

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: <https://doi.org/10.18524/1815-7459.2024.2.307065>

ОСНОВНІ РЕЗУЛЬТАТИ НАУКОВИХ ДОСЛІДЖЕНЬ ІНСТИТУТІВ ВФА НАН УКРАЇНИ ЗА 2023–2024 РОКИ

В. М. Локтев

НАН України, вул. Володимирська, 64, 01601, Київ, vloktev@bitp.kiev.ua

Біля входу в Стелленбоський університет висить таке повідомлення:

*«Знищення будь-якої нації не вимагає атомних бомб
або використання ракет дальнього радіусу дії.
Потрібно тільки зниження якості освіти
і дозвіл учням шахрайства на іспитах.
Пацієнти вмирають від рук таких лікарів.
Будинки руйнуються від рук таких інженерів.
Гроші губляться від рук таких економістів і бухгалтерів.
Справедливість втрачається в руках таких юристів і суддів.
Крах освіти – це крах нації».*

Від редакції

На прохання редакції академік-секретар Відділення фізики і астрономії НАН України академік Локтев Вадим Михайлович люб'язно погодився підготувати на основі щорічної звітної доповіді Відділенню статтю у наш журнал. Це вже стало доброю традицією і журнал отримує позитивні відгуки від авторів і читачів журналу, що свідчить про неабиякий інтерес до таких статей.

ОСНОВНІ РЕЗУЛЬТАТИ НАУКОВИХ ДОСЛІДЖЕНЬ ІНСТИТУТІВ ВФА НАН УКРАЇНИ ЗА 2023–2024 РОКИ

В. М. Локтев

Анотація. У статті висвітлено найбільш вагомні результати досліджень, досягнутих інститутами, що підпорядковані ВФА, даються певні наукові коментарі і оцінки. Розглядаються науково-організаційні питання з позиції підвищення ефективності діяльності підрозділів ВФА.

Ключові слова: наука, фізика, Національна академія наук України, досягнення, проблеми

© В. М. Локтев, 2024

MAIN RESULTS OF SCIENTIFIC RESEARCH OF THE DEPARTMENT OF PHYSICS AND ASTRONOMY INSTITUTES OF THE NAS OF UKRAINE FOR 2023-2024

V. M. Loktev

Abstract. The article reflects the most significant results of research achieved by the institutes subordinated to the Department of Physics and Astronomy, provides certain scientific comments and assessments. Scientific and organizational issues are considered from the standpoint of increasing the efficiency of the Department of Physics and Astronomy divisions.

Keywords: science, physics, National Academy of Sciences of Ukraine, achievements, problems

ВСТУП

За Порядком денним я маю виголосити звіт про роботу відділення, тобто нашу роботу. Але, почавши готуватись, відчув, що робити це дуже важко, бо в голові, як, напевно, у кожного з нас, не думки про відділення, хоча ним практично щодня займався і намагався робити все, як завжди, а думки про ситуацію в країні – воєнний стан, мету яструбів *руССкого*, а фактично *СС-ського мира*, які посилають нам купу ракет, КАБи, різні БПЛА, заявляючи, що тим самим визволяють нас, хоча ми їх про це не просили. Ми несемо колосальні втрати – і людські, і матеріальні, – які ще вимагають точного визначення, що неможливо через неперервну зміну даних.

При цьому, ми знаходимось не поруч, а всередині війни, причому найгарячішої в Європі за останні 80 років.

Після певного періоду оптимізму, коли ми бачили сідниці ворога і вирішили, що головне зроблене, він через зменшення з різних причин обсягів західної допомоги і деякі наші прорахунки оголтувся і навіть почав тіснити нас з вже нами відбитих територій. І дійшло до того, що попри панування загальної віри в Перемогу, навіть серйозні люди, інколи називають Перемогою повернення до ситуації 23 лютого 2022 року, що, принаймні мене, не може не дивувати, а якщо відверто, то сильно засмучує. Звісно, багато чого не знаю, але в моєму уявленні Перемога – це *повне* звільнення окупованих земель, вступ до НАТО та ЄС, а не до якихось штучних союзів з країнами, які нам палко обіцятимуть так званий палперовий захист і глибоку свою стурбованість.

Сказане є тим, що тривожить. Але є і надзвичайно приємні відкриття – рідкісна національна єдність, яку ми демонстрували, особливо у перші тижні війни. По суті єднання українців, якого, якщо бути чесними, майже ніхто не очікував, змінило ставлення до України на Заході, стало натхненням для його, справді, значної і різнопланової допомоги.

Закінчу цей вступ тим, що попрошу нас змінити розуміння шляху зростання нашої самосвідомості як народу, як науковців, як, зрештою, вільних людей.

Перетнувши лінію війни наше життя зміниться, і академії, впевнений, змін теж не уникнути. Ми не маємо права прогавити шанс зробити Академію більш потужною і ефективною, історія нас не пробачить.

Повертаючись, власне, до доповіді, хочу нагадати, що деякі зміни в нашій роботі почалися у 2020-му році, але з інших – пандемічних – причин і що наступні роки виявилися сильно несхожим з усіма попередніми. Справа в тім, що значна частина нашої роботи, спілкування припадає на віддалений режим. Можливо, їхня якість чи повнота обміну інформацією не змінилися, але вони інші. І хоча економляться кошти на відрядження та практично пропали наші очні зустрічі з колегами, їх трохи бракує, бо спілкування – це, як визначив Антуан де Сент-Екзюпері, розкіш.

Отже, про минулорічні результати нашого відділення, послідовність викладу яких відповідає послідовності переліку установ у Довіднику НАН України, а не рейтингу результатів.

ОСНОВНА ЧАСТИНА

Інституті фізики в цьому році подав як кращий результат, отриманий **Ганною Морозовською** разом з колегами з українських і зарубіжних установ, який встановив, що тонкі плівки оксиду гафнію-цирконію демонструють п'єзоелектричний відгук, що контролюється парціальним тиском кисню (рис. 1).

При цьому, як видно з рисунку, в атмосфері або в умовах присутності аргону, петлі гістерезису є вузькими, а коли кисень відсутній, то плівка знаходиться у фероелектричній фазі, яка під дією неоднорідного змінного електричного поля може трансформуватись у діелектричну або феріелектричну фази. Автори запропонували феро-іонну модель, яка

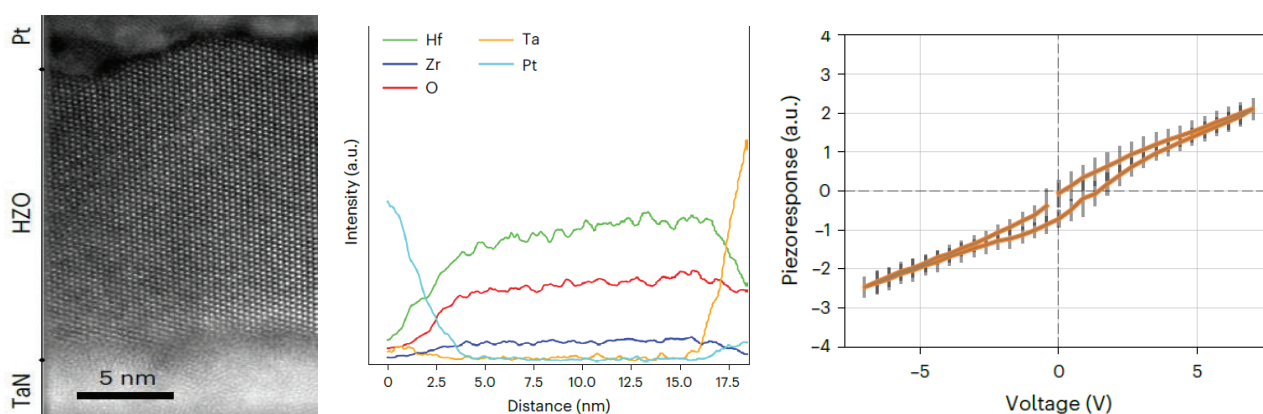


Рис. 1. K. P. Kelley, A. N. Morozovska, E. A. Eliseev, et al., *Nature Materials* 22, 1144 (2023).

спирається на уявлення, що кисень створює над поверхню і в ній шари екрануючого заряду та пружні дефекти. Шари екранують поляризацію і фазовий перехід між різними фазами стає неможливим. Результати, як стверджується, є важливими для використання таких ультратонких плівок у напівпровідниковій електроніці.

Найважливішим результатом, отриманим минулого року в Інституті фізики напівпровідників, визнано роботи, виконані **Петром Литвином**, **Володимиром Лисенком** та іншими спільно з співробітниками КНУ імені Шевченка. Вони стосуються деформаційної інженерії зонної структури германію. Авторами вперше продемонстрована значна залежність модуля Юнга нанометрових плівок германій-олово від вмісту останнього. При цьому зміна в них пружних полів викликає значний синій зсув низькоенергетичного краю фотопровідності, а також зменшення ширини смуги прямозонного переходу.

На рис. 2 наведена структура плівок, експериментальні криві модуля пружності від вмісту олова. Спектри розсіювання рентгєнівських променів демонструють зміни, що відбуваються у плівках. За свідченням авторів такі плівки можуть служити елементами нових оптоелектронних приладів з регульованим в інфрачервоному діапазоні спектром.

В Інституті металофізики **Валентином Татаренком**, **Тарасом Радченком** з колегами зроблено важливий крок у дослідженнях впливу деформацій різного характеру на електронні властивості чорного фосфору. Фрагмент його квазі-двовимірної структури на рис 3.

