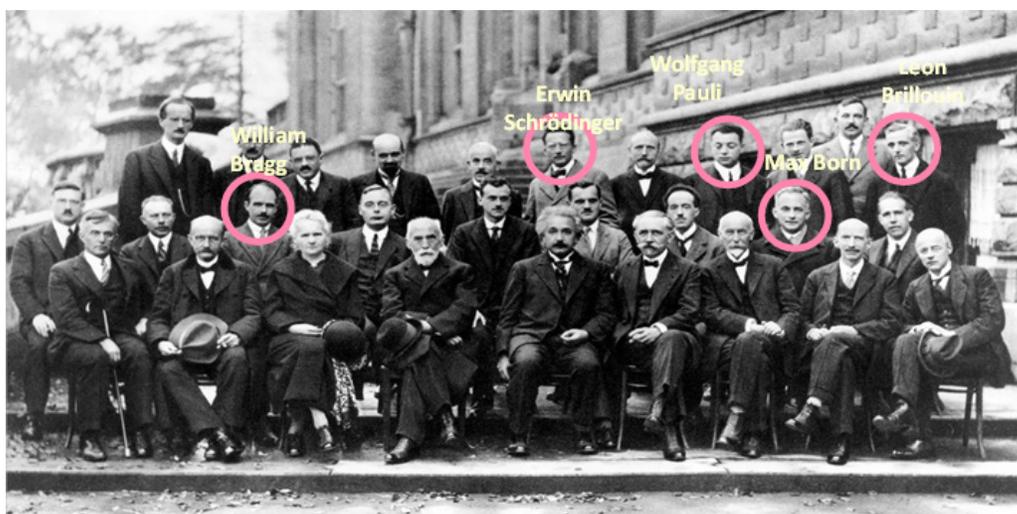
ли наистина те изобщо съществуват (*Über Halbleiter sollte man nicht arbeiten, das ist eine Schweinerei wer weiss, ob es überhaupt Halbleiter gibt*)“. Като се има предвид значението на полупроводниковите технологии и прибори днес, това твърдение звучи иронично и недалновидно и напомня колко е трудно да се предскажат посоките на бъдещото развитие дори от забележителните учени.

Историята продължава с много успешното приложение на квантовата механика към твърдите тела, в частност за обясняване на електричната проводимост в полупроводниковите вещества. По тези проблеми работят много физици от това време по цял свят. На известната снимка (Фигура 2) от Петата Солвеевска конференция по физика, проведена се от 24 до 29 октомври 1927 г., на тема „Електрони и фотони“, са означени учените с най-голям принос в тази област. Първите, които обясняват как вълновите свойства определят проводимостта на материалите (да провеждат или не електричен ток),

са Юджийн Вигнер (Eugene Wigner) и Фредерик Зайц (Frederick Seitz) [5]. Така се слага началото на една нова ера – полупроводниковата ера.

Постиженията на физиците в областта на твърдите тела през това десетилетие се базират главно на идеите на Луи дьо Бройл (*Louis de Broglie*), че частици като електроните понякога могат да се държат като вълни и на квантовомеханичното им описание чрез прилагането на уравнението на Ервин Шрьодингер – уравнение, което може да опише най-точно поведението на електроните и другите субатомни частици. Съществена роля изиграват и откритията на Уилям Брег (*William Bragg*) за периодичната структура на кристалите. Заедно със сина си Лорънс (*Lawrence*) те стават носители на Нобеловата награда по физика за 1915 г. „за постиженията им в анализа на структурата на кристалите посредством рентгенови лъчи“.

За да се разбере как работи физиката на твърдото тяло, е необходимо да се



Фигура 2. Участниците в Петата Солвеевска конференция по физика

Движение на електроните в кристала

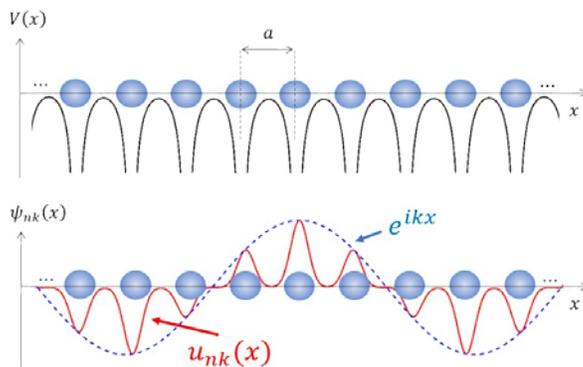
Вълновата функция на електрона е повлияна от кристалния потенциал

Periodic potential

$$V(x) = V(x + a)$$

Bloch's theorem

$$\psi_{nk}(x) = u_{nk}(x)e^{ikx}$$



Фигура 3. Движение на електроните в кристала

намери отговор на следните два основни въпроса:

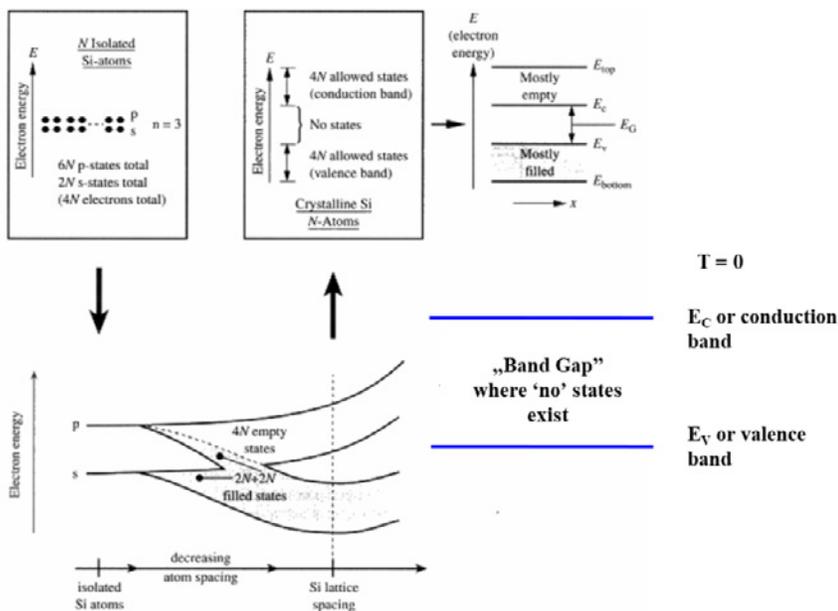
1. Какви са (приблизителните) решения на уравненията на Шрьодингер за единичен атом от даден вид?

2. Как се променят тези решения, ако въпросният атом е част от подредена решетка от идентични атоми, какво е влиянието на взаимодействията на най-близките съседи в кристалната решетка върху външните електронни обвивки на атомите на въпросната решетка?

Отговорът на тези въпроси дава зонната теория, която идва като резултат от изследванията на редица учени, някои от които бяха споменати по-горе. За описание на движението на електроните като квазичастици в подредена кристална решетка се търсят решения на уравненията на Шрьодингер в периодичен потенциал [6]. На Фигура 3а е показан най-простият случай на потенциала на едномерна решетка от един вид атоми. Видът на вълновата функция на електрона в този случай, повлияна от кристалния потенциал (плътната линия), в сравнение с тази

на свободния електрон (пунктирната линия), е показана на Фигура 3б.

На Фигура 4 е представена илюстрация на възникването на редуващи се енергетични зони, когато атомите се приближават един към друг и започват да се свързват, образувайки решетка. Тогава, съгласно принципа на изключването на Паули, при който два електрона, заемащи едно и също пространство, не могат да имат еднаква енергия, енергетичните им нива от различните атоми се разцепват на области (зони) от дискретни нива, толкова близо разположени по енергия, че могат да се считат за континуум от разрешена енергия. Виждат се проводимата зона с ръб E_C , валентната зона с ръб E_V и забранената зона (*Band Gap*). При илюстрацията е използван случай на кристалната решетка на най-често използвания в съвременната индустрия – кристалния силиций, като най-проста система с лесно дефиниран потенциал. В този смисъл силицият служи като моделна система. Аналогични са пресмятанията и резултатите за дву- и



Фигура 4. Илюстрация на развитие на зонния модел за N на брой атома Si, формиращи кристална решетка

повече компонентни кристални и аморфни полупроводникови вещества.

Според зонната теория материалите се класифицират на изолатори, полупроводници или метали според ширината на забранената им зона за постигане на термична заселеност на проводимата зона.

Така се поставя основата за изследванията, които в *Bell Labs* ще бъдат направени десетилетие по-късно, превръщайки един полупроводников кристал в транзистор.

На Фигура 5 е дадена класификация на най-често използваните полупроводникови елементи и съединения.

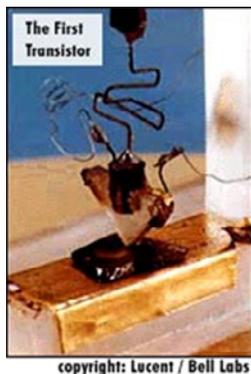
Транзисторът – едно малко откритие с огромно значение за човешката цивилизация

Терминът „полупроводник“ автоматично се свързва с електрониката, тъй като се използва в производството на транзистори, диоди и интегрални схеми. Нито един компютър не може да функционира без полупроводникови елементи в него.

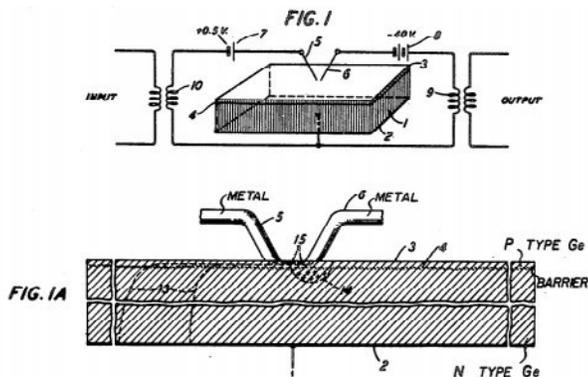
Едно от първите открития, които отварят полупроводниковата ера, е транзисторът. Ето как



Фигура 5. Класификация на полупроводниковите материали



Фигура 6а. Първият точков транзистор на базата на Ge



Фигура 6б. Схема на транзистора от патента на Бардийн и Братейн

започва историята на това малко откритие, но с огромно значение за развитието на човешката цивилизация.

През 1945 г. по предложение на Мервин Кели (*Mervin Kelly*), тогавашен директор на изследователския отдел на *Bell Labs*, Уилям Шокли (*William Shockley*) започва да търси начини да създаде твърдотелно устройство на базата на ефекта на полето. Идеята е това устройство да замени нестабилните и ненадеждни лампови превключватели и усилватели, използвани в телефонното оборудване. След първите неуспешни опити Шокли поставя задачата на Джон Бардийн (*John Bardeen*) и Уолтър Братейн (*Walter Brattain*). В хода на своите изследвания, които отнемат почти две години, те откриват биполярния транзисторен ефект, за който по-късно техният шеф Шокли разработва подробна теория. Така е построен първият работещ точков транзистор на базата на германий (Фигура 6а). За своето изобретение Бардийн и Братейн получават патент. Чертеж на полупроводниковата структура от патента е показан на Фигура 6б.

За своето откритие Джон Бардийн,

Уолтър Братейн и Уилям Шокли получават Нобелова награда по физика за 1956 г. Формулировката на Нобеловия комитет е, че наградата се дава за „изследванията им върху полупроводниците и откриването на транзисторния ефект“.

Наградата се споделя от трима физици за пръв път от 1903 г., когато е получена от Анри Бекерел (*Henri Becquerel*) и Пиер (*Pierre Curie*) и Мария Кюри (*Marie Skłodowska-Curie*).

