

НАЦІОНАЛЬНА  
АКАДЕМІЯ  
НАУК  
УКРАЇНИ

---

у 2023 році

---



## **ЗМІСТ**

ВСТУПНЕ СЛОВО ПРЕЗИДЕНТА НАН УКРАЇНИ АКАДЕМІКА АНАТОЛІЯ ЗАГОРОДНЬОГО	<b>1</b>
ВАЖЛИВІ ПОДІЇ	<b>2</b>
НАУКОВІ ЗДОБУТКИ. ПРИРОДНИЧІ І ТЕХНІЧНІ НАУКИ	<b>5</b>
НАУКОВІ ЗДОБУТКИ. СУСПІЛЬНІ І ГУМАНІТАРНІ НАУКИ	<b>14</b>
ІННОВАЦІЇ	<b>16</b>
МІЖНАРОДНА СПІВПРАЦЯ В УМОВАХ СУЧАСНИХ ВИКЛИКІВ	<b>26</b>
ВОЛОНТЕРСЬКИЙ РУХ В АКАДЕМІЇ	<b>29</b>
ПОПУЛЯРИЗАЦІЯ НАУКИ, ЗВ'ЯЗКИ З ГРОМАДСЬКІСТЮ	<b>31</b>
ВИЗНАННЯ ДОСЯГНЕНЬ УЧЕНИХ НАН УКРАЇНИ	<b>33</b>
ДОВІДКОВА ІНФОРМАЦІЯ. СТАТИСТИЧНІ ДАНІ	<b>36</b>

# ВСТУПНЕ СЛОВО ПРЕЗИДЕНТА НАН УКРАЇНИ АКАДЕМІКА АНАТОЛІЯ ЗАГОРОДНЬОГО

**Ш**ановні колеги! Минулий рік був не менш складним ніж попередній. Як і вся країна, ми змушені були пристосовуватись до інших умов для життя та роботи, мобілізувати ресурси, шукати нові можливості.

З початку війни наші установи понесли величезні втрати. Російська збройна агресія продовжує забирати життя колег, зокрема тих, хто відстоював незалежність України на полі бою.

2023 року попри труднощі, зумовлені війною, науковці Національної академії наук активно і наполегливо працювали, отримуючи на багатьох сучасних напрямках науки результати дійсно високого, світового рівня.

Поряд із виконанням фундаментальних досліджень за пріоритетними напрямками науки установи Академії зосередили зусилля на допомозі Збройним силам України, науковому супроводі розв'язання актуальних для держави і суспільства проблем, вирішенні складних завдань відбудови економіки у воєнний та повоєнний час.

Звичайно найбільшу увагу наші науковці приділяють розробкам для зміцнення обороноздатності та безпеки держави. Минулого року більше двохсот таких розробок, що стосуються найрізноманітніших галузей воєнних застосувань, ми продемонстрували на спеціалізованій виставці, яку відвідало керівництво та військовоє командування держави.

Велику роботу виконують і науковці-соціогуманітарії Академії — передусім щодо розвінчання ідео-

логії агресора, з'ясування причин її появи та пошуку шляхів протидії.

Науковці установ Академії продовжують активно долучатися до волонтерської діяльності як самостійно, так і в межах різних благодійних об'єднань.

Продовжується реалізація плану заходів з реформування НАН України на 2021—2025 роки. Зазнала подальшої оптимізації мережа наукових установ і організацій Академії. Вжито заходів з підтримки наукової молоді.

Усупереч складнощам, розвивалась і набирала нових обертів міжнародна співпраця. Протягом року відбулась серія зустрічей на високому міжнародному рівні, на яких були презентовані досягнення української науки, розглянуті проблеми її діяльності в умовах воєнного стану, обговорені можливі шляхи їх вирішення. Численні програми підтримки учених з України, запроваджені урядами та науковими центрами багатьох країн ще з початку повномасштабного російського вторгнення, продовжувались і 2023 року. Водночас були оголошені нові конкурси на отримання українськими науковцями грантів, зокрема, і це головне, на проведення нашими вченими досліджень саме в Україні. Не припиняється участь установ Академії в європейських програмах, вони плідно працюють і над розширенням двосторонньої співпраці з міжнародними організаціями та партнерами з інших країн. Слід відзначити й отримання нашими установами сучасних наукових приладів як гуманітарної допомоги від провідних світових компаній-виробників.

Безумовно, наступний рік теж буде непростим. Утім, ми маємо робити все для збереження наших провідних наукових шкіл, збереження кадрового потенціалу. Необхідно і далі удосконалювати систему управління Академії. Дуже важливо активно співпрацювати з виробничниками та максимально пришвидшувати впровадження сучасних технологій і розробок.

У цей найскладніший для України час науковці Академії не втрачають оптимізму й роблять усе можливе для нашої перемоги. Пишаюся вами та щиро дякую за вашу кропітку щоденну працю, відданість справі та внесок у відстоювання нашої незалежності.

Разом ми переможемо! Слава Україні!

