



БОГДАНОВ

Вячеслав Леонідович — академік НАН України, віцепрезидент НАН України, голова Секції фізико-технічних і математичних наук НАН України



МАЛЬЧЕВСЬКИЙ

Ігор Анатолійович — кандидат технічних наук, учений секретар Секції фізико-технічних і математичних наук НАН України

РОЛЬ НАУКОВИХ УСТАНОВ СЕКЦІЇ ФІЗИКО-ТЕХНІЧНИХ І МАТЕМАТИЧНИХ НАУК НАН УКРАЇНИ В РОЗВИТКУ НАУКОВИХ ДОСЛІДЖЕНЬ У РОКИ НЕЗАЛЕЖНОСТІ

У статті окреслено основні віхи 30-річного періоду розбудови вітчизняної наукової сфери після здобуття Україною незалежності, проаналізовано роль і внесок наукових установ Секції фізико-технічних і математичних наук НАН України у розвиток наукових досліджень, створення наукового підґрунтя для інноваційної модернізації промислового сектору української економіки, становлення сучасного інформаційного суспільства, зміцнення обороноздатності нашої країни.

Цього року Україна відзначає 30-річчя своєї незалежності, і для науковців Секції фізико-технічних і математичних наук нашої Академії це не лише свято з нагоди створення самостійної Української держави. Так само як і для всіх українців, для нас ця дата є ще й ознаменуванням 30-річного етапу натхненної праці з утвердження нашої незалежності, розбудови вітчизняної наукової сфери та економіки, відстоювання невід'ємного права України на перебування в європейській родині.

У спадок від тоталітарної союдної держави Україні дісталася планова економіка з надмірною часткою військово-промислового комплексу, який потребував конверсії, а також деформована структура народногосподарського комплексу. Не варто забувати і про жахливі наслідки Чорнобильської катастрофи, з проблемою якої українська держава й українська науково-технічна сфера залишилися фактично наодинці.

Побудована в умовах «залізної завіси» наукова система значною мірою перебувала в ізоляції від європейської наукової спільноти. Відставання українських наукових установ за рівнем забезпечення науковим обладнанням становило не одне десятиліття, не найкращим було й комп'ютерне оснащення наукових лабораторій. Проте буде справедливо відзначити

високий рівень кваліфікації українських науковців у радянські часи, що насамперед було пов'язано з гідною оплатою їхньої праці та доступністю освіти, а також посиленою державною підтримкою науково-технічних розробок оборонного та подвійного призначення.

На початку становлення незалежної Української держави до складу Секції, в якій було зосереджено близько 65 % кадрового потенціалу Академії, входило 7 відділень: математики; інформатики, обчислювальної техніки і автоматизації; механіки; фізики і астрономії; наук про Землю; фізико-технічних проблем матеріалознавства та фізико-технічних проблем енергетики. Загалом Секція об'єднувала 52 наукові установи і організації із загальною кількістю працівників понад 31 000, з яких — 10 837 наукових.

Сьогодні до складу Секції входить 8 відділень наук, які об'єднують 95 наукових установ і організацій із загальною кількістю працівників понад 15 000, з яких — 8 842 наукових.

Перші роки незалежності для Української держави без перебільшення стали періодом важких випробувань. І вчені Академії самовіддано та плідно працювали над вирішенням проблем першорядного, загальнонаціонального значення, створюючи наукові підвалини для розвитку вітчизняної промисловості, енергетики та сільського господарства, зміцнення обороноздатності країни, розвитку її освітньої та культурної сфер.

Разом з тим постала потреба у посиленому розвитку окремих сучасних напрямів фундаментальних і прикладних досліджень у низці галузей, зокрема в інформатиці, ядерній та електронній фізиці, космічних та аерокосмічних дослідженнях, матеріалознавстві, загальній і відновлюваній енергетиці, енергозощадженні, геохімії, екології. З цією метою було створено нові наукові установи та розширено тематику робіт уже наявних організацій, включено до структури Академії окремі науководослідні установи галузевого сектору, а також переорієнтовано напрями діяльності деяких інститутів на науково-технічний супровід базових галузей промисловості та енергетики.

Так, у 2004 р. у структурі Секції було організовано Відділення ядерної фізики та енергетики НАН України, одним з головних завдань якого є науковий супровід надійного та безпечного функціонування ядерно-енергетичного комплексу України. До нього увійшли переданий до відання Академії Національний науковий центр «Харківський фізико-технічний інститут» і низка установ відповідного профілю з інших відділень.

Крім того, з метою зміцнення зв'язків науки і виробництва на базі інститутів Секції було створено два науково-технічних комплекси — «Інститут електрозварювання ім. Є.О. Патона» та «Інститут монокристалів».

Говорячи про роль науковців у становленні Української держави, не можна не згадати трагічну подію, яка сталася в нашій країні напередодні здобуття омріяної незалежності, — аварію на Чорнобильській АЕС.

Чорнобильська катастрофа торкнулася еколого-економічних та соціально-психологічних аспектів життя населення не лише в 30-кілометровій зоні відчуження, а й далеко за її межами. Вона поставила на порядок денний низку складних науково-технічних, медико-біологічних та екологічних проблем. Крім того, масштаби катастрофи, яку в усьому світі справедливо вважають найбільшою техногенною і екологічною катастрофою ХХ ст., зумовлюють необхідність наукової оцінки інтенсивності надходження і специфіки розподілу радіонуклідів у всіх ланцюгах природних екосистем. Тому максимально можлива ліквідація наслідків цієї катастрофи була й залишається донині одним з найважливіших наукових завдань установ та організацій Академії.