В интерес на историческата истина следва да се отбележи, че транзисторът,



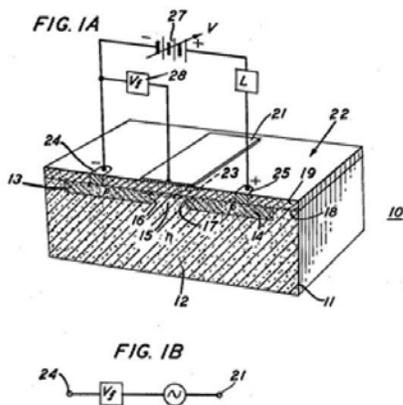
Фигура 7. Тримата нобелови лауреати (от ляво надясно) Джон Бардийн, Уилям Шокли и Уолтър Братейн

Aug. 27, 1963

DAWON KAHNG

ELECTRIC FIELD CONTROLLED SEMICONDUCTOR DEVICE

Filed May 31, 1960



Фигура 8. Страница от патента на Мохамед (Джон) Атала (Mohamed Atalla) и Дейвн Канг (Dawon Kahng)

получен в резултат на изследователския проект на *Bell Labs*, не е първият транзистор в света. Първият патент за полупроводников елемент, който обаче може да се счита за полеви транзистор, е подаден през 1926 г. от австро-унгарско-американския физик Юлиус Лилиенфелд (*Julius Lilienfeld*). През януари 1930 г. на Лилиенфелд е издаден американски патент „Метод и апарат за управление на електрически токове“. През 1934 г. немският физик д-р Оскар Хайл (*Oskar Heil*) патентова друг полеви

транзистор („Подобрения в или свързани с електрически усилватели и други контролни устройства и механизми“). В патента на *Bell Labs* е отбелязано, че миналите опити за създаване на устройства за усилване на ток не са били търговски успешни.

Както беше отбелязано по-горе, основите на квантово-механичната теория на твърдите тела и полупроводниците е разработена още през 30-те години на ХХ век. Бардийн и Братейн са познавали добре тази теория. При своите експерименти през 1946 г. те разбират защо полевият ефект не е ефективен в техните германиеви образци и не могат да се използват за направата на усилвател. Предлагат конфигурацията, показана на Фигура 6, и така откриват биполярния транзисторен ефект. Работещ полеви транзистор е разработен по-късно през 1960 г. Едва след откриването на пасивиращия ефект на SiO_2 , на базата на Si е конструиран полевият транзистор – MOSFET (*metal-oxide-semiconductor (MOS) field-effect transistor*). На Фигура 8 е показан чертеж на първия успешен полеви транзистор. Един от авторите – Дейвн Канг (*Dawon Kahng*) – посочва потенциала му за леснота на производство и възможност за приложение в интегрални схеми. MOS приборите се появяват на пазара през 1964 г.

За нобеловите лауреати Джон Бардийн, Уолтър Братейн и Уилям Шокли След напускането си на *Bell Labs* Уилям Шокли основава фирма *Shockley Semiconductor Laboratory* в Пало Алто, Калифорния, която става първата лаборатория от Силициевата долина (*Silicon Valley*). След фалита на фирмата Шокли преподава в Станфордския университет (*Stanford University*). Още през 1939 г. той публикува обширна статия „*The Quantum Physics of Solids, I. The Energies of Electrons in Crystals*“ [6], а по-късно, през 1950 г., и книга „*Electrons and Holes in Semiconductors*“;

където отделна глава е посветена на теорията на полупроводниците, базирана на квантовомеханичните представи.

Джон Бардийн напуска *Bell Labs* през 1951 и е професор в Университета в Илинойс (*University of Illinois*). Той **единствен е лауреат на Нобелова награда по физика два пъти**. Втората Нобелова награда получава през 1972 г. заедно с Леон Купър (*Leon Cooper*) и Джон Шрифър (*John Schrieffer*) „за разработена теория на свръхпроводимостта, известна като BCS-теория“. Бардийн е и единственият двоен нобелов лауреат в една и съща област.

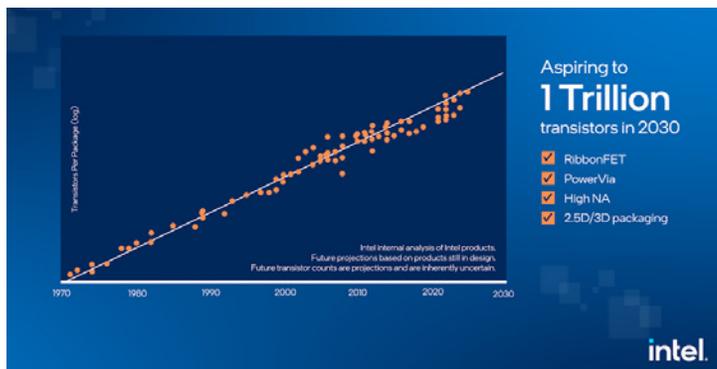
Уолтър Братейн работи в *Bell Labs* до пенсионирането си, след което преподава като гост-професор в колежа Уитмън (*Whitman*), който той самият е завършил.

Така започва навлизането на полупроводниковите материали и технологии и се поставя началото на полупроводниковата ера, чийто възход не спира и до днес. Развитието следва закона на Мур (*Moore's Law*) за тенденцията на увеличаване на броя на елементите на чип с годините (Фигура 9), дефиниран през 1960 г. от Гордън Мур (*Gordon Moor*), един от основателите на „Интел“. С изобретяването на микрочиповете през 1958 г. полупроводниковите устройства навлизат във всички области на индустрията и имат съществено влияние във всички сфери на човешката дейност. Основна роля играе силицият, който става един от основните материали за развитието на електронните устройства и компютърните технологии.

Понастоящем всеки електронен прибор, който виждаме, държим или докосваме, съдържа чип – или няколко чипа, направен от полупроводници. На страницата на Калифорнийския технологичен институт можем да прочетем, че „*непременно трябва да разбирате атомите, елементите и съединенията на квантово ниво, за да създадете дори основния елемент на схемата, която се намира във вашия смартфон*“.

Квантовите ефекти играят решителна роля при разработването на нови полупроводникови материали, наноразмерни 3D, 1D, 2D структури за постигане на нови свойства и нови функционалности.

С напредването на научноизследователската и развойна дейност,



Фигура 9. Закон на Мур за увеличаване на броя на елементите на чип

интегрирането на квантовите изчисления с полупроводниковите технологии може да доведе до съществен напредък с отваряне на безпрецедентни изчислителни възможности и да тласне полупроводниковата индустрия към нова ера на технологичен прогрес.

Различни физически системи се изследват с цел разработване на подходяща технология за квантови изчисления. Обещаващо е приложението на полупроводникови наноструктури като устройства за квантови изчисления. От особен интерес са квантовите точки – наноразмерни полупроводникови частици, които проявяват квантово-механични свойства. Полупроводниковите устройства притежават важното предимство, че технологията на тяхното производ-

ство, нанотехнологията, се базира на технологиите, използвани в съвременната компютърна индустрия. Освен това те могат лесно да бъдат интегрирани със съществуващия хардуер.

Силицият заслужено се смята за един от ключовите материали, залегнали в основата на съвременните електронни устройства и компютърни технологии. Съществена е ролята му и в областта на квантовите компютри. Съвсем наскоро в публикация в списание *Communications materials* на *Nature* беше съобщено за пробив в производството на свръхчист силиций, което позволява изграждането на високопроизводителни кубити за мощни квантови компютри, използвайки стандартната силициева технология [8].

За квантовите науки и технологии

Квантовите науки и технологии могат да се разглеждат като интердисциплинарна област, която използва принципите на квантовата механика за разработване на нови перспективни технологии. В следващото десетилетие се

предвижда осигуряване на възможности, които да дадат тласък на развитие в различни области – от самата квантова механика до приложения в квантовите изчисления, квантовите комуникации, разработването и приложението на ма-



Фигура 10. Възможности и приложения на квантовите науки и технологии

териали с необичайни свойства и на прецизни измервателни техники за специални приложения (Фигура 10).

Следващото поколение физици, ин-

Заклучение

За изминалите 100 години, период дълъг за живота на човека, но достатъчно кратък от гледна точка на развитието на земната цивилизация, разбирането и използването на квантовата механика са се разширили значително и са обект на все по-засилен интерес и прогрес. Свидетелство са полупроводниковите прибори и модерната електроника – триумф на квантовата физика.

Очаква ни десетилетие на усилено научно развитие. Квантовите науки ще бъдат локомотивът на новаторски

женери и математици ще бъдат хората, които наистина ще разкрият мощта на квантовия свят.

технологии. Предстои период, в който странните свойства на материята, проявяващи се при най-малките размери, се превръщат от любопитни научни факти в практически технологии и продукти. Резултатите ще доведат до постижения, за които сега дори не мечтаем. Добре дошли в квантовата епоха.

За устойчиво развитие в бъдеще повече от всякога ще са необходими усилия за привличане на млади учени за теоретична и експериментална работа в областта на квантовите технологии.

Литература

- [1] W. Heisenberg, Z. Phys. 33, 879 (1925).
- [2] M. Born, P. Jordan, Zur Quantenmechanik, Z. Physik 34, 858–888 (1925).
- [3] M. Born, W. Heisenberg, P. Jordan, Zur Quantenmechanik II, Z. Physik, 35, 557-615 (1926)
- [4] Von Neumann, J. (1932). Mathematische Grundlagen der Quantenmechanik, Berlin: Springer.
- [5] E. Wigner, F. Seitz, Physical Review, 43, 1933, 804–810 (1933).
- [[6], W. Shockley, Bell System Technical Journal, 18, 645 -723, 1939
- [7] W. Shockley, Electrons and Holes in Semiconductors, D. Van Nostrand, New York, 1950
- [8] <https://www.unimelb.edu.au/newsroom/news/2024/may/new-super-pure-silicon-chip-opens-path-to-powerful-quantum-computers>

Транзисторите в компютърните микрочипове са един пример от съществуващите вече квантови технологии в света около нас. Тазгодишната Нобелова награда по физика предоставя възможности за разработване на следващото поколение квантови технологии, включително квантова криптография, квантови компютри и квантови сензори.

<https://www.nobelprize.org/prizes/physics/2025/press-release/>

QUANTUM MECHANICS AND THE RISE OF THE SEMICONDUCTOR ERA

Sashka Alexandrova

Quantum mechanics arose in the early 20th century as a theory in physics to explain phenomena found in nature at the scale of atoms and subatomic particles with the remarkable papers by Werner Heisenberg, Paul Jordan and Max Born published in 1925. On the occasion of the centenary of their first article, the UN General Assembly officially declared 2025 the „International Year of Quantum Science & Technology (IYQ2025)“. In the following decades, the application of their ideas to understanding the properties of electron motion in crystals led to the development of the most powerful modern technology – semiconductor technology. The rise of a new era begins – the semiconductor era, which completely changes the world. Currently, semiconductors are becoming the most important material resources for industry along with oil. The achievements of modern electronics is a model of application in practice of a theoretical science – quantum mechanics, with enormous importance for the development of human civilization. Future development is expected to enable groundbreaking technologies like quantum computers, ultra-precise measurement devices, and next-generation materials. The symbiosis of quantum mechanics and semiconductor physics plays and will play a significant role in the development of many of the aforementioned areas. Semiconductor devices have the important advantage that the technology of their production is based on the technologies used in the contemporary computer industry. For sustainable development in the future, more than ever, efforts will be needed to attract young scientists for theoretical and experimental work in the field of quantum technologies.

СПИСАНИЕ „СВЕТЪТ НА ФИЗИКАТА“, СЪЮЗЪТ НА ФИЗИЦИТЕ В БЪЛГАРИЯ,
КАТЕДРА „ФИЗИКА“ КЪМ МИННО-ГЕОЛОЖКИЯ УНИВЕРСИТЕТ „СВЕТИ ИВАН РИЛСКИ“ И
СТОЛИЧНА БИБЛИОТЕКА
организират лектория с публични лекции на настоящи и бъдещи автори на
сп. „Светът на физиката“

СВЕТЪТ НА ФИЗИКАТА НА ЖИВО

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

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



ПРЕЗИДЕНТСКА ИНИЦИАТИВА НАГРАДА „ДЖОН АТАНАСОВ“ – ОТЛИЧИЯ ЗА 2025 Г.