Цікаво, що йдеться про результат вже третього інституту і у всіх до кращих віднесено ефекти, зумовлені пружною підсистемою, хоча їхня природа і прояви різні. У даному випадку йдеться про матеріал пост-графенової епохи, синтезований лише у 2014 році і цікавий тим, що на відміну від графену він має захищену зону. А скінченність щільності в спек-

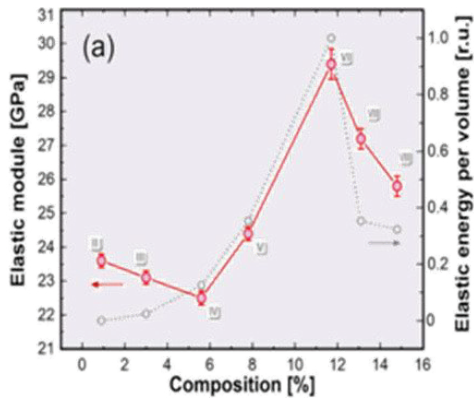
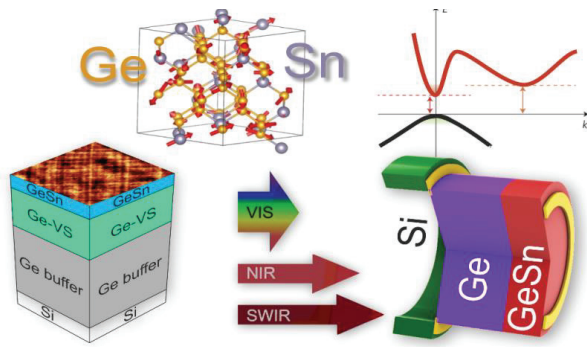


Рис. 2. P. Lytvyn, ... V. S. Lysenko et. al. *Appl. Phys. Lett.* 123 (2023).; S. Kondratenko, et. al. *Phys. Rev. Mater.* 7. 074604 (2023).

трі напівпровідників є критичною для можливості їхнього застосування в електроніці.

Сам чорний фосфор є подібним до графіту, має таку ж шарувату структуру, завдяки якій можна ізолювати шари фосфору. Вони, справді, отримуються тим ж способом за допомогою скочу. Структура ізолюваних шарів теж, певною мірою, дублює графенову, яка якщо вибрати ортогональну систему обліку і розглядати обмежені плоскі зразки, містить границі двох типів, що отримали назву «зігзаг» і «крісло». Далі все видно з наведених даних: автори у наближенні сильного зв'язку і природного припущення про залежність різних міжатомних взаємодій від відстані дослідили деформації розтягу, зсуву вздовж різних границь та їхні комбінації. В більшості випадків ширина забороненої зони вела себе лінійно від величини деформації, що узгоджується з експериментальними спостереженнями. Хоча сам підхід по суті доволі простий і прозорий, він дає такі ж результати, що й набагато склад-

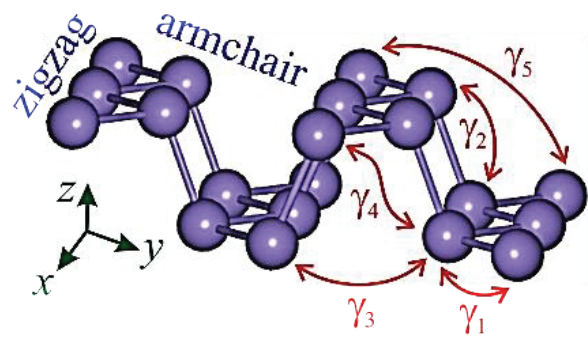


Рис. 3. A. G. Solomenko, I. Y. Sahalianov, T. M. Radchenko, V. A. Tatarenko, *Scientific Reports*, 13, 13444 (2023).

ніші розрахунки з перших принципів чи теорія функціоналу густини. Тому автори дійшли загального висновку про можливість застосування фосфору в наноелектроніці і запропонували спосіб розрахунку його властивостей.

В Інституті теоретичної фізики найцікавішим у 2023 році визнано результат, отриманий **Марком Горенштейном** з його молодими співробітниками і колегами з Німеччини, яким запропоновано статистичну модель для опису ядро-ядерних реакцій.

Треба сказати, що у релятивістських ядро-ядерних зіткненнях досліджується нова форма матерії – кварк-глюонна плазма, що утворюється на ранніх стадіях цих процесів на Великому Адронному Колайдері в ЦЕРНі. Швидке розширення такої речовини призводить до її перетворення в адрон-резонансний газ. Запропоновано теоретичний підхід до пошуку експериментальних сигналів цих нових форм матерії та їх фазових перетворень за допомогою аналізу флуктуації числа частинок від-події-до-події.

Якщо детальніше, то методами молекулярної динаміки виконано аналіз статистичних властивостей скінченної системи частинок з потенціалом взаємодії Леннарда-Джонса. Досліджено вплив рідинно-газової змішаної фази на флуктуації числа частинок у координатному підпросторі. Метастабільна область змішаної фази, так звана область зародження речовини, сформульована в термінах

моделі невзаємодіючих кластерів. Виявлено, що в області спінодальної нестабільності спостерігаються великі флуктуації. Останні розраховані за допомогою спеціально розробленої моделі. Результати аналітичних апроксимацій для нормованої варіації розподілу числа частинок порівнюються з результатами, отриманими прямим молекулярно-динамічним моделюванням і вже використовуються колаборацією ALICE для аналізу експериментів, що стосуються вимірювання числа протонів від події до події.

На Рис. 4 показана область рідина-газ, яка представлена в безрозмірних змінних T/T_c та n/n_c , де T_c та n_c є значеннями критичної температури та критичної густини числа частинок. Суцільні та пунктирні лінії показують бінодалі та спінодалі, відповідно. Синя та зелена області відповідають метастабільним частинам змішаної фази. Сіра зона позначає область спінодальної нестабільності. Чорна зірка представляє критичну точку. Квадрати позначають точки, де було виконано моделювання методами молекулярної динаміки у змішаній фазі.

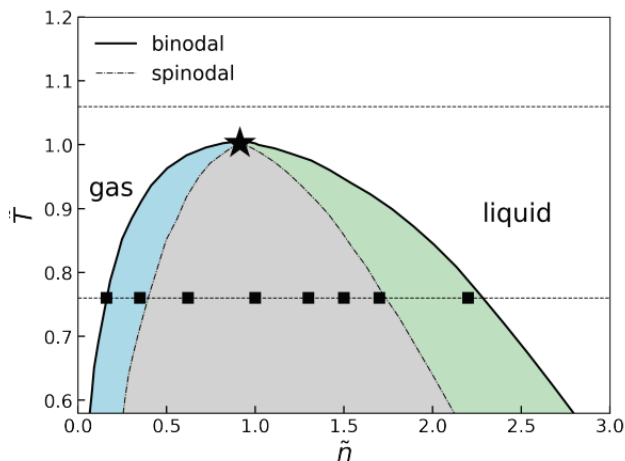


Рис. 4. V.A. Kuznetsov, O. Savchuk, R. V. Poberezhnyuk, V. Vovchenko, M. I. Gorenstein, H. Stoecker, Phys. Rev. C107, 055206 (2023).

У Головній астрономічній обсерваторії до найкращих віднесли результати, які увійшли до циклу з чотирьох публікацій, де, якщо правильно зрозумів, провідними виконавцями були **Марина Іщенко** і **Петер Берцик**, які

разом з колегами дослідили еволюцію зоряних кулястих скупчень, починаючи з часу 10 млрд років тому. При цьому враховувалася їхня взаємодія з Галактичним центром, парні між собою та Сонячною системою.

Для цього довелося здійснити чисельне моделювання 150 скупчень Молочного шляху, яке охоплювало зазначений часовий період, при врахуванні змінних у часі і просторі потенціалах. Виявлено, що еволюції повної енергії та кутового моменту для скупчень всередині Галактики і поза неї істотно різні. З виду траєкторій скупчень встановлено, як вони наближались або одне до одного, тобто майже зіткнулися, або до центру Галактики, а отже, впливали на взаємний рух. Такі результати поглиблюють відомі або дають нові знання про процеси у Всесвіті, які формують його структуру і розвиток, тобто, не виключено, містять підстави для певних передбачень стосовно їхнього впливу не тільки на галактичне життя, а й, може бути, земне.

Інституті магнетизму як кращий визнав результати дослідження тришарових наносистем, в яких керівником був **Олександр Товстолиткін** і, як він зазначив, **Володимир Голуб**. Вони стосуються шаруватих магнітних гетероструктур, що містять як феро-, так і антиферромагнітні шари.

Так, вперше отримано дані щодо товщинних і температурних залежностей міжшарової взаємодії, на базі чого встановлено три якісно різних режими поведінки системи, що фактично складається з двох, так би мовити, зовнішніх ФМ шарів, розділених АФМ шаром, товщина якого грає ключову роль. При широких АФМ прошарках ФМ шари ведуть себе, як обмінно-закріплені. При проміжних товщинах взаємодія між ФМ шарами існує лише в обмеженому температурному діапазоні і демонструє високу коерцитивну силу. Нарешті, при тонкому АФМ шарі, він сам намагнічується і поведінка системи нагадує поведінку неоднорідного феромагнетика (рис. 5).

У Фізико-технічному інституті низьких температур група співробітників, під керівництвом **Юрія Найдюка** у співавторстві з німецькими колегами досліджувала контакти

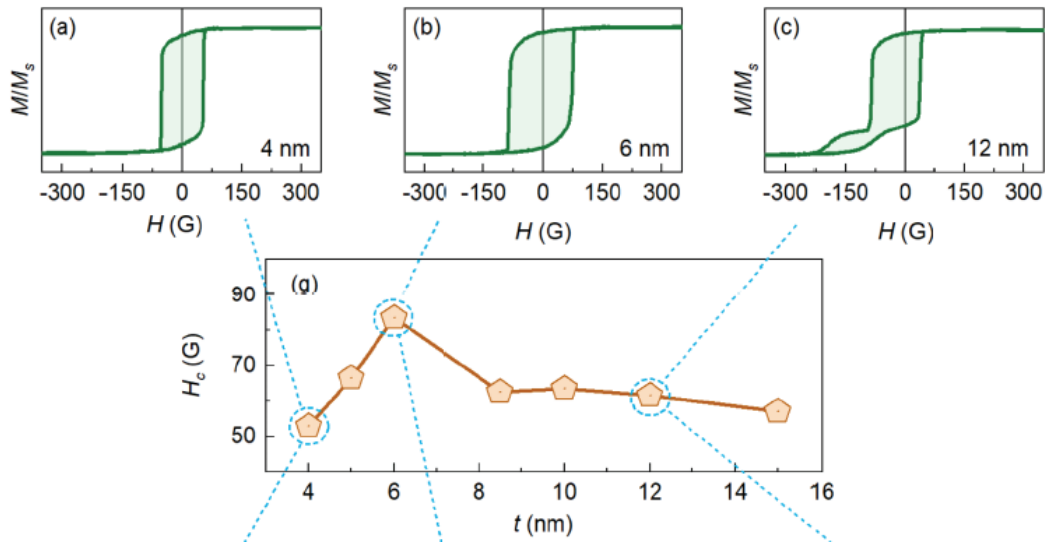


Рис. 5. Polishchuk D. M., Tykhonenko-Polishchuk Yu. O., Lytvynenko Ya. M., Rostas A. M., Kuncser V., Kravets A. F., Tovstolytkin A. I., Gomonay O. V., and Korenivski V. *Phys. Rev. B*, 107, 224432 (2023).