Значну роль у мінімізації та ліквідації наслідків аварії на Чорнобильській АЕС відіграли установи Секції фізико-технічних і математичних наук НАН України. Загалом до відповідних робіт було залучено 42 академічні установи, з яких половина, 21 установа, належали до Секції фізико-технічних і математичних наук. Про відвагу і самопожертву наших науковців можна говорити багато, особливо про окремі наукові колективи, які брали без-

посередню участь у виконанні важливих і невідкладних робіт на найбільш забруднених територіях.

Так, у перші дні після аварії для розуміння ситуації необхідно було визначити, які саме процеси відбуваються у зруйнованому реакторі, чи триває там ланцюгова реакція, яка ймовірність проплавлення біологічного захисту реактора та бетонних перекриттів і потрапляння розплавленого ядерного палива у підземні води. Фахівці Інституту ядерних досліджень НАН України запропонували єдиний можливий у тих умовах шлях — самим проникнути в підреакторні приміщення, щоб провести там відповідні вимірювання, що й успішно виконали.

Чорнобильська катастрофа — надзвичайно складна й довготривала проблема, яка потребувала і потребує сьогодні продовження наукових досліджень. Її вирішення підштовхнуло науковців до розвитку нових напрямів, зумовило необхідність створення нових наукових установ. Так, у системі НАН України було організовано Міжгалузевий науково-технічний центр (МНТЦ) «Укриття», який за час свого існування досяг значних результатів у дослідженнях із забезпечення ядерної та радіаційної безпеки об'єкта «Укриття» і енергоблоків Чорнобильської АЕС, проектуванні установок, призначених для поводження з ядерними матеріалами та радіоактивними відходами. Фактично за короткий період МНТЦ «Укриття» перетворився на сучасну наукову установу, підрозділи якої були забезпечені висококваліфікованими кадрами, сучасним обладнанням, стендами і системами контролю, необхідними для вирішення наукових проблем безпеки АЕС. Тому у 2004 р. постановою Президії НАН України МНТЦ «Укриття» було реорганізовано в Інститут проблем безпеки атомних електростанцій НАН України, який увійшов до складу Відділення фізико-технічних проблем енергетики.

Крім того, на базі двох відділень Інституту геохімії, мінералогії та рудоутворення НАН України — відділення радіогеохімії навколишнього середовища та відділення металогенії — було засновано Державний науковий центр ра-

діогеохімії навколишнього середовища, основні напрями діяльності якого були пов'язані з ліквідацією наслідків Чорнобильської катастрофи та мінімізацією ризиків впливу радіаційного забруднення на людину й навколишнє середовище. Враховуючи актуальність фундаментальних і прикладних досліджень, а також достатнє кадрове забезпечення, у 2001 р. цей Центр було реорганізовано в Інститут геохімії навколишнього середовища НАН України та МНС України, який у 2004 р. увійшов до складу новоствореного Відділення ядерної фізики та енергетики.

Слід підкреслити, що участь науковців НАН України в подоланні наслідків Чорнобильської катастрофи розпочалася з перших днів після аварії і продовжується сьогодні.

Незважаючи на значні економічні труднощі в країні, Академія приділяла пріоритетну увагу розвитку фундаментальних досліджень, а також розширенню міжнародного наукового співробітництва з провідними науковими центрами, академіями та університетами Європи і світу.

Наведу окремі вагомі досягнення наших науковців у царині фундаментальних досліджень.

В Інституті математики створено теорію імпульсних систем диференціальних рівнянь, що посідає помітне місце серед досягнень світової математичної науки. Важливим результатом вчених-математиків цього Інституту є також розроблення теорії якобієвих полів, методу умовної симетрії в теорії сучасного групового аналізу, нелінійної теорії динаміки обмеженого об'єму рідини.

У математичному відділенні Фізико-технічного інституту низьких температур ім. Б.І. Веркіна виконано важливі дослідження з теорії усереднення диференціальних рівнянь з частинними похідними, доведено відому гіпотезу Дайсона щодо універсальності локального розподілу власних значень випадкових матриць.

Науковці Інституту космічних досліджень запропонували інформаційний підхід до прогнозування космічної погоди на основі Dst-індексу та показали можливість прогнозування його поведінки (або стану) «космічної пого-

ди») в разі відсутності аномальних збурень у сонячному вітрі. На основі отриманих результатів було розроблено програмне забезпечення та оперативний сервіс для дослідження стану «космічної погоди», які зараз використовують як в Україні (Національний центр управління та випробувань космічних засобів ДКА України), так і в деяких західноєвропейських країнах (Бельгія, Німеччина).

В Інституті кібернетики ім. В.М. Глушкова розроблено спеціалізований сегмент суперкомп'ютерного комплексу СКІТ, який було задіяно в обробленні даних міжнародного проєкту ALICE — основного експерименту на Великому адронному колайдері, присвяченого пошуку бозона Хігса та дослідженню фундаментальних основ матерії.

Фахівці Інституту механіки ім. С.П. Тимошенка розробили засади механіки руйнування матеріалів з початковим (залишковим) напруженням та механіки руйнування композитів при стисканні, побудували теорію ударної взаємодії твердих і деформованих тіл з рідиною.

В Інституті геотехнічної механіки ім. М.С. Полякова встановлено невідому раніше закономірність руйнування вкрай напружених гірських порід за умови малоенергомістких впливів. На основі цієї закономірності створено наукові засади керування процесом руйнування середовищ з активним запасом внутрішньої енергії, а також розроблено фундаментальні основи створення принципово нових технологій керування напружено-деформованим станом вкрай напружених гірських порід і масивів у гірничодобувній і вугільній галузях, при видобутку нафти і газу.

Науковці Інституту фізики у співпраці з колегами з Київського національного університету імені Тараса Шевченка відкрили і досліджили нове фізичне явище — ефект фотоорієнтації рідких кристалів, коли світло орієнтує молекули рідинного кристала в заданому напрямку, визначеному поляризацією світла. Це явище покладено в основу технології створення рідкокристалічних дисплеїв.

