

---

В.М. ЛОКТЕВ

## ВІДДІЛЕННЯ ФІЗИКИ І АСТРОНОМІЇ НАЦІОНАЛЬНОЇ АКАДЕМІЇ НАУК УКРАЇНИ

---

В останні п'ять років, попри скрутне фінансування, наукові установи Відділення фізики і астрономії НАН України працювали в рамках затверджених тем і різних цільових науково-технічних програм, щороку видаючи «на гора» результати фундаментальних і прикладних досліджень, які після стандартної процедури таємного рецензування публікувалися у вітчизняних і найпрестижніших міжнародних фахових виданнях. Нижче ми коротко зупинимося лише на тих результатах, які вчені Відділення визнавали як найуспішніші й такі, що поповнюють скриньку здобутих знань у тому чи іншому науковому напрямі фізичної науки.

Без перебільшення можна стверджувати, що 2009–2013 рр. були періодом, упродовж якого науковці Відділення докладали всіх зусиль, щоб посилити свої позиції на найактуальніших напрямках розвитку сучасної фізики. Вони продовжували успішно працювати в кількох потужних міжнародних колабораціях, а у найбільшій із них і, мабуть, найважливішій з погляду принципів очікування, яка виникла навколо Великого адронного колайдера в ЦЕРНі, наші вчені разом із представниками деяких інших відділень НАН України стали співавторами перших наукових публікацій, гідно представляючи українську науку в цьому важливому проекті.

У Відділенні проводилася інтенсивна робота зі створення й удосконалення Гігант-

ського українського радіотелескопа (ГУРТ), який будують не лише як окрему потужну вимірювальну установку, а й як важливу ланку в групі європейських радіотелескопів, об'єднаних в єдину систему, що має істотно розширити можливості фахівців у вивченні найглибших проблем близького і далекого космосу. Слід зазначити, що створення телескопів, прискорювачів та інших великих і надзвичайно дорогих приладів — цього невід'ємного підґрунтя сучасної фундаментальної фізики — відбувається з допомогою вітчизняної промисловості й зарубіжних партнерів саме в системі НАН України, а не в університетах (як це, між іншим, має місце за кордоном).

Окремо хотілося б сказати про 2009 рік, який видався особливим у житті Відділення, оскільки на честь 400-річчя перших телескопічних спостережень зоряного неба Галілео Галілеєм за ініціативою ЮНЕСКО його було проголошено Міжнародним роком астрономії. Приємно відзначити, що астрономи Відділення фізики і астрономії НАН України мають здобутки світового рівня. Зокрема, вони склали детальні каталоги положень радіоджерел. Їх було використано під час створення нової небесної системи координат ICRF2, яку Міжнародний астрономічний союз з 1 січня 2010 р. визнав як світовий стандарт. Крім того, синхронними спостереженнями в дека- і дециметровому діапазонах хвиль виявлено спорадичне радіовипромінювання двох нових активних зірок.

Нині, навіть у розвинених країнах світу, найгостріше стоїть питання лідерства у сфе-

рі високотехнологічної продукції, випуск якої найчастіше пов'язаний з необхідністю виконувати великі за обсягами комп'ютерні розрахунки. Тому разом з відділеннями ядерної фізики і енергетики та інформатики вчені нашого Відділення зробили значний крок у модернізації та розширенні можливостей загальноакадемічної грид-мережі, яка істотно збільшила обчислювальні потужності для використання фахівцями різного профілю — математиками, фізиками, геологами, хіміками, біологами тощо — у розв'язанні фундаментальних і прикладних завдань, у тому числі міждисциплінарного характеру. Крім того, вищі навчальні заклади України почали готувати відповідних і конче потрібних спеціалістів з паралельного програмування. Все це дає надію, що і промисловість урешті-решт почне використовувати результати таких обчислень, а так зване наукове прогнозування стане пріоритетом у розвитку країни. Проте поки що грид-технології застосовують переважно фізики-теоретики для розв'язання задач про структуру мікро- і макросвіту.