Пенка Лазарова

На тържествена церемония в Гербовата зала на Президентството на 6 октомври 2025 г. година държавният глава г-н Румен Радев връчи отличията в рамките на Президентската инициатива Награда „Джон Атанасов“ за 2025 г. за постижения на млади български изследователи, работещи в сферите на информатиката и информационните технологии. Наградата, която се връчва от 2003 г. (за 23-та поредна година) от Президента на Република България, носи името на изтъкнатия изобретател от български произход Джон Атанасов, оставил името си в историята на науката и техниката с откриването на основните принципи на цифровото електронно смятане, дал зелена улица към развитието на съвременните компютри и за развитието на информационното общество. От 2012 г. се връчват и две грамоти – „за прилагане на научни постижения в практиката“ и „за разработки с голям обществен принос“, както и две грамоти за учениците, постигнали двата най-високи резултата в международните ученически олимпиади и състезания по информатика и комуникационни технологии, и на преподавателите, които са ги подготвили.

„Истинско удоволствие е да бъдем тук и да отличим нашите млади таланти и техните забележителни постижения в областта на компютърните науки. През тази година бе надградена традицията страната ни да бъде прославена

по света с интелигентните и амбициозни българи“, заяви в приветственото си слово държавният глава. Той обърна внимание на успехите на нашите ученици, студенти и преподаватели, които продължават да печелят награди и медали в най-престижните международни състезания, и изрази убедеността си, че техните изключителни постижения вълнуват не само преподавателската гилдия, а цялото ни общество. Г-н Румен Радев откри тазгодишното най-добро отборно класиране през това лято на Националния отбор на Международната олимпиада по информатика; престижните места на страната ни в иницирираната от български общественици и преподаватели с висок международен авторитет Втора международна олимпиада по изкуствен интелект; блестящото представяне с 4 медала на Балканската олимпиада по информатика, на която български ученик завоюва абсолютното първо място със златен медал и на Европейската олимпиада по информатика за момичета, в която вече имаме двукратна златна медалистка. *„Постиганията, които отличаваме днес, са доказателство, че България ще развива устойчиво своите традиции в областта на върховите технологии, на научните изследвания и интелигентните решения за бъдещето и като общество сме длъжни да ги развиваме и използваме като трамплин за високотехнологичното развитие на страната“*, заяви държав-

ният глава.

Президентът благодари на преподавателите, менторите и учените, които всеотдайно са помагали и насърчавали отличените млади българи към постигането на тези върхови резултати, като обърна специално внимание на приноса на младите университетски преподаватели, които едва завършили своето обучение, вече обучават следващото поколение шампиони. *„Компютърното и информационно общество се гради с помощта на няколко поколения и аз вярвам, че България ще има устойчиво развитие в областта на върховите технологии, на научните изследвания и интелигентните решения за бъдещето, защото насърчаването на таланта и на знанието е най-добрата инвестиция в нашето бъдеще“*, заяви президентът Румен Радев.

В категория „Джон Атанасов – проект с висок обществен принос“, в която се отличават индивидуални и екипни проекти, чиито създатели са под 35 г., адресиращи значими предизвикателства, посредством компютърните технологии, със *СЕРТИФИКАТИ* за номинация бяха отличени:

➤ **Георги Николов**, 23-годишен студент IV курс, специалност „Финанси“ в Югозападния университет „Неофит Рилски“, е инициатор на идейния проект *FreshPay Hub*, представляващ цялостна екосистема, разработена за първи път в България. Чрез интегрирането на модерни технологии и финансови инструменти, проектът цели да създаде ефективна, прозрачна и сигурна среда за бизнес взаимоотношенията със земеделска продукция. Той отговаря на реални нужди на производители и купувачи, като предлага цялостен подход за преодоляване на

ключови проблеми в сектора. Проектът се разработва понастоящем от мултидисциплинарен екип от Югозападния университет „Неофит Рилски“.

➤ **Ивайло Хубенов**, 22-годишен, студент по лингвистика и маркетинг в Пловдивския университет „Паисий Хилендарски“, е създател на дигиталната платформа в подкрепа на професионалната реализация на млади хора *GradUp* (www.gradupapp.com) – първата в България интегрирана онлайн среда, която съчетава кариерно консултиране и достъп до възможности за първа заетост. Платформата прилага хибриден модел „технология + човешка експертиза“, който комбинира дигитални функционалности с консултации от специалисти, изгражда интегрирана среда, която обединява чат-консултации, създаване на професионален профил чрез вграден инструмент, база с обяви и портал за работодатели.

В категория „Джон Атанасов – вдъхновител и създател на таланти“ се отличават преподаватели, треньори и ментори за изключителен принос за формиране на поколения млади успешни учени и професионалисти в областта на компютърните науки и/или за подготовката на състезателите от националните отбори по информатика, победители в международните олимпиади и турнири през последните години.

С *ГРАМОТА* „Джон Атанасов – вдъхновител и създател на таланти“ беше отличен **Павел Петров** – учител по информатика в Център за работа с деца в гр. Плевен. Работи с групи от минимум 13 деца и досега е обучил напълно поне 200 ученици. Почти всички негови възпитаници се реализират ус-

пешно в сферата на информатиката и информационните технологии като програмисти. Автор е на десетки задачи, давани на олимпиади и състезания. За високи постижения на учениците си на международни състезания и национални олимпиади и състезания е получил от Фондация „Св. св. Кирил и Методий“ през 2003 г. наградата „Учител на годината“ и награда за „Значителен принос в откриване и развитие на таланти в областта на информатиката“ през 2023 г. От м. юли 2025 г. е пенсионер и продължава работата си с школите по информатика в Център за работа с деца – гр. Плевен.

Носители на *СЕРТИФИКАТ* за номинация в тази категория са:

➤ **Йоан Саламбашев** – 25-годишен изследовател върху оценката на големи езикови модели по проекта SUMMIT в СУ „Св. Климент Охридски“. Магистър е по специалност „Извличане на информация и откриване на знания“ във ФМИ. Той е основен ръководител на Националния отбор по изкуствен интелект, постигнал 3 бронзови медала на II-та Международна олимпиада по изкуствен интелект (Китай, 2025). Като основен ръководител на отбора организира онлайн и присъствени лекции и лабораторни упражнения по различни теми, свързани с машинно обучение и естествено езиково обучение на AI модели.

➤ **Мелания Бербатова** – магистър по изкуствен интелект, докторант по машинно обучение и асистент-преподавател във Факултета по математика и информатика на СУ „Св. Климент Охридски“. Нейните изследвания са фокусирани върху големите езикови модели като GPT. Тя е вторият ръководител на Националния отбор по

изкуствен интелект, участва активно в провеждането на лекции и лабораторни упражнения по различни теми, свързани с машинно обучение и естествено езиково обучение на AI модели. Специализирала е по наука за данни от Амстердамския университет, Нидерландия, и предприемачество в *Babson College*, Масачузетс, САЩ.

В категория „Джон Атанасов – ученици и техните преподаватели“ се отличават ученици, постигнали най-високи резултати в международни и национални ученически олимпиади по информатика и информационни технологии, и техните преподаватели.

Носители на *ГРАМОТА* „Джон Атанасов – ученици и техните преподаватели“ – информатика са **Веселин Маркович** и неговите преподаватели **Юлия Димитрова**, ст. учител по информатика и ИТ в МГ „Д-р Петър Берон“ – Варна, ръководител на състезателни школи по информатика от 2001 г., и **Илиан Йорданов** – основен ръководител на Националния отбор по информатика през 2025 г.

Веселин Маркович е завършил XII кл. в МГ „Д-р Петър Берон“, Варна. Носител е на златен медал и е постигнал индивидуално класиране в топ 10 на Международната олимпиада по информатика през 2025 г. в Боливия. Той има златен медал на Международния турнир по информатика за напреднали, златен медал на *Romanian Masters of Informatics* и златен медал на Международната Жаутиковска олимпиада по математика 2025. Представил се е отлично със сребърен медал на Националната олимпиада по информатика. Веселин вече е студент в ETH в Цюрих, Швейцария.

Носители на **СЕРТИФИКАТ** за номинация в категория „Джон Атанасов – ученици и техните преподаватели“ – информатика, са:

➤ **Александър Гатев** – завършил XII кл. в СМГ „Паисий Хилендарски“, София, носител на златни медали от Международната олимпиада по информатика 2025, Международния турнир по информатика за напреднали, *Romanian Masters of Informatics* и Международната Жаутиковска олимпиада 2025. Представил се е отлично с бронзов медал на Националната олимпиада по информатика.

➤ **Андрей Стефанов** – XII кл., Първа частна математическа гимназия, София, носител на сребърен медал от Международната олимпиада по информатика 2025; златен медал от 31-та Балканската олимпиада по информатика; сребърен медал на Международния турнир по информатика за напреднали; златен медал по математика на Международната Жаутиковска олимпиада 2025; златен медал и абсолютно първо място в класирането на 32-та Балканска олимпиада по информатика (септември 2025 г.).

➤ **Борис Михов**, завършил XII кл. в СМГ „Паисий Хилендарски“, София, носител на сребърен медал от Международната олимпиада по информатика 2025 и на златни медали от 31-та Балканската олимпиада по информатика, Международния турнир по информатика за напреднали, *Romanian Masters of Informatics* и златен медал с първо място на Международната Жаутиковска олимпиада 2025.

➤ **Симона Христова** – XI кл., Природоматематическа гимназия „Нанчо

Попович“, Шумен, носител на златни медали на Европейската олимпиада по информатика за момичета (EGOI) през 2025 г. и през 2024 г.

Със **СЕРТИФИКАТИ** за номинация в категория „Джон Атанасов – ученици и техните преподаватели“ – информационни технологии, бяха отличени дванадесетокласниците:

➤ **Дарий Топузов** от Технологично училище „Електронни системи“ – София, лауреат и втори в индивидуалното класиране на Националната олимпиада по информационни технологии (2025) с проект *Q-bit* в областта на оптимизацията на квантови алгоритми; лауреат на 25-ата Ученическа конференция на УчИМИ; представител на България на най-голямата конференция за технологии в обучението – BETT UK 2025; победител на ТУЕС Фест 2025 по системно програмиране; лектор на тема квантови компютри, симулации и програмиране на 51-та Международна конференция на ТУ – София (7 – 13 юни 2025 г.). Ръководител с най-голям принос за успехите му е инж. Милен Спасов – преподавател по разработка на софтуер в ТЕУ „Електронни системи“ – София.

➤ **Марио Петков** от Професионална гимназия по електроника и химични технологии „Проф. Асен Златаров“ – Плевен, лауреат и III място в индивидуалното класиране в категория „Разпределени приложения“ на Националната олимпиада по информационни технологии (2025) със своя проект *MedCare* в областта на подобряване на здравните услуги чрез дигитални технологии и изкуствен интелект; лауреат на 25-та Ученическа конференция на УчИМИ; бронзов медал на II Международна олимпиада по

изкуствен интелект (Китай, 2025 г.). Има отлично представяне на Националния конкурс „Млади таланти“ 2025 г., както и златен медал на *International STEM Olimpiad* с онлайн участие; първо място на *EU CodeWeek* (София, 18.10.2024 г.). Ръководител с най-голям принос за успехите му е Десислава Мацева – учител по професионална подготовка в ПГЕХТ „Проф. Асен Златаров“ – Плевен.