У цьому ж Інституті вперше спостережено формування двовимірного (поверхневого)

скла, яке утворюється, коли моношарові металеві плівки, адсорбовані на металевій підкладці і розплавлені за високої температури, швидко охолоджуються до низької температури. Двовимірні склоподібні шари мають велику кількість дефектів, завдяки чому можуть бути корисно застосовані, наприклад, у каталізі.

В Інституті теоретичної фізики ім. М.М. Боголюбова запропоновано новий підхід до статистичного опису нерівноважних систем. Передбачено можливі особливості поведінки взаємодійних систем, таких як гравітаційні системи, системи з кулонівським відштовхуванням, плазма, звичайні та рідкокристалічні колоїди тощо, для різних термодинамічних умов. Учені Інституту передбачили квантовий ефект Холла у діраківських матеріалах, який використовується у пошуках одношарових струн.

У Головній астрономічній обсерваторії спільно з європейськими колегами розроблено теорію нутації Землі, яка прийнята як міжнародний стандарт. Співробітники обсерваторії під час виконання власних спостережень на космічному телескопі «Габбл» відкрили в локальному Всесвіті карликову галактику з найбільшою втратою іонізуючого випромінювання — 72 % від загального випромінювання, що утворюється в цій галактиці.

В Інституті фізики конденсованих систем на основі результатів комп'ютерного моделювання висловлено гіпотезу щодо природи низької в'язкості твердого ядра Землі. Розглянуто динамічні процеси, які відбуваються у кристалічному залізі за температур і тиску, характерних саме для земного ядра, і встановлено, що частина іонів заліза об'ємноцентрованої кубічної ґратки починає колективний стрибкоподібний кільцевий рух, що спричиняє додаткове згасання звукових хвиль і зниження в'язкості ядра. Ці ефекти раніше спостерігалися експериментально, проте не мали теоретичного пояснення.

Вчені Інституту геологічних наук розробили теорію гіпогенного (глибинного) карстогенезу, пов'язаного з висхідним розвантаженням напірних підземних вод і ендегенних флюїдів, зробили глобальне узагальнення його виявів

і закономірностей. Ця теорія здобула широке міжнародне визнання і зумовила зміну загальної парадигми досліджень та перегляд уявлень про природу карсту.

В Інституті електрозварювання ім. Є.О. Патона проведено оригінальні дослідження матеріалознавчих проблем зварювання плавленням висококомірних, теплостійких і жароміцних високолегованих сталей, матеріалів для криогенної техніки, сплавів на основі алюмінію, титану та інших конструкційних матеріалів.

Серед вагомих результатів фундаментальних досліджень фахівців Інституту проблем матеріалознавства ім. І.М. Францевича слід відзначити, зокрема, розроблену континуальну теорію спікання та поведінки пористого тіла при пресуванні порошків і наступній обробці пористих напівфабрикатів, а також теорію ефективних властивостей матеріалів.

Науковці Інституту термоелектрики створили узагальнену теорію термоелектричного перетворення енергії, відкрили закон термоелектричної індукції струмів, винайшли та розробили близько 300 термоелектричних приладів, серед яких прилади космічного призначення, якими оснащено майже 250 штучних супутників Землі.

Вчені установ Відділення фізико-технічних проблем енергетики розвинули фундаментальні основи побудови складних електроенергетичних систем, енергетичного обладнання та устаткування для вирішення нагальних проблем енергетичного комплексу України.

За ініціативою наших теоретиків з Національного наукового центру «Харківський фізико-технічний інститут» у ЦЕРНі було поставлено спеціальний експеримент з виявлення теоретично передбаченого ефекту розщеплення пучка ультрарелятивістських протонів на кілька пучків при проходженні частинок через зігнутий кристал за рахунок стохастичного механізму розсіяння частинок на вигнутих ланцюжках атомів кристала. Результати експерименту підтвердили основні передбачення теорії та відкривають нові можливості керування параметрами пучків частинок великої енергії за допомогою зігнутих кристалів.



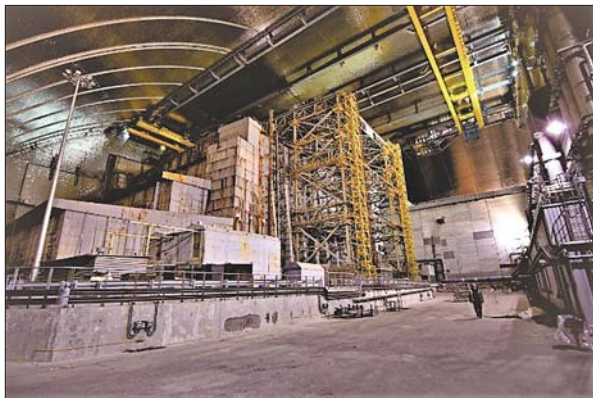
Операторський зал «гарячих» камер. Дослідження зразків-свідків металу корпусу реактора. Інститут ядерних досліджень НАН України

Вчені Інституту ядерних досліджень дослідили на новому рівні чутливості подвійний бета-розпад у більш ніж 30 ядер, вперше спостерігали двонейтринний подвійний бета-розпад ядер ^{96}Zr , ^{116}Cd , ^{130}Te , найбільш прецизійно виміряли такий розпад для ^{100}Mo та ^{116}Cd , визначили потоки нейтрино від Сонця (^7Be , pp- та CNO-цикли), з глибин космосу та з надр Землі, а також відкрили нові рідкісні альфа- та бета-розпади. Ці результати мають велику значущість для розуміння еволюції Всесвіту.

Отже, за роки незалежності України вчені установ Секції фізико-технічних і математичних наук НАН України виконали чимало новаторських досліджень й отримали низку вагомих результатів.