Як відомо, Нобелівську премію з фізики у 2010 р. було присуджено за проривні експерименти зі створення і дослідження нового фізичного об'єкта — двовимірного кристала графену. Приємно відзначити, що українські теоретики посідають у світі провідні позиції у вивченні графену; вони навіть стали одними з головних дійових осіб у розвитку нових уявлень про природу цього матеріалу, а також у створенні теорії електронних властивостей так званих релятивістськи подібних конденсованих середовищ, з якими тепер пов'язують досить обґрунтовані надії щодо зародження і вибудовування нового етапу розвитку мікро- і наноелектроніки — розроблення швидкодійних електронних пристроїв і елементів майже атомарних габаритів. Узагалі досягнення українських фізиків — теоретиків і експериментаторів — у нанofізичних і нанотехнологічних дослідженнях нині перебувають на гідному світовому рівні. Цьому сприяє той факт, що ці дослідження виконуються в рамках двох науково-тех-

нічних програм — української, а також спільної з російськими колегами.

Варто підкреслити також, що за звітні роки вчені Відділення отримали низку пріоритетних результатів. Наприклад, запропоновано механізми народження і розповсюдження гігантських атмосферних вихорів — циклонів, тайфунів, торнадо; з'ясовано фактори, що контролюють здатність конструкційних матеріалів протидіяти крихкому руйнуванню; встановлено незвичайні склоподібні властивості твердого гелію; розроблено та запатентовано схему транспортування магнітних частинок на поверхні плівок; відкрито нову планету в одній із позасонячних галактичних систем; поліпшено робочі параметри найбільшого у світі радіотелескопа УТР-2 тощо.

Якщо говорити загалом, то академічні дослідження з фізики і астрономії концентруються навколо наукових напрямів, у яких наші вчені перебувають серед світових лідерів. Це, зокрема, фізика мікроскопічних взаємодій і фізика макросвіту; фізика твердого тіла і фізика м'якої речовини, в тому числі деякі питання біофізики; оптика і лазерна фізика; фізика низьких температур і радіофізика; астрономія і радіоастрономія. Значну увагу науковці приділяють також розв'язанню актуальних проблем нанofізичних і наноелектроніки та їх застосуванню в сучасних технологіях.

У цілому всі ці напрями збагачено новими досягненнями. Так, у галузі *фундаментальних взаємодій та мікроскопічної будови речовини* заслуговують на увагу розрахунки спектрів елементарних частинок та їх кореляцій при зіткненні ядер, що важливо для інтерпретації експериментів на Великому адронному колайдері. Знайдено також параметри, які описують W- та Z-бозони — найфундаментальніші частинки матерії. Світову базу ядерних даних CSISRS/EXFOR поповнять виміряні значення ефективного порога та переріз заселення ізомерних станів реакції  $^{122}\text{Te}(\gamma, n)^{121\text{m}}\text{Te}$  за енергій 9–20 МеВ.

У галузі *фізики твердого тіла* проведено дослідження просторової переорієнтації

магнітних векторів під дією лазерних імпульсів на магнітні кристали, що надає можливості для керування станом речовини оптичними методами. Передбачено формування вихорових надгранок у магнітних плівках, що відкриває нові горизонти в побудові елементів пам'яті з великою щільністю запису. Встановлено існування додаткових щілин у спектрі гетероструктур магнетик — надпровідник, що має суттєве значення для створення нових надпровідників. Розроблено технології термомеханічного оброблення титанових сплавів для виготовлення високоміцних деталей авіаційного призначення на ДП «Антонов». Створено ресурсозберігаючу технологію виготовлення дротів підвищеної міцності. Нарешті, на основі оптичних методів запропоновано класифікацію вугілля, яка дає змогу уточнити номенклатуру його сортів.

У галузі *фізики низьких температур* виявлено гігантський ізотопічний ефект у тепловому розширенні вуглецевих нанотрубок з гелієм, що зумовлено процесами квантової дифузії. Для КБ «Південне» розроблено обчислювальні програми, за допомогою яких можна розраховувати теплові режими в космічних апаратах в умовах глибокого охолодження під час їх польоту. Спостережено квантову дифузію неону у фулериті  $C_{60}$ , що є важливим для розуміння цього незвичайного явища і відкриває можливість розроблення фільтрів і поглиначів інертних газів на основі вуглецевих матеріалів. Запропоновано новий тип підсилювача електромагнітних сигналів із застосуванням надпровідних кубітів.

