

**М.І. МІЩЕНКО,**  
**доктор фізико-математичних наук,**  
**головний науковий співробітник**  
**Годдардівського інституту космічних досліджень НАСА,**  
**науковий керівник космічного проекту НАСА «Глорія»**

Головними темами мого виступу є два ключові положення звітної доповіді президента Національної академії наук України Б.Є. Патона:

- необхідність розвитку в Україні наукових напрямів, які задають тон у світовій науці, та інтеграція української науки у світову;
- необхідність максимально ефективного використання коштів, що виділяє суспільство на фінансування науки, в інтересах самого суспільства.

Мені здається, що в цьому аспекті особливо показовими є результати багаторічної співпраці групи українських астрофізиків, що представляють п'ять наукових установ: Головну астрономічну обсерваторію та Інститут радіоастрономії НАН України, Кримську астрофізичну обсерваторію МОН України, Астрономічну обсерваторію Харківського національного університету імені В.Н. Каразіна і Годдардівський інститут космічних досліджень НАСА.

Серед невідкладних проблем, що стоять перед сучасним суспільством і наукою, — глобальне потепління клімату, екологічні катастрофи, розроблення наноматеріалів із заданими властивостями, експрес-моніторинг мікроорганізмів, питання походження Сонячної системи та виникнення життя у Всесвіті. Що ж об'єднує ці фундаментальні завдання, виняткова важливість вирішення яких не викликає сумніву? Виявляється, що всі вони диктують необхідність точної і детальної діагностики фізичних та хімічних властивостей малих частинок різних типів. Це, зокрема:

- мікрочастинки золота, що мають унікальні біохімічні властивості;

- атмосферні аерозолі природного й антропогенного походження, що суттєво впливають на клімат;
- міжпланетні частинки, які несуть інформацію про походження Сонячної системи і зародження життя у Всесвіті;
- краплі дощу з їхнім визначальним впливом на погоду й клімат;
- крижані кристали природних і антропогенних цирусних хмар, що також впливають на погоду й клімат;
- червоні кров'яні тільця, що визначають біохімічні, біофізичні й фізіологічні властивості крові та стан здоров'я людини.

У більшості випадків прямі вимірювання фізичних параметрів частинок і безпосереднє визначення їхнього хімічного складу виявляються неможливими. Тому вченим доводиться покладатися на різні методи оптичної діагностики, що ґрунтуються на вимірюванні характеристик світла, розсіяного частинками. При цьому джерелом освітлення в планетній астрофізиці переважно служить Сонце, тоді як лабораторні зразки зазвичай освітлюються лазерним променем. Традиційні засоби оптичної діагностики ґрунтуються на вимірюванні тільки інтенсивності (яскравості) розсіяного світла. Проте відомо, що вона мало чутлива до мікрофізичних властивостей частинок, внаслідок чого так звана обернена задача (визначення властивостей частинок за вимірюваннями інтенсивності) виявляється погано зумовленою і допускає безліч розв'язків.

Теоретичні й експериментальні дослідження показали, що поляризація розсіяного світла несе набагато більше інформа-

ції про мікрофізичні властивості частинок та їхній хімічний склад та допомагає отримати однозначне і точне розв'язання оберненої задачі. Дати просте й наочне визначення поляризації нелегко, оскільки людське око реагує тільки на яскравість світла. Проте поляризація є фундаментальною фізичною характеристикою, зумовленою електромагнітною природою світла, а її вимірювання з наступною теоретичною інтерпретацією виявляються потужним інструментом діагностики частинок.

Упродовж останніх чотирьох десятиліть українські вчені зробили вирішальний внесок у розвиток трьох основних компонент астрофізичної поляриметрії:

- розроблення фізичних принципів вимірювання поляризації і виготовлення прецизійних поляриметрів;
- розроблення фундаментальної теорії одноразового й багаторазового розсіяння електромагнітного випромінювання окремими частинками і випадковими дисперсними середовищами;
- проведення великих спостережних програм і теоретичний аналіз отриманих даних.

Ці результати були підсумовані в монографії Mishchenko M.I., Rosenbush V.K., Kiselev N.N., Lupishko D.F., Tishkovets V.P., Kaydash V.G., Belskaya I.N., Efimov Y.S., Shakhovskoy N.M. *Polarimetric remote sensing of Solar System objects* (К.: Академперіодика, 2010. — 292 с.). Вона стала першим томом нової академічної серії «Українська наукова книга іноземною мовою». Ця серія видається під загальною редакцією академіка Я.С. Яцківа і, по суті, є відповіддю на заклик Б.Є. Патона публікувати результати українських вчених в англomовних виданнях, роблячи їх доступнішими міжнародній науковій спільноті.