Важливим завданням Академії було виконання державних цільових науково-технічних програм, ініційованих установами Секції. Серед них слід особливо відзначити такі програми:

- «Нанотехнології та наноматеріали»;
- «Фундаментальні і прикладні дослідження з проблем використання ядерних матеріалів, ядерних і радіаційних технологій у сфері розвитку галузей економіки»;
- «Впровадження і застосування грид-технологій»;
- «Розроблення і створення сенсорних наукоємних продуктів»;



Об'єкт «Укриття» (зруйнований четвертий енергоблок ЧАЕС) всередині Нового безпечного конфайнмента

- «Розроблення і впровадження енергозберігаючих світлодіодних джерел світла та освітлювальних систем на їх основі»;
- «Створення хіміко-металургійної галузі виробництва чистого кремнію»;
- «Образний комп'ютер».

Крім того, співробітники установ Секції доклали значних зусиль до наукового забезпечення вирішення актуальних для держави проблем, пов'язаних насамперед з інноваційним розвитком базових галузей економіки, до активізації міждисциплінарних досліджень з пріоритетних напрямів з метою підвищення технологічного рівня вітчизняної промисловості в рамках виконання низки загальноакадемічних програм.

Зокрема, при виконанні цільової програми НАН України з вивчення наноструктурних систем, наноматеріалів, нанотехнологій було отримано нові фундаментальні знання про механізми утворення наносистем і наноматеріалів, досліджено властивості широкого класу наноматеріалів, розроблено нові наноматеріали з високими експлуатаційними характеристиками та наукові основи створення нанотехнологій для машинобудування, медицини та інших галузей, розроблення з використанням наноматеріалів приладів для наноелектроніки, фотоніки, спінтроніки, засобів відображення інформації, нових методів діагностики та дослідження наносистем і наноматеріалів.

Вирішенню проблеми спрацювання або послаблення конструкцій, споруд і машин, у якій особливо актуальними є питання керування експлуатаційною надійністю і довговічністю відповідних об'єктів, а також встановлення науково обґрунтованих строків їх експлуатації, сприяли цільові програми «Ресурс» та «Ресурс-2», під час реалізації яких було створено методологічні основи, технічні засоби і технології для оцінки й подовження ресурсу техногенно та екологічно небезпечних об'єктів тривалої експлуатації.

Для потреб ядерно-енергетичного комплексу України реалізовано цільові програми НАН України з науково-технічного супроводу розвитку ядерної енергетики та застосування радіаційних технологій, основним завданням яких є науково-технічна підтримка безпечного і надійного функціонування та розвитку ядерної енергетики України, розширення її ресурсної бази, розроблення ядерно-фізичних установок нового покоління та прикладні дослідження з перспективних напрямів ядерної фізики, фізики плазми та прискорювачів, радіаційного матеріалознавства та приладобудування, керованого термоядерного синтезу.

З метою розвитку наукових засад сучасних технологій отримання, зберігання та використання водню, які є перспективними для впровадження в енергетичному секторі України, в Академії виконувалися цільові комплексні програми наукових досліджень, присвячені вивченню фундаментальних аспектів відновлювано-водневої енергетики і паливно-комірчаних технологій. Результати, отримані в рамках цих програм, спрямовані на модернізацію структури енергетики нашої країни в напрямі ширшого використання низьковуглецевих і безвуглецевих технологій для істотного зниження шкідливих викидів в атмосферу.

Звісно, економічний розвиток країни неможливий без впровадження нових наукомістких технологій і новітніх матеріалів на промислових підприємствах. На вирішення цієї проблеми було спрямовано діяльність переважної більшості установ Секції фізико-технічних і математичних наук.

Зокрема, результати наукових досліджень і розробок Інституту ядерних досліджень та інших установ матеріалознавчого профілю дали нашим науковцям змогу взяти активну участь у подовженні експлуатаційного ресурсу енергоблоків АЕС, що сприяло значній економії витрат держави на будівництво нових атомних електростанцій. За участі науковців Секції вже продовжено терміни безпечної експлуатації 12 енергоблоків українських АЕС: енергоблоків № 1, 2, 3 Південно-Української АЕС, енергоблоків № 1, 2, 3, 4 і 5 Запорізької АЕС, енергоблоків № 1, 2, 3 Рівненської АЕС та першого енергоблока Хмельницької АЕС.

Не менш важливою для забезпечення ефективною роботи ядерно-енергетичного комплексу, який, без сумніву, є основою української енергетики, стала участь фахівців ННЦ ХФТІ в роботах з диверсифікації постачання ядерного палива для реакторів ВВЕР завдяки співробітництву з компанією Westinghouse. Їхні дослідження й розробки фактично допомогли убезпечити Україну від енергетичної кризи, і сьогодні паливо компанії Westinghouse завантажене вже в шести енергоблоках АЕС.

Для вирішення нагальних режимних проблем електроенергетичного комплексу України, заощадження енергетичних ресурсів науковцями Секції створено та організовано впровадження великої кількості науково-технічних розробок з побудови складних електроенергетичних систем, енергетичного обладнання та устаткування.

Зокрема, в Інституті електродинаміки розроблено наукові засади та на їх основі створено інноваційні інформаційно-керуючі системи для електроенергетики; розвинуто принципи побудови спеціальних видів перетворювальної техніки і нових технічних засобів корекції параметрів електричної енергії; вирішено низку проблем із забезпечення гнучкого керування режимами електричних систем.

Створені на основі наукових розробок наших учених апаратно-програмні комплекси «Регіна» застосовуються нині у складі систем моніторингу Об'єднаної енергетичної системи України з метою забезпечення її надійної та



Енциклопедичне видання «Національний атлас України». Розробка Інституту географії НАН України

стабільної роботи. Таким моніторингом охоплено практично всі атомні, теплові, гідравлічні станції України та частково інших країн, а також усі великі та відповідальні підстанції напругою від 110 до 750 кВ, електрифікований залізничний транспорт та інші електроенергетичні об'єкти.