Фахівці в галузі *оптики і лазерної фізики* створили теорію так званих темних резонансів, яка дозволяє запропонувати нові конструкції еталонів часу і частот. Розроблено та виготовлено біодозиметр, захищений патентом України. Встановлено закономірності формування мікропористих плівок Au і Ag, які мають удосконалені оптичні характеристики. Розроблено методику вивчення властивостей рідких кристалів, що спирається на принципи сингулярної оптики. Виготовлено

термоелектричний модуль охолодження дзеркала для автоматизованого вимірювального комплексу, який визначає кількість важких вуглеводнів у природному газі. Здійснено двофотонний перехід між основним та ізомерним станами ядра торію-229, що запропоновано для створення надточного стандарту частоти. Розроблено оптоелектронний сенсор метеорологічної дальності видимості, який за своїми показниками переважає зарубіжні аналоги. Спільно з корейськими колегами створено оригінальний метод синтезованих фазових об'єктів розпізнавання образів та інших зображень.

У галузі *фізики поверхні та емісійної електроніки* отримано моношарові молекулярні структури на гранях металів. Це відкриває шляхи для селективного керування властивостями поверхонь, що може бути використано в молекулярній наноелектроніці. Здійснено перемикання електричним полем електронних зв'язків у молекулах, що створює перспективи для контрольованого впливу на структуру та фізико-хімічні властивості поверхонь. Не мають аналогів результати щодо використання плоскої електростатичної лінзи як прозорого плазмового електрода-екстрактора для електронних пучків, що може застосовуватися в технологіях модифікації поверхневих властивостей матеріалів та у НВЧ-електроніці великих потужностей.

Ці досягнення доповнюються результатами, отриманими у згаданих вище дослідженнях з *нанofізики і нанотехнологій*, а саме: вивчено намагнічування гранульованих плівок у нахилених полях; відкрито явище надчутливості органічного провідника до газів, які його оточують, що закладає основи створення високоточних сенсорів для діагностики деяких хвороб. Як уже зазначалося, більшість установ Відділення брали участь у виконанні двох програм — НАН України та Міжвідомчої українсько-російської програми. Дослідження в рамках цих програм було спрямовано переважно на створення промислових зразків і технологій. Зокрема, ефект магнітно-поляронної блокади струму за низьких температур і напруг, зумовлений

квантовими флуктуаціями положення молекули, може бути використано для створення елементів нанотранзистора.

У галузі *радіофізики і електроніки* відкрито явище нелінійного відгуку шаруватого надпровідника на електромагнітне поле, що є актуальним для розвитку електродинаміки надпровідного стану. Розроблено метод аналізу намагніченості лівостороннього магнітного метаматеріалу шляхом вимірювання його прозорості в міліметровому діапазоні довжин хвиль, надзвичайно необхідний для розвитку фізики мета- і наноматеріалів, створення елементів швидкодійних пристроїв надвисокочастотної електроніки, а також для вирішення деяких проблем дефектоскопії тощо.

У галузі *фізики м'якої речовини* спостережено фотоорієнтацію нематика на поверхні халькогенідного скла, що робить його перспективним матеріалом для рідкокристалічних пристроїв. Побудовано теорію плинину в пористих середовищах, яка дозволяє зрозуміти природу селективності мембран. Створено польовий транзистор на основі плівок ліотропного рідкого кристала, які вирізняються високою рухливістю носіїв.

У галузі *фізики плазмових процесів* запропоновано опис заповнених кулонівських систем, який дає змогу досліджувати в них колективні явища.

У галузі *астрофізики, астрономії та радіоастрономії* виконано спектральні вимірювання великої кількості зірок; одержані результати не мають аналогів у світі. Отримано інформацію стосовно тонкої структури спектрів ряду міжгалактичних джерел. Розроблено надмалощумний антенний підсилювач для ГУРТу, що істотно покращує його чутливість. Відкрито низку галактик з екстремально низьким вмістом важких елементів (цікаво, що з 17 відомих таких галактик 12 відкрили українські вчені).

