

**Загальні збори ВФА НАН України**  
**Звітна доповідь академіка-секретаря ВФА НАН України**  
**академіка НАН України В.М. Локтєва про роботу у 2015-2019 рр.**

*Вивчення природи з метою її пізнання –  
одна з речей, що спроможні трохи підняти  
людське життя над рівнем фарсу,  
додавши до нього риси справжньої драми.*  
/Стівен Вайнберг, Нобелівський лауреат з фізики/

Шановні члени Відділення, високоповажні гості!

**1**

Починаючи звіт про роботу Бюро відділення у 2015-2019 рр., зауважу, що змінити структуру доповіді – наші результати, а потім їх порівняння з найкращими в світі – досить важко, бо вона звична. І найпростіше, чим є перелік результатів, які визнавалися кращими 2-3-4 роки тому, не підходить, бо досить часто такими вони тепер можуть не виглядати, оскільки ставлення до них не є інваріантним у часі. Тому прийшлося звернутися до інститутів з проханням визначитись на предмет їхніх кращих результатів, і мушу підтвердити, що серед них справді результати, які раніше подавалися як кращі за певний рік, складають меншість. Хочу також наперед вибачитись: я не використовуватиму надіслані презентації, коментарі яких забирають дуже багато часу і місця, тому прошу ознайомитись лише з коротким дайджестом того, що напрацьовано нами за п'ять звітних років. Сподіваюсь, почуте вами хоч у малій мірі відображає наші реальні успіхи.

Але оскільки сьогодні мова йде про звітно-виборні Загальні збори відділення, нагадаю його означення та основну місію з точки зору чинного Статуту НАН України:

*Відділення НАН України – колегіальна науково-організаційна структура, що створюється з метою координації діяльності наукових установ, ...НАН України, які входять до його складу, визначення пріоритетних напрямів і тематики фундаментальних і прикладних досліджень, підготовки експертних висновків, організації досліджень з цих напрямів та оцінювання їх результатів, координації фундаментальних досліджень, участі у виборах дійсних членів (академіків), членів-кореспондентів та іноземних членів НАН України, у призначенні керівників наукових установ НАН України і об'єднує за відповідними галузями та напрямками наук членів НАН України, всіх працівників наукових установ..., які входять до складу відділення.*

Здається, немало, але всім цим ми і займалися, почавши звітну каденцію з перегляду основних напрямів роботи і відділення, і наших установ, який відбувався у травні-жовтні 2016 року. Після ретельного обговорення наявних можливостей Бюро відділення затвердило наступні напрями його роботи:

1. фундаментальні взаємодії та мікроскопічна будова речовини;
2. фізика твердого тіла;
3. фізика низьких і наднизьких температур;
4. оптика, лазерна фізика;
5. нанофізика і нанотехнології;
6. радіофізика та електроніка;
7. фізика м'якої речовини;
8. фізика плазмових процесів;
9. астрофізика, астрономія, радіоастрономія.

Основні напрями роботи кожної установи, яких значно більше, ми теж переглядали після кожної комплексної перевірки того чи іншого інституту. Це не означає, що вони змінювалися, але аналізувалися і корегувалися у відповідності до тенденцій розвитку сучасних фізики і астрономії. І все це робилося разом з інститутами.

Тепер комплексні перевірки замінені оцінюванням, до якого відділення не долучаються – навіть навпаки, їх відсунули, виходячи з, в принципі, правдивого припущення, що відділення може лише підігравати інститутам. Можу підтвердити, що інколи ми захищали інститути, що, на щастя, робилося не більше одного-двох разів, бо у відносній академічній картині установи ВФА задніх не пасуть.

Водночас, за словами про відповідність світовим тенденціям виникає питання, а в чому вона полягає? Хочу наголосити, що ми свої напрями сформулювали і затвердили у 2016 році, а у 2018 році в журналі «*Science*» були перелічені найбільш важливі для людства сучасні проблеми фізики і астрономії. Їх приблизно втричі більше, але серед них майже всі напрями нашого відділення. Я вважаю, що це наш актив, а не досягнення – інакше бути не може, це норма.

Звісно, будь-який список не догма, але на сьогодні це так – інститути працюють на відповідних ділянках фізичної науки, отримуючи нові знання, частина яких, принаймні найкращі, затребувана світовою науковою спільнотою. Сказане не означає, що все гаразд і нема проблем, але у тих умовах, в яких нам випадає сьогодні працювати, навряд чи можна висловити до нас об'єктивні претензії. Останні слова можна підтвердити хоча б тим, що щороку десь половина робіт установ відділення друкується у закордонних журналах.

Далі викладаються фундаментальні результати нашого відділення. При цьому кожний з них має авторів, проте їх також не називатиму, бо таких часом багато, і не завжди можна визначити основних.

### **Інститут фізики**

– Вперше у світі реалізовано інтерференцію пучків світла різного кольору з використанням немонохроматичних і некогерентних лазерних імпульсів фемтосекундного діапазону. Саму інтерференцію спостерігати неважко, а от записати – проблема, бо

картинка рухається зі швидкістю світла або близької до неї. Тим не менш, саме завдяки імпульсному характеру пучків отримано стаціонарну як статичну, так і динамічну голограми і гелій-неоновим лазером відтворено її зображення.

Робота вийшла в журналі *Nature Communications* з IF=12.

– Наступний результат, без сумніву, відомий, бо різні його етапи також були серед наших досягнень – отримання поверхонь з керованими властивостями за рахунок покриття різними молекулами. У даному випадку мова йде про структурну організацію молекул берберину і фулерену C<sub>60</sub>, а також їхніх комплексів. Це важливо для з'ясування механізмів протипухлинної дії різних препаратів.

Не дивно, що результати оприлюднені в журналі *Pharmaceutics* з IF=4.2.

– В метал-органічних іридєвих комплексах, які можуть слугувати оптичними обмежувачами інтенсивності світіння, спостережена субпікосекундна швидкість синглет-триплетних переходів, що дало змогу встановити енергетичну структуру цих комплексів.

Робота вийшла в *Journal Physical Chemistry* з IF=4.3.

#### **Інститут фізики напівпровідників ім. В.Є. Лашкарьова**

– Експериментально доведено, що імплантація Ag в короткоперіодні надгратки AlN/GaN викликає релаксацію системи до більш однорідного розподілу енергії зв'язків, тобто механічних напружень, в окремих шарах цієї гетероструктури. Показано, як зміною концентрації Ag можна керувати оптичними властивостями таких гетероструктур, включаючи частоту випромінювання.

Робота вийшла в журналі *Applied Nanoscience* з IF=3.2.