Благодарности от името на дванайсетте носители на отличията за 2025 г. в 23-тото издание на Президентската инициатива Награда „Джон Атанасов“ изказа Илиан Йорданов – ръководител на Националния отбор по информатика, бивш национален състезател по информатика и математика. Според него недоброто ни представяне – със само бронзови медали, на Международната олимпиада по информатика през 2023 г. не е обезкуражило участниците, сред които са били и някои от днешните отличени ученици. Само 2 години по-късно, през 2025 г., в 37-то издание на най-престижното Световно състезание по информатика *International Olympiad in Informatics* (IOI),

което се проведе в Боливия, българският Национален отбор спечели триумфално 2 златни и 2 сребърни медала в трудната надпревара с 330 национални състезатели от 86 държави в света. Това е най-доброто българско представяне в историята на Международната олимпиада по информатика, като в неофициалното отборно класиране сме на IV-то място в света, изпреварвайки САЩ и Япония. „*Поуката е, че трябва да продължим да работим, защото освен талант, трябва и жертovski труд*“, заяви Илиан Йорданов.

Успехите на отличените млади хора в тазгодишното издание на Президентската инициатива Награда „Джон Атанасов“ са заявка за бъдещите им успехи в областта на информатиката и информационните технологии. Сигурни сме, че сред тях са и бъдещите носители на Голямата награда „Джон Атанасов“, която се връчва на млади български учени и изследователи – до 35 год., за изключителни постижения в световен мащаб в областта на компютърните науки за техните научни проекти и разработки, съдържащи върхови постижения в световен мащаб!

АБОНИРАЙТЕ СЕ

Абонамент за 1 година (4 броя) – 25 лв. (12,78 EUR)

За членове на СФБ – 22 лв. (11,25 EUR)

За ученици, студенти и пенсионери – 16 лв. (8,18 EUR)

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

Цена за 1 книжка – 7 лв. (3,58 EUR)

Банкова сметка: Първа Инвестиционна Банка

IBAN: BG91FINV91501215737609; BIC: FINVBGSF



НАЦИОНАЛНИ НАГРАДИ ЗА ПРИНОС В НАУКАТА „ПИТАГОР“ 2025

Елица Фотева, Пенка Лазарова

На официална церемония, състояла се на 14 октомври 2025 г. в Националният исторически музей, бяха връчени годишните Национални награди „Питагор“ – най-престижното отличие за постижения в областта на научните изследвания и популяризирането на науката в обществото у нас. Инициативата, стартирала през 2004 г. и станала традиция, е израз на признание за постиженията на българските изследователи в различните научни области, които чрез резултатите от своята работа, създават знание, което трансформират в иновации в полза на обществото, оказващо неоспоримо влияние върху нашето ежедневие – от технологиите, които използваме, до средата, която обитаваме. Наградите са една от основните дейности в Националната стратегия за развитие на научните изследвания 2017 – 2030 за стимулиране на учените към значими научни постижения и реализация на резултатите от фундаменталните и приложните научни изследвания в икономиката.

„Имаме нужда от повече дни като този, в който връчваме наградата „Питагор“, за да изкажем признанието към нашите учени, защото науката е вдъхновяваща, но понякога и неблагодарна – тя изисква неуморна работа, а резултатът не винаги идва бързо“ – заяви при откриването на церемонията Министърът на образованието и науката г-н Красимир Вълчев, който изрази и радостта си, че

през годините носители на наградата са били изтъкнати български изследователи, както и че през последните години страната ни има напредък в областта на науката. Подобрена е научната инфраструктура, създадени са национални програми за финансиране на научните изследвания, удвоена е публикационната активност на научните организации, чиято работа стана по-видима, увеличени са възнагражденията на изследователите, но постигнатото трябва постоянно да се надгражда. *„Разчитаме на нашите млади учени, защото подмяната на поколенията е неизбежна и трябва да имаме в следващите десетилетия достатъчно учени, на които да разчитаме децата ни да живеят в едно по-добро и проспериращо общество“*, заяви министър Вълчев.

Преди връчванията на наградите на лауреатите беше представен съставът на авторитетното жури за Националните награди за наука „Питагор“, в което влизат хабилитирани български учени, по един от всяка от десетте области на науката, дефинирани в Правилника на Фонд „Научни изследвания“: чл.-кор. Сорен Хайрабедян (биологически науки), акад. Веселин Дренски (математически науки и информатика), проф. д.н. Радка Аргирова (медицински науки), проф. д-р Ирена Пейчева (науки за Земята), проф. д.ик.н. Желю Владимиров (обществени науки), акад. Атанас Павлов (селскостопански науки), проф. д-р Олимпия Роева (тех-



Министърът на образованието и науката Красимир Вълчев и носителката на Голямата награда „Питагор“ за цялостен принос в науката проф. Радостина Стоянова от Института по обща и неорганична химия към БАН. Снимка: Минко Чернев/БТА

нически науки); проф. д-р инж. Пламен Петков (физически науки); проф. д.х.н. Юрий Кълвачев (химически науки), доц. д-р Мая Влахова-Ангелова (хуманитарни науки).

В тазгодишното издание на наградите за наука „Питагор“ в осемте категории са кандидатствали 52-ма учени, работещи в български висши училища или научни организации, всеки от които е отговарял на критериите за участие в конкурса, заяви председателят на журито проф. Желю Владимиров: научни приноси и наукометрични показатели, отразени в международните бази данни *Web of Science* и *InCites* (Кларивейт Аналитикс), както и цялостната оценка на научния принос на кандидатите: за десетгодишен период за кандидатстване за Голямата награда „Питагор“ за цялостен научен принос, петгодишен – за утвърден учен и тригодишен – за млад учен в съответните направления. Допълнително за Голямата награда „Питагор“ са взети под внимание международното признание на кандидата, доказано менторство, етична репутация, влияние сред обществото, както и споделянето на информация за научните изследвания на достъпен за обществото език, който е основен кри-

терий и за наградата за комуникация на наука. Защото отворената наука и активното ангажиране на широката публика в разговори за наука оказва голямо въздействие върху реалното приложение на научните резултати, изгражда и поддържа доверието към учените.

Министър Вълчев връчи **Голямата награда „Питагор“ за цялостен научен принос** – грамота, статуетка „Питагор“ и парична награда, на **проф. д-р Радостина Стоянова** от Института по обща и неорганична химия към БАН, която поставя основата за развитието на ново научно направление в страната – „Химия на материали за чиста и зелена енергия“.

Проф. Стоянова е сред най-изявените български учени в областта на химията и е сред първите 2% в класацията за световни водещи учени на Станфордския университет в област „Енергия“ за 2022, 2023 и 2024 г. Научните ѝ интереси са в областта на разработване на нови материали за съхранение на енергия – литиево-йонни батерии, хибридни и натриево-йонни батерии. Тя има над 225 публикации в реномирани и индексирани списания, основно в категориите с квантил Q1 и Q2. Публи-

кациите ѝ са цитирани над 5200 пъти, с индекс на Хирш 38. Ръководител е на значими национални и международни проекти: „Национален център за върхови постижения по мехатроника и чисти технологии“ – НОИР, ННП „Европейски научни мрежи“ (2020), „M-ERA.NET“ (2022), CARiM по ННП „Върхови изследвания и хора за развитие на европейска наука“ (В.И.Х.Р.Е.Н.) и др.

Проф. Стоянова е интензивно ангажирана с образователна, административна, експертна и консултантска дейност. Ръководител е на 13 докторанти, от които 8 са защитили и 5 са в процес на обучение.

„Приемам тази награда като признание за моята дейност през годините, но преди всичко като признание към моите учители, които ме обучиха в областта на литиево-йонните батерии – знания, които пренесохме в още една предизвикателна област – на натриево-йонните батерии. Щастлив човек съм, защото имам възможността да работя с отличен научен колектив от видни учени и млади колеги, които се надявам един ден да ме надминат“ – заяви проф. Стоянова. Тя изрази увереността си, че този научен колектив има силите и възможността да покаже как от фундаментални изследвания може да се стигне до реализация на научен продукт, както и надеждата, че натриево-йонната батерия ще се реализира в България.

Наградата „ПИТАГОР“ за комуникация на науката беше връчена от акад. Николай Витанов – зам.-министър на МОН, на **проф. д.н. Христо Пимпирев** от Софийския университет „Св. Климент Охридски“. Проф. Пимпирев е създател, двигател и посланик на българските

полярни изследвания. Чрез активно медийно присъствие, срещи с млади хора и включване на артисти и журналисти в експедициите, той превръща науката за Антарктика в достъпна и вдъхновяваща за широката публика. В резултат на неговата дейност полярните изследвания се утвърдиха в България като област, която съчетава наука, образование и културна идентичност.

„Това е една от най-ценните награди, които съм получавал, защото популяризирането на науката е изключително важно, а може би определящо, тъй като ако младите хора в училищата и в университетите не се запалят по науката, няма да имаме бъдеще“ – заяви проф. Пимпирев при получаване на наградата.

НАГРАДАТА „ПИТАГОР“ ЗА УТВЪРДЕН УЧЕН В ОБЛАСТТА НА ПРИРОДНИТЕ И ИНЖЕНЕРНИТЕ НАУКИ ПОЛУЧИ **проф. д-р Християн Александров**, преподавател във Факултета по химия и фармация на СУ „Св. Климент Охридски“. Неговите основни изследвания са насочени към молекулната структура на катализаторите и реакционните механизми върху тяхната повърхност.

Носител на наградата „ПИТАГОР“ ЗА УТВЪРДЕН УЧЕН В ОБЛАСТТА НА НАУКИТЕ ЗА ЖИВОТА И МЕДИЦИНАТА Е **професор Красимира Йончева**, доктор на фармацевтичните науки, водещ учен във Фармацевтичния факултет на Медицински университет – София. Тя разработва наночастици, които съдържат едновременно противотуморно лекарство и антиоксидант. Изследванията на професор Йончева насочват научната общност към възможността ракът да се лекува ефективно и безопасно.

Професор доктор Станислав Иванов от Висшето училище по мениджмънт във Варна получи Наградата „Питагор“ за утвърден учен в областта на социалните и хуманитарните науки. Той изследва икономическите и социалните аспекти на изкуствения интелект, автоматизацията и роботиката в отделните отрасли с акцент върху туризма. Автор е на над 80 научни публикации, сред които първото глобално изследване с над 1600 респонденти на възприятията на потребителите спрямо използването на работи в туризма и първото изследване в България на страха от автоматизацията на работните места.

Наградата за млад учен в областта на природните и инженерните науки получи **доц. д-р Мартин Ралчев** от Института по роботика към Българската академия на науките. Той участва в разработването на нови видове свръхчувствителни сензори и методи за измерване, които намират приложение от енергетиката и роботиката до медицината и защитата на инфраструктурата. Доц. Ралчев работи по 3 мащабни европейски проекта и има 12 признати патента за изобретения

Главен асистент д-р Емилио Матеев от Медицинския универси-

тет – София е отличеният млад учен в областта на науките за живота и медицината. Той работи по цялостния процес на създаване на нови лекарствени молекули – от компютърното моделиране до лабораторния синтез и биологичното тестване. Неговите изследвания дават обещаващи резултати за разработването на лекарства срещу Паркинсон и Алцхаймер.

Наградата „Питагор“ за млад учен в областта на социалните и хуманитарните науки получи **главен асистент д-р Меги Дакова** от Пловдивския университет „Паисий Хилендарски“ за изследванията ѝ към т.нар. „триъгълник на знанието“ – висше образование, наука и бизнес. Тя акцентира върху конкурентоспособността на висшите училища в България, извеждайки на преден план значимостта на трансфера на технологии.

За пореден път тържественото връчване на Годишните награди „Питагор“ за научни постижения се превърна в празник на българските учени и признание за техния труд – едно от малкото събития, свързани с науката и учените, които намират място в новините, и напомнят за българските учени, които със своята работа помагат на обществото да върви напред.