Низка прикладних досліджень, здійснених в установах Відділення, завершилася розробленням приладів і технологій. Так, створено радіолокатор нового типу, який має рекордну чутливість та великі функціональ-

ні можливості; розроблено експрес-метод визначення кількості та величини тиску метану у вугіллі в шахтних умовах; створено нову технологію цифрового оброблення кольорових зображень для видавничо-поліграфічних систем; розроблено технологію одержання монокристалічного термолюмінофору з чутливістю до гамма-випромінювання, у 5 разів вищою за нині вживаний. У Відділенні було виконано 14 інноваційних проектів на загальну суму 6,8 млн грн. Більшість із них завершилися розробленням технічних пристроїв, потрібних для багатьох галузей промисловості, а також для охорони здоров'я.

Сумлінна праця науковців Відділення фізики і астрономії здобула високу оцінку як у нашій країні, так і за її межами. Найяскравішими свідченнями цього є присудження академіку НАН України Віктору Григоровичу Бар'яхтару почесного звання Герой України з врученням Ордена Держави; колективи установ Відділення, які досягли світових результатів у дослідженнях властивостей фізичних об'єктів різної природи та об'єктів Всесвіту, щороку отримують Державні премії України в галузі науки і техніки. Відповідні результати досліджень, проведених у Відділенні, проникли навіть у сфери, далекі від фізики та астрономії, і здобули визнання міжнародної фахової спільноти.

Не можна також не згадати, що в установах Відділення за останні 5 років захищено 105 докторських і 288 кандидатських дисертацій.

Упродовж 2009–2013 рр. у межах Відділення було проведено кілька великих наукових форумів. Зокрема, Інституту теоретичної фізики ім. М.М. Боголюбова НАН України та Інституту фізики конденсованих систем НАН України взяли активну участь у заходах з нагоди 100-річчя з дня народження видатного фізика і математика академіка М.М. Боголюбова, який відіграв ключову роль у процесі створення Інституту теоретичної фізики, що нині носить його ім'я. В Україні цю дату відзначали на державному рівні. На виконання Указу Президента України

«Про відзначення 100-річчя від дня народження Миколи Боголюбова» та відповідного розпорядження Кабінету Міністрів України здійснено низку заходів: Інститут фізики конденсованих систем НАН України провів Міжнародну конференцію «Статистична фізика—2009» у Львові, відбулися Всеукраїнський математичний конгрес, Міжнародна боголюбівська конференція «Сучасні проблеми теоретичної і математичної фізики» у Києві. На Червоному корпусі Київського національного університету імені Тараса Шевченка відкрито меморіальну дошку М.М. Боголюбову, а також видано спеціальні випуски наукових часописів і збірки наукових праць, присвячених цьому ювілею. Аналогічні урочистості пройшли і в Російській Федерації, в яких представники НАН України також брали активну участь.

У 2012 р. з нагоди 100-річчя від дня народження видатного фізика-теоретика, лауреата Ленінської премії академіка О.С. Давидова відбулися урочисті Загальні збори Відділення, і, крім того, вперше українською

мовою було видано його унікальний і широковідомий у світі підручник «Квантова механіка». До речі, українське видання стало 30-м іншомовним перекладом цього славетного підручника. Спільно з Відділенням ядерної фізики та енергетики НАН України було також проведено урочисті збори на честь 100-річчя з дня народження відомого фізика-ядерника і організатора науки академіка М.В. Пасічника.

Отже, можна констатувати, що загалом останні п'ять років не були марними для фізиків Національної академії наук України, і вони гідно зустрічають її 95-річний ювілей. Однак установи Відділення фізики і астрономії НАН України могли б працювати набагато успішніше, якби держава повернулася обличчям до науки і науковців, допомогла у розв'язанні назрілих питань необхідної фінансової підтримки фундаментальних досліджень, тобто стала б на шлях справжнього інноваційного розвитку, який уже обрали всі країни, що мають бажання бути успішними та шанованими у світі.