– Завдяки вивченню поведінки гарячих електронів у нітридних матеріалах на основі GaN в сильних електричних і магнітних полях побудовано теорію електронного транспорту в цих матеріалах і розраховано динамічну провідність, в якій виявлені вікна, де її реальна частина від'ємна. Вони сигналізують про нестійкість електронного газу, коли система може або генерувати, або підсилювати електромагнітні поля ТГц діапазону.

Робота вийшла в *Journal of Applied Physics* з IF=2.3.

#### **Інститут металофізики ім. Г.В. Курдюмова**

– Вперше виявлено і вивчено мартенситне перетворення у багатокомпонентних сплавах з високою ентропією змішування, що свідчить про можливість створення нових матеріалів з пам'яттю форми, які зберігають стабільні характеристики у значному діапазоні температур. Це важливо для багатьох застосувань, оскільки такі сплави мають більш високу міцність та меншу дислокаційну пластичність.

Робота вийшла в журналі *Shape memory and Superelasticity*.

– На прикладі  $2D$  і  $3D$  карбін-графенових наноструктур, які мають перспективи застосування у стрейнтроніці, встановлено існування ключового чинника, який визначає тривкість їхніх контактних зав'язків в умовах термосилових навантажень. Його використання дозволяє зрозуміти природу різниці між довговічністю і рівнем механічного навантаження  $2D$  та  $3D$  наноелементів. В результаті, встановлено, що  $2D$  структури мають більш високу довговічність в області малих механічних навантажень, а  $3D$ , навпаки, за високих навантажень.

Робота вийшла в *European Physics Journal Plus* з IF=2.6.

### **Інститут теоретичної фізики ім. М.М. Боголюбова**

– Сформульовано умови, за яких у нематичному рідинному кристалі між однаковими колоїдними частинками виникає взаємодія кулонівського типу, яка має притягальний характер, що вже знайшло підтвердження в експерименті.

Робота вийшла в журналі *Scientific Reports* з IF=4.

– Для діраківських систем, в яких існує послідовність топологічних фазових переходів Ліфшиця, передбачено низькотемпературний ефект квантування амплітуди піків розрахованої на одну частинку ентропії як функції хімічного потенціалу і запропоновано схему експерименту з перевірки цього ефекту.

Робота вийшла у тому ж журналі *Scientific Reports* з IF=4.

– Показано, що в релятивістських ядро-ядерних зіткненнях може виникати синхротронне випромінювання фотонів з високим рівнем поляризації, а також лептонів, що може свідчити на користь існування невзаємодіючих кварків та глюонів. Висловлено думку, як спостерігати цей ефект, вимірюючи анізотропію кутового розподілу лептонів.

Робота вийшла в *Europhysics Journal A* з IF=2.5.

– При виконанні власної програми досліджень на Космічному телескопі Габбла відкрито карликову галактику з найбільшою втратою іонізуючого випромінювання, яка становить 72 % від випромінювання, що утворюється в галактиці. Це у 5 разів вище за середню втрату такого випромінювання, необхідну для вторинної іонізації раннього Всесвіту в епоху формування перших галактик.

Робота вийшла в журналі *Monthly Notices of the Royal Astronomic Society* з IF=5.2.

Справедливості заради, останній результат має належати і ГАО, де ці дослідження розпочиналися і певний час велися, але закінчувалися вони в ІТФ ім. М.М. Боголюбова, звідки цей результат пішов до друку.

### **Головна астрономічна обсерваторія**

– Здійснено комп'ютерне моделювання еволюції зоряної системи кулястого скупчення з числовим розділенням в 1 млн частинок, що дало змогу дослідити у нашій

Галактиці тривалу динамічну й фотометричну еволюцію кількох модельних кулястих скупчень. Цим вперше підтверджено наявність у таких скупченнях підсистеми чорних дір.

Робота вийшла в журналі *Monthly Notices of the Royal Astronomic Society* з IF=5.2 і за 3 роки отримала більше 150 посилань.

– Розроблено математичні методи моделювання даних і обробки зображень позагалактичних джерел, за рахунок чого суттєво підвищена точність класифікації галактик і побудови профілів яскравості/температури рентгенівських джерел. Відтворено також структуру Всесвіту за зоною уникнення Молочного Шляху.

Результати вийшли в журналі *Monthly Notices of the Royal Astronomic Society* з IF=5.2 та *Astrophysical Journal* з IF=8.4.

– Виявлено невідомі раніше варіації температури спокійної фотосфери Сонця протягом 11-річного циклу. Отримані дані є важливими для прогнозу не тільки сонячної активності, а й поведінки біосфери Землі разом з її соціально-економічним станом.

Робота вийшла в кембриджському журналі *Astronomical and Astrophysical Transactions* з IF=0.8.

Стосовно останніх вимірювань хотів би наголосити, що всі вони проводились на модернізованому силами ГАО НАН України сонячному телескопі Ернеста Гуртовенка, що зробило цей інструмент унікальним і найкраще пристосованим для спостережень варіацій спокійної атмосфери Сонця на великих (роки) часових проміжках.

### **Інститут магнетизму**

– Яскравий і вже визнаний результат отримано разом з зарубіжними колегами: показано, що у феримагнетках, які знаходяться поблизу температури спінової компенсації, зростає частота його прецесії. Виходячи з цього, запропоновано схему наногенератора, який завдяки використанню таких феримагнітних частинок генерує в області від ГГц до ТГц, що відкриває можливості для створення високочастотних спітронних приладів.

Робота вийшла в журналі *Physical Review B* з IF=3.7.

– Без використання принципу Боголюбова послаблення кореляцій отримано точне замкнене еволюційне рівняння для систем, що взаємодіють з термостатом. Зокрема, розглянуто класичну задачу полярона і показано, що з часом вплив початкових умов на його рух зникає, що фактично доводить справедливність припущення Боголюбова. Цікаво, що цією задачею займалися багато великих теоретиків – Л. Ландау, Р. Фейнман, але з експериментом узгоджується лише результат, про який йдеться.

Робота вийшла в *Journal of Statistical Physics* з IF=1.5.

### **Інститут прикладних проблем фізики і біофізики**

– Створено чутливий до випромінювання з довжиною хвилі понад 4 мкм, плівковий матеріал. Будучи розташованим у спеціальному хвилеводі, він дозволяє значно збільшити довжину оптичного шляху, чим піднести сенсорну спроможність системи.

Робота вийшла в *Журнале прикладной спектроскопии* з IF=1, є також три патенти.

– Запропоновано спектроскопічний метод визначення відносної концентрації карбоксигемоглобіну в артеріальній крові людини, що може застосовуватися при лікуванні отруєння чадними газами.

