

# ФІЗИЧНІ, ХІМІЧНІ ТА ІНШІ ЯВИЩА, НА ОСНОВІ ЯКИХ МОЖУТЬ БУТИ СТВОРЕНІ СЕНСОРИ

---

## PHYSICAL, CHEMICAL AND OTHER PHENOMENA, AS THE BASES OF SENSORS

---

---

УДК 53, 52

DOI 10.18524/1815-7459.2018.3.142040

### ФІЗИКА В УКРАЇНІ – ДОСЯГНЕННЯ, ПРОБЛЕМИ, ПЕРСПЕКТИВИ

*В. М. Локтєв*

Відділення фізики і астрономії Національної академії наук України

e-mail: vfa@nas.gov.ua

Від редакції

24 квітня 2018 р. відбулися загальні збори Відділення фізики і астрономії НАН України. Зі звітною доповіддю за період із квітня 2017 р. виступив академік-секретар ВФА академік НАН України Локтєв В. М.

У доповіді міститься, на нашу думку, важливий і цікавий аналітичний матеріал, що стосується стану справ в галузі вітчизняної фізики і науки в цілому за останній період часу.

Розглянуто стан справ, місце і роль науки в Україні, у розвитку економіки держави, її суспільне значення у взаємозв'язку з освітою для майбутнього України, ставлення до науки держави.

Критично обговорюються питання реформування самої академії наук, пропонуються шляхи і засоби необхідних змін.

На нашу думку, доповідь Локтєва В. М. буде цікавою для читачів нашого журналу. Вадим Михайлович люб'язно погодився на публікацію статті за матеріалами доповіді в нашому журналі.

From edition

At April, 24, 2018 general meeting of Department of Physics and Astronomy (DPhA) of NAS of Ukraine was held. The report for the period since April, 2017 was made by DPhA Head, full member of NAS of Ukraine Loktev V.M.

In our opinion, the report contains the important and interesting analytical material, which concerns the state of affairs in the area of domestic physics and a science integrally for the last period.

© В. М. Локтєв, 2018

The state of affairs, a place and a role of science in Ukraine, in the development of a national economy, its public value in interrelation with education for the future of Ukraine, the State attitude to a science are considered.

The questions of the National Academy of Sciences reforming are critically discussed, the ways and manners of necessary changes are offered.

In our opinion, the academician Loktev V. M. report will be interesting to the readers of our Journal. Vadim Mikhajlovich has kindly agreed to the publication of the article on the report materials in our Journal.

## ФІЗИКА В УКРАЇНІ – ДОСЯГНЕННЯ, ПРОБЛЕМИ, ПЕРСПЕКТИВИ

*V. M. Loktev*

**Анотація.** У статті міститься аналітичний матеріал, що стосується стану справ в галузі вітчизняної фізики і науки в цілому за останній період часу.

Розглянуто стан справ, місце і роль науки в Україні, у розвитку економіки держави, її суспільне значення у взаємозв'язку з освітою для майбутнього України, ставлення до науки держави.

Критично обговорюються питання реформування самої академії наук, пропонуються шляхи і засоби необхідних змін.

**Ключові слова:** наука, фізика, академія, мікро- і нано -електроніка, теорія, експеримент

## PHYSICS IN UKRAINE – ACHIEVEMENTS, PROBLEMS, PERSPECTIVES

*V. M. Loktev*

**Abstract.** The article contains analytical material concerning the state of affairs in the field of domestic physics and science in general over the last period of time.

The state of affairs, the place and role of science in Ukraine in the development of the state economy, its social significance in relation to education for the future of Ukraine, the attitude to the science of the state are considered.

The issues of the academy of sciences reforming are critically discussed, the way and means of necessary changes are proposed.

**Keywords:** science, physics, academy, micro and nano-electronics, theory, experiment

Представляю наилучшие результаты, полученные в учреждениях подразделения физики и астрономии НАН Украины за минувший год за теми материалами, которые надали институты.

В Институте физики, в отделе, что очоляет **И. В. Блонский**, изучались процессы лазерной абляции на материалах, которые, как надеются авторы, имеют перспективы использования в оптоэлектронных или телекоммуникационных сетях. В частности, исследовались эффекты, которые сопровождают действие мощных фемтосекунд-

ных импульсов при обработке ими поверхностей.

Самое это и показано на рис. 1: слева вы можете проследить в течение времени, как изменяется место поверхности, как опроминено таким импульсом. Видно, что размер и форма поврежденного участка изменяется, а через приблизительно 8 наносекунд по поверхности от участка опроминения начинают распространяться волны, которые можно назвать ударными. Проанализированы все стадии процесса возбуждения, рождения и термализации свободных носителей, образования центров поглощения

ня, викиду вихідного матеріалу, утворення надзвучової хвилі.