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

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



ПРОФЕСОР НИКОЛА БАЛАБАНОВ – ФИЗИКЪТ, КОЙТО МЕ ВДЪХНОВЯВА¹

Велимир Тодоров
Научни ръководители – Пенка Василева и Анета Стоянова,
СУ „Константин Константинов“ – Сливен

Светът, в който живеем, е едновременно познат и загадъчен. Във всеки атом, във всяка частица светлина се крие тайна, която чака да бъде разкрита от онези, които имат смелостта да надникнат отвъд очевидното.

Науката е мост между човешкото въображение и реалността, между неизследваното и възможното. Тя е онзи механизъм, чрез който човек преодолява своите ограничения и достига до неподозирани висоти. Този мост не би съществувал, ако не бяха онези гениални умове, които със своята отдаденост, смелост и иновативност ни показват пътя напред. Те не просто разгадават сложните принципи на природата, но и оставят наследство, което надхвърля академичните кръгове, обхващайки най-дълбоките измерения на човешкото съществуване.

И ако науката е свещ, която осветява тъмнината, то професор Никола Балабанов е нейният пазител – човекът, с гениален ум, който ме вдъхновява не само с интелектуалните си открития, но и със способността си да вдъхва смисъл и красота в света на числата и формулите.

Той успява да преобрази не само обективното разбиране за реалността, но и субективното възприятие за мястото ни в нея. Неговата работа, съчетаваща математическа прецизност с метафизична проникновеност, го превръща в символ на научната мисъл като носител на смисъл, а не просто на факти.

Роден в България в период на политически и социални промени, той израства с дълбокото убеждение, че науката не е само средство за технологичен напредък, но и инструмент за духовно и интелектуално освобождение. Въпреки ограничените ресурси и предизвикателствата на времето, професор Балабанов успява да се утвърди като водещ изследовател в областта на квантовата физика – поле, което разкрива най-фундаменталните принципи на Вселената.

Той е сред първите учени и изследователи, които разбират, че физиката не може да бъде затворена в академични лаборатории или сложни уравнения.

Неговите трудове върху взаимодействието на материята и енергията допринасят за развитието на теории, кои-

¹Отличено есе във възрастова група 9 – 12 кл. в Националния конкурс за есе „Проф. Никола Балабанов“ на тема: „Физик, от когото се възхищавам“.

то днес са в основата на иновации като квантовите компютри и нанотехнологиите. Неговата уникалност се крие не само в научната му прецизност, но и в способността му да съчетава науката с философията. Той често задава въпроси, които не просто целят да открият нови факти, но и да ни помогнат да разберем по-добре какво означава да бъдеш човек в този сложен и многопластов свят.

Щастлив съм от факта, че имах удоволствието на живо да се срещна с него на Младежката сесия през 2019 г. в град Велико Търново. Тогава бях само на 10 години, но неговият благ глас се запечата завинаги в моето съзнание. Той изнасяше доклад, а на мен ми звучеше като приказка за физиката. Това, което ме възхити най-много у професор Балабанов, е неговият неуморим стремеж да вдъхновява младите. Разбрах, че за него бъдещето на науката не е в ръцете на големите имена, а в умовете и сърцата на следващото поколение.

Според него *„науката е огледало, в което виждаме не само Вселената, но и себе си“*. Това е и една от причините, поради които възхищението ми към него е толкова дълбоко. Той показва, че физиката не е студена, лишена от емоция наука, а по-скоро търсене на смисъл, съпоставимо с най-големите въпроси на философията.

Научните му приноси са неоспорими и впечатляващи. Работата му върху квантовите флукуации и техния принос за разбирането на „вакуумната енергия“ отваря нови врати за изучаването на тъмната енергия – мистериозната сила, която ускорява разширяването на Вселената. Но дори в най-абстрактните му изследвания прозира характерната

му способност да свързва физическите принципи с ежедневния живот. Той често използва аналогии, които правят сложните концепции достъпни за неспециалисти. Например, когато описва квантовите флукуации, Балабанов ги сравнява с *„музика, която звучи в безмълвието на вакуума“* – идея, която едновременно предизвиква интелектуално любопитство и поражда дълбоко емоционално възприятие. Тази поетична перспектива към физиката не е случайна. За професор Балабанов физиката е изкуство, изразяващо се чрез езика на уравненията. Той вярва, че *„математиката е най-голямото литературно постижение на човечеството“* – твърдение, което подчертава връзката между рационалното и емоционалното в научното изследване.

Няма как да пропусна неговия принос в областта на ядрената физика, който оставя значима следа в научната общност. Неговите изследвания, особено тези, проведени в Дубна, Русия, разширяват разбирането ни за ядрените реакции и структурата на атомните ядра.

Един от основните му приноси е изследването на ядра чрез непознати дотогава ядрени реакции. Чрез тези нови методи той и екипът му успяват да възбудят около 30 – 40 различни ядра, което предоставя нови данни за тяхното поведение и характеристики. Тези изследвания не само обогатяват теоретичната база на ядрената физика, но и предлагат нови перспективи за приложението на ядрените реакции в различни области на науката и техниката.

Едно от ключовите направления в работата на професора е изследването на ядрената ойкумена – термин, който той

използва, за да опише „населената“ част на ядрената физика, аналогично на географското понятие за обитаемия свят. В своя труд „Ядрената ойкумена“ той прави паралел между великите географски открития и постиженията в ядрената физика, подчертавайки бързото разширяване на познанията в тази област през XX век.

Професор Никола Балабанов също така изследва „долините и стръмнините на ядрения ландшафт“, анализирайки енергийните зависимости и стабилността на различни атомни ядра, той обръща специално внимание на магическите числа – специфични брой протони или неутрони, при които ядрата проявяват повишена стабилност. Тези изследвания допринасят за по-дълбокото разбиране на ядрената структура и поведението на изотопите.

Няма как да пропусна и големите му постижения, свързани с квантовата механика, чието влияние далеч надхвърля границите на физиката.

Едно от неговите най-революционни изследвания разглежда „квантовата кохерентност“ не само като физичен феномен, но и като модел за разбиране на взаимовръзките във Вселената – от елементарните частици до сложните социални и екологични системи. Според него квантовата физика ни учи на принципа на неделимостта, т.е. нито една част от системата не може да бъде разглеждана изолирано от останалите. Тази концепция е не просто научен постулат, а философска метафора за човешкото съществуване.

За него науката не е самоцел, а средство за обогатяване на човешкото съзнание. Той не просто обучава млади

физици, но ги учи да мислят критично, да задават въпроси и да преодоляват границите на общоприетото.

Един от най-впечатляващите аспекти на педагогическия му подход е способността му да трансформира провала в инструмент за учене. „Неуспехът“, казва той, „е състояние на преход – момент, в който границите на знанието ни се сблъскват с безкрайността на неизвестното“. Тези негови думи оказаха огромно влияние върху мен. Те промениха отношението ми към трудностите, с които се сблъскам както в ученето, така и в живота.

Освен това професор Никола Балабанов е категоричен защитник на етиката в науката. В период, когато технологичните открития често се използват без оглед на техните последици, той настоява, че учените носят морална отговорност за своите действия. Неговата работа по етичните аспекти на квантовите технологии – включително тяхното приложение в криптографията и изкуствения интелект – е не само академично значима, но и дълбоко хуманна.

Той е символ на това, което науката трябва да бъде: не инструмент за доминиране над природата, а път към хармония с нея. Неговото дело ми показва, че физиката не е самоцелна дисциплина, а начин да разберем как всичко в света – от най-малките частици до най-големите структури – е свързано в едно грандиозно цяло. Неговото дело не е просто постижение – то е светлина, която продължава да осветява пътя на всички, които се осмеляват да мечтаят.

А най-големият урок, който разбрах от неговите трудове, е, че знанието не е статично. То е процес, който изисква

непрестанно съмнение, любопитство и смелост. Той ме вдъхнови да не се страхувам от неизвестното, а да го приемам

като пътешествие към мъдрост и възможност за нови открития.

Източници:

1. <https://nauka.bg/prof-f-nikola-balabanov-golemite-fizici-istinski-poeti/>
2. <http://museum.issp.bas.bg/m01-nbalabanov.html>
3. <https://teacher.bg/%D0%BF%D1%80%D0%BE%D1%84-%D0%B-D%D0%B8%D0%BA%D0%BE%D0%BB%D0%B0-%D0%B1%D0%B0%D0%B-%D0%B0%D0%B1%D0%B0%D0%BD%D0%BE%D0%B2-%D1%87%D0%B0%D0%BA%D0%B0-%D0%BD%D0%B8-%D1%87%D0%B5%D1%80%D0%BD%D0%BE%D0%B1%D0%B8/>

ФИЗИК, ОТ КОГОТО СЕ ВЪЗХИЩАВАМ:

ШУДЖИ НАКАМУРА В ТЪРСЕНЕ НА СИНИЯ СВЕТОДИОД – ЛИПС- ВАЩОТО ПАРЧЕ В ПРОИЗВОДСТВОТО НА ЕКРАНИ И ЕНЕРГИЙНО ЕФЕКТИВНА БЯЛА СВЕТЛИНА²

Живко Зидаров

**Научен ръководител: Деян Димчев,
ЧСУ „Леонардо да Винчи“ – Добрич**

Всеки от нас поне веднъж е чувал имената на известните физици: Галилео Галилей, Исак Нютон, Алберт Айнщайн, Леонардо да Винчи, Нилс Бор, Никола Тесла и много други. Съществува едно име, което все още не е толкова познато сред обществеността, въпреки че личността, която стои зад него, заслужава голямо възхищение. Това е Шуджи Накамура – човекът, който вдъхна живот на екраните и промени коренно масовите осветителни тела чрез своето изобретение – синия светодиод.

Смарт телефони, телевизори, компютри, часовници и много други модерни чудеса съществуват благодарение на енергийно ефективните LED екрани. Но истинското въздействие на LED светлината преминава далеч над нашите ярко осветени устройства. Осветлението заема до 30% от глобалната консумация на електричество и около 6% от емисиите на парникови газове. Като се има предвид факта, че LED крушките използват около 80% по-малко енергия и издържат до 25 пъти по-дълго от тези с нажежаема

²Отлично есе във възрастова група 9 – 12 кл. в Националния конкурс за есе „Проф. Никола Балабанов“ на тема: „Физик, от когото се възхищавам“.

жичка, те имат най-голямо потенциално въздействие върху енергоспестяването в световен мащаб. Но когато първите LED са били представени през 1962 г., те не са имали голямо приложение. Отнело е 30 години, докато се открие липсващото звено, нужно да се завърши цветният спектър – синият светодиод. Зеленият светодиод е изобретен няколко години след червения, но синият светодиод е нещо, което за три десетилетия се е смятало за фантазия, защото е бил почти невъзможен за реализиране. Когато трите цвята се комбинират, могат да се получат всички цветове, които можем да си представим. Затова откриването на синия светодиод прави революция в развитието на LED технологиите.

В бялата LED крушка синият светодиод е покрит с фосфорен материал, който преобразува част от синята светлина в жълта. Когато синята светлина и жълтата светлина се смесят, те произвеждат бяла светлина. Този метод за създаване на бяла светлина е по-енергийно ефективен, а LED крушките са по-дълготрайни от традиционните крушки с нажежаема жичка.

Основната съставка за производство на син светодиод – галиевият нитрид, се оказва трудно да бъде получен в лаборатория. Много учени се опитват в продължение на десетилетия, но без успех.

Шуджи Накамура е американско-японски физик и инженер. След дипломирането си започва работа в японската корпорация *Nichia*. Като неин служител, през 1988 г. стартира изследователска дейност върху сините светодиоди, използващи $A^{III}N$ материали. Воден от силно научно любопитство

и желание да разшири границите на това, което се е смятало за възможно, той е бил мотивиран от предизвикателството да намери решение на проблем, който много други изследователи не са успели да решат.