Робота вийшла в журналі *Lasers in Medical Sciences* з IF=2.

### **МЦ «Інститут прикладної оптики»**

– Разом з Вільнюським університетом (Литва) створено новий оптичний генератор – фотонно-кристалічний мікрочиповий лазер. Показано, що наявність у фотонному кристалі кутової забороненої зони, суттєво (у 4 рази) збільшує яскравість його світіння. Розрахунки показують, що підбором параметрів кутового фільтра її можна збільшити ще майже на два порядки.

Робота вийшла в журналі *Scientific Reports* з IF=4.

– У кооперації з Чосанським університетом (Південна Корея) розроблено оригінальний метод синтезованих фазових об'єктів, який застосовано для інваріантного до зміни масштабу та повороту об'єктів їхнього розпізнавання в оптико-цифровій системі. Порівняльним аналізом доведено, що новий метод є більш ефективним за інші.

Робота вийшла у 2016 році як Розділ 3 у колективній монографії *Pattern Recognition-Analysis and Applications* видавництва *InTech* (Лондон). Я не знайшов, як цей розділ цитується окремо, але на березень поточного року завантажувався він 904 рази.

### **Фізико-технічний інститут низьких температур ім. Б.І. Веркіна**

– В усіх смислах важливим є відкриття 3D графену, або карбонових стільників, які пронизані каналами, стінки яких утворені графеном. Цьому сприяє те, що в них атоми вуглецю гібридизовані не тільки через  $sp^2$  зв'язок, а й через  $sp^3$ , який притаманний алмазу. Сорбційна ємність нових структур перевищує всі відомі, що може знайти широке використання у накопичувачах різних елементів.

По цим результатам вийшло дві роботи – в *Physical Review Letters* з IF=9.3 і *Carbon* IF=7.5, а число посилань за три роки перевищило 100.

– Красивий результат отримано спільно з ХНУ ім. В.Н.Каразіна – спостереження електромагнітного випромінювання абрикосовськими вихорами, які перетинають гетероструктуру, складену з надпровідних і діелектричних шарів. В експерименті

рухалася вихорова гратка, коли випромінювання окремих вихорів взаємно підсилюється. Його частота відповідає радіодіапазону, який неважко перекрити зміною струму.

Додам, що керовані нановипромінювачі мають численні застосування як у громадянському, так і оборонному секторах нашої промисловості.

Робота вийшла в журналі *Nature Communications* з IF=12.

### **Інститут радіофізики і електроніки ім. О.Я. Усикова**

– Вивчено резонансне поглинання електромагнітних хвиль, пов'язане зі скінченною величиною квазічастинкової провідності, у шаруватому надпровіднику. Визначено умови, за яких енергія падаючих хвиль поглинається у пластині та отримано залежність їхнього поглинання від кута падіння. Результат є важливим для використання в атенюаторах.

Робота вийшла в журналі *Physical Review B* з IF=3.7.

– На основі ефекту муару, який полягає у виникненні періодичного узору при накладенні різних  $2D$  структур, створено метаматеріал. Показано, що в ньому збуджуються поверхневі електромагнітні хвилі, що поширюються у напрямку, який задається параметрами структури. Зокрема, в площині гексагонального метаматеріалу реалізовано поширення хвилі, перпендикулярне до осі збуджуючого пучка.

Робота вийшла в *Progress in Electromagnetics Research M* з IF=0.35.

### **Радіоастрономічний інститут**

– Виявлено нове явище у радіовипромінюванні Сонця – розпад сплеску III типу на два інших цього ж типу, що стало можливим, завдяки одночасним спостереженням на інструментах ГУРТ та УРАН-2 у діапазоні частот 8-80 МГц. Окремо зауважу, що цей ефект довго чекав на своє відкриття, бо був передбачений авторами 20 років тому.

Робота вийшла в *Astrophysical Journal* з IF=8.4.

Додам також, що об'єднання роботи УТР-2 і ГУРТ само є досягненням, бо вимірювання набули іншого рівня. Наприклад, вдалося зареєструвати пульсари і дослідити змінність їхнього радіовипромінювання. Робота «об'єданого» інструменту тільки починається, і ми чекатимемо від нього нових досягнень.

– Завдяки організації і здійсненню багаторічних неперервних спостережень природних наднизькочастотних полів спочатку в Антарктиці, а згодом в Арктиці, зафіксовано відгук трьох глобальних резонаторів – шуманівського, іоносферного альфенівського і магнітосферного – на 11-річний цикл сонячної активності та продемонстровано можливість їхнього використання як індикаторів стану навколоземного простору, зокрема його геомагнітної поведінки, а також змін температури на земній кулі.

Робота вийшла в журналі *Frontiers in Astronomy and Space Sciences*.

– Відкрито новий тип ліній декаметрового діапазону, а саме: рекомбінаційні лінії поглинання водню з головними квантовими числами порядку 700, що відкриває можливість для побудови нової моделі міжзоряного середовища і космічних променів.

Робота вийшла у відомому англомовному журналі *Odessa Astronomical Publications*, який виходить з 1946 року з періодичністю 1 том на рік, тому IF він не має.

### **Інститут іоносфери**

– Відкрито сильну модуляцію іоносферно-плазмової взаємодії відносно слабкими геокосмічними бурями, що дало змогу розв'язати 50-літню проблему щодо кількості іонів  $H^+$  в атмосфері Землі. Тепер ця кількість, що вираховується за спеціальною моделлю і визначається як міжнародний стандарт, має бути змінена в бік суттєвого збільшення.

Робота вийшла в *Journal of Geophysical Research: Space Physics* з IF=3.

### **Донецький фізико-технічний інститут ім. О.О. Галкіна**

– Вперше із застосуванням голографічної техніки виявлено тонку структуру процесу намагнічування гексагональної ґратки скірміонів – топологічно стійких спінових утворень, які наразі дуже активно вивчаються. Спостережено намагніченість окремого скірміона та її розподіл як всередині нього, так і між скірміонами, що утворюють ґратку. Здійснено мікромагнітне моделювання, яке добре відтворює спостереження.

Робота вийшла в журналі *Applied Physics Letters* з IF=3.5.

### **Інституті фізики гірничих процесів**

– Встановлено критерій раптового викиду вугілля, породи або газу на краю газонасиченого вугільного пласта. Параметри, що визначають критерій, знаходилися на основі як лабораторних, так і шахтних вимірювань, а сам він дозволяє вибирати більш економічно вигідну і безпечну виробку пластів.