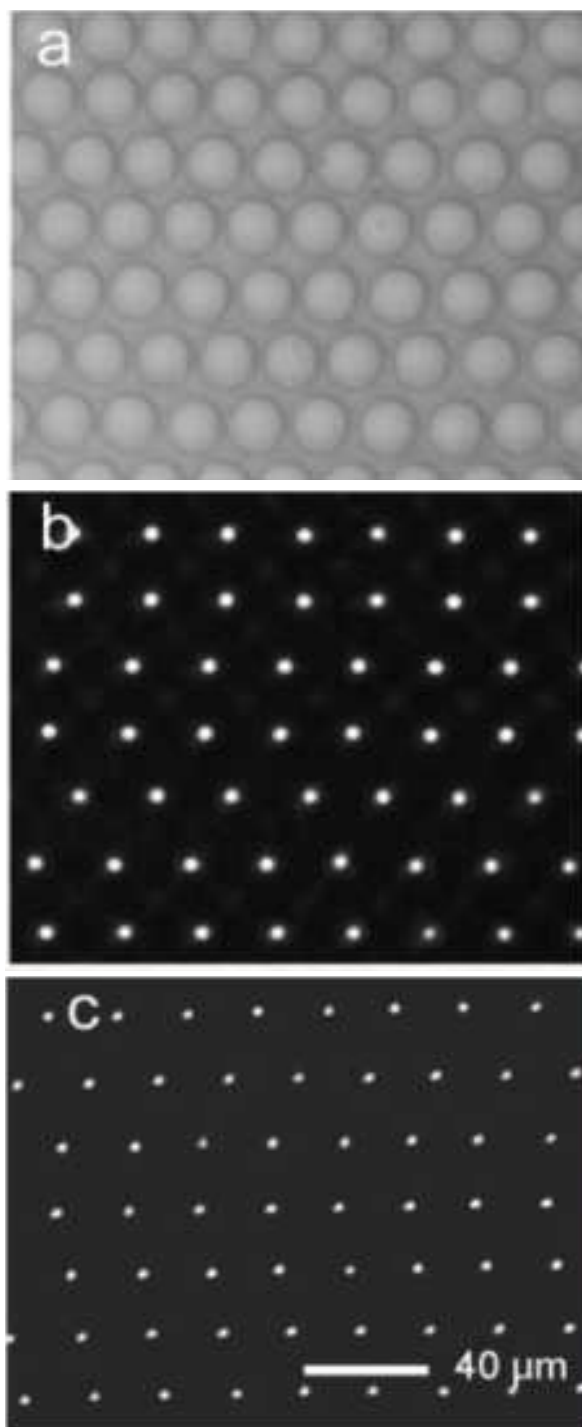


Рис. 1

Крім того, науковці згаданого відділу навчилися робити досить великі масиви таких утворень і за розробленими ними технологіями одноімпульсної лазерної абляції можуть перетворювати їх у дзеркала або мікролінзи.

Все це показано у правій частині рис. 1, (зокрема показані плями мікрображень, сформовані цими мікрооптичними елементами).

Найважливішим результатом, отриманим минулого року в Інституті фізики напівпровідників, визнано створення **В. С. Лисенком, О. М. Назаровим** разом з співробітниками цілої низки люмінофорів на основі нанопорошків кремнію з вуглецем. Йдеться про наночастинки  $\text{SiO}_2$  розміром від 10 до 30 нм, які після їхньої обробки у спеціальних органічних розчинах покриваються вуглецевим шаром, але з розривами. Якщо точніше, то було встановлено, що за деяких термічних умов на поверхні наночастинок внаслідок піролізу формуються графенові пелюстки, розмір яких варіюється між 2-ма і 6-ю нм. (рис. 2).

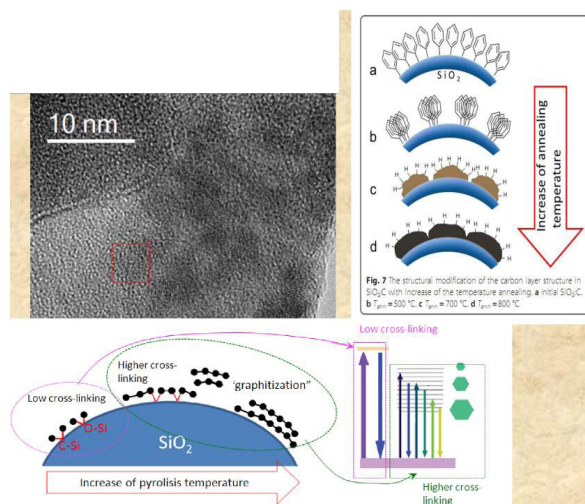


Рис. 2

Після опромінення в ультрафіолетовому діапазоні такі порошки самі починають світити, але в іншому і дуже широкому діапазоні частот, причому світіння є білим. Температура піролізу визначає розмір графенових шматочків, які автори називають нанокластерами, що пов'язані з частинкою, на поверхні якої вони утворилися, різними хімічними зв'язками  $\text{Si-C}$  або  $\text{Si-O-C}$ .

В Інституті металофізики **Ю. М. Коваль, Т. О. Косорукова і Г. С. Фірстов** зробили важливий крок у дослідженні високоентропійних сплавів, а саме: встановили, що 6-компонентна система  $(\text{CoMnSi})_{67}(\text{Al10In})_{33}$  впорядковується за типом B2.

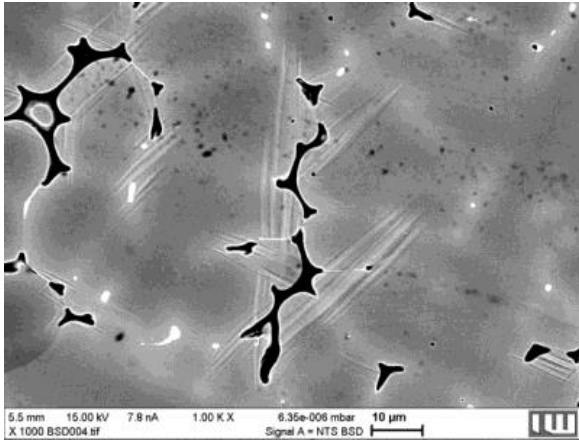


Рис. 3

По-перше, нагадаю, що за сучасним означенням до високоентропійних сполук відносять такі суміші металів, в якій кількість компонент не менша 5, а вміст кожної перебуває у діапазоні (5-35)%. По-друге, ентропія змішування у таких системах доволі висока, тому відповідні сплави отримали таку назву. Зокрема, сплав, про який йдеться, має дуже високу міцність, яку спричиняють триklinні спотворення ґратки B2.

В Інституті теоретичної фізики найцікавішим у 2017 році визнано дослідження, проведене Ю. Б. Гайдієєм і його групою у співавторстві з співробітниками радіофізичного факультету Київського національного університету імені Тараса Шевченка, яке стосується обчислення магнітних станів у сферичних оболонках. Нагадаю, що рівно 6 років тому я доповідав про результати цієї групи з вивчення властивостей і перебудови магнітних вихорів у магнітних нанодисках. Тепер йдеться про те ж саме, але в інших об'єктах – субмікрометрових оболонках різних радіусів і товщин.

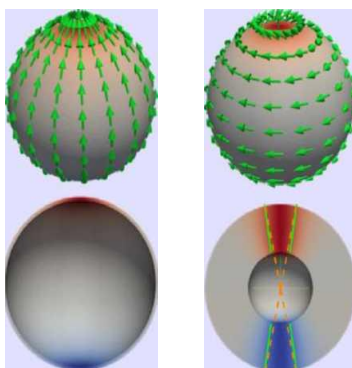


Рис. 4

Показано, що залежно від геометричних та матеріальних параметрів основний стан такої оболонки може бути або меридіальним (рис. ліворуч), або вихровим (праворуч), причому обидва ці стани містять вихрову складову на полюсах. Результатом розрахунку енергії цих станів з урахуванням короткосяжної обмінної та далекосяжної магніто-дипольної взаємодій між наведеними упорядкуваннями виникає фазовий перехід при зміні відношення радіусу оболонки до її товщини. Він плавний, за рахунок розвороту локальних намагніченостей, тому належить до другого роду.