Результати, отримані фахівцями Інституту електродинаміки і заводу «Південкабель» (м. Харків), дали змогу створити вітчизняний електротехнологічний комплекс з виробництва силових кабелів на напругу до 400 кВ з унікальними показниками надійності та стійкості, що задовольняє всі потреби України в кабельній продукції світового рівня та уможливорює її експорт в інші країни.

Колектив учених Інституту загальної енергетики здійснював наукове керівництво розробленням затвердженої Урядом у 2006 р. Енергетичної стратегії України на період до 2030 року, яка стала першою в країні інтегрованою економічно обґрунтованою моделлю дій держави, спрямованою на досягнення цілей національної безпеки та задоволення енергетичних потреб суспільства за найменших витрат.

Науковці Інституту теплоенергетичних технологій розробили комплекс інноваційних



Теплоенергетичний комплекс на ПАТ «Шахта ім. О.Ф. Засядька». Розробка Інституту геотехнічної механіки ім. М.С. Полякова НАН України

технічних рішень з переведення на газове вугілля енергоблоків ТЕС з метою вирішення проблеми їх безперервної роботи в умовах відсутності постачання антрациту з Донбасу. Економічний ефект від впровадження зазначених розробок уже сьогодні вимірюється мільярдами гривень.

Фахівці Інституту газу для виробництва електроенергії, отримання біометану та товарної вуглекислоти розробили технологію, створили обладнання та започаткували в Україні процес утилізації звалищних газів полігонів твердих побутових відходів. Це поліпшило екологічний стан місцевості та знизило щорічні викиди парникових газів на 600 тис. т в CO_2 -еквіваленті.

Науковці Інституту фізики напівпровідників ім. В.Є. Лашкарьова розробили методи, технології та сучасні матеріали для формування світловипромінювальних мікро- та наноструктур, запропонували способи діагностики освітлювальних приладів та організували виробництво їх широкої номенклатури. Використання цієї високотехнологічної продукції дало змогу знизити споживання електроенергії.

Вирішенню важливого завдання енергозощадження сприяла також спільна розробка фахівців Інституту металофізики ім. Г.В. Курдюмова та ННЦ ХФТІ. Запропонована ними методика формування метастабільних аморфних, мікро- та наноструктурованих кристалічних станів у металах і сплавах шляхом надшвидко-

го охолодження розплаву дала змогу створити серійне виробництво високоякісних стрічок, стрічкових магнітопроводів та енергоефективних трансформаторів і дроселів, які застосовуються при виробництві економних імпульсних джерел живлення для вітчизняного електро-транспорту і техніки спеціального призначення, систем комерційного обліку електроспоживання з підвищеною удвічі точністю.

Науковці Інституту проблем безпеки атомних електростанцій починаючи з 1992 р. забезпечували науково-технічний супровід поточної експлуатації об'єкта «Укриття» Чорнобильської АЕС та перетворення його в екологічно безпечну систему. Це сприяло успішному завершенню в 2017 р. проєкту будівництва нового безпечного конфайнмента, що надійно захищає населення і довкілля від негативного впливу зруйнованого четвертого енергоблока. З цією ж метою величезний обсяг робіт щодо визначення рівнів радіоактивного забруднення 30-кілометрової зони ЧАЕС і території України загалом виконали науковці Інституту ядерних досліджень.

На основі отриманих даних було побудовано карти забруднення території трансурановими елементами, що, серед іншого, увійшли до Національного атласу України, який було розроблено та видано за участі низки наукових установ Академії при координації Інституту географії. Атлас розкриває загальногеографічні особливості території та соціуму України, її місце в природному, економічному, демографічному, культурному та політичному просторі Європи і світу, сучасне бачення основних історичних подій та постатей, особливості та ресурсні можливості природи України, структуру, соціальний розвиток та середовище проживання населення, характеристики основних сфер економіки, екологічний стан природного середовища та антропогенний вплив на нього. Багатогранний зміст Національного атласу є необхідним джерелом знань не лише для органів влади, науковців, освітян, а й для всіх жителів та гостей країни.

Важливим завданням науковців Секції були дослідження і розробки з метою забезпечення

України власними сировинними, передусім енергетичними, ресурсами.

За цим напрямом науковці Інституту геологічних наук розробили концепцію флюїдного літогенезу, яка дала змогу отримати нові дані про глибинно-флюїдну природу тектонічних плюмів, що відіграють провідну роль у формуванні глибоких нафтогазоносних басейнів, та обґрунтувати наукові засади нової синергетичної концепції походження вуглеводнів. На сьогодні провідні газо- та нафтовидобувні підприємства України взяли на озброєння ці наукові знання та проводять буріння свердловин на великі глибини.

Створені в цьому Інституті технології пошуку вуглеводнів на основі інформаційного інтегрування даних аерокосмічних зйомок, польової спектрометрії і геолого-геофізичних даних дозволяють з ефективністю 80 % виділяти аномальні ділянки, зумовлені впливом покладів вуглеводнів.

Запропоновані Інститутом геохімії, мінералогії та рудоутворення ім. М.П. Семененка нові методи зміни магнітних властивостей гематиту та гетиту дозволили розробити пристрої для сепарації високодисперсної залізорудної сировини з бідних окиснених (слабкомагнітних) залізистих кварцитів, а також з відходів гірничозбагачувальних комбінатів.

Фахівці Інституту геофізики ім. С.І. Субботіна побудували інтегральні глибинні геолого-геофізичні моделі Дніпровсько-Донецької западини — основного нафтогазового регіону та Кіровоградського рудного району, який містить уранові родовища, родовища рідкісних металів та інших сировинних ресурсів.