Янсона, або мікроконтакти, які демонструють ефект резистивного перемикавання. Ефект відноситься до нелінійних явищ, коли зразок значно змінює свій опір під впливом сильного електричного поля або струму. Цей ефект досліджувався і раніше (рис. 6).

У звітному випадку було вперше, продемонстровано, що нанорозмірний точковий контакт може обернено, що суттєво, перемикає тип провідності між нормальним та напівпровідним станом і що така поведінка є спільним

явищем для низки діхалькогенідів перехідних металів, які залежно від елементного складу та кристалічної структури можуть демонструвати металеву, напівметалеву, напівпровідникову та надпровідну поведінку. Є ще одна особливість цих сполук, що неодноразово підкреслювалася з інших приводів – діхалькогеніди мають шарувату структуру, яка теж надає унікальну можливість отримувати їхні моношари, а також досліджувати плівки з визначеною кількістю таких шарів. Саме в них виявлено ефект

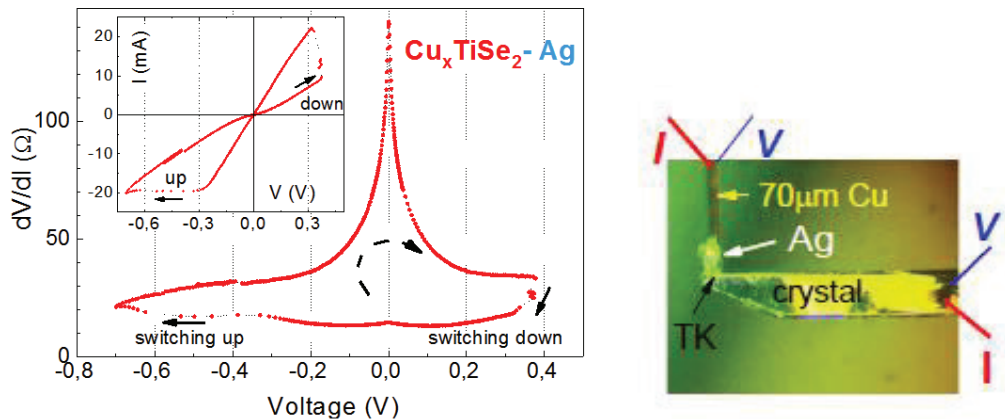


Рис. 6. Д.Л. Башлаков, О.Є. Квітницька, Ю.Г. Найдюк та ін. *Low Temp. Phys.*, 49, 916 (2023).

перемикання. Причому перемикання під дією електричного поля чи струму спостерігається у широкому інтервалі температур – від гелієвих до кімнатної, і автори його пов'язують зі зміною стехіометрії матеріалу в центрі мікроконтакту.

На думку авторів, пристрої з перемиканням провідності необхідні для енергоефективної електроніки, розвитку різного роду обчислень, імітації архітектури та функціонування людського мозку.



Рис. 7. Багатосенсорні роботи для виявлення неглибоко прихованих вибухонебезпечних загроз.

цями відділу радіофізичної інтроскопії ІРЕ і створеним ними ж конкретним радіоелектронним виробом, який має свого замовника чи користувача. Головними виконавцями були **Геннадій Почанін, Вадим Рубан** та деякі інші співробітники цього відділу, які розробили цілу низку оригінальних радіопристроїв.

Робота була спільною з закордонними організаціями і власне ІРЕ мав розробити імпульсний радіорадар, який міг би працювати з рештою приладів як, образно кажучи, член команди.

Про нього я можу лише сказати, що він складається з одного випромінювача радіохвиль і чотирьох приймальних антен, конфігурація яких дозволяє визначати об'єкти неглибокого (20–25 см) залягання під землею або водою при русі радара. При цьому такими можуть бути навіть неметалеві предмети, зокрема пластикові міни, які не піддаються виявленню іншими платформами. Але останні є теж необхідними, оскільки можуть визначати розмір і форму знайдених радаром підозрілих

Інститут радіофізики і електроніки представив цього року як основне досягнення завершення проєкту за програмою НАТО «Наука заради миру та безпеки», який виконувався три роки і був міжнародним. Презентація його результатів перед представниками НАТО відбулася у вересні минулого року (рис. 7).

Мабуть, вперше інститут звітує, і в принципі це зрозуміло, не публікаціями, хоча вони є, або спостереженими чи передбаченими явищами і ефектами, а розробленим науков-

об'єктів. Об'єднання всіх радарів в один комплекс, завдяки розробленим методам дистанційного керування ним також, як зазначалося, результат роботи науковців ІРЕ.

НАТО схвалила проєкт і високо оцінила створені платформи як окремі, так і в комплексі. Що стосується їхнього або його використання в Україні, мінування територій якої є вкрай високим, то такі дані звіт ІРЕ не містить.

У Радіоастрономічному інституті **В'ячеслав Захаренко, Олександр Коноваленко** разом з колегами, базуючись на існуючому досвіді детектування слабких сигналів, що йдуть з космосу, зокрема ліній вуглецю з відносною чутливістю 10^{-5} , розробили схему виявлення екстремально низькочастотної лінії надтонкого розщеплення основного стану гідрогену теж з епохи Темних віків, про які ми чули в звіті ГАО (рис. 8).

Виконавши модельні розрахунки, автори з'ясували, що детектування шуканої лінії вимагає чутливості на рівні 10^{-7} , що на 2 порядки перевищує вимірювання ліній вуглецю.

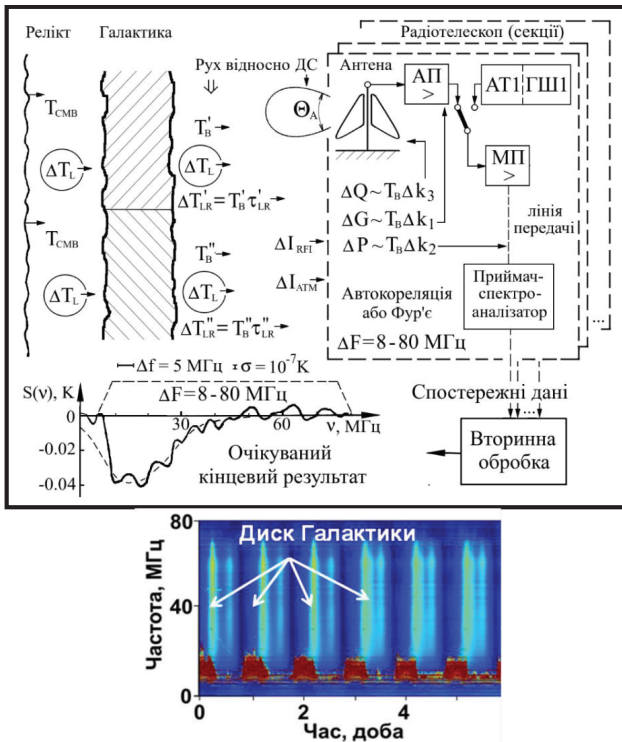
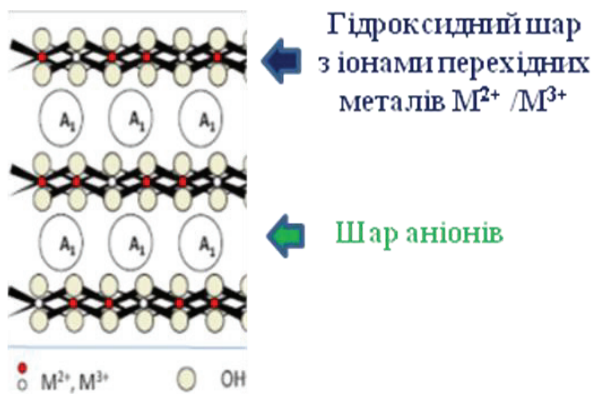


Рис. 8. О. Коноваленко, В. Захаренко та ін. Журнал фізичних досліджень, 28, 1902 (2024).

Тому був проведений аналіз всіх факторів, що заважають детектуванню. В результаті було зроблено висновок, що такі вимірювання при правильному виборі напрямку розповсюдження сигналу на диск Галактики цілком імовірні, якщо на порядок збільшити час накопичення сигналів, використовувати багатоантенні спостереження на відносно невеликих субсекціях сучасних ширококутових телескопів.



Фактично, представлена публікація є певним підсумком багаторічних досліджень в галузі низькочастотної радіоастрономії і оприлюдненням міркувань авторів щодо можливості успішного виконання такого експерименту, який ними і планується на найближчий час.

У Донецькому фізико-технічному інституті Юрій Пашкевич досліджував подвійні – теж шаруваті – гідроксили, які застосовуються у різних цілях – і як захист від корозії, і для очищення води, і в сенсорах для виявлення деяких газів тощо. Введення в них магнітних катіонів M^{2+} або M^{3+} розширюють їхні функціональні властивості, що викликає чисто науковий інтерес стосовно природи магнетизму в них та його ролі у згаданих явищах, яка залишається незрозумілою (рис. 9).