У Головній астрономічній обсерваторії Н. Г. Гусєва та Ю. І. Ізотов провели вимірювання на унікальному Космічному телескопі Хаббла і відкрили галактику 1154+2443, якій відбуваються активні процеси зореутворення, і показано, що вона є потужним джерелом іонізуючого випромінювання, яке має майже неперервний спектр (рис. 5).

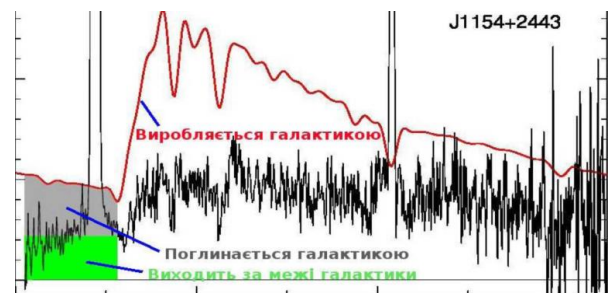


Рис. 5

При цьому випромінювання поширюється в галактиці, де поглинається, але приблизно 46% виходить поза її межі.

На думку авторів, саме такі галактики відповідають за вторинну іонізацію Всесвіту у так звані Темні віки, яка мала місце у часи, коли вік самого Всесвіту не перевищував 1 млрд. років.

В Інституті магнетизму О. І. Товстолиткіним разом з Д. Поліщуком у співпраці з С. М. Рябченком з Інституту фізики, В. М. Калитою з НТУУ «КПІ ім. Ігоря Сікорського» та А. Г. Білоусом з Інституту загальної та неорганічної хімії ім. В. І. Вернадського розроблено методику моделювання поведінки ансамблю магнітних на-

ночастинок, занурених у рідину, на яку діють змінні поля різної частоти та амплітуди, що дає змогу знайти внески у магнітну сприйнятливості цієї рідкої системи залежно від розміру наночастинок, а також визначити способи оптимізації їхніх параметрів для досягнення необхідної поведінки таких суспензій.

Ефективність цієї методики продемонстровано на прикладі наночастинок легованих двовалентними металами манганітів ( $Ba, Sr$ )  $MnO_3$ , які вважаються перспективними індукторами магнітної наногіпертермії. Здатність таких розчинів наночастинок автоматично контролювати необхідну температуру нагріву пов'язана з тим, що температура Кюрі наночастинок залежить від їх розміру, і шляхом підбору останнього можна досягти припинення процесу їх нагрівання внаслідок переходу у немагнітний стан (рис. 6).

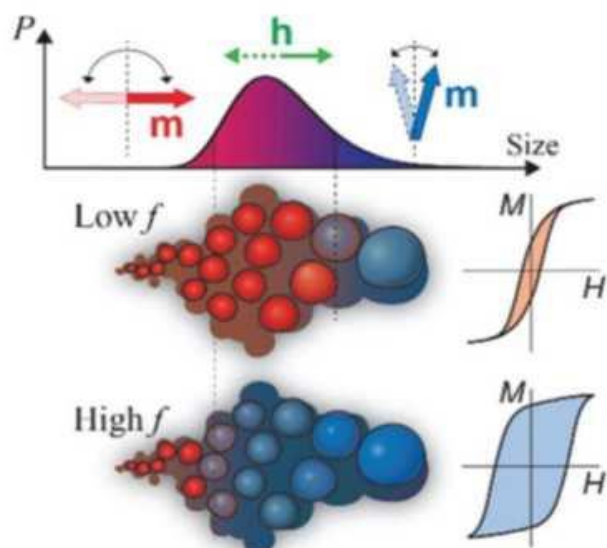


Рис. 6

В Інституті прикладних проблем фізики і біофізики **А. Г. Місюрою** з співробітниками проведені дослідження поверхневих властивостей створених ними плівкових структур з іммобілізованими, тобто, наскільки я зрозумів, нерухомими, молекулами кумарину-4 (це 4 бензольних кільця), які дозволяють за спектрами флуоресценції визначати наявність у повітрі ацетону, відрізняючи його від хімічно схожого на нього етилового спирту. Це дозволило створити сенсори з чутливістю до ацетону на рівні  $10^{-6}$  у повітрі (рис. 7).

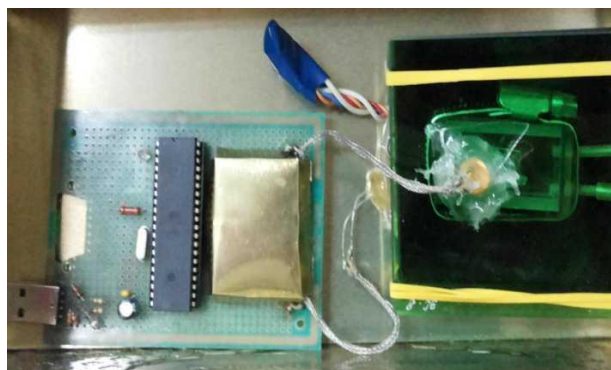


Рис. 7

Щоправда, автори не повідомили, якими є відповідні параметри у сучасних сенсорів і чи кращий за них створений ними сенсор.

Цьогорічний результат МЦ “Інститут прикладної оптики” отриманий досить великим колективом самого цього центру спільно з Інститутом монокристалів, стосується розробки під керівництвом **В. Б. Тараненка** так званого імпульсного мікролазера з активним середовищем на



Рис. 8

основі ітрій-алюмінієвого гранату (УАО) з домішками  $Eg$  (європій) або  $Yb$  (ітербій), який світить, що важливо, у безпечній для ока довжині хвилі 1.6  $\mu m$  (рис. 8). Останнє спирається на той факт, що фокусуюча система ока (рогівка і кришталік) у цій спектральній ділянці має досить високий коефіцієнт поглинання, який, власне, і забезпечує відносно малу частку енергії, яка доходить до сітківки.