За результатами досліджень, виконаних в Інституті геотехнічної механіки ім. М.С. Полякова, визначено принципово нові можливості анкерних систем кріплення. З їх застосуванням на шахтах з найбільш складними умовами споруджені й експлуатуються гірничі виробки, які за показниками стійкості відповідають найбільш жорстким вимогам щодо умов та безпеки праці шахтарів. Загалом з 1999 р. проведено кілька сотень гірничих виробок із застосуванням передової технології опорно-анкерного



Рейкозварювальний комплекс K945 на Каховському заводі електрозварювального устаткування. Розробка Інституту електрозварювання ім. Є.О. Патона НАН України

кріплення, яка забезпечує підвищення в 1,4—2 рази темпів прокладання виробок та зменшення в 1,5—3 рази витрат на їх прокладання та ремонт.

На початку 2000-х років у цьому Інституті розроблено і успішно реалізовано проєкт комплексної дегазації та утилізації шахтного газу метану на шахті ім. О.Ф. Засядька. Для енергетичної переробки власного метану на поверхні шахти збудовано найпотужніший у Європі теплоенергетичний комплекс з виробництвом 36 МВт електричної та 35 МВт теплової енергії.

Науковці Інституту надтвердих матеріалів ім. В.М. Бакуля винайшли спосіб спікання гібридних алмазно-твердосплавних пластин з полікристалічним шаром, який армовано CVD-алмазом, що забезпечило значне підвищення працездатності новітніх бурових інструментів.

У Центрі математичного моделювання Інституту прикладних проблем механіки і математики ім. Я.С. Підстригача розробили математичні моделі оперативного керування процесами руху газу та його відбору з підземних сховищ газотранспортної системи. Це дало змогу збільшити в середньому у 2,5 рази дебіт свердловин підземних газосховищ, а на ділянках газопроводу «Союз» — підвищити на 5—10 % продуктивність компресорних станцій і заощадити до 14 % паливного газу.

На окрему увагу заслуговує діяльність наукових установ, пов'язана з розробленням в інтересах української промисловості нових матеріалів, пристроїв, технологій їх виготовлення та оброблення. Розробки наших науковців у цьому напрямі не лише сприяють підвищенню конкурентоспроможності українських високотехнологічних промислових підприємств, у тому числі військово-промислового комплексу, а й успішно застосовуються провідними компаніями у світі.

Дослідження міцності зварних з'єднань в умовах різних кліматичних температур, проведені в Інституті електрозварювання ім. Є.О. Патона, дали змогу створити багато економічних, надійних і довговічних зварних конструкцій, зокрема металоконструкції НСК «Олімпійський», прогонові будови Подільського мостового переходу через р. Дніпро, важконавантажені конструкції гірничо-металургійного комплексу та багато інших.

У цьому ж Інституті розроблено та впроваджено ефективні технології зварювання високоміцних легованих сталей для виготовлення корпусів легкоброньованих бойових машин.

Широко застосовано ефективні методи та обладнання для неруйнівного контролю якості й діагностики зварних з'єднань і конструкцій, зокрема моніторингу стану трубопроводів, резервуарів та компонентів обладнання.

Виробництво нового покоління машин для зварювання рейок необмеженої довжини для швидкісних магістралей, налагоджене на Каховському заводі електрозварювального устаткування на основі розробленого в Інституті електрозварювання ім. Є.О. Патона контактно-стикового зварювання пульсвним оплавленням, дає мільярди гривень економічного ефекту за рахунок використання їх Укрзалізницею, а обсяг експорту таких машин перевищив 200 млн дол. США.

Багаторічний досвід та розробки Інституту забезпечили впровадження конкурентоспроможних на світовому ринку електронно-променевих технологій та обладнання для нанесення захисних покриттів, які використовуються в США, КНР, Канаді. Нанесення мета-

локерамічних покриттів на лопатки газових турбін забезпечує підвищення в 3–5 разів потужності та збільшення ресурсу газових турбін авіаційних двигунів, корабельних установок, енергетичних та газоперекачувальних станцій. Зараз Україна є однією з небагатьох країн світу (крім нас ще Німеччина, США, Канада), які здатні розробляти і виготовляти промислові електронно-променеві установки та мають відповідні патентно захищені технології.

Низка великих підприємств України, зокрема Науково-виробничий комплекс газотурбобудування «Зоря» — «Машпроект», Луцький авіаремонтний завод та інші підприємства Укроборонпрому, успішно застосовують розроблені Інститутом електрозварювання ім. Є.О. Патона технології та обладнання електронно-променевого зварювання при виготовленні виробів відповідального призначення.

У науково-виробничому центрі «Титан» Інституту електрозварювання ім. Є.О. Патона було організовано промислове виробництво зливків титанових сплавів. Ця продукція постачається як вітчизняним заводам, так і за кордон. Це дало змогу вирішити питання імпортозаміщення напівфабрикатів з високоміцних сплавів титану для потреб підприємств Укроборонпрому та АТ «Мотор Січ».

Науковці Інституту проблем матеріалознавства ім. І.М. Францевича розробили нову технологію одержання ультрависокотемпературної кераміки з підвищеними жароміцністю, ерозійною стійкістю і стійкістю до окиснення за температур до 2000 °С в умовах окиснювальних газових середовищ. Можлива сфера застосування створеного матеріалу та покриттів з нього — авіакосмічна техніка, високотемпературні вузли газотурбінних двигунів, інших машин і апаратів.

У цьому ж Інституті розроблено групу жароміцних нанозміцнених нікелевих сплавів для екстремальних температурно-силових умов експлуатації. Ці матеріали, технологію їх отримання та реакційної пайки використовують у КБ «Південне» ім. М.К. Янгеля для виготовлення відповідальних деталей серійних літальних апаратів.