Робота вийшла в *Journal Applied Mechanics and Technical Physics* з IF=0.55.

### **Інститут фізики конденсованих систем**

– На основі комп'ютерного моделювання висловлено гіпотезу щодо природи низької в'язкості твердого ядра Землі. Фактично розглянуто динамічні процеси, які мають місце у кристалічному Fe при температурах і тисках, характерних саме для земного ядра, і встановлено, що частина іонів Fe об'ємо-центрованої кубічної ґратки починає колективний стрибко-подібний кільцевий рух в площині (111), що спричинює додаткове затухання звукових хвиль і зниження в'язкості кори ядра, які будучи відомими з спостережень явищами, не мали своєї фізичної інтерпретації.

Робота вийшла в журналі *Nature Communications* з IF=12.

– Розкрито потенційні можливості резонансного непружного розсіяння рентгенівських променів для прямого вимірювання такої важливої характеристики



твердих тіл, як електронно-пружна взаємодія та її залежність від хвильового вектору. Фактично запропоновано нову методику для експериментального вивчення цієї взаємодії.

Робота вийшла в журналі *Physical Review X* з IF=14 і таке враження, що у цій п'ятирічці він найбільший, а в минулій таким був IF=30 від *Science*.

– На основі вивчення кінетики фотоізомеризації деяких полімерних матеріалів показано, що поглинання ними поляризованого світла є еквівалентним існуванню деякого потенціалу, який викликає їхню переорієнтацію. Розраховано параметри такого ефективного потенціалу залежно від оптичних і еластичних властивостей полімерів.

Робота вийшла в журналі *Physical Chemistry Letters* з IF=7.2.

### **Інституті електронної фізики**

– На основі досліджень станів халькогенів (S, Se, Te), збуджених електронами контрольованої енергії, встановлено, що пари цих елементів містять переважно кластери з кількістю атомів від 2 до 8, а атомарна складова не перевищує відсотків. Вперше виміряні спектри нових кластерів, а також виявлено двозарядні іони  $S^{++}$ ,  $Se^{++}$  і  $Te^{++}$ , для яких розраховані перерізи їхнього утворення. Вивчення таких і супутніх явищ, а також знання атомних констант має практичну цінність, адже халькогени приймають участь у багатьох хімічних і біологічних процесах.

Робота вийшла в журналі *European Physical Journal D* з IF=1.3.

– Доведено, що ядерна матерія демонструє властивості, характерні для твердих тіл. Зокрема, встановлено, що при поділі атомних ядер проявляються аномалії термодинамічних параметрів ядер-продуктів, пов'язані зі зміною симетрії системи нуклонів. Розрахунки було проведено на прикладі ізотопу  $^{235}\text{U}$ , в рамках кольорової статистики ядерної матерії, запропонованої для дослідження упорядкування уламків поділу. Показано, що їхня питома теплоємність при «нагріванні» вихідного ядра проявляє пікоподібну залежність при температурах 1-2 MeV, що нагадує поведінку термодинамічних параметрів у твердому тілі в області фазових переходів II-го роду, викликаних зміною певної симетрії. І якщо у ядерній матерії явища типу переходів I-го роду спостерігалися, то названий результат є наразі передбаченням.

Робота вийшла в журналі *Physical Review C* з IF=2.

На цьому перелік кращих фундаментальних результатів наших установ за останні роки завершено. За браком часу не буду їх коментувати, але не можу не відмітити їхній доволі високий якісний рівень і різноманітність журналів, де вони оприлюднені, причому приблизно третина з першого, найбільш авторитетного, квартілю, що не може не тішити. Нам, справді, є чим пишатися, і цей факт є не тільки приємним, а й, гадаю, важливим.

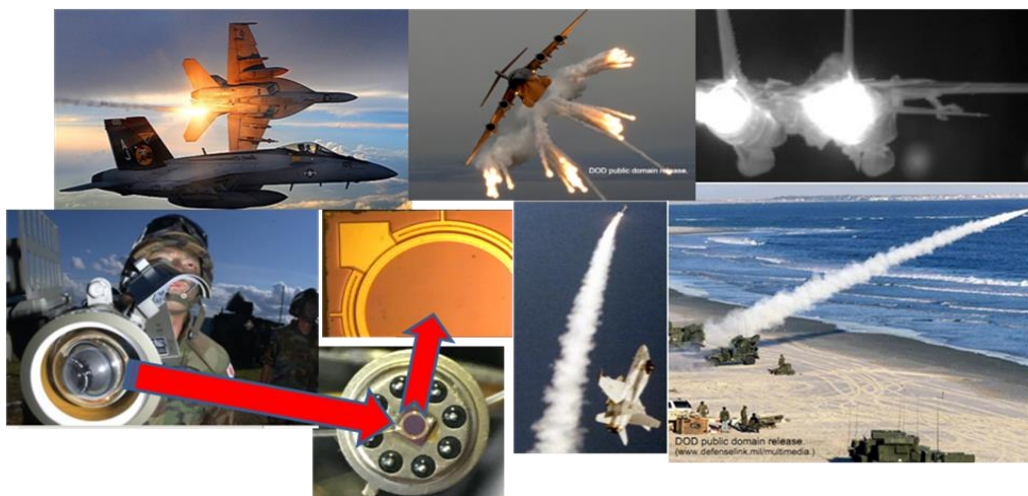
Зупинюсь коротко на прикладних дослідженнях, які також досить успішно ведуться в установах відділення і низка результатів яких знайшла своє втілення у конкретних застосуваннях і виробках. При цьому деякі з них демонструватимуться рисунками.

Так, в ІФ розроблено, запатентовано і впроваджено у виробництво технологію виготовлення метал-водо-полімерного композиту, який знищує бактерії та деякі грибки, без шкоди людському організму (рис. 1).



*Рис. 1. Приклади гелеподібних і рідинних антисептиків широкого спектру дії*

В ІФН розроблено технологію і створено ділянку для виробництва фотоприймачів ІЧ діапазону, на якій для київського Казенного підприємства «Арсенал» виготовлено дослідну партію приладів, що обіцяє створення в Україні власного виробництва головок для наведення ракет різних типів і призначень (рис 2).



**Отримано патенти України на корисну модель № 115173 і № 115174 „Спосіб виготовлення фотодіодів на антимоніді індію”.**

*Рис. 2. Застосування ІЧ фотоприймачів в різних виробках і ситуаціях*

В ІМФ розроблено загальну концепцію та технологічний підхід до створення з титанових сплавів багатошарових структур з метою їхнього використання як елементів броньового захисту. Експериментальними дослідженнями доведено суттєву перевагу нових матеріалів перед тими, що дотепер використовувалися у воєнній техніці (рис. 3). Суттєво, що результати отримано в рамках програми «НАТО заради миру» у співробітництві з американськими колегами, які наразі займаються заявкою щодо патенту.