Нагадаю, що серед джерел випромінювання у вказаній області є багато таких, що вироблені зі скла з тими ж домішками, проте воно має низьку теплопровідність. Розроблена кераміка, навпаки, разом з чудовими оптичними характеристиками - висока прозорість на генерованій довжині хвилі і, водночас, значне

поглинання для діодних накачок в області 940 нм - характеризується рекордними коефіцієнтами теплопровідності.

У Фізико-технічному інституті низьких температур **О. В. Долбіним** з співробітниками під час охолодження до гелієвих температур кремній-оксидного аерогелю, який широко використовується для теплоізоляції, зокрема, космічних апаратів, вперше спостережена немонотонна температурна поведінка його теплового розширення. І цей, до певної міри, несподіваний результат визнаний у цьому інституті найкращим у 2017 році (рис. 9).

Якщо трохи детальніше, то прямими експериментами на унікальній ділатометричній установці, яка є Національним надбанням, встановлено, що зі зниженням температури і досягнення кріогенної області коефіцієнт теплового розширення аерогелю зростає майже на порядок, проходячи через максимум, через що виникає загроза руйнування теплоізоляції деяких конструктивних елементів ракет, зокрема їхніх паливних баків



Рис. 9

Інститут радіофізики і електроніки представив цього року як основний результат створення групою співробітників ІРЕ під керівництвом **П. М. Мележика**, до складу якої входили також вчені Казахстану і Франції антени нового класу, а саме: антени дифракційного випромінювання, яка має низку переваг. Її вигляд схематично показано на рис. 10.

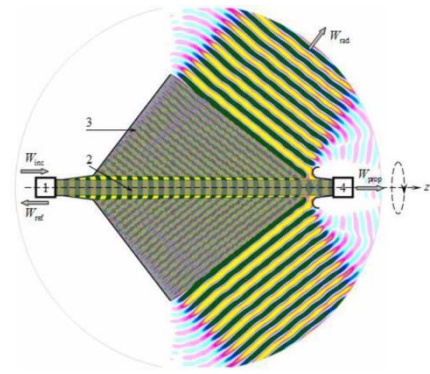


Рис. 10

Фактично спочатку антена була, якщо так можна сказати у даному випадку, передбачена, тобто розрахована, а потім - сконструйована. Як зазначають автори, антени цього класу є технологічними, простими аксіально-симетричними антенами з воронкоподібною діаграмою спрямованості, які за своїми електродинамічними характеристиками дозволяють використовувати їх у сучасних 5G комунікаційних системах.

Цікавою фізичною особливістю створених антен є те, що в них використаний хвильовий аналог ефекту Вавилова-Черенкова, тобто ефект перетворення поверхневих електромагнітних хвиль у хвилі об'ємні, коли поверхневі хвилі спеціально складеної гребінчастої відкритої структури генерують поле, багато у чому схоже на власне поле потоку заряджених частинок. При цьому останнє своєю експоненціально спадаючою частиною проникає у досить оптично щільне середовище і породжує у ньому об'ємні хвилі, які, навпаки, згасають дуже слабо, поширюючись на достатньо великі відстані.

У Радіоастрономічному інституті **О. О. Коноваленку**, **В. В. Захаренку** і **С. М. Єрїну** зі співробітниками інституту (робота виконувалася у минулому році, а результати тільки готуються до друку) із застосуванням системи цифрового фазування, тобто точній частотній і часовій прив'язці та запису оцифрованого масиву даних) вдалося по суті об'єднати в один інструмент два унікальних радіотелескопи – УТР-2 і ГУРТ, – перший з яких має надвисоку чутливість, а другий – дуже широку смугу робочих частот (рис. 11).



Рис. 11

Це, з одного боку, дозволило у кілька разів розширити діапазон радіочастотного випромінювання пульсарів, а з іншого, - більше ніж на порядок покращити точність визначення такого важливого параметру, як міра дисперсії запізнювання імпульсів при їх поширенні у космічному середовищі від пульсарів до розташованого на Землі радіотелескопу. Висока точність дає принципово новий спосіб вимірювання інтегральної кількості електронів на промені зору, яка змінюється на часах від годин до місяців і навіть більше. І на слайді показано два ряди спектрів - верхній від ГУРТу, а нижній - від УТР-2.

В Інституті іоносфери **І. Ф. Домніним**, **Л. Я. Ємельяновим** і **М. В. Ляшенком** на виконання договору між Інститутом іоносфери та Харківським національним університетом повітряних сил України в рамках Угоди між НАН України та Генштабом ЗС України проведені дослідження іоносфери з метою визначення її реакції на геомагнітні збурення різної інтенсивності (рис. 12).

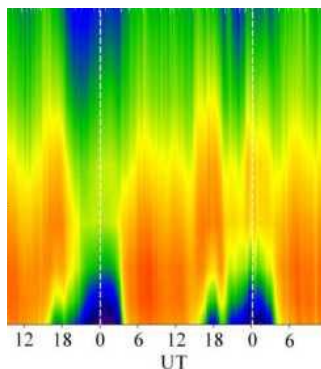


Рис. 12

Зокрема, отримано і проаналізовано дані вимірювання динамічних процесів в іоносферній плазмі над центральноєвропейським регіоном в одному з циклів сонячної активності в умовах незбуреної атмосфери та збурень природного походження. Черговий раз підтверджено багатофакторність впливу геомагнітних бур на зміни параметрів іоносфери та її еволюцію.

У Донецькому фізико-технічному інституті **А. С. Савченком** у співавторстві з колегами з кількох країн досліджено ґратку таких досить ще екзотичних нелінійних магнітних збуджень, як скирміони у магнітному металі FeGe, у структурі якого відсутня просторова інверсія.

Хоча такі збудження відомі давно, можливість утворювати ними ґратку, подібну до ґратки вихорів Абрикосова, встановлена кілька років тому. Скирміон – це один з типів магнітних солітонів, які виникають у кристалах без центру інверсії за наявності взаємодії Дзялошинського, яка у даному випадку більша за звичайний ізотропний обмін.

В Інституті фізики конденсованих систем **Я. М. Ільницьким** разом з колегами з інших установ проведено дослідження кінетики фотоізомеризації і часової еволюції впорядкування молекул в азобензиновмісних полімерних матеріалах. Слід наголосити, що ці фотокеровані матеріали все ширше застосовуються у різних сферах, зокрема медицині, у вигляді сенсорів, наношаблонів, штучних м'язів. В основі роботи цих матеріалів лежать такі фізичні процеси, як поглинання енергії окремими групами, що входять до складу полімерів, її переніс до інших груп, де вона перетворюється у механічну дію (рис. 13). Найчастіше таке перетворення забезпечується вже за відносно малого опромінення і температурах, значно нижчих за температуру переходу у скляну фазу.