Застосування ІЧ-фотоприймачів у різних виробках і ситуаціях. Розробка Інституту фізики напівпровідників ім. В.Є. Лашкарьова НАН України

Значна кількість розробок Інституту створюється на замовлення підприємств оборонної та аерокосмічної галузей. Так, використання принципово нових конструкцій кераміко-полімерних пластин з дискретними керамічними вставками забезпечило істотне збільшення рівня балістичного захисту легкоброньованої техніки від ураження зброєю калібрів до 14,5 мм. В'язано-паяні металеві сітки застосовуються для блискавкозахисних покриттів авіаційної техніки та вітроенергетичного обладнання.

Науковці Інституту надтвердих матеріалів ім. В.М. Бакуля розробили нові кераміко-композиційні бронєблоки, що забезпечують додатковий захист легкоброньованої техніки від бронєбійних куль великого калібру. В цьому Інституті створено різальні інструменти з надтвердих композитів з вакуумно-плазмовими захисними покриттями, що дозволило організувати дослідно-промислове виробництво інструментів для промисловості України та інших країн.

Важливе значення мають розроблені у Фізико-технологічному інституті металів та сплавів технології одержання трубних заготовок із

цирконієвого сплаву для потреб вітчизняного ядерно-паливного циклу.

Учені Фізико-механічного інституту ім. Г.В. Карпенка істотно розвинули технології протикорозійного захисту металоконструкцій. Значний внесок зроблено в розвиток методів неруйнівного контролю дефектності конструкційних матеріалів.

Фахівці Науково-технологічного комплексу «Інститут монокристалів» розробили сцинтиляційні детектори нового покоління для жорстких умов експлуатації, створили технологічний цикл вирощування великогабаритних оптичних монокристалів лейкосапфіру та великих лазерних кристалів титан-сапфіру.

В Інституті металофізики ім. Г.В. Курдюмова створено нові марки титанових сплавів та сталей і технології їх швидкісного оброблення, які використовують в авіакосмічному комплексі та суднобудуванні.

У цьому ж Інституті створено та досліджено принципово новий клас функціональних матеріалів — багатокомпонентні (високоентропійні) інтерметаліди з ефектом пам'яті форми. Ці сплави можуть застосовуватися в сучасних сен-

сорах, механічних пристроях, системах гасіння вібрацій і силових приводах авіакосмічних і автомобільних комплексів, енергетиці, видобувній галузі, приладобудуванні та медицині.

В Інституті фізики напівпровідників ім. В.Є. Лашкарьова розроблено технологію і створено ділянку для виробництва фотоприймачів інфрачервоного діапазону, на якій для Казенного підприємства спеціального приладобудування «Арсенал» виготовлено дослідну партію приладів. Це відкриває перспективи організації в Україні власного виробництва головок самонаведення для ракет різних типів і призначень.

У цьому ж Інституті створено власний технологічний цикл вирощування германієвих кристалів і виготовлення оптичних виробів з них для фірм США, Німеччини, Австрії, Швейцарії та інших країн. Крім того, виконувалися аналогічні угоди з українськими приладобудівними підприємствами «Арсенал» (м. Київ), «Донмет» (м. Донецьк). Вироби з оптичного германію для військової техніки, зокрема для вітчизняних танків «Оплот», успішно пройшли випробовування на ДП НВК «Фотоприлад» (м. Черкаси).

Уперше у світовій практиці ракетобудування для важких і надважких рідинних ракет науковці Інституту технічної механіки створили принципово нові високоефективні гідродинамічні і термодинамічні демпфуючі пристрої повздовжніх коливань, що дозволило напрацювати практичні рекомендації із забезпечення повздовжньої стійкості рідинних ракет-носіїв, розроблених у КБ «Південне» ім. М.К. Янгеля («Зеніт», «Зеніт-2SL» і «Зеніт-3SL», «Зеніт-2SLБ» і «Зеніт-3SLБ», «Циклон-4», «Дніпро»), та ракети-носія «Антарес».

Важливим напрямом роботи наукових установ Секції є створення та організація впровадження науково-технічних розробок в інтересах медицини. В Інституті електрозварювання ім. Є.О. Патона розроблено технології та обладнання для з'єднання й оброблення живих біологічних тканин, які впроваджено в хірургічну практику понад 100 медичних установ України, де на їх основі щороку виконують

близько 40 тис. операцій. Застосування нової технології порівняно з традиційними методами зменшує втрати крові пацієнтів, суттєво прискорює загоєння ран та процес відновлення хворого.

Науковці Інституту проблем реєстрації інформації створили унікальні мікропризмові вироби на основі оптики Френеля, які дають змогу успішно лікувати без операцій дитячу косоокість уже в ранньому віці і нормалізувати зір. Ця технологія стала революційною подією в офтальмології. Вона не має аналогів у світі, її визнано і впроваджено за кордоном.

Ще одна розробка, що не має аналогів у світі, — створені вченими Інституту кібернетики ім. В.М. Глушкова тривимірні алгоритми візуалізації та аналізу електрофізіологічних процесів шлуночкової системи серця людини. Алгоритми застосовано у новому магнітокардіографі, що використовується в Головному військовому клінічному госпіталі Міністерства оборони України для діагностики військовослужбовців з комбінованими ураженнями міокарда, ішемічною хворобою серця та шлуночковими аритміями.

Фахівці Міжнародного науково-навчального центру інформаційних технологій та систем розробили та впровадили портативний прилад ФАЗАГРАФ, у якому вперше реалізовано ефективний метод оброблення електрокардіограм на фазовій площині, а також портативні електронні апарати ТРЕНАР®, у яких реалізовано гаму оригінальних програм тренування рухів і мовлення, що використовують для реабілітації хворих після інсульту, при лікуванні ДЦП, невритів лицьового нерва, патологій хребта тощо.

Новаторською роботою в Україні стала запропонована цим центром модель телемедичної мережі держави, що забезпечило розвиток інформаційно-комунікаційних технологій отримання, обміну та збереження медичних даних і цифрових медичних зображень для дистанційних консультацій з провідними медичними фахівцями та забезпечення медичної допомоги населенню за допомогою мобільних засобів.