Шуджи Накамура открива синия светодиод чрез използване на процес, наречен епитаксия, с молекулни лъчи за израстване на висококачествени кристали от галиев нитрид (GaN), които са способни да излъчват синя светлина. Той открива, че чрез добавяне на малки количества индий към кристалите GaN може да произведе синя светлина, което преди се е смятало за невъзможно.

В началото младите му колеги го карат да се откаже и да започне работа над други продукти поради неуспешните му опити, а по-възрастните наричат неговите изследвания праховане на пари. Той не се съобразява с тяхното мнение и продължава своите експерименти. Работата с фосфор предизвиква толкова много експлозии, че неговите колеги спират да проверяват дали той е добре след всяка от тях. Ръководството на компанията го кара да напусне, но той предлага на нейния президент Нобуо Огава проект за изобретяване на син светодиод.

За получаването на син светодиод е необходим висококачествен кристал. Независимо какъв материал е използван за синия светодиод, той изисква почти перфектна кристална структура. Всеки дефект ще наруши потока на електрони. Първата стъпка, която Накамура предлага, е да замине за Флорида. Той познава бивш колега, чиято лаборатория е дала началото на използването на нова технология за създаването на кристал, наричана реактор за металоорганично

химическо отлагане на пари (MOCVD). MOCVD наподобява гигантска фурна, в която се пускат пари, за да реагират с подложката, което оформя слоеве. Върху тези слоеве се формира кристалът. Този реактор е бил и все още е най-добрият начин за масово производство на чист кристал.

Накамура се присъединява към лабораторията за да изучи реактора до съвършенство. Но неговият престой там не е бил лесен. Не му е било позволено да използва работещия MOCVD, така че той прекарва 10 от неговите 12 месеца там в сглобяването на нова система почти от нулата. Освен това неговите колеги във Флорида му се подиграват, защото освен него всички те притежават докторска степен. Той няма никакви академични публикации на свое име, тъй като *Nichia* не позволява публикуването на научни трудове. Колегите му го смятат за нискоквалифициран техник. Но неговата гледна точка била следната: *„Чувствах се обиден, когато хората ме гледаха като по-низши. От това развих по-голям борбен дух. Няма да позволя да бъда победен от такива хора“*.

Той се връща в Япония през 1989 г. с две неща. Първото е поръчка за чисто нов реактор за *Nichia*, а второто – пламенно желание да получи докторска степен. По това време в Япония е било възможно да се получи докторска степен без да се посещава университет, като се публикуват 5 научни труда. Накамура винаги е знаел, че шансовете му да изобрети синия светодиод са малки, но е имал резервен план – дори ако не успее, ще може да получи докторска степен.

Двете възможности да се реализира син светодиод са били цинков селенид и

галиев нитрид поради факта, че ширината на забранената им зона е в един и същ обхват. Накамура решава да работи с галиев нитрид, защото по-голямата част от конкуренцията работи с цинков селенид. Цинковият селенид е бил предпочитан, защото е давал много по-малко дефекти в сравнение с галиевия нитрид (1000 дефекта/cm² към 10 000 000 000 дефекта/cm²). Когато Накамура посещава най-голямата научна конференция по приложна физика в Япония, 500 души посетили лекцията за цинков селенид, а само петима – за галиев нитрид. От тези петима, двама – д-р Исаму Акасаки и д-р Хироши Аmano (световни експерти по галиевия нитрид) – имат същата цел като Накамура – да реализират синия светодиод.

Накамура е бил далеч от техните постижения. Той дори не е можел да направи така, че да получи галиев нитрид със своя реактор. След 6 месеца неуспешни опити той решава да раздели машината на части и да изгради по-добра версия сам. Неговият опит от Флорида се оказва безценен. След това, в продължение на година и половина, Накамура работи всеки ден (освен на Нова година, защото в Япония това е най-важният празник) от 7:00 до 19:00 ч. върху преодоляването на проблема с дефектите. Един четвъртък през зимата на 1989 г. неговите опити се увенчават с успех. Трикът бил добавянето на втора дюза в MOCVD реактора, която да тласне газовите реактанти към подложката с помощта на инертни газове, формирайки кристал. Така подвижността на електроните била 4 пъти по-висока, отколкото при всеки галиев нитрид, отглеждан до момента директно върху сапфир (Al₂O₃). Накаму-

ра нарича този ден най-вълнуващия ден в живота си.

Той вече има най-качествения кристал от галиев нитрид. Но Еджи Огава (зет на Нобуо Огава) заема неговото място като изпълнителен директор на компанията. Той изпраща писмено известие на Накамура веднага да спре работата си над синия светодиод. Причината за това е, че изпълнителният директор на „Мацushита“ (*Matsushita*), който също е най-големият клиент на *Nichia*, съобщава на компанията, че галиевият нитрид няма бъдеще и че трябва да се работи с цинков селенид. Накамура обаче смачква известието и го изхвърля в боклука, както и всяко следващо известие, което получава, отново и отново.

Следващото препятствие пред упорития учен е да се направи р-тип галиев нитрид. Учените са знаели как да направят п-тип галиев нитрид, използвайки силиций, но никой не знаел как да направи р-тип. Неговите познати д-р Исаму Акасаки и д-р Хироши Аmano се сблъскват със същия този проблем и го преодоляват преди него. Те направили пробив в получаването на висококачествен кристал. Вместо да отглеждат галиев нитрид директно върху сапфир, те първо изграждат буферен слой от алуминиев нитрид. Така получаването на чист галиевонитриден кристал става по-лесно. Единственият недостатък е, че алуминият причинявал проблеми на MOCVD реактора, правейки кристала труден за охарактеризиране. Те използват проба от галиев нитрид, покрит с магнезий, която облъчват с електрони, с което получават първия продукт, държащ се като р-тип. Техният проблем бил, че не знаели причината, поради която това работи. Освен

това този начин бил много бавен за производство. Накамура първоначално ги копира, но се опитва да намери по-добър начин. Той предполага, че може би кристалът просто се нуждае от енергия. Затова нагрива магнезия, покрит с галиев нитрид, до 400°C, което го преобразува в р-тип полупроводник. Проблемът се оказва в това, че водородът от амония реагира с магнезия, покрит с галиев нитрид, и блокира дупките в структурата, а топлинната енергия отстранява водорода от нужните дупки. С неговото откритие този проблем е отстранен.

Накамура представя своя прототип на синия светодиод в една работилница през 1992 г., но той все още не е напълно готов поради факта, че е неефективен (само с 42 микровата), когато са нужни минимум 1000 mW за практическо ползване.

Еджи се опитва да накара Накамура да направи продукт от това, с което разполага, защото търпението му се изчерпва, но ученият отново го игнорира: *„Продължих да игнорирам заповедта му. Бях успешен, защото не се вслушах в заповедите на компанията и се доверих на собствената си преценка“*.

За да преодолее последния проблем, Накамура използва придобитите си във Флорида умения да модифицира MOCVD реактора и доставя колкото се може повече индий към галиевия нитрид, надявайки се, че ще успее да го закрепят към него. И това проработва, давайки му чист кристал от индиево-галиев нитрид. След това Накамура произвежда с реактора алуминиево-галиев нитрид и получава завършена структура на син светодиод. Толкова силен, че е можел да бъде видян на дневна светлина, с

изходяща мощност от 1500 mW и излъчващ перфектно синьо точно на 450 nm. „Чувствах се все едно достигнах върха на планината Фуджи“, споделя Накамура за този велик в модерната история на науката момент.

Въпреки многобройните препятствия и неуспехи, Накамура изобретява синия светодиод 13 години след като започва работа над него. През 2014 г. той, заедно с колегите си изследователи Аmano и Акасаки, получиха Нобелова награда по физика за изобретяването на синия светодиод.

Ако Накамура не беше вложил толкова труд и усилия в нещо, което се е смятало за невъзможно, днес нещата, които смятаме за нормално да присъстват в нашето ежедневие, нямаше да съществуват. От домашното до уличното осветление, докато гледаме видео на телефон, компютър или телевизор, докато сме навън и следваме светофарните светлини или дисплей – това е благодарение на сините светодиоди. Малките, енергийно ефективни и изключително ярки LED започват светлинна революция и сега се използват в почти всяка част на електрониката.

За разлика от крушките с нажежаема жичка, LED лампите преобразуват електричеството във фотони, вместо да го превръщат в микс от топлина и светлина. Така използваната енергия се превръща в светлина, без да се губи излишна енергия, което прави тази тех-

нология изключително енергоефективна и изгодна. Нещо повече – тази технология може да бъде хранена със соларна енергия, което би помогнало на повече от 1,5 милиарда души, които нямат достъп до електричество.

До днес Накамура е получил общо над 500 патента и постиженията му не само позволиха създаването на енергоспестяващ източник на светлина, но и спомогнаха за разработването на технология за запис на данни с помощта на син лазер (*Blu-ray*). Заедно с други учени от UCSB (*University of California, Santa Barbara*), той създава компанията *Soraa* (небе на японски), специализирана във висококачествени осветителни системи.

Комитетът по награждаването на нобеловите лауреати в своята реч казва, че крушките на Едисън са осветили XX век, докато светодиодните лампи, които имаме благодарение на Накамура, са творението, което осветява XXI век.

Въпреки че личността на Накамура и неговите постижения все още не са толкова познати сред широката общественост, аз се надявам, че с времето името му ще се нареди до тези на най-успешните в историята на физиката. Неговата непоклатима воля и стремеж към успех завинаги ще останат в съзнанието ми като пример, че всичко е възможно, ако вярваме в себе си и не се отказваме въпреки трудностите и препятствията, които се изправят на пътя ни.

Източници:

1. Alexander Chilton, Why Were Blue LEDs so Hard to Make?, Nobel Prize in Physics, 2014 <https://www.azom.com/article.aspx?ArticleID=11451>
2. Anne Corning, Rhapsody in Blue: Understanding Blue Light & Blue LEDs, 2019 <https://www.radiantvisionsystems.com/blog/rhapsody-blue-understanding-blue-light-blue-leds>
3. Bloomberg Originals, How Blue LEDs Changed the World, 2019 <https://www.youtube.com/>

- watch?v=idwKHQEW78g
4. Chonghao Zhang, The principle and simple design applications of blue LED, 2022 https://www.researchgate.net/publication/362020781_The_principle_and_simple_design_applications_of_blue_LED
 5. Daniel Feezell, Shuji Nakamura, Comptes Rendus Physique, Volume 19, Issue 3, 2018 <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S163107051730124X>
 6. E-learning électronique, Internal structure of a liquid crystal or LCD TV screen, 2022 https://youtu.be/Gx-JVoOFYhs?si=19d1EAOAjJjOHb_UJ
 7. Erik Gregersen, Shuji Nakamura American materials scientist, Britannica <https://www.britannica.com/biography/Shuji-Nakamura>
 8. Kelvin U, „Don't give up, even when others call you a fool“, University of Makau <https://www.um.edu.mo/news-and-press-releases/campus-news/detail/56746/>
 9. Nobel Foundation, Shuji Nakamura Facts, 2014 <https://www.nobelprize.org/prizes/physics/2014/nakamura/facts/>
 10. Sabin Civil Engineering, The CRAZY PHYSICS of LED Displays!, 2022 <https://youtu.be/96QwqOZ4xjE?si=78UKEBpFkgh4qmZy>
 11. TechAltar, The billion dollar race for the perfect display, 2023 <https://youtu.be/TyUA1OmXMXA?si=bwFiyCqG0IZzbbA>
 12. The Royal Swedish Academy of Sciences, Blue LEDs – Filling the world with new light, 2014 <https://www.nobelprize.org/uploads/2018/06/popular-physicsprize2014-1.pdf>
 13. TME Group, Shuji Nakamura or why persistence pays off, 2024 <https://www.tme.eu/en/news/library-articles/page/59830/shuji-nakamura-or-why-persistence-pays-off/>
 14. Veritasiumq, Why It Was Almost Impossible to Make the Blue LED, 2024 <https://youtu.be/AF8d72mA41M?si=4X5UIdXC2CbsPpOv>

ФИЗИК, ОТ КОГОТО СЕ ВЪЗХИЩАВАМ: ДЕНИС ГАБОР³

Наталия Колева
Научен ръководител: Нонка Байлова,
Национална търговско-банкова гимназия – София

„Не можем да предкажем бъдещето, но можем да го изобретим“ е цитат на унгаро-английския физик и електроинженер Денис Габор. Той е изобретателят на кварцовата жична лампа с високо налягане на парите и молибде-

ново запечатване и покритата с желязо магнитна електронна леща, както и основоположник на холографията. Габор е човек, който изпреварва своето време и прави научен пробив, с който променя възприемането на света въпреки огра-

³Отлично есе във възрастова група 9 – 12 кл. в Националния конкурс за есе „Проф. Никола Балабанов“ на тема: „Физик, от когото се възхищавам“.