Прокатана плита товщиною у 22 мм зі сплаву Тi-6Al-4V

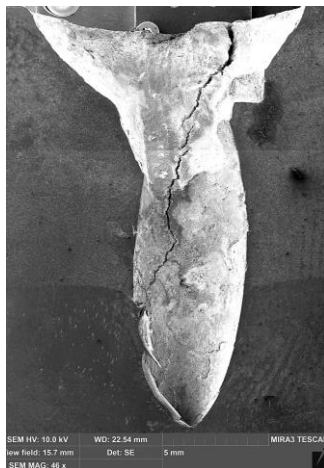
(а)



наскрізне проникнення

Двошарова пластина товщиною у 22 мм зі сплаву Тi-6Al-4V (поверхневий шар зміцнений TiB)

(б)



проникнення на 18,6 мм

Тришарова пластина товщиною у 22 мм зі сплаву Тi-6Al-4V (поверхні шари зміцнені TiC)

(в)



проникнення на 17,8 мм

Рис. 3. Порівняння результатів балістичних випробувань пластин титанового сплаву VT6 (а) та титанового сплаву VT6 з металоматричними композитами (б) і (в); випробування броньбійно-запалювальними кулями Б-32 калібру 7,62×54 мм з кінетичною енергією у 3500–3800 Дж

До речі, результат вийшов у *Journal of Material Processing Technology* з IF=4.2.

В ГАО створено наземний комплекс оптично-цифрової розвідки (рис. 4), призначений для виявлення на великих відстанях нерухомих і рухомих об'єктів та визначення їхніх параметрів. Рішенням Воєнно-наукової ради ЗСУ прилад рекомендовано для виробництва на тому ж підприємстві «Арсенал».



Рис. 4. Автоматизований наземний комплекс дальньої оптично-цифрової розвідки



ДонФТІ запустив пілотну лінію з виробництва сертифікованих нанопорошкових оксидних систем, які мають широкий спектр застосувань – знезараження повітря, модифікація конструкційних матеріалів тощо. Крім того, розроблено автоматизовану систему оцінки термограм молочних залоз (рис. 5). Це доповнення до раніше створеного томографа значно полегшує і прискорює тестування великої кількості пацієнтів.



Рис. 5. Термографа для масового обстеження жінок

У ФТІНТ виявлено немонотонну температурну залежність теплового розширення кремній-оксидного гелю, який використовується для теплоізоляції космічних апаратів. З'ясовано природу цього явища, яке може призводити до руйнування теплозахисту, і сформульовано пропозиції щодо створення більш надійних теплозахисних сумішей.

У РАІ розроблено і виготовлено радіолокатор з цифровою обробкою сигналів для виявлення і класифікації малорозмірних об'єктів на земній і морській поверхнях, який отримав рекомендацію для використання в інтересах МО України (рис. 6).

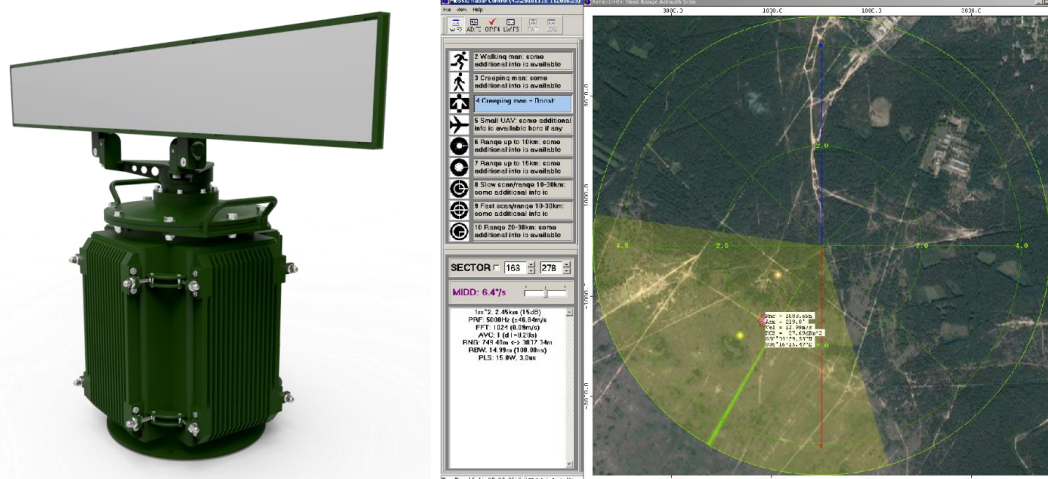


Рис. 6. Польовий радіолокатор (зліва) і вигляд спостережуваного об'єкта та його характеристик на екрані (справа)

Цей же інститут забезпечив функціонування розташованого на острові Свальбард (Норвегія) високо- і наднизькочастотного обладнання, дані неперервних спостережень якого виводяться на відкритий сайт інституту. При цьому грозова активність, зміна

температур, поведінка іоносфери тощо створеним багатопозиційним інтерферометром Антарктида-Україна-Арктика контролюється у земному масштабі (рис. 7).