Якщо говорити про роботу, виконану у ДонФТІ, то в ній експериментально і теоретично досліджена поведінка і намагніченість кобальт-алюмінієвих подвійних гідроксидів із співвідношення Co і Al при $n = 2$ і 3 в широкому діапазоні магнітних полів до 50 кЕ і температур від гелієвих до 150 К. Трошки нижче температури 10 К на кривій теплоємності $C(N)$ виявлено аномалію типу Шоттки.

Для її пояснення запропонована модель, в якій ця аномалія пов'язується з розщепленням крамерсового дублету в основному стані іону Co^{2+} за рахунок обмінного поля. Показано, що температура максимуму аномалії не

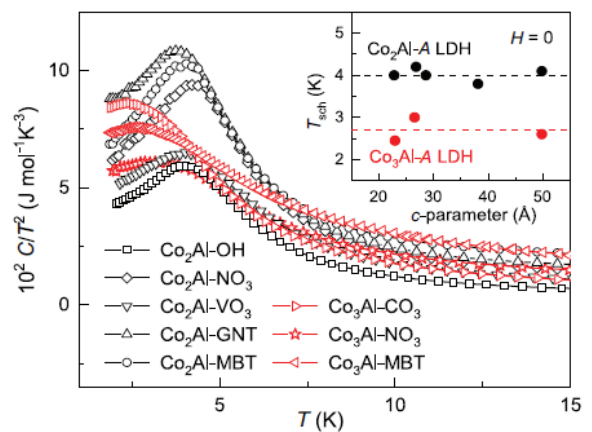


Рис. 9. Yu. G. Pashkevich et al. Applied Clay Science (2023).

залежить від відстані між шарами і повністю визначається внутрішньо-шаровими взаємодіями. Наведені також теоретичні аргументи, що основним станом досліджених зразків є магнітне кластерне скло, коли кластерами є Co_2Al або Co_3Al . Першим відповідає далекосяжне просторове впорядкування, тоді як другі розташовуються в матриці випадково, але в обох випадках спінові моменти кластерів не мають далекого порядку. Нарешті, зроблено висновок, що досліджувані магнітні матеріали є ідеальними двовимірними магнетиками.

В Інституті фізики конденсованих систем **Андрій Баумкетнер** досліджував чи не найбільш інтригуючі та і популярні наразі об'єкти, якими є квантові точки, або нанокристалічні утворення розміром 5–10 нм (рис. 10).

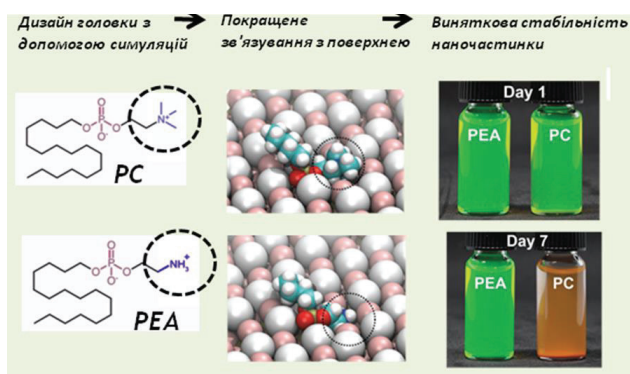


Рис. 10. А. Ваумкетнер et al. Nature 626, 542 (2024).

Найбільше зацікавили автора метал-галідні частинки, про які я ніколи не чув і почав шукати, що це таке, але не знайшов, припустивши, що в назву вкралася випадкова помилка, аж поки Олесь Іванків не пояснив мені, що галідні – це від слова галоїдні, але саме така термінологія використовується у Західній Україні. Якщо ж метал-галоїдні, то йдеться про наночастинки галоїдних перовскитів з загальною формулою APbX_3 , де $\text{A} = \text{Cs}$, $\text{MA} =$ метиламмоніум, а $\text{FA} =$ формагідініум, $\text{X} = \text{Cl}$, Br , I , наприклад CsPbBr_3 .

Ці частинки мають унікальні оптоелектронні властивості, світяться яскраво і мають доволі вузькі спектри випромінювання, тобто мають чисті кольори. Проте для стабільності властивостей їх треба пасивувати, або по-

кривати певними лігандами, що взаємодіють з поверхнею, не псуючи необхідні властивості. Пошук ефективних, або краще сказати оптимальних лігандів не має систематики, особливо коли їх підбирати експериментально. Тому автор зробив спробу пошуку лігандів комп'ютерним моделюванням.

Для цього були обрані цвітер-іонні молекулярні речовини, які мають таку особливість, як присутність в їхніх молекулах двох протилежно заряджених груп при нейтральності всієї молекули. Як виявилось, такі ліганди мають низку переваг над тими, що мають по одній зарядженій групі. Якщо я правильно зрозумів, то автор робив обчислення з дипольними молекулами, які, як ним зазначається, краще зв'язуються з поверхнями. Крім того, вони краще розчиняються, що дозволяє працювати з розчинами вищої концентрації.

Було розглянуто саме дипольний ліганд і з'ясовано, яку структуру він утворює на поверхні квантової точки у формі кубу. Конкретно було розглянуто фосфоліпідний ліганд, бо його фосфатна група заряджена негативно, а амонієва – позитивно. Було перевірено, як цей ліганд змінюється при заміщенні в ньому деяких метильних груп CH_3 на H_2O , що сприяє посиленню зв'язування. Саме таке давали комп'ютерні експерименти.

Потім був проведений реальний експеримент, який підтвердив феноменальну, як пише автор, стабільність. Якщо з метильними групами квантові частинки втрачають оптичні властивості за кілька днів, то з водними групами – вони стабільно світять тижні, маючи при цьому більший квантовий вихід, а також здатність не спотворюватись при зануренні в різні розчини.

Подібний матеріал був синтезований вперше.

В Інституті електронної фізики під керівництвом **Володимира Маслюка** методом мас-спектрометрії вперше здійснено фрагментація глюкози при її опроміненні електронами низької енергії. Були проведені вимірювання при різних дозах опромінення і виявлені різні канали фрагментації, серед яких, як встановлено, домінують симетричні канали (рис. 11).

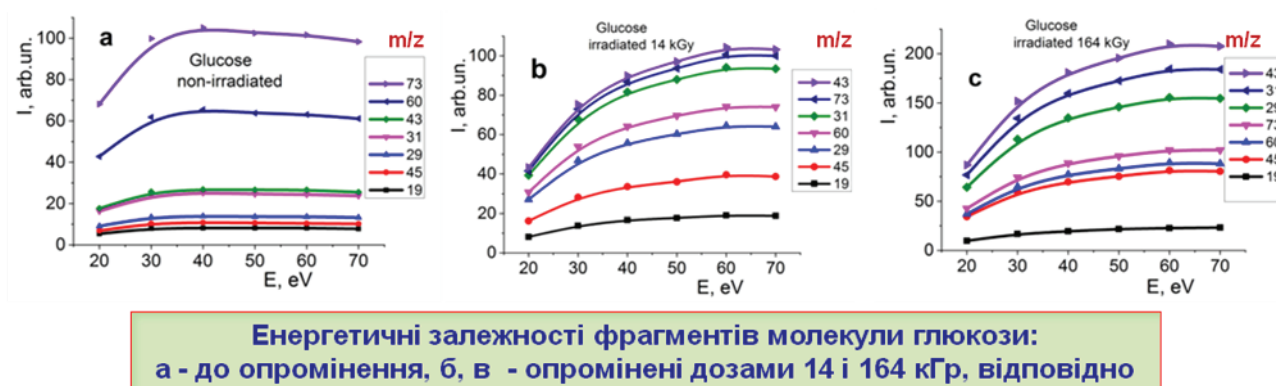


Рис. 11. V. Maslyuk, A. Zavilopulo, N. Svatiuk, Yu. Bandurin. *Cell Biochemistry and Biophysics* (2023).

Робота має явно біофізичне спрямування, а її результати важливі для визначення стійкості моносахаридів, зокрема глюкози, відносно різного роду перетворень, що пов'язані з радіаційними потоками.

Як видно, майже всі результати, а вони, справді, справляють непогане враження і практично всі опубліковані в журналах 1-го квартілю, що є характерною ознакою вимог, які ставляться до академії з боку керівних органів, а також переважною частиною платників податків, які хотіли б від наукової сфери лише застосувань, а про основоположні питання науки, які є предметом фундаментальних досліджень, або «*basic research*», як вони звуться на заході, ніхто дбати не хоче. Вузко-утилітарне бачення ролі наук притаманне не тільки нашій країні. Проте коли наша країна знаходиться у смертельному протистоянні з вічним ворогом, вимоги до нашої науки з боку суспільства стають жорсткішими, і ми справді маємо щось переглянути у нашому ставленні до головних проблем сьогодення. Якщо раніше мені здавалося, що академія – це організація, де головний наголос і головні зусилля сконцентровані на фундаментальній складовій, від якої вимагається одне – мати світовий рівень, то тепер треба робити суттєву поправку, запитуючи, а що ми робимо для оборони, а краще сказати – Перемоги, і що робитимемо, коли війна припиниться і поставнуть задачі відновлення. Не змінюючи своєї думки, що без фундаментальних досліджень нема і не може бути розвитку, все ж трошки зміню акценти.

Справа в тім, що під час, а особливо після війни, мені здається, нам всім треба буде переорієнтуватись. Може, не всім, і не знаю точно скільком, проте, мабуть, переважній більшості працівників Академії прийдеється направити свої сили і знання на прикладні роботи, оскільки відновлення надзвичайно сильно і незрозуміло за що зруйнованої держави вимагатиме зусиль саме в царині застосувань. Не думаю, що вироблення відповідної стратегії є метою нашого сьогоднішнього засідання, але те, що подібні розмови точаться у нашому середовищі, не є секретом. Цього чекає від нас влада і суспільство. Єдине, чого не вистачає, – чіткого розуміння, на що мають звернути увагу і чим зайнятися прекрасні фізики, переважна більшість яких, припускаю, мають необхідні компетенції для вирішення багатьох проблем, але не знають самих проблем.