ничените си възможности, полагайки основите за развитие на науката в множество сфери.

Денис Габор е почетен доктор и командор. Той е заслужил своето уважение както от неговите съвременници, така и от нашите, защото е човек, който мисли извън пределите и използва иновативни начини за работа, за да избегне пречките, създавайки нова технология. Неговите открития и изобретения са основите на голяма част технологични иновации и научни разработки. Трудовете му продължават да се разработват и развиват и до днес.

Габор е роден в семейството на Бернат Гюнсберг и Адел Якобовиц с името Денис Гюнсберг, но през 1902 г. те получават разрешение да си сменят фамилията на Габор. Синът служи с унгарската артилерия в Северна Италия по време на Първата световна война. След това той започва своето обучение по инженерство първо в Будапеща, а после и в Германия. Той още от ранна възраст проявява дълбок интерес към физиката и поради тази причина той се занимава главно с приложна физика. През 1933 г. бяга от нацистка Германия, защото е с еврейски корени, и отива във Великобритания, където е поканен да работи в английска компания. Няколко години по-късно, през 1948 г., той изобретява холографията. Това е метод, който позволява записването и пълното възстановяване на вълновия фронт на вълна, разсеяна от обект, както по амплитуда, така и по фаза. Изобразената форма се нарича холограма (триизмерен изглед на обектите) и за нейното получаване е нужно използването на кохерентна светлина. Такава светлина е тази на ла-

зера, но тъй като тогава той все още не изобретен, Габор използва силно филтриран светлинен източник с живачна дъга. Шестнадесет години по-късно той успява да възпроизведе първата холограма. През 1971 г. той печели Нобелова награда за изобретяването и развиването на холографския метод. Днес неговото откритие се доразвива и е част от много научни дисциплини, като физика, инженерни науки, медицина, компютърни науки и много други.

Медицината е научната област, която би извлякла значителни ползи от откритието на Денис Габор. С днешното темпо на развитие на технологиите, в близкото бъдеще бихме могли да дадем още едно приложение на холографията, а именно в здравеопазването. Досега развитието в този сектор е струвало не само големи финансови средства, но и много животи. Чрез развиването на холограмите, могат не само да се представят триизмерни изображения, но също така могат да се визуализират последствията от действия, извършени върху проектирания обект. Подобна е задачата върху която работят Наталия Траянова, професор по биомедицинско инженерство, и нейните сътрудници в тяхната лаборатория в *Department of Medicine at Johns Hopkins University*. Те работят в областта на изчислителната кардиология. Тяхната работа е съсредоточена в това да създават персонализирани дигитални близнаци на сърцето, с които да прогнозираят евентуални сърдечно-съдови заболявания. Тези близнаци представляват виртуални копия на заболелите органи на пациентите, които докторите използват за диагностика и предписване на специализирано лечение. При усъвършенстване

на триизмерната визуализация, така че да можем да проектираме тези дигитални близнаци и да извършваме операции върху тях, бихме постигнали нова революция в медицината. Това е вследствие на факта, че досега учените са намерили начин да провеждат операции, които са с драстично намалено време за следоперативно възстановяване и минимални белези, а именно лапароскопските, но чрез холографските изображения лекарите биха имали възможността да провеждат операции, които не са били осъществени до момента, без загуби на живот. Още няколко положителни резултата, които биха били постигнати, включват обучението на стажанти без фатални последици, както и запазване на психичното здраве на пациентите, които преминават през неизвършени досега операции, благодарение на възможността да видят нагледно какво ще бъде извършено върху техните тела.

Бизнесът също е сфера, която би била облагодетелствана от усъвършенстването на откритията на Денис Габор. Един от начините, по които това може да стане, е чрез създаването на специализирани устройства, които при определена команда да започват да излъчват холограма, служеща като асистент с изкуствен интелект. Такива технологии биха могли да подпомогнат както ежедневната работа, така и да играят съществена роля в извънредни ситуации, предоставяйки важна информация и насоки за безопасност, както и посочвайки най-бързия начин за избягване на опасност. Тези иновации могат да трансформират различни индустрии и да ускорят развитието на бизнеса, като в тях могат да инвестират както държави, така и частни компании с цел защита

на гражданите и повишаване на ефективността в кризисни условия.

Днес, макар тези устройства да са още в ранния етап на планиране, можем да наблюдаваме наченки на подобни технологии, като гласовите асистенти. Те отговарят на въпроси, управляват задачи и оптимизират времето на потребителите. Това, което се прави днес, не е нищо повече от основата на бъдещите холографски асистенти с изкуствен интелект, които ще могат да предоставят много по-сложни и интегрирани решения. В допълнение, разработването на устройства, които да проектират човешки образ с вграден изкуствен интелект, може да подобри значително процесите на обучение и работа. Множество хора научават нови умения по-лесно, когато имат „учител“ или „съветник“, с когото могат да взаимодействат. В бизнес контекста това би могло да доведе до значителни постижения в търговската и предприемаческата дейност, като предприятията биха инвестирали в обучението на своите служители чрез виртуални асистенти, които да ги наставляват и обучават по нови технологии и стратегии.

Денис Габор посвещава работата си на научни изследвания и технологии, които имат за цел да подобрят обществото и да променят ежедневието на хората. Конкретни примери са навигационните системи, които предоставят триизмерни карти и указания на шофьора, помагайки му с ориентацията, проектирането на вече споминали се певци на сцена, давайки възможност на феновете да се насладят на техните концерти „на живо“, и прожектирането на разположението на мебели и стаи в една къща или апартамент, за да помогнат на хората да си

представят по-добре как ще изглежда бъдещият им дом.

В заключение, Денис Габор е не само изобретател, но и визионер, чиято работа е създала основа за огромни технологични напредъци в различни области на науката и обществото. Габор е човек, който не само изобретява нови технологии, но и предоставя решения, които могат

да спасят животи и да променят съдбите на милиони хора. Неговото творчество вдъхновява и показва, че всяка иновация може да има дълбоко значение за обществото, като разширява възможностите ни и променя бъдещето към по-добро. Откритията му не само променят научната сфера, но и отварят нови хоризонти за напредъка на човечеството.

Използвана литература:

Биографии на Денис Габор:

- 1) https://en.wikipedia.org/wiki/Dennis_Gabor
 - 2) https://bg.wikipedia.org/wiki/%D0%94%D0%B5%D0%BD%D0%B8%D1%81_%D0%93%D0%B0%D0%B1%D0%BE%D1%80
 - 3) <https://lemelson.mit.edu/resources/dennis-gabor>
 - 4) https://www.nobelprize.org/prizes/physics/1971/gabor/biographical/?utm_source=chatgpt.com
- Цитати на Денис Габор: https://www.goodreads.com/author/quotes/453327.Dennis_Gabor
Кохерентност: <https://bg.wikipedia.org/wiki/%D0%9A%D0%BE%D1%85%D0%B5%D1%80%D0%B5%D0%BD%D1%82%D0%BD%D0%BE%D1%81%D1%82>

Холография:

- 1) <https://bg.wikipedia.org/wiki/%D0%A5%D0%BE%D0%BB%D0%BE%D0%B3%D1%80%D0%B0%D1%84%D0%B8%D1%8F>
- 2) <https://zascho.koshachek.com/articles/ponjatieto-holografija.html>
- 3) <https://akademia.kogitalnost.net/vzaimodeistvie-na-vylnite/>
- 4) <chrome-extension://efaidnbmninnbpcjpcglclefindmkaj/https://milakoeva.weebly.com/uploads/7/3/2/0/7320208/holography-mila.pdf>

Наталия Траянова биография:

https://en.wikipedia.org/wiki/Natalia_Trayanova

Нейната работа

- 1) <https://www.bme.jhu.edu/people/faculty/natalia-trayanova/>
- 2) <https://engineering.jhu.edu/news/natalia-tryanovas-cardiac-digital-twins-featured-in-wall-street-journal/>
- 3) <https://www.trayanovalab.org/news/this-is-what-we-do>

ХАРЕСАЙТЕ СТРАНИЦАТА НА СПИСАНИЕТО ВЪВ FACEBOOK
<https://www.facebook.com/world.of.physics.bg/>

д-р ИГОР МАСЛЯНИЦИН (1959 – 2024)



Модерната наука изисква активно и ефикасно международно сътрудничество за поддържането на високо научно ниво и качеството на научните постижения. В България научното сътрудничество с чуждестранни институции – университети, институти и лаборатории, има дълбоки традиции. Българските физици високо ценят своите партньори, с които ги свързва ползотворно сътрудничество. В настоящата статия искаме да си разкажем за д-р Игор Масляницин, дългогодишен партньор в съместни проекти с български учени, и член на Редакционната колегия на „Светът на физиката“.

Научните интереси на д-р Игор Масляницин бяха в областта на генерирането на втора хармонична (ГВГ) и прилагането ѝ като изследователски метод за изучаването на структурата на различни вещества. Сътрудничеството с него се осъществяваше по линията междуакадемичното сътрудничество на Българската академия на науките и Руската академия на науките (БАН – РАН) по инициатива и с подкрепата от академик Александър Петров. В договорите участваха лабораториите „Биомолекулни слоеве“ и „Полупроводникови хетерос-

структури“ от Института по физика на твърдото тяло (ИФТТ) при БАН и Лабораторията по лазерна биофизика (Лаборатория лазерной биофизики) от Института по обща физика (Институт общей физики) при РАН.

В продължение на повече от 25 години в резултат на това сътрудничество бяха публикувани значителен брой статии в реномирани списания и бяха представени доклади на международни конференции. Един пример за ефективната съвместна работа с лаборатория „Полупроводникови хетероструктури“ е първата публикация по приложение на ГВГ като метод за изследване на аморфни материали във *Physical Review B (Second harmonic generation in hydrogenated amorphous silicon, Phys. Rev. B 61, 11136 (2000))*. Тази публикация беше последвана от редица статии за изясняване на механизма на генерация на втора хармонична чрез теоретично моделиране и подробни експериментални изследвания. От зависимостта на нелинейната възприемчивост от дебелината на слоя е отделен приносът на обмен електричен диполен момент, възникващ поради наличие на градиент на разпределението на механичните напрежения през слоя. В друга работа (*SHG and AFM study of PECVD a-Si:H films, Vacuum 69, 391 (2002)*) беше използван метода на атомно-силовата микроскопия, с каквато тогава ИФТТ не разполагаше.

Друга тема на ефективно сътрудничество с лаборатория „Биомолекулни слоеве“ беше в областта на изследване на течните кристали и по-специално на влиянието на електрично поле върху ге-

нерацията на втора хармонична в някои нематични течни кристали. Изследвания са фокусирани върху структурните промени (деформация на директора) и образуването на домени с различни ориентации на директора като ключови процеси за наблюдавания нелинеен оптичен отговор (*Some Features of Second Harmonic Generation in the Nematic Liquid Crystal 5CB in the Pulsed-Periodic Electric Field*, *Physics of Wave Phenomena*, 24, 1 – 9 (2016).