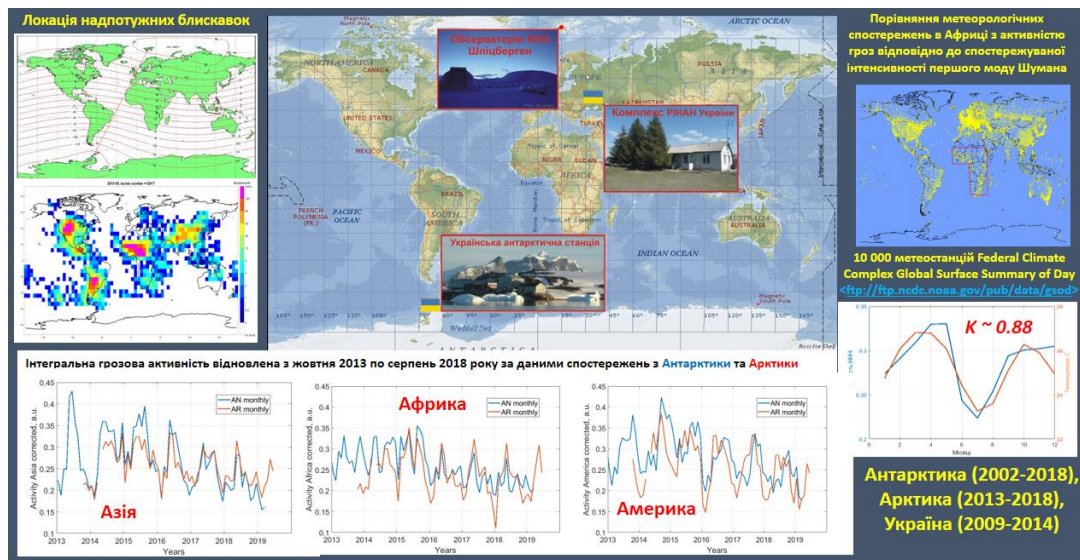
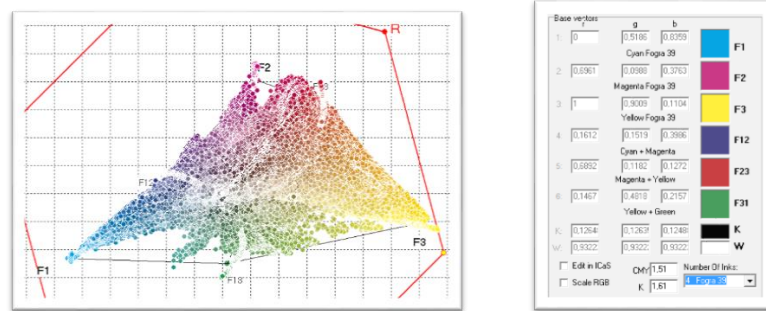


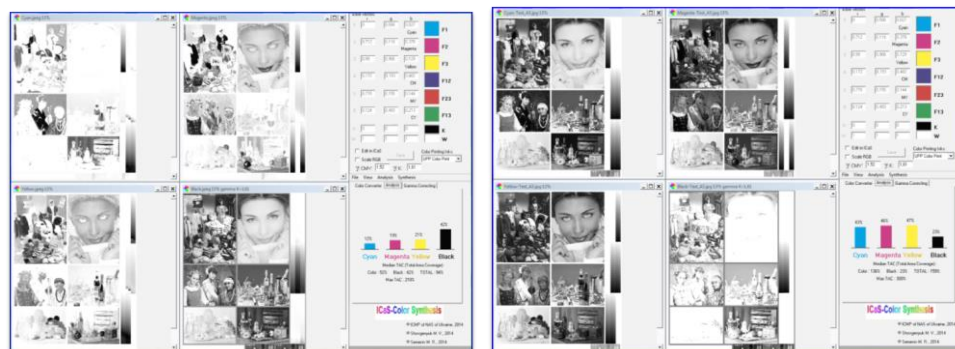
Рис. 7. Планетарна діагностика температури та грозової і геомагнітної активності

Перелік можна продовжувати, але за браком часу згадаю лише одне – вже впроваджену інформаційну технологію кольорового друку, яку розроблено в ІФКС. Вона виходить з принципово нового підходу до синтезу кольорів на відбитку, де кожна точка зображення друкується лише трьома кольорами, один з яких є чорним. Як підтверджено у реальних умовах, такий друк економить понад 50% кольорових фарб, що суттєво здешевлює виробництво при збереженні його високої якості (рис. 7).



CaS-діаграма кольорів

Базові вектори фарб



Нова технологія ICaS-ColorPrint

Традиційна технологія

Рис. 8. Порівняння кольорового друку за новою та старою технологіями

До прикладної роботи Відділення можу також віднести відчутну і результативну роботу його установ зі збільшення у потужності і розширення областей застосувань вітчизняної грид-структури, якою в академії керує віцепрезидент і член нашого відділення А.Г. Загородній. Зараз грид-кластери працюють практично в усіх наших установах, ними користуються й інші особи – як юридичні, так і фізичні. В якості прикладу її успішного використання наведу хоча б обробку даних, що постійно отримуються на Великому адронному колайдері, що дозволило нашим науковцям зайняти свою нішу серед величезної кількості бажаючих долучитися до його роботи. Наразі також розпочалася робота по створенню і запровадженню більш сучасної хмарної технології.

Про міжнародне співробітництво, гадаю, окремо говорити не треба – його приклади називалися серед наукових результатів. Як і має бути, воно містить як спільні дослідження і публікації, тобто фундаментальну складову, так і прикладну – розробки або конструкційних і функціональних матеріалів з наперед заданими властивостями, або технологій, які готові для використання в умовах реального виробництва.

#### 4

Якщо говорити про формальні показники роботи відділення та його Бюро, то в останні роки вони, незважаючи на деякі незначні флуктуації, змінювалися мало, можна навіть сказати були стабільними. Маються на увазі чисельність працівників і структура кадрів, захисти, публікація статей, монографій, віковий розподіл – на цих даних я не зупиняюсь, позаяк, по-перше, по роках вони в середньому практично однакові, а по-друге, – друкуються у Звіті НАН України, який ми отримуємо на її Загальних зборах. Більш важливо сказати про рейтингування інститутів, чим займалася спеціально створена комісія ВФА. Вона провела ретельний аналіз діяльності установ і склала їхній рейтинг. Якщо відверто, то нічого принципово нового він не продемонстрував і підтвердив ті уявлення, які й існували стосовно наших інститутів, серед яких відносно великі і багатопрофільні виявились попереду. При цьому також підтвердилось, що інститути з невеликим штатним розкладом не завжди мають змогу тримати всі показники, які, звісно, бралися нормованими, на належному рівні. Це дозволило переглянути фінансування установ, проте, на жаль, символічно – щорічна частка бюджету для першої п'ятірки, зросла на 5 %, для останньої – на стільки ж зменшилася, а для решти вона зберіглася.

Можливо, буде також цікаво, що ми, хіба що не єдині в академії, провели реальний конкурс проєктів за програмою 1230, який, з одного боку, всіма вимагався, а з іншого, – отримав чимало претензій учасників. Тим не менш, наголошую, що попри висловлені зауваження, все робилося чесно і неупереджено. Комісія була незалежна, рецензенти, аби

уникнути конфлікту інтересів і мати об'єктивні дані щодо того, що пропонувалося, розшукувалися де тільки було можливо, навіть з закордону. Скоріше за все, не оптимальною виявилась Анкета для рецензентів, тому якщо такі конкурси продовжуватимуться, її необхідно буде удосконалити.