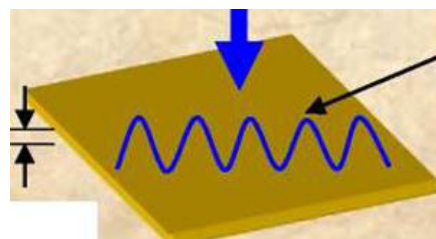


Рис. 13

В Інституті електронної фізики **Є. Ю. Ремета**, **В. А. Келемен** разом з аспірантом **Шандором Демешем**, що зараз працює в Угорщині, вперше виміряли розсіювання електронів на молекулі флуорометану CF<sub>4</sub> (рис. 14).

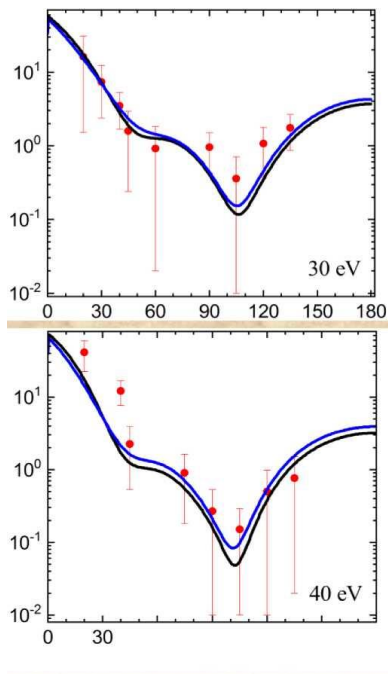


Рис. 14

Ця молекула та її радикали CF<sub>n</sub> дуже часто присутні у плазмі газового розряду, газових лазерах, напівпровідникових процесах, атмосфері тощо, тому вивчення як вони живуть в умовах електронного або іонного бомбардування і на що розпадаються, є важливим для якісного і кількісного моделювання плазмових процесів, потреб деяких високих технологій та екології.

На цьому фактично основна наукова частина звіту, що стосується наших результатів, можна сказати, вичерпана. Як їх оцінювати? Ми їх подаємо як такі, що у більшій чи меншій степені відповідають світовому рівню. А що таке світовий рівень і чим він визначається, ми не уточнюємо. Що при цьому має матися на увазі? Хоча б те, що чи можна їх зіставити з тими, які входять до чільної десятки світових у кожному поточному році, що оприлюднюється найбільш визнаними у світі журналами.

І хоча над яскравих подій у світовій фізиці було достатньо дозволяє для порівняння за вже нашою традицією назвати кілька результатів, які за рейтингами «*Science*» або «*Nature*», визнані за найважливіші у світі.

Якщо говорити про найсуттєвіші світові досягнення природничого за минулий рік, то такими більш-менш однотайно визнано наступні, проте порядок навряд чи можна визнати рейтинговим:

1. Насамперед, і це вже так чи інакше багато звучало, – гравітаційні хвилі. З одного боку, Нобелівський комітет нагородив Нобелівською премією Лайнера Вейса, Баррі Беріша і Кіпа Торна, які на детекторі ЛІГО у 2015 році вперше спостерігали злиття двох чорних дір та породжені ним гравітаційні хвилі. Хоча їхня фіксація зразу була високо оцінена, існував певний скепсис, а на Нобелівську відзнаку автори чекали рік. Тепер же гравітаційний хвильовий сигнал, сприйнятий не тільки системою ЛІГО, а й іншими детекторами, був викликаний іншою неймовірною подією – злиттям нейтронних зір у Галактиці, що віддалена від нас на 130 млн світлових років. Він довів, що гравітаційні хвилі дійсно доступні для наземних вимірювань. Зірки, що злилися, дуже яскраві, надзвичайно щільні, а їхній діаметр оцінений всього у 10 км при вазі, більшій, ніж Сонячна. При цьому прийнятий 17 серпня гравітаційний сплеск виявився найсильнішим за усі попередні і був настільки потужним, що його почули і побачили близько 70 різних телескопів, включаючи ЛІГО, чим було експериментально встановлено, що швидкість електромагнітних і гравітаційних хвиль однакова!

2. Ще один по суті фізичний результат, що отримав Нобелівську премію, правда, з хімії, – кріоелектронний мікроскоп. Завдяки йому тепер з'явилася можливість досліджувати рух, взаємодію і форму певних біомолекул, що недоступно іншими методами. Більше того, деякі клітинні процеси вдалося настільки візуалізувати, що вони були записані на плівку, як у кіно.

3. Четвертою стала нова технологія виправлення генів. Нагадаю, що два роки тому були винайдені генетичні ножиці, які



можуть ген відокремити від молекули та ізолювати. Тепер же у Гарварді створили хімічну технологію, яка дозволяє змінювати букви генетичного коду. Це тонка, але високоточна методика є небезпечною, бо ніхто не знає, після скількох змін букв ген стане некерованим або взагалі небезпечним. Водночас з 60 000 відомих генетичних відхилень, що спричиняють різні хвороби, 35 000 пов'язані лише з однією буквою, отже можна лише уявити, як може змінитися медицина, коли відповідна методика стане загальнодоступною хоча б у великих медцентрах.

4. У травні у США запатентовані ліки від раку, які вже продаються під назвою «Кейтруда». Цей препарат лише один з багатьох, які застосовуються для боротьби з цією наразі невиліковною хворобою. Його принципова відмінність від УСІХ інших – можливість використання при багатьох формах раку – як зазначається, при всіх. Так, з контрольної групи 86 важких онкохворих понад 50 було переведено у групу ризику, тобто групу не хворих.

5. Встановлення через буріння дуже старого льоду в Антарктиці, який зберігає пузирі з повітрям Землі, молодшою на 2,5 млн років, що частка вуглекислоти у ньому є набагато меншою.

6. Знаходження на території нинішнього Марокко черепів людини, які оцінені у 300 000 років, тоді як раніше вважалося, що її вік 200 000 років.