Тим не менш, ми маємо приклади доволі успішних прикладних розробок. Так, в Інституті фізики розроблена іонно-плазмова технологія покриття певних металевих поверхонь, до яких, зокрема можна віднести артилерійські стволи.

Оброблені цією технологією стволи, збільшують час свого використання в реальних умовах до двох разів. Цікаво, що цій технології передували чисто фундаментальні дослідження **Олександра Габовича, Вячеслава Горшкова**, який нещодавно раптово пішов з життя, та інших, результати яких позаминулого року відзначені Державною премією України, а останні прийняв до друку такий науковий

гранд, як журнал *Nature*, і вже потім була подана Заявка на патент.

Інший приклад прикладної розробки, для якої була по суті використана близька технологія, надав Інститут металофізики ім. Г.В. Курдюмова.

Вчені цього Інституту, завдяки застосуванню геліконних джерел плазми, яка має високу густину, отримали низку покриттів багатокомпонентних плівок із властивостями, близькими до вихідного матеріалу; синтезували діелектричні плівки нітриду алюмінію (AlN), що дало можливість використовувати їх в якості основи для отримання наноструктур і ефективних інтерфейсів.

Аналіз результатів довів реальність і стимулював створення покриттів інфрачервоного (ІЧ) маскування на основі AlN, плівки якого виявляють високу теплопровідність, що важливо, і особливий ІЧ-спектр. Покриті ними поверхні суттєво (у понад 10 разів) втрачають оптичний контраст порівняно з фоном у широкому температурному діапазоні – від $-4\text{ }^{\circ}\text{C}$ до $+15\text{ }^{\circ}\text{C}$. Це перевірено ВАТ «Мередіан» у польових умовах для маскування БПЛА, максимальна дальність визначення якого зменшилась більше, ніж у 2 рази (рис. 12).

Нарешті, в Інституті радіофізики і електроніки ім. О. Я. Усикова розробляються різні

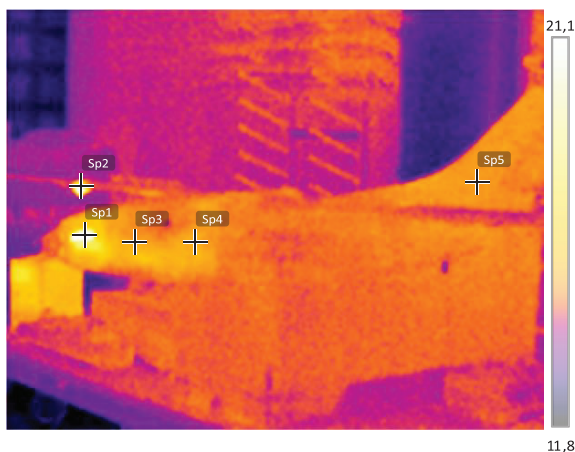


Рис. 12. БПЛА та його ІЧ-зображення з маскувальною плівкою AlN.

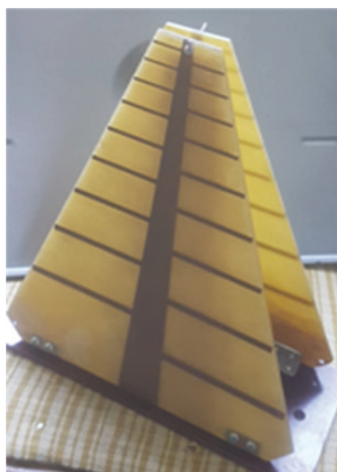
радіоелектронні технології, а на їхній основі засоби, включаючи мобільні, радіобороти з ворожими дронами та іншими БПЛА (рис. 13).

Найбільш цікавою і актуальною вважається розробка антидронових рушниць, яка пройшла польові перевірки і продемонструвала свою ефективність для ураження сучасних дронів типу FPV, Mavic та Mavic-3 на різних частотах. Далекодія цих пристроїв, що мають спеціально створену антену, яку ви бачите на екрані, сягає пів кілометра.

Додам також, що виразну прикладну або близьку до неї спрямованість мають кілька представлених мною кращих результатів установ. Якщо ж говорити в цілому, цікаві ідеї з приводу об'єднання пошукових і цілеспрямованих, зокрема на оборонні проблеми,

досліджень мають, наскільки знаю, Сергій Михайлович Рябенко, Ярослав Степанович Яцків, Ігор Миронович Мриглод, напевно, інші, і ми могли б обмінятися думками, сформулювати наші пропозиції Загальним зборам Академії чи, не виключаю, висловити інші думки. Такий обмін може виявитись тим більш цікавим і, сподіваюсь, корисним, що в залі присутній наш президент Анатолій Глібович Загородній, який, по-перше, може мати своє бачення, а по-друге, краще уявляє і наші можливості, і державну позицію, а також наміри МОН України.

Можна згадати наше недалеке минуле і те, що візитівкою Академії на протязі десятиліть були саме прикладні дослідження, якими вона, будьмо чесними, завоювала авторитет і, принаймні в радянські часи, була видима на



Зовнішній вигляд антени



Антидроноварушниця



Рис. 13. Мобільний засіб радіоелектронної боротьби з ворожими дронами.

фоні союзної і решти республіканських академій. Мається на увазі, що вона має відповідний досвід, але чи є він позитивним для нинішніх «капіталістичних» часів і обставин, сказати не можу. Якщо ні, то, як кажуть, треба діяти «від противного». Ні на чому не наполягаю, але дискусія з будь-яким результатом, ще раз наголошую, була б дуже бажаною. Не треба, та й небезпечно, коли все визначається лише у владних кабінетах. Навіть припустивши, що в них сидять тямущі люди, все одно вони не представляють суті наукової, а також прикладної роботи так, як їх розуміємо ми.

Тепер, як завжди роблю, коротко про світ, або яким був 2023-й рік в науковому аспекті. Для порівняння я наводив кращі наукові результати, спираючись на ті, які щорічно формулював журнал *Science*. При цьому вони стосувалися всієї науки, де близькі нам фізичні результати інколи взагалі не знаходились в топовій десятці. Тепер же подібні рейтинги стали модними і їх можна знайти у багатьох виданнях. Я сам переконався, що такі рейтинги не є об'єктивними, оскільки буквально одиниці результатів згадуються двічі, а тричі – майже завжди виняток типу народження мишенят у двох мишей-самців.

Таке народження від двох самок було серед найкращих досягнень, здається, 5 років тому.

І виявляється, що навіть у природі є винятки, коли дві самки народжують потомство, а от про самців таке невідомо і отримано вперше, що вважається ще одним проривом у генній інженерії, а на ній не зупинятимусь (рис. 14).



Рис. 14. Одностатева пара мишей-самців народила мишеня.

Подумав, що набагато доречнішим показати лише фізичні результати, для чого скористався переліком, який оприлюднив журнал *Physics World*. І це не рейтинг, а хронологічний список досягнень, які приписуються фізиці.

«Вирощування» електродів у живих тканинах

В Швеції винайдена технологія, що дозволяє не приєднувати, а «вирощувати» електроди у тканинах різних організмів. Для цього створено гель, що вприскується у необхідне

місце, а розчинені у ньому ферменти запускають процес полімеризації, результатом якої є утворення молекулярних електродів, що продемонстрували свою довгочасність (рис. 15).

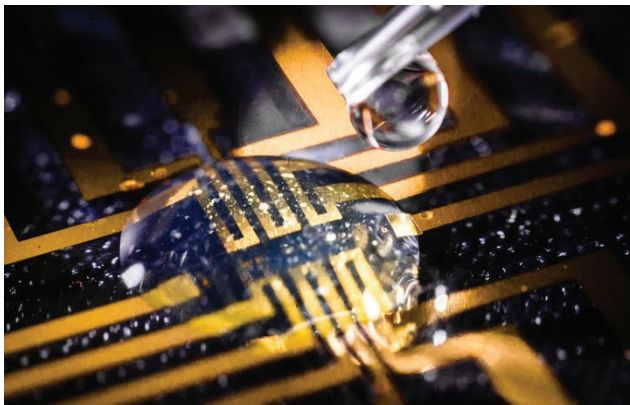


Рис. 15. Вирощування електродів у живих тканинах.

Експерименти проведені на рибах, але у дослідників не виникає сумнівів, що досить скоро ця технологія перейде до лікувальної медицини.

Наступний результат, на жаль, картинкою не супроводжується і полягає у **Симуляції розширення Всесвіту**, яку здійснила команда дослідників з Німеччини, Бельгії та Іспанії. Вони використали конденсат Бозе-Айнштайна, в якому знаходяться бозони при низьких температурах, який імітував Всесвіт, а поля моделювалися квазічастинками конденсату. Змінюючи в ньому довжину розсіяння атомів, вчені примусили «всесвіт» розширюватися з різною швидкістю і вивчати, як квазічастинки створюють флуктуації густини. За сучасними припущеннями схожі процеси мали місце після народження Всесвіту, а отже з'являються перспективи розкриття загадок його появи.

Відтворення досліду Юнга у часовій області

Як відомо, рівно 220 років тому, у 1803 році, Томасом Юнгом, який спостерігав інтерференцію світла, була встановлена його хвильова природа. Дві показані щілини і розповсюдження світла відомі нам зі школи або з університету. І от через понад два століття вчені Великої Британії, Німеччини та США повторили цей експеримент не у просторі,

а в часі. Для цього використовувалося напівпровідникове дзеркало зі змінним відбиттям. Двічі швидко переключаючи його, вони начебто створювали дві щілини у часі. Світло ж, відбиваючись від такого дзеркала, утворювало інтерференційні смуги вздовж частотного спектру відбитого світла, тобто інтерференція мала місце не в просторі, а на різних частотах. В повідомленні не пояснюється, чому відбите світло змінює частоту, але таке може в принципі бути, якщо мова про ефект Доплера. Натомість, стверджується, що результати є важливими для створення оптичних комп'ютерів (рис. 16).