З поточної роботи згадаю конкурси щодо відбору з метою фінансування проєктів за тематичними програмами Академії або з купівлі обладнання. Це робила комісія, якою керував А.М. Негрійко. Її засідання проходили спокійно, діловито і з урахуванням як інтересів інститутів, так і недопущення перекосів у бік великих установ. На жаль, можливості академії в покращенні інфраструктури не такі великі, тому такі конкурси досить важкі, але завжди, як принаймні мені здається, знаходився консенсус. Решта поточної і часом доволі хаотичної роботи, гадаю не для звіту – вона робиться сумлінно і в необхідному обсязі, але, якщо бути чесним, досить швидко забувається. Ні, забувається не все, зокрема виборні кампанії. Під час останньої, що мала місце у 2018 році, академіками були обрані О.Є. Беляєв і П.М. Мележик, а членами-кореспондентами – М.В. Бондар, О.М. Браун, В.В. Захаренко, В.О. Карачевцев, Ю.О. Ситенко і В.А. Татаренко. Хочу також згадати колективні зусилля багатьох членів відділення щодо збереження у бюджеті академії на поточний рік фінансування тієї ж програми 1230, яке вдалося відстояти.

На останок цього розділу варто сказати й про таке: апарат відділення, а це дві особи, в середині звітного терміну через раптовий ухід на початку 2017 року з життя всіма нами шанованого Дмитра Трохимовича Тарашенка зазнав змін, і до нас приєднався к.ф.-м.н. Юрій Олександрович Бондаренко, який, пройшовши школу Інституту металофізики, швидко став доволі важливою фігурою нашої невеликої команди. Тепер практично безперебійна робота відділення забезпечується досвідом Мирослави Мефодіївни Лев і завзяттям, Ю.О. Бондаренка, які чітко виконують свої обов'язки, що, сподіваюсь, відчують усі, хто з ними спілкується. Принаймні, у мене претензій до них нема.

#### 4

Окремо маю відзвітувати про свою індивідуальну роботу в якості керівника відділення. В цілому, оцінити її не можу, та й це було, як на мене, смішно, бо таке треба питати у мого керівництва, а головне – членів дирекцій і співробітників установ, які контактують зі мною, звертаються або висловлюють претензії. Тому цю сторону діяльності, дозвольте опустити. Водночас, у мене є певні статутні обов'язки як члена Президії НАН України, про що, власне, я маю доповісти.

Перше, це керівництво Відділенням, про що я щойно сказав. Другим в сфері моєї відповідальності є здійснення мною зв'язків НАН України з Українським фізичним товариством, Українською астрономічною асоціацією, міжнародними фаховими спілками

в галузі фізики і астрономії. З цього приводу довожу до вашого відома, що з президентами УФТ та УАА я знаходився у постійному контакті, спільних справ було, може, й не так багато, але все, що вимагалось від ВФА робилося вчасно і якомога повніше. Що стосується зв'язків з міжнародними організаціями, то таких, якщо мати офіційні, на жаль, не було. Міжнародною діяльністю в Академії керує той же А.Г. Загородній, і на його запрошення я мав честь приймати участь у засіданнях щодо співпраці НАН України з різними закордонними інституціями, якщо питання стосувалися фізики або астрономії. Це були разові доручення, а от самостійної міжнародної роботи відділення не вело. Я не відношу до такої, скажімо, активне сприяння участі наших установ у роботі міжнародних лабораторій, зокрема у Польщі, або посильну організаційну допомогу у відрядженнях співробітників наших установ за кордон в рамках відповідних двосторонніх договорів, відносячи це до звичайної поточної роботи.

Окремим пунктом у моїх зобов'язаннях стоїть робота з Міністерством освіти і науки, а також вишами на предмет підготовки молодих фахівців. Тут мені приємно нагадати, що ВФА створило комісію і розробило нові шкільні програми з фізики і астрономії як різних предметів. Останнє принципово відрізняло їх від таких же програм НАПН України з єдиного предмету «Природознавство», які пропонувало МОН. І ті, і інші були затверджені міністерством, залишаючи вибір між ними самим школам. Не все з нашими програмами гладко, про що я неодноразово розповідав, проте наразі вони є чинними і десь 2/3 учнів України вчаться саме за ними. При цьому додаю, що програми з астрономії розроблялись під керівництвом Я.С. Яцківа у тісній співпраці з нашою комісією, тому остаточні програми не повторюють, а доповнюють одна одну.

Що стосується співпраці з вищими навчальними закладами, то тут нічого особливо нового не відбулося, якщо не вважати за таке довгоочікуваний початок роботи Київського академічного університету, який очолює член нашого відділення О.А. Кордюк і в організації якого ми приймали активну участь. Інша сторона – читання лекцій нашими співробітниками практично в усіх провідних вузах міст, де знаходяться наші інститути, а також регулярне проведення молодіжних конференцій, деякі з яких стали міжнародними.

Що ще вдалося до певної міри просунути і що набуло матеріального вигляду – це видання Великої української енциклопедії. За випадковим збігом обставин наприкінці 2013 року мені було доручено очолити її редколегію і організувати роботу. По великому рахунку, така діяльність, будучи безмежною, має бути основною, а не просто дорученням. Натомість, вибору не було і треба було включитися у роботу, в результаті якої видано 1-й і практично готові до друку 2-й і 3-й томи і, що цікаво, при цьому ще не вичерпані гасла на букву «а». Не приховую, сама підготовка вимагає колосальних зусиль, тим більше, що



редколегія складається переважно з членів і співробітників академії, а поточну роботу виконує Державне видавництво «ВУЕ», підпорядковане Держкомітету з телебачення і радіомовлення України. Перевести це видавництво до НАН України поки що не вдалося.

До свого особистого доробку можу віднести переорієнтацію видання ВУЕ з паперового на електронне, на що пішло приблизно 2-2.5 роки, бо члени Президії, а саме вона затверджує план і основні напрями роботи редколегії, певний час опиралися, не погоджуючись надати електронній версії будь-яку перевагу. Проте зрозумівши, що це не мої забаганки, а вимога часу, прийняла такий акцент, і наразі створено портал ВУЕ, який активно працює, а його популярність і затребуваність помітно зростають. Тепер не рідко бувають дні, коли портал відвідують до декількох тисяч користувачів, що видно з рис. 8, наданим директором Держвидавництва «ВУЕ» д.і.н. А.М. Киридон.