7. Інженерно-технічний результат Маска, який створив і запустив ракету багаторазового використання. Вважається, що це настільки здешевить запуски, що їх зможуть здійснювати не тільки найзаможніші країни.

8. Створення нового детектора нейтрино, який є мобільним і важить усього 14 кг. Принцип не повідомляється, але якщо згадати, що сучасні детектори – це величезні наземні або підземні споруди, то прогрес більше, ніж очевидний.

9. Нарешті, одночасно двом командам вчених вдалося створити структури, передбачені у 2012 році – так звані темпоральні кристали. Звичайні кристали – це системи, періодичні у просторі, а темпоральні – у часі. Тепер деяка їх

подоба реалізована експериментально. За допомогою лазерних імпульсів певне місце спеціально приготовленої кристалічної системи структурно виводилося з рівноваги, і потім спостерігався періодичний процес між вихідною і створеною структурами, які переходили одна в іншу. Він існував достатнього довго, що і дало підстави назвати систему темпоральним кристалом. Справа у тому, що зазвичай подібні процеси зводяться до релаксації у рівноважний стан, тому реалізація таких систем вважалася неможливою, що обговорювалося кілька років. Насправді, давно відомо квантове плавлення поверхні твердого гелію, яке теж носить періодичний характер, проте відповідне порівняння не робилося...

На цьому завершу десятку. Хотів би сподіватись, її результати свідчать, на яких головних напрямках фундаментальних пошуків концентруються основні зусилля дослідників. Як на мене, в останнє десятиліття такими є науки про життя, що всім нам очевидно. Коли ж згадувати фізику, у ній найбільш актуальними з точки зору фундаментальних знань залишаються фізика високих енергій, астрофізика, нанофізика, особливо вуглецева, фізика наднизьких температур і дослідження явищ, які наближають або прояснюють створення квантового комп'ютеру. Важливим також є синтез штучних матеріалів. Мається, зокрема, на увазі пошуки стільникової, як у графені, структури, яку б утворювали атоми інших елементів. Якщо недавно це було на рівні мрій, то тепер таких матеріалів сотні, ними займаються, їх вже не тільки створюють або вивчають, а й застосовують.

Назву ще кілька фізичних результатів, які впродовж року я собі занотовував.

Почну з спостереження найбільш віддаленої на сьогодні чорної діри, яка знаходиться у центрі дуже яскравого квазару, що випромінює світло з часу, коли Всесвіту було всього 680 млн років (тепер десь 14 млрд). Сам він досягає Землі через 13 млрд років. Загадка у тому, як такий гігантський об'єкт міг вирости за такий короткий час.

Отримання методом 3Д принтингу нержавіючої сталі, що має знайти застосування де завгодно - від ракет до реакторів. Нержавіючій

сталі 150 років і вона виробляється плавленням різних інгредієнтів з послідовним закалюванням. Знаючи кінцеву зернисту структуру і її слабкі місця, вчені Ливерморської лабораторії перевели все на мову програми для 3Д принтера, яка відтворювала ту ж зернисту структуру, але без властивих їй дефектів, тобто принтер їх не відтворював, а якщо вони з'являлися, то використовувався лазер для їхнього знешкодження.

Ще один матеріалознавчий результат, що викликав великий фурор. У Карлсруе створено механічний метаматеріал з синтетичною структурою.

Це мікрокуб, який під тиском не стискається, а, навпаки, розширяється. Його структура містить кільця на гранях. Коли тиск оточуючого середовища зростає, кільця теж стискаються, але завдяки спеціальному кріпленню у вершинах куба, починають розгортатися так, що структура збільшується. Цікаво, що цю, можна сказати, іграшку видумали фізики, а повідомлення про неї надруковано в журналі Rpus.Key.X.

Були цікаві повідомлення про запуск у Німеччині найпотужнішого у світі рентгєнівського лазера на вільних електронах, який робить можливим просторове розділення до пікометрів і пряме спостереження хімічних реакцій, або

на створення тонко-плівкового матеріалу, який забезпечує рекордне - до  $14^\circ$  -фарадєвське обертання, що на порядок підвищує чутливість деяких сенсорів, та на, нарешті, отримання металічного водню.

Зауважу, що коли порівняти наші кращі результати зі світовими, то якогось великого перетинання помітити неможливо. Безперечно, ми займаємося актуальними питаннями, але з відомих причин диктувати моду чи викликати світовий резонанс навряд чи можемо, і згадок про нас у підсумкових статтях я, на жаль, не зустрічав. Може, й через те, що ми маємо відносно мало робіт у найкращих журналах, хоча вони трапляються.

Тим не менш, ситуацію з публікаціями у нашій академічній фізиці я б не назвав кричущою – приблизно 40% робіт ми публікуємо в іноземних журналах з імпакт-факторами.

Може, скоріше, проблема у підвищенні авторитету вітчизняних журналів.

Вивчення фізики і заняття фізикою не одне і те ж, тому скорочувати години з фізики на інженерно-технічних факультетах вишів, а тим більше у школах неприпустимо, хоча дії нашого МОН і керованих ним університетів зовсім інші – спростити, скоротити або повністю прибрати. Така політика, підтримувана, до речі, НАПН України, недалекоглядна, спричинює деградацію інтелекту. Навіть при схильності до гуманітарної діяльності повсякденне життя часто вимагає від людей логічного мислення, креативності, вміння виокремлювати головне, уявлень про Всесвіт і наукового світогляду. Без хоча б мінімальної природничої підготовки цього не опануєш, а отже не відповідатимеш вимогам часу.

У цьому сенсі, тобто визнанні ролі фізики, гадаю, буде не зайвою й така інформація: 10 квітня ц.р. президент Росії В.В.Путін відвідав Науковий центр «Курчатовський інститут», де провів цілий день. Повідомлю, що цей центр не входить до складу академії, але його бюджет 180 млрд. рублів, Агентства, що здійснює управління інститутами РАН – 100 млрд., а академії – 4 млрд. Так от, під час візиту було ні багато ні мало заявлено, що концепція інноваційного розвитку економіки Росії терпить невдачу і що необхідно повернутися до надійного способу виправлення ситуації через випереджаючий розвиток ВПК. При цьому планується змінити правовий статус 15 інститутів фізичного профілю, список яких не був оголошений, а пріоритетом визначено будівництво крупних установок у галузі ядерної фізики і фізики високих енергій. А загальний напрямок виходу з кризи такий: усі скільки-небудь дієздатні залишки академічного комплексу будуть переорієнтовані на ВПК. У словах Путіна це теж прозвучало: «Для возвращення технологического лидерства нам нужно тщательно выбрать приоритеты, где мы не потеряли преимущества – атомная промышленность и космос». Ось такі «науково-організаційні» новини від нашого північно-східного сусіда.