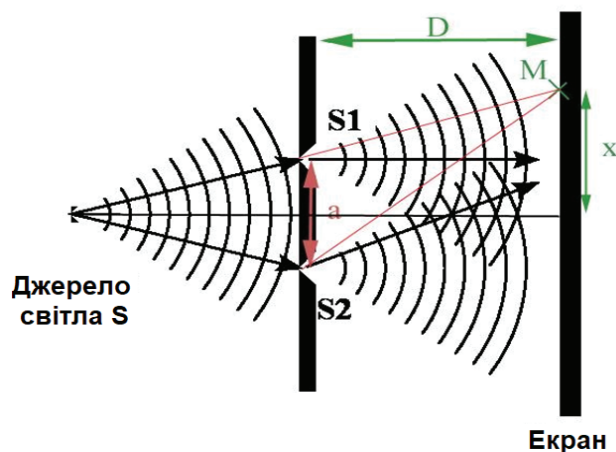


Рис. 16. Відтворення досліду Юнга у часовій області.

Створення масштабної квантової мережі

До кращих віднесено роботу вчених з Австрії та Франції, які створили оригінальний квантовий повторювач і змогли здійснити передачу даних на відстань 50 км через звичайну телекомунікаційну мережу. Цією роботою вперше продемонстрована фактична наявність елементів і технологій, які мають лягти в основу побудови багатовузельних квантових мереж.

Перше рентгенівське зображення єдиного атому

Колектив вчених з США, країн Європи та Китаю вперше за допомогою рентгенівської скануючої тунельної спектроскопії отримав знімок одного атому. До 2023 року вдавалося

знімати лише структури, що містять десятки тисяч атомів. Подолати обмеження допомогло додавання до детектору гострого металічного наконечника, який міг працювати на відстані 1 нм від зразка. Це, здавалося б, просте удосконалення дозволило фіксувати унікальні особливості розподілу заряду в околі кожного з хімічних елементів, що входили до зразка. Результати знайшли застосування в екології для визначення присутності в тому чи іншому середовищі присутності найдрібніших кількостей отруйних речовин.

Докази щодо того, що ранні галактики змінили Всесвіт

Телескоп «Джеймс Уебб» серед іншого досліджує еволюцію Всесвіту. Вірніше, відповідні експерименти здійснила міжнародна команда дослідників, яка знайшла переконливі аргументи, що ранні галактики зіграли ключову роль в процесах реіонізації Всесвіту, які почалися через приблизно 1 млрд років після великого вибуху. Іонізація нейтрального міжгалактичного водню ультрафіолетовим випромінюванням цих галактик зробила Всесвіт прозорим. Зі знімків, що зроблені інфрачервоною камерою телескопу «Джеймс Уебб», впливає кореляція між розташуванням давніх галактик і «міхурів», де, власне, реіонізація і розпочиналася.

Треба зауважити, що близькі проблеми вивчає Юрій Іванович Ізотов з колегами, включаючи зарубіжних.

Антиматерія підпорядковується законам гравітації

Восени 2023 року група вчених, що працює в рамках проєкту *ALPHA*, присвяченого вивченню властивостей антиматерії, зробила відкриття. Вони спостерігали явище і вимірювали параметри вільного падіння атомів антигідрогену в полі земного тяжіння. Експерименти однозначно довели, що короткоживучий об'єкт, що складається з антипротону і позитрону при падінні відчуває силу саме притягнення, хоча й на 25% меншу, ніж відчувають атоми гідрогену. Відкриття полягає у тому, що антиатоми притягувалися до Землі, а не відштовхувалися від неї з силою, яка дорівнює притягненню звичайної речовини, як гадали раніше. Що сто-

сується причин відмінності гравітаційних сил речовини і антиматерії, то наразі їх визначення вписано у план роботи цієї колаборації.

Південнокорейське «штучне сонце»

Звісно, що кожний з нас міг би доповнити цей престижний відбір. Наприклад, я б додав успіх фізиків і інженерів з Південної Кореї, які наприкінці минулого року досягли тривалість роботи термоядерного реактора при температурі 10^8 К до 48 секунд, що є рекордом для термоядерного синтезу на Токамаках. Попередня тривалість становила 31 секунду і була досягнута три роки тому. Нехай досягнення, начебто, невелике, але плазменщики вважають його принципово важливим на шляху до необмеженої і чистої енергії.

Спеціалісти поставили за мету досягти 300 секунд для тієї ж температури, щоб перейти на роботу реактора, коли він витрачає менше енергії, ніж віддає, що зуміли зробити інші дослідники, які задля підпалення плазми використовують конкуруючий лазерний спосіб. Про це я розповідав минулого року.

Підсумовуючи, звертаю увагу і припускаю, що ви це теж помітили, що коли не всі, то майже всі передові результати отримані у міжнародній співпраці. Не перевіряв, та й не міг, але впевнений, що у подібних колективних дослідженнях беруть участь і наші співвітчизники, що добре. Але було б ще краще, якби хоч щось ми могли робити, як кажуть вдома, а не далеко від нього.

Наступне питання звіту – наші показники. На рис. 17 ви бачите, що є наше відділення на 01.01.2024, де наведені деякі узагальнюючі дані за числом співробітників різних звань, ступенів і посад.

Ці показники можна коментувати, але і так, мені здається, все прозоро. Вони впродовж останніх років практично без змін. Хоча внаслідок воєнних дій багато хто від'їхав або в іншу місцевість, або країну. Деякі там знаходяться, щонайменше, весь час війни. Серед них достатньо багато членів Академії, які не прибули навіть на Загальні збори, причому їх стільки, що, зізнаюсь, ми не були впевнені, що нам вдасться задовольнити кворумної кількості, чого, на щастя, не сталося. На за-

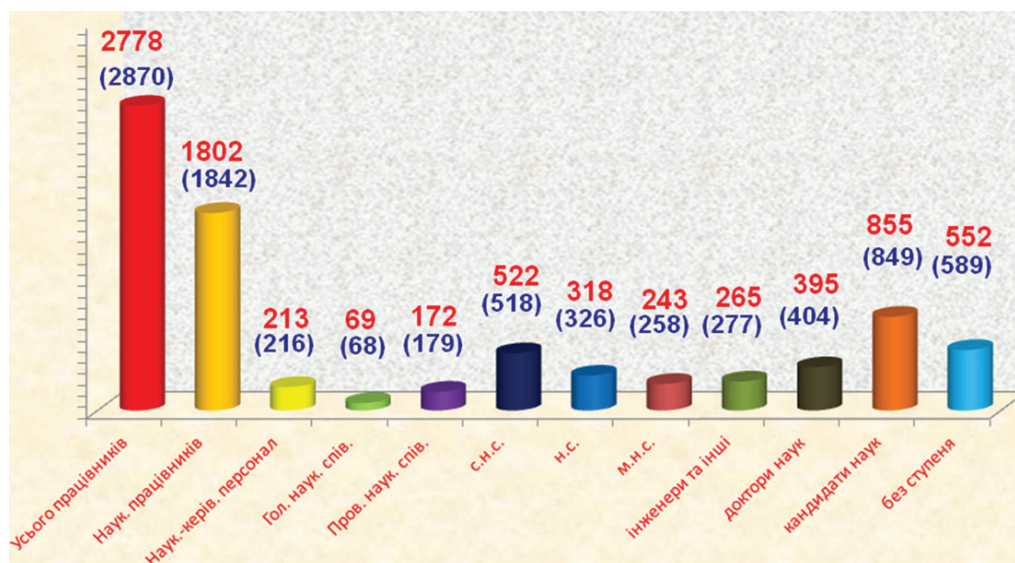


Рис. 17. Структура наукових кадрів ВФА НАН України.

гальні кількісні показники це впливає мало, якщо зменшення штату установ на 3% вважати несуттєвим. На діаграмі показані цьогорічні показники (червоним) і в дужках – минулорічні (синім). Не буду говорити про кожний, але легко переконатись, що майже по всіх позиціях спостерігається те чи інше зменшення.

Тенденція щодо середнього віку, яка, як кажуть у медицині, досить стабільно-важка і за вже класичним висловлюванням, маємо, що маємо. Дещо неоднорідне багаторічне зростання приблизно на рік в рік. І хоч впливати на вік ми не в змозі, тим не менш, наші доктори трошки помолодшали, хоча говорити про тенденцію зарано. Їхній середній вік 67,5, а кандидатів 50.

Далі монографії, видані нашими інститутами по роках. У звітному після минулорічного падіння їхнє загальне число можна вважати досить пристойним.

Якщо брати по інститутах, то видно, що крім ДонФТІ та ІЕФ, всі інститути мають чим звітувати, а перед ведуть Інститут фізики, ІТФ і ІнМаг (рис. 18).

Коротко про захисти. Загальна картина. Вона невтішна (рис. 19).

Мабуть, через ковід ми мали минулорічне провалля. Тепер війна, і якщо можна говорити, що щось зсунулось, то, скажу відверто, радіти нічому. Один захист докторської

на все відділення навіть у воєнні часи, коли ми так чи інакше працюємо, погодьтесь не та цифра, якою ми можемо бути задоволені. Кандидатські захисти теж впали, але якщо врахувати докторів філософії, то сумарна кількість оступенених зросла майже втричі. Хоча зрозуміло, що досягти показників кількарічної давнини навряд чи вдасться у найближчій перспективі.

Що стосується кандидатів і докторів філософії по інститутах, то ми показали їх однією – сумарною – цифрою. Тут, як зазначалося, ситуація дещо краща, але у третині інститутів не було й таких захистів. Це не може не турбувати і лише зайвий раз сигналізує про тривожну ситуацію з молоддю, що, на жаль, відчуває вся Академія.