Игор Александрович Масляницин (*Игорь Александрович Масляницын*) е роден на 9 април 1959 г. във Валмиера, Латвия, в рускоезично семейство с корени в Орловска и Пензенска области. Баща му, Александър Иванович Масляницин, е картограф, а майка му, Лидия Николаевна Масляницина (Силаева), е медицинска сестра. Година по-късно семейството се премества в Днепропетровск (сега Днепър), Украйна. Там през 1976 г. Игор завършва гимназия с отличие – златен медал, и заминава за Москва, където постъпва в Московския институт за стомана и сплави (МИСиС). През 1981 г. завършва с отличие по специалност „Полупроводници и диелектрици“.

След като завършва МИСиС, Игор постъпва на редовна докторантура във Физическия институт на Академията на науките на СССР (ФИАН). През 1989 г. защитава дисертация за степен „кандидат на физико-математическите науки“ в Института по обща физика на Акаде-

мията на науките на СССР. Темата на дисертацията е: „Електронна структура и хиперполяризуемост на органични молекули от нисък порядък“ (*Электронная структура и гиперполяризуемость низшего порядка органических молекул*).

След като защитава дисертацията си, Игор Масляницин започва работа в Института по обща физика в Отдела по трептения, който се ръководи от директора на Института, нобеловия лауреат А. М. Прохоров. Научните интереси на Игор през цялата му кариера са фокусирани върху генерирането на втора хармонична и изучаването на структурата на различни вещества с помощта на ГВГ. По време на изследователската си дейност Игор Масляницин е съавтор на множество научни публикации в тази област.

Според руските му колеги в работата си Игор се отличава с прецизен подход към подготовката и провеждането на експерименти, щателното разработване на модели и обработката на научни резултати. В живота Игор е внимателен в общуването, проявява чувство на емпатия и готовност да помогне по научни и ежедневни въпроси. Споменът за Игор завинаги ще остане в сърцата на тези, които са го познавали.

За българските си колеги Игор беше познават като енергичен и точен, с активен интерес към общите изследователски проекти. Беше изпълнен с планове и идеи за обща работа. Той липсва на всички, които работиха с него.

От Редакционната колегия на „Светът на физиката“



През отиващата си година загубихме скъп колега, признат световноизвестен учен в областта на дифракционните решетки – **Светлен Тончев**, член и на редколегията на нашето списание.

Светлен беше известен сред колегите си с блестящия си ум и необикновени технически умения, с високия си научен морал и етика, със своята деликатност и компетентност, емпатия и всеотдайност. Бяхме свикнали с това, може би не осъзнавайки каква привилегия беше да бъде сред нас. Решетките, които той проектираше и правеше, бяха с уникални свойства, на границата на възможното, сякаш с щипка магия; много от тях бяха и със специално предназначение. Неговите колеги от MKS казваха, че не са предполагали, колко леко може да бъде общуването с гений. Нарекoха с неговото име Заседателната зала на компанията, въпреки че той беше против всякакви номинации за награди, не обичаше шум и прожектори около себе си. Голямата му докторска дисертация беше напълно готова още преди двайсетина години, но той не намери време, а и не смяташе за толкова важно да се занимава с административните процедури по защитата ѝ. Приоритетите му бяха други. За научното творчество на Светлен може да се пише много, но това, вероятно, ще бъде тема на друга публикация в нашето списание.

Един звезден път – от ученическия кръжок по астрономия до дифракционната решетка за спектрометъра на най-големия телескоп в света, беше извървян. Един не дълъг, но пълноценен и смислено изживян живот прекъсна.

Един звезден път – от ученическия кръжок по астрономия до дифракционната решетка за спектрометъра на най-големия телескоп в света, беше извървян. Един не дълъг, но пълноценен и смислено изживян живот прекъсна.

Мир на светлата му душа.

По повод неговата кончина AIP публикува във *Physics Today* (No. 12, 2025) текст, чийто превод на български език предлагаме на вниманието и на нашите читатели.

СВЕТЛЕН ТОНЧЕВ (24 август 1954 г. – 4 юли 2025 г.)

Джоел Хууз, Оливие Парийо, Мариана Кънева

В началото на юли неочаквано загубихме нашия скъп приятел, ментор и колега Светлен Тончев, един от водещите световни експерти по дифракционни решетки. С научна кариера, обхващаща над 50 години, приносят му към оптичната физика е огромен. От България до Франция и Рочестър, дълбоките познания и опит на Светлен издигнаха поколения учени и оставиха трайно въздействие

върху световната наука. Нашият приятел завинаги ще бъде в сърцата и умовете ни, а загубата му е тежка за научната общност.

Светлен започва кариерата си в България в Лабораторията по оптика и спектроскопия към ИФТТ – БАН, където получава докторска степен и е пионер в работата по интегрална оптика и дифракционни решетки. Разработва множество

патентовани устройства, базирани на вълноводи, въвежда нови методи за производство на оптични вълноводи в литиев ниобат и литиев танталат и предлага оригинална техника за холографски запис на блестящи решетки [1, 2].

Във Франция Светлен прекарва повече от 15 години като гостуващ професор в лабораторията „Юбер Кюриен“ (*Hubert Curien*) към Университета „Жан Моне“ (*Jean Monnet*) в Сент Етиен. Там той споделя задълбочените си познания за експонирането, ецването и характеризирането на решетки, като същевременно създава атмосфера на научна почитеност и сътрудничество. Той допринася за новаторската работа върху резонансните дифракционни решетки и разпространението на повърхнинните оптични вълни (плазмони), често в сътрудничество с колеги от Московския институт по обща физика.

Две забележителни публикации подчертават мащаба на постиженията му:

- Първата експериментална демонстрация на резонансно отражение от метална решетка, поддържащо плазмонния режим на голямо разстояние (LRSP) [3].

- Нов метод за холографски запис на решетки с цяло число периоди върху цилиндрична повърхност, използвайки еднофазна маска за експозиция [4].

Литература

1. L. Mashev, S. Tonchev, „Method for producing blazing holographic diffraction gratings“, BG Patent No. 33552, 1982.
2. S. Tonchev, M. Kuneva, „Single-arm integrated-optical Mach-Zehnder modulator“, BG Patent No. 63788, 2002.
3. Y. Jourlin et al., *IEEE Photonics Journal* 6(5), 1 (2014).
4. S. Tonchev, O. Parriaux, „Fabrication method of cylindrical gratings“, EP2562568B1, US Patent 8,586,287, 2013.

© 2025 American Institute of Physics, <https://physicstoday.aip.org/obituaries/svetlen-tonchev>

В Рочестър Светлен става жизненоважна част от Лабораторията по дифракционни решетки на компанията *Richardson Gratings*, сега част от MKS, където продължава да усъвършенства технологията на дифракционните решетки. Той става повече от колега, той се превръща в член на семейството – подарък за празници, сватби и важни моменти от живота. Неговото научно наследство е неизмеримо, а личната му топлина – незабравима. Винаги, когато е имало въпрос, отговорът му е бил: „Да, моля“. Работата със Светлен е ежедневен дар и влиянието му върху нас в личен и професионален план е за цял живот.

Колегите от лабораторията „Юбер Кюриен“, включително президентът на Университета „Флоран Пижон“, и членовете на ИФТТ – БАН помнят Светлен като брилянтен интердисциплинарен учен, щедър приятел и човек с остроумие и мъдрост. Неговата кончина оставя дълбока интелектуална и емоционална празнота.

В *Richardson Gratings*, MKS, винаги ще помним Светлен в светлината, която той създаваше при отражение или преминаване, Светлен беше нашият създател на дъгата. В негова чест ще продължим преследването на научни открития, стъпвайки на раменете на гигант.

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

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

Корица – „Аполо 8 се завръща у дома“ (фрагмент), Робърт Т. Маккол (*Robert T. McCall*), 1969 г., масло върху платно. Национален музей на авиацията и Космоса „Смитсониън“, Вашингтон
<https://airandspace.si.edu/multimedia-gallery/web11780-2011hjpg>

НАШИТЕ АВТОРИ:

Сашка Александрова – проф. д.т.н., Технически университет, София;
Мариана Кънева – доц. д-р, Институт по физика на твърдото тяло, БАН;
Йоан Николов – докторант в Софийския университет „Св. Климент Охридски“;
Пенка Лазарова – Съюз на физиците в България;
Елица Фотева – старши експерт, отдел „Транснационални научни инициативи“, Дирекция „Наука“, МОН;
Велимир Тодоров – 10 кл., СУ „Константин Константинов“ – Сливен;
Живко Зидаров – 9 кл., ЧСУ „Леонардо да Винчи“ – Добрич;
Наталия Колева – 10 кл., Национална търговско-банкова гимназия – София;
Джоел Хууз – главен оптичен инженер, MKS – Richardson Gratings, Рочестър (Ню Йорк), САЩ
Оливие Парийо – Почетен професор на Университета „Жан Моне“, Сейнт Етиен, Франция

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; подкрепя 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

СВЕТЪТ НА ФИЗИКАТА 4'2025 СЪДЪРЖАНИЕ

РЕДАКЦИОННО

СЪЮЗЕН ЖИВОТ

– Декларация на Европейското физическо дружество

НОБЕЛОВИ НАГРАДИ

– С. Александрова – Нобеловата награда по физика за 2025 година

ФИЗИКА И ИЗКУСТВО

– М. Кънева – Физиката и изобразителните изкуства, Част I

ФИЗИКА И ОБУЧЕНИЕ

– Й. Николов – Иновацията на разширената реалност в образованието

ИСТОРИЯ

– С. Александрова – Квантовата механика и възходът на полупроводниковата ера

НАГРАДИ

– П. Лазарова – Награда „Джон Атанасов“ – отличия за 2025 г.
– Е. Фотева, Пенка Лазарова – Национални награди за принос в науката „Питагорас“ 2025

МЛАДИ ИЗСЛЕДОВАТЕЛИ

– В. Тодоров – Професор Никола Балабанов – физикът, който ме вдъхновява
– Ж. Зидаров – Шуджи Накамура в търсене на синия светодиод
– Н Колева – Физик, от когото се възхищавам: Денис Габор

PERSONALIA

– д-р Игор Масляницин (1959 – 2024)

IN MEMORIAM

– Дж. Хууз, О. Парийо, М. Кънева
– Светлен Тончев (24 август 1954 г. – 4 юли 2025 г.)

THE WORLD OF PHYSICS 4'2025 CONTENTS

EDITORIAL 219

UNION LIFE

– Declaration of the European Physical Society 223

NOBEL PRIZE

– S. Alexandrova – The Nobel Prize in Physics for 2025 227

PHYSICS AND ART

– M. Kuneva – Physics and Fine Arts, Part I 233

PHYSICS AND TEACHING

– I. Nikolov – The Innovation of Augmented Reality in Education 250

HISTORY

– S. Alexandrova – Quantum Mechanics and the Rise of the Semiconductor Era 255

AWARDS

– P. Lazarova – „John Atanasoff“ Awards for 2025 267

– E. Foteva, P. Lazarova – National Awards for Contribution to Science „Pythagoras“ 2025 272

YOUNG RESEARCHERS

– V. Todorov – Professor Nikola Balabanov – the Physicist Who Inspires Me 276

– Zh. Zidarov – Shuji Nakamura in Search of the Blue LED 279

– N. Koleva – Physicist I Admire: Dennis Gabor 284

PERSONALIA

– Dr. Igor Maslyanitsin (1959 – 2024) 288

IN MEMORIAM

– J. Hoose, O. Parriaux, M. Kuneva
– Svetlen Tonchev (24 August 1954 – 4 July 2025) 290