Дозвольте стисло зупинитися на співпраці з вищими навчальними закладами, або, що

одне й теж, МОН. Якщо характеризувати цю співпрацю в цілому, то вона є і відбувається у нормальному режимі, який навряд чи викликає заперечення.

Ви знаєте, що МОН України спільно з НАПН України весь час вигадує «новації» (не плутайте з інноваціями) у шкільному навчанні, одна з яких, подана дуже гучно, стала переглядом шкільної природничої підготовки. Практично він звівся до вилучення фізики разом з астрономією, хімії та біології як окремих предметів з навчальних програм загальноосвітніх середніх шкіл і об'єднання цих дисциплін у блоки або зведення усіх до однієї під назвою «природознавство». Зменшення годин зазнала і математика, хоча й не такого радикального. До речі, сказане є елементами започаткованої МОН освітньої реформи, чим як прикладом позитивних зрушень пишається уряд.

Ці так звані нововведення зачепили вчителів цих предметів, але супротив виявили тільки фізики, які не склали руки і, почали боротьбу. Через УФТ вони звернулись до відділення з проханням щось вдіяти. І від імені ВФА був підготовлений лист на адресу очільників держави, який, що важливо, підписали перший віце-президент НАН України, президенти УФТ і УАА, один з відомих вчителів і також я. У ньому коротко викладалася суть питання, висловлювалося наше ставлення до політики МОН і говорилося про можливі, шкідливі для держави, наслідки таких змін, якщо вони будуть схвалені КМ. Дивно, але цей лист спрацював, і МОН на вимогу Уряду скликало, як вони любляють називати, слухання з цього питання.

Ми, принаймні, можемо засвідчити неформальну участь академії у покращанні шкільної освіти, хоча, як мені з сумом сказав один з вчителів, зараз у школах майже нема викладачів, які могли б викладати розроблену за участі НАН України програму. Цим хотів закінчити, але днями дізнався, що і МОН, і НАПНУ продовжують чинити опір впровадженню наших програм, а свої всіма силами проштовхують у школи.

Питання фінансового стану наших установ. Питання настільки болоче, що обійти

його повністю неможливо. Ми інколи навіть не замислюємося, яким воно є тепер, бо стан з фінансуванням і академії, і науки в цілому в здається мені критичним. Особливо тямущі молоді, які на неї не розраховують, вимушені влаштуватися за кордоном, бо нормально жити на отримувані за неповний робочий тиждень мізерні гроші, які їм можна запропонувати, неможливо.

І взагалі найважче тепер не залучити молододу людину до інституту, а утримати її. Зарплата низька, але ми розуміємо, що ще більш гнітючим було і залишається питання житла. Знайти ж роботу за кордоном, як виявляється, не проблема, і у будь-якій, навіть найуспішнішій, закордонній лабораторії працюють колишні співробітники наших установ. Ми давно стали місцем підготовки кваліфікованих кадрів, а наші західні колеги активно запрошують талановитих українців і, більше того, існують програми по їх залученню до країн Європи і Америки.

Якщо ж говорити в цілому, то на фоні деякого, як згадувалося, спаду фінансування науки, є країни і навіть цілі регіони, де воно не погіршується, що

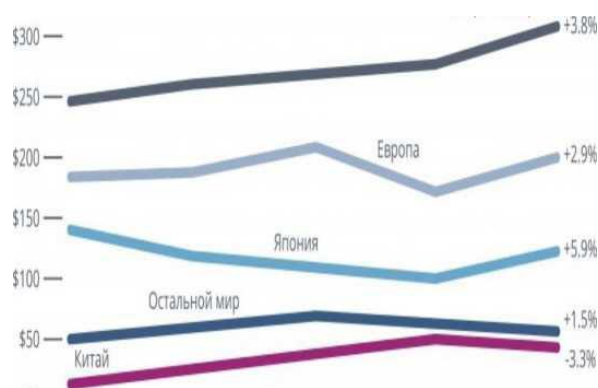


Рис. 15

видно з наведеного Рис. 15, на якому для порівняння показана відома ситуація з фінансуванням науки в Україні, де вже не один рік воно продовжує своє падіння. Це часова гістограма, а в абсолютних відсотках картина наступна (рис. 16): у відсотках

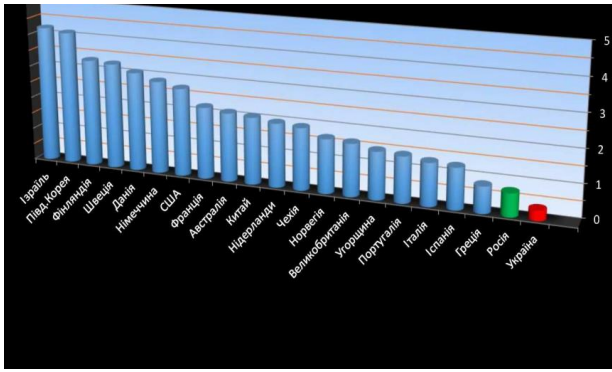


Рис. 16

ВНП перед ведуть Ізраїль і Південна Корея, де ця цифра більше 4-х, і десь 10 країн виділяють 2% і більше. Цей розподіл існує з невеликими поправками приблизно 10 років і нічого принципово нового не містить - ми продовжуємо пасти задніх, маючи при цьому не тільки соромний відсоток, а й незавидний ВНП. Тому вимоги до нас посідати у таких умовах чільні місця хоча б на деяких напрямках не витримують жодної критики

Повторю, ми – спадкоємці потужної і, без перебільшення, передової у науковому розвитку держави, в якій наукові дослідження велися по усьому фронту. Але хіба не ясно, що наразі в Україні широкого фронту досліджень

нема, ми фактично прогавили появу у світовій науці цілих напрямів, бо їх ніхто не відслідковував. А коли про них знали, щось започаткувати за браком коштів і кадрів не могли.