Завершуватиму зізнанням, що не відаю, чого чекати від майбутнього. Натомість, не покидає думка, що без певної модернізації НАН України, оновлення її структури, напрямів діяльності, які б більше відповідали потребам сучасності та суспільства, відслідковували б русла світових тенденцій, не обійтись. Мені важко сформулювати дорожню карту – це головний промисел президента, крім того, мене легко звинуватити у певному популізмі, але я б остерігався б змін, які нам можуть бути нав'язані зверху або накреслить недавно створена Наукова рада. Треба діяти на виперед-

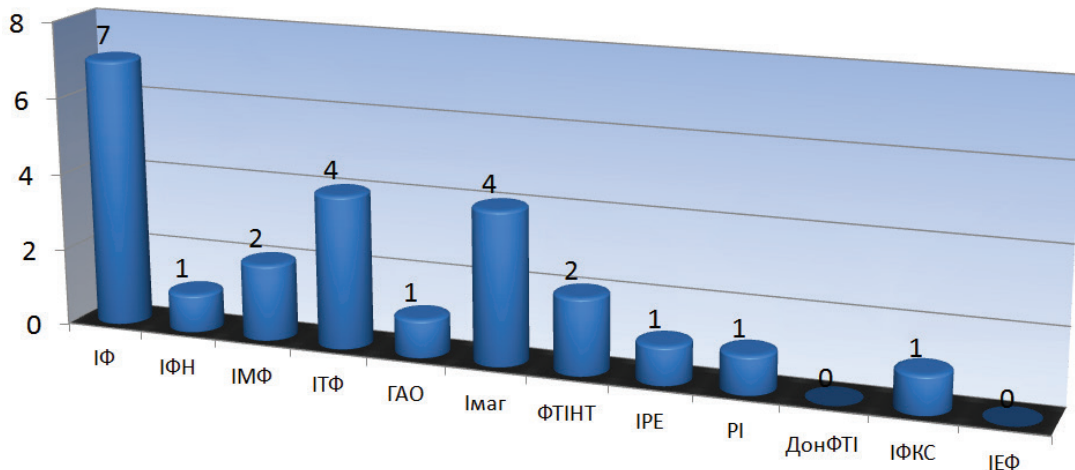


Рис. 18. Видання монографій в установах ВФА НАН України у 2023 році.

ження або в парі з Науковим комітетом, якому довіри більше.

Не виключаю, що питання про реформування Академії стоїть окремо, і коли починаєш розглядати його предметно, воно виявляється надзвичайно непростою справою. І не тому, що вона складна – ні, а тому, що передбачає демократичні процедури. Адміністративні методи керування в академії, з її академічною свободою, не проходять і треба намагатися знаходити консенсус між усіма зацікавленими сторонами, які часто-густо мають одну мету, але бачать різні, іноді протилежні, шляхи її досягнення. Мабуть, через це, попри м'який тиск президента стосовно явного опору змінам, не знайшли підтримки запропонованій нашим відділенням пропозиції щодо перетворення все ще до певної міри закритого «ручного» розподілу бюджетних коштів (який спирається, як говорять, на досягнутий раніше, часто ще в АН УРСР), а також стосовно оптимізації академічної структури.

Спонтанно такі метаморфози, як правило не стаються, і мені здається, що для їх здійснення необхідно дві умови: 1) чітке розуміння, що є слабкою і несучасною ланкою, яка не відповідає нормам незалежної держави, а залишилася від устрою з однопартійною системою і нав'язаними кожному громадянину певними поглядами; 2) наявність політичної волі. Перша умова по суті уособлює структуру і розподіл коштів в Академії, а другої явно бракує,

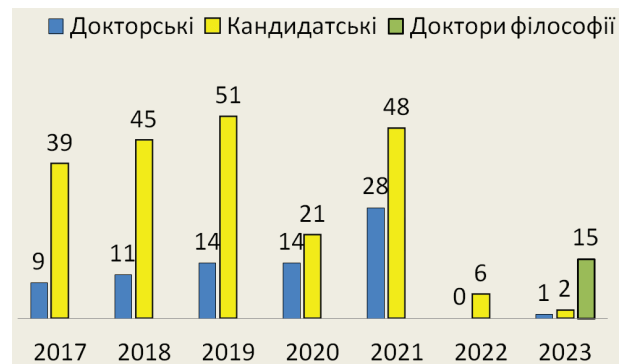


Рис. 19. Захист дисертацій.

коли йдеться про дії. При цьому не менш як 75–80% наукової частини Академії і практично вся її Президія вважають, що зміни не на часі, бо війна, і будь-які зміни можуть внести хаос у більш-менш стабільну роботу, яка тільки-но почала викликати інтерес з боку різних держструктур, підприємств і компаній. Проте, на мою думку, за яку можу вибачитись, такий опір Академії, її занадто твердий консерватизм стосовно навіть необхідних змін, не свідчить на її користь.

Безумовно, розподіл грошей має бути прозорим, зрозумілим, стимулюючим і гнучким, урахувувати якісні показники діяльності кожної установи, аби її співробітники мали уявлення, на що слід спрямовувати зусилля для отримання більшого фінансування (саме такі цілі, а не вигідність фізикам або астрономам ставила перед собою комісія ВФА). Про це ми

неодноразово говорили впродовж останніх не менше двох років, тому фінансування торкатися не буду. Єдине, що варто зазначити, що запропонована комісією ВФА схема розподілу базового фінансування саме між установами, а не між Секціями або відділеннями відповідає Закону про науку, на що керівництво не погоджується, маючи свої аргументи. Пізніше, в кінці засідання, сподіваюсь, ми обговоримо ці питання, оскільки, наприклад, Сергій Михайлович Рябченко має додаткові міркування щодо структури розподілу держбюджету.

Структура також має бути оптимальною, а не такою, коли є відділення з 2–3 установами і відділення, де установ на порядок більше, або є головний інститут, який свого часу великодушно відпустив у вільне плавання пару-трійку своїх відділів, які перетворилися на окремі юридичні особи.

Але перед тим, як говорити про структуру, покажу структуру АН деяких європейських країн. Вибрав більш-менш близькі до нашої. Ви бачите (рис. 20), що структури різні, а науки по відділенням об'єднуються так, як це

Польська АН	Чеська АН	Угорська АН
1. Відділення математики, фізики, хімії та наук про Землю	1. Секція неживої природи	1. Відділення математики
2. Відділення біології та аграрних наук	2. Секція живої природи та хімії	2. Відділення фізики
3. Відділення медичних наук	3. Секція суспільних і гуманітарних наук	3. Відділення хімії
4. Відділення гуманітарних та соціальних наук		4. Відділення біології
		5. Відділення медицини
		6. Відділення сільського господарства
		7. Відділення наук про Землю
		8. Відділення технічних наук
		9. Відділення філософії та історії
		10. Відділення права і економічних наук
		11. Відділення лінгвістики

Рис. 20. Структура АН деяких європейських країн.

приймається науковою спільнотою конкретної країни. Цікаво, що Болгарська АН ні Секцій, ні відділень не має, а об'єднує 39 інститутів, кількість яких до вступу в ЄС складала 86. Голова БАН очолює Раду директорів, в яку входять 27 осіб, яка і ділить кошти між інститутами.

Мої розмови з колегами показали, що у нас багато прибічників Польської АН з її 5-ма відділеннями, Секцій немає. Таку структуру вона сформувала після розвалу Варшавського блоку і страшенної скрути середини 90-х, коли майже припинила існування, але втрималася, зазнала деяких серйозних перетворень і наразі є шанованою і знаною в Європі. Цьому неабияк сприяв вступ до ЄС, коли уряду Польщі була висунута окрема умова стосовно видатків на науку, які не можуть бути нижчими за середні по ЄС 1.5% ВВП. Це означало їхнє зростання у 4 рази, на що Польща не

піти не могла, бо членство в ЄС було найголовнішою задачею. І коли це сталося, наука і її штаб ПАН, як кажуть піднялися з руїн і тепер Академія є дуже сильною і авторитетною організацією, яку поважають і керівництво Польщі, і її суспільство.

Для порівняння структура РАН, яка після злиття «старої» РАН з медичною і аграрною академіями організована 13-ма відділеннями. Але мені здався більш показовим приклад Академії наук Китаю, яку було організовано лише у 1949 році. Тобто ми на три десятиліття старші за неї. Я не буду говорити про її фінансування – воно для нас недосяжне навіть у далекій перспективі, а скажу таке. На початок 2024 року в ній було 806 членів, число яких не обмежується, але обертися до неї дуже складно, тому, напевно, членство є супервизнанням кожного дослідника і авторитет академіка

сумнівам не підлягає. В її складі 114, а не 150, як у нас, установ і 71 тисяча науковців (у нас приблизно 13 тисяч).

Але абсолютні цифри мало про що свідчать, тому розглянемо нормовані показники: в Китаї 1 член академії припадає на 1,2 млн жителів, в Україні – на 50 тис. Іншою мовою, за «китайською нормою» ми мали б мати НАН України з 25 членами, а не 600-ма. З долею іронії зауважу, що або у них мало академіків, або у нас 20-кратний «перебір», хоча сказати, що їхня наука поступається нашій, було б нечесним. В АН Китаю 61 тис. аспірантів (у нас на порядок менше), три університети і від початку створення до 2020 було лише 5 відділень. При цьому треба все-таки сказати, що Китайська АН є найвищою в країні науковою організацією в галузі природничих наук, оскільки є набагато менша (4,2 тис. працівників) окрема Академія суспільних наук. Я говорю лише про природничу АН і прошу не робити жодних аналогій, а сприйняти наступну інформацію лише як факт.

Там, як і у нас, в 2020 році відбулися вибори президента АН, на посаду якого обрали теж фізика Хоу Цзяньго, до речі обраного на вакансію, від назви якої «*наноматеріали, мікроскопія, фізика і хімія одиничних молекул*», особисто я відчув задоволення. А вже у 2021 році вона реструктурувалася, а вони вважають, що осучаснилася, і нова структура містить 6 відділень, і ви можете порівняти старі і нові їхні назви.