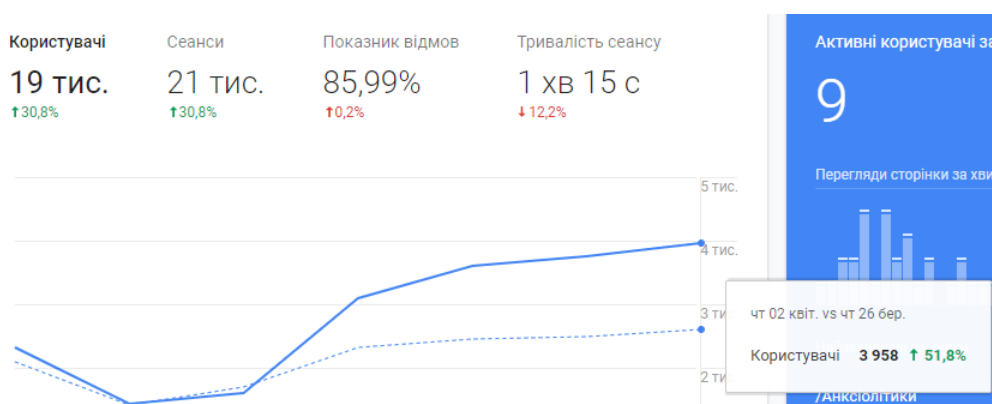


Рис. 8 Порівняння по днях (злами на кривих) числа щоденних відвідувань у період з 26.03 до 02.04 2020 року відносно попереднього тижня

Додам, що від друкованої версії ВУЕ, 1-й том якої вийшов ще 2016 року, е-портал відрізняється тим, що статті на ньому подаються у більшому форматі, мають аудіо-версії, що дає доступ до енциклопедії користувачам із порушенням зору. До того ж, статті порталу супроводжуються додатковими відео- та аудіо-матеріалами, будучи насиченими більшою кількістю ілюстрацій – світлинами, картами, схемами, графіками, діаграмами, малюнками тощо. А головне, робота йде не за послідовністю букв в абетці, а за всіма, що теж набагато продуктивніше і технологічніше. При цьому існує зручна можливість доповнювати вже виставлені статті, або, коли треба, їх корегувати. Дозволю собі навіть стверджувати, що Україна стала першою країною, яка створила і запустила в інтернетівський простір, нехай поки що неповну, але працюючу мультимедійну енциклопедію, яка відповідає сучасному рівню інформаційних технологій.

Попри викладені, начебто, позитивні відомості для звіту, за одним аспектом – виконанням мною одного з обов’язків – він може бути визнаним незадовільним. Мова йде про мою відповідальність за співробітництво НАН України з НАН Азербайджану. Справа в тім, що у перші роки моєї роботи у відділенні президентом НАН Азербайджану був

фізик-ядерник Махмуд Керімов. Під час 2-х або 3-х його візитів до Києва як очільника академії, яка є членом МААН, ми познайомились, я його супроводжував при візитах до Інституту ядерних досліджень або кафедри ядерної фізики КНУ імені Тараса Шевченка, ми також обмінювались інформацією про конференції, що проходили у наших країнах. Мабуть, це все. А у 2013 році він помер, і президентом НАН Азербайджану був обраний геолог за фахом Акіф Алізаде, який до Києва як президент академії жодного разу не приїздив, що майже автоматично припинило наші контакти. Чи є у цьому і яка моя вина, мені оцінити важко, але треба врахувати, що з 2014 року Україна перебуває у стані війни. І хоча державні візити між нашими країнами місце мали, представники нашої академії, наскільки мені відомо, до складу офіційних делегацій не включалися. Отже, на сьогодні про якісь зв'язки з цією академією говорити не видається.

## 5

Заключна частина доповіді зазвичай присвячується перспективам розвитку нашого відділення та наук, якими опікуються його установи. І хоча робити прогнози навіть у спокійні часи є справою невдячною, тепер, коли ми «взяли» паузу, викликану коронавірусним карантинном, що охопив весь світ, вона особливо ненадійна, а, може, й взагалі неможлива. Але, як не дивно, сама епідемія виявилась у чомусь корисною, якщо подивитись на її наслідки неупереджено. Вчені, тобто ми, несподівано стали майже кумирами і зірками ЗМІ, бо, як, нарешті, усвідомило суспільство, вони єдині, хто може його врятувати від смертельної загрози. Іншою мовою, після довгого ігнорування науки і глибокого забуття нашого існування нас згадали, завдяки чому ми відчули свою потрібність, яка сама по собі дорогого коштує.

Більше того, з'ясувалося, що щось подібне відбулося не тільки у нас, а й у великих США, де їхній президент Д. Трамп після кількох поспіль зменшень наукового бюджету згадав про своїх вчених і попросив їх зробити послугу, пришвидшивши розробку вакцини проти нової вірусної хвороби. На це миттєво відреагував Джеремі Берг (Jeremy Berg) – головний редактор одного з найпрестижніших у світі наукових журналів «*Science*». Зокрема, він заявив, що президент не має права спочатку ображати науку, недофінансовуючи її, оскільки вона йому чимось не подобається, а потім чогось від неї вимагати, навіть створення конче необхідних ліків. Наприкінці свого листа, звертаючись до адресата, Д. Берг пише, що сам президент має зробити послугу вченим: почати ставитись до науки та її принципів з повагою і лише потім висловлювати свої бажання.

На жаль, для нас таке абсолютно вільне і незалежне висловлювання думок високому начальству неприйнятне. Причин багато і не в них наразі справа. Набагато складніше саме тепер, коли ми знаходимося у вимушеній самоізоляції і маємо час на

певний перепочинок, ми мусимо зрозуміти, що так зване старе життя закінчилося і відійде разом з пандемійною катастрофою, що нас чекають як очікувані (наприклад, ім'я наступного президента НАН України), так і неочікувані зміни. Прогнозувати не буду, та й не в змозі, але, гадаю, що наступає зручний час для започаткування нових форм нашого буття (наприклад, збільшення обсягів дистанційних роботи, навчання, послуг, спілкування тощо), не виключено, переформатування всієї науково-освітньої сфери, яка має стати більш взаємозв'язаною і гармонічною, внесення змін в діяльність і структуру самої академії, що повинна знайти шляхи для самовдосконалення і кращого пристосування до реалій сьогодення. А для нас, мабуть, головне – це, нарешті, довести вищому керівництву держави, що поки у нього, а за ним і суспільства не виникне довіра до вчених і повага до їхньої праці, поки не будуть створені незалежні консультативні органи, що керуються не бюрократами, а професіоналами від науки з правом відкрито давати рекомендації уряду, які для є обов'язковими до виконання, розв'язання проблем, що виникають перед суспільством, залишиться таким, як і тепер – хаотичним і неефективним. Отже, локомотивом прогресу і гарантією знаходження правильних відповідей на виклики може бути і є лише наука. І не в останнє, визнання цього її призначення залежить саме від нас. Що стосується праці кожної творчої особистості, то раджу перейнятися винесеним в епіграф висловом – він, як на мене, стимулює і надихає.