Разом з академією ми переживаємо скрутні часи, розвиватися в існуючих умовах нелегко, а за фінансового голодомору – практично неможливо, тому не дивно, що ми потрапили у стан деякої стагнації, вихід з якого вимагає ресурсів. Їх недостатньо або нема, хоча будь-яка бездіяльність швидко вступає у протиріччя з інтенсивним розвитком всього і вся навколо нас. Навіть у такій, несприятливій для творчої роботи, ситуації академії належить більша частина робіт високого рівня, які виконуються в Україні. Але щороку, дивлячись світові досягнення, відчуваєш, що цього критично мало. Фінансування, за яке ми маємо бути ще й вдячні, не може забезпечити оновлення академії в її теперішньому складі, отже не виключено, що треба думати і в напрямку її скорочення. Водночас, необхідно стукати в усі двері, щоб добитися не тільки розширення грантової підтримки із збереженням базової, а й суттєвого збільшення самих грантів. Проте й експертиза як попередня, так і заключна мають бути незалежними і професійно досконалыми.

Стаття надійшла до редакції 27.08.2018 р.

UDC 53, 52

DOI 10.18524/1815-7459.2018.3.142040

## PHYSICS IN UKRAINE - ACHIEVEMENTS, PROBLEMS, PERSPECTIVES

*V. M. Loktev*

Department of Physics and Astronomy of the National Academy of Sciences of Ukraine,  
e-mail: vfa@nas.gov.ua

### Summary

The results of the scientific and technical activities analysis of the research institutes and structures of Ukraine subordinated to the Department of Physics and Astronomy of the National Academy of Sciences of Ukraine for the period from April 2017 to April 2018 are presented.

The essence of the most significant scientific and technical results, both fundamental and applied, is briefly described.

It also shows possible perspectives of scientific achievements in terms of their use in the relevant branches of science, technology, the national economy, as well as in special technology.

There are authors and author groups that actively and fruitfully worked on the important scientific problems solving that have received appropriate recognition of the scientific community.

In particular, the results of studying the of laser ablation processes on materials with real application prospects in optoelectronics and telecommunication systems are shown. The work has been done by a team from the Institute of Physics under the guidance of the Corr. of NAS of Ukraine I. V. Blonsky.

In the Institute of V. E. Lashkarev Semiconductor Physics in the department headed by Corr. of NAS of Ukraine V.S. Lysenko has been created a series of luminophores with the ability to change the light frequency range. These works are close to the development of the technology and implementation.

It should be noted also the complex development of the combined team from the Institute of Magnetism (prof. Tovstolitkin O. I.), Institute of Physics, Corr. NAS of Ukraine (Ryabchenko S. M.), from NTUU “KPI them. Igor Sikorsky “ (prof. Kalita V.M.) and from the Institute of General and Inorganic Chemistry them. V. I. Vernadsky (prof. Bilous A. G.) - a method for modeling the behavior of a ensemble of magnetic nanoparticles immersed in a liquid, under the influence of the variable in field amplitude and frequency.

A number of important scientific results were obtained by teams of institutes in cooperation with foreign partners.

It is noted that this practice, especially in the face of a financing gap for Ukrainian science, can bring significant results.

The results obtained by our institutes and the achievements of foreign collectives which recognized by the most important in the world according to the results of the journals “Science” and “Nature”, on the situation with the publications has been compare. The financing of physical science in Ukraine and the world is estimated, attention is paid to exacerbating personnel problems. which is due, in particular, to the rapid growth of the departure of talented young people abroad for work in prestigious scientific institutions.

**Keywords:** science, physics, academy, micro and nano-electronics, theory, experiment

УДК 53, 52

DOI 10.18524/1815-7459.2018.3.142040

## ФІЗИКА В УКРАЇНІ – ДОСЯГНЕННЯ, ПРОБЛЕМИ, ПЕРСПЕКТИВИ

*В. М. Локтєв*

Відділення фізики і астрономії Національної академії наук України  
e-mail: vfa@nas.gov.ua

### Реферат

Наведені результати аналізу науково-технічної діяльності науково-дослідних інститутів і структур України, що підпорядковані Відділенню фізики і астрономії Національної академії наук України за період з квітня 2017 по квітень 2018 р.

Коротко описано суть найбільш вагомих науково-технічних результатів як фундаментального, так і прикладного характеру.

Показані також можливі перспективи наукових досягнень з позицій їх використання у відповідних галузях науки, техніки, народного господарства, а також у спеціальній техніці.

Відзначаються автори та авторські колективи, що активно і плідно працювали над розв'язанням важливих наукових проблем, які отримали відповідні визнання наукової спільноти.

Зокрема, показано результати вивчення процесів лазерної абляції на матеріалах, що мають реальні перспективи застосування в оптоелектроніці та телекомунікаційних системах. Робота виконана колективом з Інституту фізики під керівництвом чл.-кор. НАН України І. В. Блонського.

В інституті фізики напівпровідників ім. В. Є. Лашкарьова у відділенні, яке очолює чл.-кор. НАНУ України В. С. Лисенко, створено низку люмінофорів з можливістю зміни діапазону частот свічення. Ці роботи близькі до розробки технології і впровадження.

Слід зазначити також комплексну розробку об'єднаного колективу з Інституту магнетизму проф. Товстоліткіна О.І., Інституту фізики чл.-кор. НАН України Рябченка С. М., проф. Калити В. М. з НТУУ "КПІ ім. Ігоря Сікорського" та проф. Білоуса А. Г. з Інституту загальної та неорганічної хімії ім. В. І. Вернадського – методику моделювання поведінки ансамблю магнітних наночастинок, занурених у рідину, під дією змінного за амплітудою і частотою поля.

Низку важливих наукових результатів отримано колективами інститутів у кооперації з іноземними партнерами.

Наголошується, що саме така практика, особливо за умов дефіциту фінансування української науки може приносити вагомі результати.

Зпівставляються за науковою значимістю отримані нашими інститутами результати з досягненнями зарубіжних колективів, що визнані найважливішими у світі за результатами журналів "Science" і "Nature", ситуацію з публікаціями. Оцінюється фінансуванням фізичної науки в Україні і світі, звертається увага на загостренні кадрові проблеми, що зумовлена, зокрема, стрімким зростанням виїзду талановитої молоді за кордон для роботи у престижних наукових закладах.

**Ключові слова:** наука, фізика, академія, мікро- і нано -електроніка, теорія, експеримент