Не маю інформації, як таке вдалося зробити за рік, не виключаю адміністративного втручання, але для нас це все одно має бути певним закидом, бо швидкість наших дій незрівнянно менша ми все ще там – в АН УРСР. Китайці зуміли об'єднати математиків з фізиками, зберігши хіміків і дослідження Землі, виокремили розвиток ІТ та науки про життя, які раніше були в хімічному відділенні, тобто збільшили кількість відділень. Я не маю на увазі, що китайські колеги праві, але приклад переформатування відділень, гадаю, може бути цікавим.

Що мене навіть більше приваблює – це відсутність членів-кореспондентів, яких ця

академія ніколи не мала, за що я не втомлююся агітувати вже дець два роки, або раніше, ніж дізнався про цю особливість Китайської АН. Проте ніхто не чує і не хоче визнавати, що «напівчленство» – це абсолютно совковий спадок, який нагадує практику річного випробувального терміну для кандидатів у члени компартії, тобто осіб.

Заради точності мушу нагадати, що члени-кореспонденти були ще в Петербурзькій академії і єдине, чим відрізнялися від членів (академіків), – це звітування перед колегами і керівництвом листуванням, а не очними виступами. Статус *всіх* членів був *однаковий!* Ніхто не бере чи не хоче брати до уваги, що в нашій Академії перші шість щорічних виборів у 1918–1923 роках також були виключно академічними і лише у 1924 році, коли радянський режим став всемогутнім, виборні процедури отримали логічну для нього «малесеньку» поправку, а саме: разом з академіками оголошувати вибори і членів-кореспондентів, які не листувалися з Академією, зате зразу погоджувалися на статус, нижчий за статус дійсних членів, що зберіглося й до наших незалежних часів, коли ми можемо і маємо щось змінити, обираючи лише її повноправних членів. Звісно, не шляхом перейменування звань нинішніх членів-кореспондентів, а просто не оголошуючи у виборах відповідних вакансій. При цьому останні, хто бажає, безумовно, мають мати право балотуватися, як і інші претенденти.

З цих змін можна було б почати. Проте мені здається, що є проблема, причому принципова, яку Академія також мала б підняти, більше того, відіграти ключову роль у її вирішенні – маю на увазі розширення і поглиблення *української ідентичності* через максимальне віддалення України від Росії на рівні менталітету українців, а не за географією, зрозуміло. Хотілося б, щоб ми якомога швидше позбавлялися російських наративів, їхнього імперського ставлення до інших країн і народів, наших уявлень, що росіяни в чомусь кращі за нас, розумніші, вправніші, вірили б в силу права, а не в право сили. Можливо, це не моя парафія, але бачу, що Академія тут ба-

гато чого могла б зробити або ініціювати. Наприклад, написати невикривлену, тобто під нашим кутом зору, історію Росії (ідею підказав член-кореспондент А. М. Негрійко), внести пропозицію щодо поступового переходу на латиницю, хоча вже чую заперечення, що кирилиця ніби не є російським винаходом, але, на мою думку, з міркувань доцільності така акція також сприяла б вкрай бажаному розриву. Нарешті, з цієї ж точки зору обґрунтувати заміну залізничних колій з радянської відстані між рейками на європейську.

Гадаю, через надто тривожну ситуацію, яка наразі склалася в нашій країні, «святкова», як припускав, стаття вийшла надто серйозною і задоволюю. Думав щось пояснити, про щось попередити. Важко сказати, чи почують в МОН пропозиції щодо нашої з ним когерентної роботи на кшталт АН СРСР і ДКНТ, але у всякому разі слід намагатися хоч якось донести до свідомості і влади, і пересічних громадян, що Академія, нехай не ідеальна і з серйозними проблемами, але в межах можливого працює і, безумовно, отримує результати, зокрема й ті, які Україні конче потрібні. Як зауважив Ярослав Степанович Яцків, Академія – це *«курка, яка несе золоті яйця»*. Нехай це образне перебільшення, але мораль проста – не треба її знищувати, вона має продовжувати свою справу.

На моє переконання, останні 32 роки довели необхідність зменшити свербіж «зовнішнього» реформування, яке за повної відсутності уваги до науки та її справжніх проблем, а також при мізерному фінансуванні поставили Академію на грань майже повного краху. Я б пропонував, хоча б на короткий час залишити її в спокої, надавши можливість вільно працювати, бо вчені мають бути розкутими у своїй творчості, позбавленими цілевказівок людей, які мало що в науці розуміють. Тільки самі вчені спроможні визначити, що в науці актуально, а що ні. Звісно, не без допомоги держави.

Розробляючи стратегію навіть для академії, ми маємо знати, на що розраховувати: хочемо ми бути серед розвинених країн або

тільки тримати рівень, не плануючи бути на передньому краї і користуючись чужими досягненнями. Таке теж не виключене. Або спиратися лише на себе. Не можна кидати нам кістки, а питати, як у ситих і гарно живущих. Це аморально!

З іншої сторони, розвиткові сприяють амбіційні задачі міжнародного рівня, які треба формулювати, створюючи відповідні умови для роботи. Як науковець, я відчуваю, що для дослідника участь у розв'язанні великих проблем є первинним. Другим, наголошу, є можливість проведення досліджень на сучасних інструментах, відкритість, мобільність, а вже потім рівень соціального забезпечення, але він не може бути ганебним, бо тоді нікого не утримаєш. Будь-який науковець, особливо молодий, має отримувати достойну зарплатню, бути впевненим у своєму і своєї сім'ї благополучному сьогодні та майбутньому.

Приводи для оптимізму знайти важко. Вони у надії, що вистоїмо, збережемо академію і доведемо нашим урядовцям, депутатам різного рівня, а також пересічним громадянам, що без дбайливого захисту нашої праці щасливого майбутнього в Україні не буде. За втратою науки неминуче йде вмирання освіти, якісної медицини, оборонної могутності.

Треба всіляко намагатися донести до свідомості, насамперед пересічних громадян, що наука вимагає довіри і підтримки не тільки тому, що несе світло добра, знань, доброчесності та порядності, а через її прикладні можливості, які зрештою і змінюють світ.

При цьому в мене не має жодного сумніву, що, як і всі українці, вчені мають колосальну мотивацію робити все залежне від них, аби наблизити Перемогу над брутальними потворами, які прийшли нас нищити. Академія готова сумлінно займатися оборонними, медичними, екологічними та багатьма іншими нагальними проблемами країни, не забуваючи при цьому і про фундаментальну науку, яка також потребує відродження і без якої ніякі застосування неможливі.

Стаття надійшла до редакції 17.06.2024 р.

UDC: 53, 52

DOI: <https://doi.org/10.18524/1815-7459.2024.2.307065>

**MAIN RESULTS OF SCIENTIFIC RESEARCH OF THE DEPARTMENT
OF PHYSICS AND ASTRONOMY INSTITUTES OF THE NAS
OF UKRAINE FOR 2023–2024**

V.M. Loktev

National Academy of Sciences of Ukraine, Volodymyrska str., 64,
01601, Kyiv, vloktev@bitp.kiev.ua

Summary

Based on the analysis of the scientific activities of the institutes of the Department of Physics and Astronomy of the National Academy of Sciences of Ukraine, the main most significant results of fundamental and applied research obtained in accordance with the relevant thematic plans, as well as in cooperation on a contractual or grant basis with foreign organizations, including international programs, are presented.

An assessment is given to the obtained research results of the institutes of the department from the standpoint of the achievements of world science.

The importance of the activities of the Department of Physics and Astronomy, which should be strengthened in the conditions of waging an aggressive Russian-Ukrainian war for the needs of Ukraine's defense, is noted.

A significant part is devoted to the need for further work of the Department of Physics and Astronomy, the Presidium of the NAS of Ukraine, in general in the scientific sphere in Ukraine, and reform issues.

The uncertainty of government agencies in relation to the National Academy of Sciences of Ukraine and science in general is noted.

This is manifested in many aspects and, in particular, in the permanent meager financing, which in itself brings both the NAS of Ukraine and the scientific and technical sphere closer to a critical point.

Some of the presented research results of the department and their applied aspects directly relate to the topic, which is fundamental to our journal. Authors and readers of the journal can use the information for cooperation in solving current physical and technical problems.

Keywords: science, physics, National Academy of Sciences of Ukraine, achievements, problems

УДК: 53, 52

DOI: <https://doi.org/10.18524/1815-7459.2024.2.307065>

ОСНОВНІ РЕЗУЛЬТАТИ НАУКОВИХ ДОСЛІДЖЕНЬ ІНСТИТУТІВ ВФА НАН УКРАЇНИ ЗА 2023–2024 РОКИ

В. М. Локтєв

НАН України, вул. Володимирська, 64, 01601, Київ, vloktev@bitp.kiev.ua

Реферат

На основі аналізу наукової діяльності інститутів Відділення фізики і астрономії Національної академії наук України наведені основні найбільш вагомні результати фундаментальних і прикладних досліджень, отриманих згідно відповідних тематичних планів, а також у співпраці на договірній чи грантовій основі з зарубіжними організаціями включно за міжнародними програмами.

Дається оцінка отриманим результатам досліджень інститутів відділення з позиції досягнень світової науки.

Відзначається значимість діяльності ВФА, яка має в умовах ведення агресивної російсько-української війни для потреб оборони України посилитись.

Значна частина відведена необхідності подальшої роботи ВФА, Президії НАН України, вцілому в науковій сфері в Україні, питанням реформ.

Відзначається невизначеність державних структур у ставленні до Національної академії наук України і до науки загалом.

Це проявляється у багатьох аспектах і, зокрема, у перманентному мізерному фінансуванні, що саме по собі наближає і НАН України, і науково-технічну сферу до критичної межі.

Деякі представлені результати досліджень відділення і прикладні їх аспекти напряму стосуються тематики, яка є основною для нашого журналу, і автори та читачі журналу можуть скористатися інформацією для співпраці у розв'язанні актуальних фізико-технічних проблем.

Ключові слова: наука, фізика, Національна академія наук України, досягнення, проблеми