Науковці Інституту проблем матеріалознавства ім. І.М. Францевича для виготовлення імплантатів на заміну кісткової тканини розробили нові сплави на основі титану, біоактивну кераміку на основі фосфатів кальцію, що мають унікально високу біосумісність, а також носії лікарських засобів з використанням нанопорошків оксиду заліза.

У Донецькому фізико-технічному інституті ім. О.О. Галкіна розроблено контактний цифровий термограф для скринінгового обстеження жінок з метою ранньої діагностики пухлинних захворювань молочної залози. Налагоджене в Україні серійне виробництво термографа дало змогу в кілька разів зменшити смертність від раку молочної залози серед пацієнок закладів первинної медичної допомоги, які впровадили цей прилад у свою медичну практику.

Фахівці Інституту математичних машин і систем побудували математичну модель для обчислення основних епідеміологічних параметрів та розробили автоматичний алгоритм її калібрування для коригування щоденних прогнозів після появи нової статистичної інформації. На базі цієї моделі готуються щотижневі прогнози поширення коронавірусної інфекції COVID-19 по кожному регіону України.

Останніми роками, у зв'язку з трагічними подіями на сході країни, фахівці Секції активно долучилися до розроблення і впровадження нових технологій, підготовки виробництва та створення нових виробничих потужностей для виготовлення озброєння і військової техніки для потреб Збройних Сил України.

У рамках цільової науково-технічної програми «Дослідження і розробки з проблем підвищення обороноздатності і безпеки держави» було реалізовано низку науково-дослідних робіт, спрямованих на вирішення важливих завдань у галузі безпеки і оборони держави. Йдеться, зокрема, про розробки із забезпечення надійного захисту інформації, створення сучасного броньового захисту живої сили і техніки, розроблення систем спостереження і маскування об'єктів, побудови і ремонту авіаційної та ракетної техніки, створення засобів життєзабезпечення військовослужбовців.



Зварювання живих тканин в Інституті хірургії та трансплантології ім. О.О. Шалімова НАМН України. Розробка Інституту електрозварювання ім. Є.О. Патона НАН України. 1997 р.



Портативний електронний апарат ТРЕНАР® для відновлення рухів і мовлення у пацієнтів, які проходять реабілітацію після інсультів. Розробка Міжнародного науково-навчального центру інформаційних технологій та систем НАН України і МОН України

Отже, результати досліджень наукових установ Секції фізико-технічних і математичних наук є вагомим внеском у розвиток новітніх напрямів фундаментальних досліджень, інноваційний розвиток вітчизняної промисловості, енергетики та гірничодобувної галузі.

Ще одним важливим досягненням Академії в період незалежності є успішна інтеграція до міжнародної наукової системи, що сприяло просуванню українських винаходів за кордоном і збільшенню значущості внеску наших науковців у досягнення світової науки. Промовистими є цифри, що характеризують обсяги міжнародного співробітництва. Так, загалом установи НАН України уклали близько 700 прямих угод і договорів з іноземними партнерами, з них 297 — угоди, укладені установами Секції фізико-технічних і математичних наук. Приємно відзначити, що сьогодні вчені Академії беруть активну участь у міжнародних програмах Європейського Союзу, Євратому, НАТО тощо та співпрацюють з потужними міжнародними колабораціями, зокрема ЦЕРНОм, Об'єднаним дослідницьким центром Єврокомісії, Національною лабораторією Гран-Сассо, Національним центром досліджень Франції, Міжнародним інститутом прикладного системного аналізу. Загалом упродовж останніх років дедалі ширшою стає участь установ Секції в реалізації наукових програм і проєктів за підтримки Європейського Союзу.

У подальші роки установи НАН України фізико-технічного і математичного профілю працюватимуть над розв'язанням наукових проблем, що є актуальними для України і вод-

ночас відповідають фундаментальним та прикладним дослідженням світового рівня.

Крім того, особлива увага приділятиметься виконанню науково-технічних проєктів, спрямованих на розроблення і впровадження конкурентоспроможних технологій та сучасної техніки. Зусилля установ Секції зосереджуватимуться на науковому й науково-технічному забезпеченні функціонування та розвитку таких важливих для держави галузей, як енергетика, особливо ядерна, машинобудування і приладобудування, інформаційні технології, авіакосмічний комплекс, гірничо-металургійний комплекс, медицина.

Отже, першорядними завданнями подальшого розвитку наукових досліджень установ Секції залишаться отримання нових та узагальнення наявних знань про природу, розроблення наукових основ науково-технічного розвитку країни, всебічне сприяння практичному застосуванню результатів наукових досліджень, підготовка висококваліфікованих наукових кадрів, формування наукового світогляду в суспільстві.

Автори висловлюють щире подяку академікам-секретарям відділень СФТМН НАН України за надання аналітичних матеріалів, які були використані при підготовці статті.

Viacheslav L. Bogdanov

ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-9864-9120>

Igor A. Malchevsky

National Academy of Sciences of Ukraine, Kyiv, Ukraine

THE ROLE OF SCIENTIFIC INSTITUTIONS OF THE SECTION OF PHYSICAL, ENGINEERING, AND MATHEMATICAL SCIENCES OF THE NAS OF UKRAINE IN THE DEVELOPMENT OF SCIENTIFIC RESEARCH IN THE YEARS OF INDEPENDENCE

The article outlines the main milestones of the 30-years period of development of the domestic scientific sphere after Ukraine's independence, analyzes the role and contribution of scientific institutions of the Section of Physical, Engineering and Mathematical Sciences of the NAS of Ukraine in the development of scientific research, creation of scientific basis for innovative modernization of the industrial sector of the Ukrainian economy, the formation of modern information society, strengthening the defense capabilities of our country.