Використовуючи розроблений ними метод поляриметричного дистанційного зондування, що ґрунтується на фундаментальних фізичних принципах, українські

вчені вирішили низку найважливіших завдань планетної астрофізики. Зокрема, на основі аналізу тривалих рядів прецизійних поляриметричних спостережень вони визначили оптичні й фізичні властивості поверхонь і атмосфер багатьох тіл Сонячної системи та міжпланетних частинок, а також теоретично передбачили і відкрили кілька нових явищ та ефектів.

Проте принципово важливим є те, що фізичні основи методу поляриметричної діагностики не залежать від природи частинок і можуть бути застосовані далеко за межами планетної астрофізики. Наприклад, поляриметричний метод, розроблений українськими астрофізиками, ліг в основу космічної місії НАСА «Глорія», до складу якої входить унікальний поляриметр, названий *Aerosol Polarimetry Sensor*. Головним призначенням цього інструменту є глобальне вивчення фізичних і хімічних властивостей аерозолів у атмосфері Землі. Те, що тропосферні та стратосферні (наприклад, вулканічні) аерозолі можуть чинити колосальний вплив на клімат Землі й екологічний стан довкілля добре відомо, проте точність існуючих кількісних оцінок цього впливу і, особливо, його антропогенної компоненти, абсолютно незадовільна. Безпрецедентні характеристики поляриметра якраз і були задумані з метою детальної й точної дистанційної діагностики аерозольних і хмарних частинок відповідно до вимог кліматичних та екологічних досліджень.

Іншим прикладом є створення в Головні астрономічній обсерваторії НАН України пакету так званих Т-матричних комп'ютерних програм, призначених для розрахунку світлорозсіювальних властивостей морфологічно складних частинок на основі прямого розв'язання рівнянь Максвелла. До сьогодні цей пакет було використано в 635 рецензованих журнальних статтях і наукових монографіях. Окрім застосувань, що стали рутинними в астрофізиці й

дистанційному зондуванні, він також став підґрунтям для створення нових фізичних і хімічних (нано)технологій та сучасного медико-біологічного діагностичного обладнання. Економічний і соціальний ефекти теоретичних розробок такого роду просто не піддаються підрахунку.

Діапазон практичних застосувань поляриметричного методу діагностики частинок дійсно не має меж. Тому не випадково, що публікації групи українських астрофізиків, авторів зазначеної монографії, були процитовані більше 12000 разів (згідно з базою даних американського Інституту наукової інформації Science Citation Index™) з індексом Хірша, що перевищує 50. Ще більш показовим є те, що ці посилання з'явилися в 345 різних наукових і науково-технічних журналах із діапазоном тематик від виробництва цементу й атестації продуктів харчування до фізики низьких температур і досліджень раку.

**І.М. НЕКЛЮДОВ,**  
**академік НАН України,**  
**академік-секретар Відділення ядерної фізики та енергетики**

Яскравою складовою загального паливно-енергетичного комплексу і займає провідні позиції в електрозабезпеченні країни. На чотирьох АЕС працюють 15 енергоблоків (13 ВВЕР-1000 і 2 ВВЕР-440) із загальною встановленою потужністю 13835 МВт, що складає близько 50% електроенергії. З виробництва електроенергії на АЕС Україна входить до першої десятки, а за вкладом одержуваної електроенергії у загальний обсяг — до першої п'ятірки країн світу. З огляду на важливість і наукоємність розвитку ядерно-енергетичного комплексу, за ініціативою Б.Є. Патона в НАН України було створено Відділення ядерної фізики та енергетики. Головними його завданнями визначено:

Підводячи підсумки, можна зробити висновки про багатомірну значимість колективних досліджень українських астрофізиків. По-перше, поляриметрия стала могутнім засобом дистанційної діагностики частинок в астро- та геофізиці. По-друге, було створено вітчизняну наукову школу астрофізичної поляриметрії, яка не лише повністю інтегрована у світову науку, але й стала загальноновизнаним світовим лідером. Нарешті, наукові розробки групи українських вчених знайшли практичні застосування в багатьох галузях науки і технології, переконливо продемонструвавши, що відносно скромні кошти, які виділяє суспільство на фінансування науки, можуть приносити колосальний соціо-економічний ефект. Таким чином, праця українських астрофізиків може слугувати показовою ілюстрацією ключових положень звітної доповіді президента НАН України.

- подальший розвиток фундаментальних і прикладних досліджень у галузях ядерної фізики, фізики плазми й прискорювачів, радіаційного матеріалознавства, радіаційних технологій і нових ядерно-енергетичних технологій;
- організація й координація спільно з Міністерством палива та енергетики та ДП НАЕК «Енергоатом» робіт з науково-технічного забезпечення надійного та безпечного функціонування ядерної енергетики України;
- розширення співпраці НАНУ з питань ядерної фізики та енергетики із зарубіжними організаціями відповідного профілю, насамперед з інститутами РАН і галузевими організаціями Російської Федерації.