# ВАЖЛИВІ ПОДІЇ

**Сесія Загальних зборів Національної академії наук України**, присвячена підбиттю підсумків її діяльності у 2022 році і перспективам подальшої діяльності, **відбулась 27 квітня 2023 року**. Президент Національної академії наук України академік НАН України Анатолій Загородній звернувся до присутніх зі вступним словом і оголосив учасникам сесії вітання від Президента України Володимира Зеленського.

У доповіді про діяльність Національної академії наук України протягом звітнього періоду академік Анатолій Загородній поінформував про діяльність установ НАН України в умовах воєнного часу, виклики, з якими зіткнулась академічна наукова спільнота перед лицем російської збройної агресії, втрати, яких зазнала Академія, навів приклади результатів фундаментальних досліджень світового рівня і вагомих результатів інноваційних прикладних досліджень і розробок минулого року, а також висвітлив хід реалізації заходів з реформування НАН України. Підсумовуючи, академік Анатолій Загородній виокремив найголовніші завдання Академії наук на найближче майбутнє.

Серед пріоритетів він назвав збереження наукових колективів, кадрового потенціалу, удосконалення системи управління Академії. Було наголошено також на необхідності динамічної зміни інститутами тематики досліджень відповідно до новітніх тенденцій розвитку світової науки та національних потреб, максимального пришвидшення впровадження інноваційних технологій і розробок. Важливими завданнями є також залучення якомога більшої допомоги з боку іноземних партнерів, відновлення та розвитку академічної наукової інфраструктури.

Насамкінець академік Анатолій Загородній зазначив, що академічна спільнота має зробити все залежне від неї для розвитку фундаментальних і прикладних досліджень та впровадження їхніх результатів задля зростання добробуту нашого народу, зміцнення нашої держави і, звісно ж, нашої перемоги.

Доброю традицією Загальних зборів стало щорічне нагородження найвищою відзнакою Національної академії наук України — Золотою медаллю ім. В.І. Вернадського. За результатами конкурсу 2022 року ця відзнака була присуджена академіку НАН України Володимиру Горбуліну за видатні досягнення в розробленні наукових засад національної безпеки й обороноздатності України та іноземному члену Академії, професору Янушу Кацпжику за видатні досягнення в галузі штучного інтелекту, теорії ухвалення рішень та робототехніки.

Також під час сесії Загальних зборів уперше відбулось нагородження Золотою медаллю ім. Б.Є. Патона НАН України, яка присуджується за видатні досягнення у створенні інноваційних науково-технічних розробок, що знайшли широке практичне використання. Ця почесна нагорода була вручена академіку НАН України Леоніду Лобанову за створення технології бездеформаційного зварювання виробів ракетно-космічної техніки та розроблення й впровадження методів лазерної інтерферометрії для оцінювання зварних з'єднань і генеральному директору Державного підприємства «Державне Київське конструкторське бюро "Луч"» члену-кореспонденту НАН України Олегу Коростельову за розроблення та організацію серійного виробництва новітніх зразків озброєння і військової техніки.

Підсумовуючи засідання президент НАН України академік Анатолій Загородній зазначив, що війна ставить перед країною і Академією дуже серйозні виклики, які потребують своєчасних і ефективних рішень. Одним із найважливіших викликів, який перебуває у центрі уваги Президії Академії, її секцій та відділень, є збереження наукових колективів. Необхідно також продовжити роботу з переорієнтації досліджень на потреби оборони і безпеки, взяти активну участь у післявоєнній відбудові країни, відновленні галузей економіки та суспільного життя.

**Ознайомлення Збройних сил України та центральних органів виконавчої влади України з результатами оборонних досліджень і розробок НАН України.** З 29 травня до 8 червня 2023 року в Інституті електрозварювання ім. Є.О. Патона НАН України тривала виставка-презентація оборонних досліджень і розробок установ НАН України. В експозиції виставки 43 наукові установи і організації Академії представили свої напрацювання в галузі оборони та безпеки держави, військової медицини, інформаційної протидії російській агресії, патріотичного виховання українських військовиків. Переважна частина представленої наукової продукції була отримана в рамках виконання цільових науково-технічних програм оборонних досліджень НАН України.

Виставку відвідали керівники Збройних сил України, Міністерства оборони України, Служби безпеки

України, інших міністерств і відомств, підприємств оборонно-промислового комплексу України.

За результатами виставки-презентації оборонних досліджень і розробок установ НАН України до РНБО, Мінстратегпрому, Міноборони та Генерального штабу ЗСУ було надіслано каталог її експонатів. Для детальнішого вивчення Міністерством оборони та Генеральним штабом Збройних сил України оборонних напрацювань Академія на їхні запити додатково надіслала розширену інформацію про представлені на виставці розробки.

**Ювілейна сесія Загальних зборів Національної академії наук України, присвячена 100-річчю від дня народження видатного вченого, організатора науки й державного діяча академіка Віктора Михайловича Глушкова (1923—1982) відбулась 15 вересня 2023 року у Києві.** Відкриваючи сесію, президент НАН України академік Анатолій Загородній зазначив, що саме в Києві розпочався новий, кібернетичний, етап наукової діяльності академіка В.М. Глушкова. У вступному слові Анатолій Загородній акцентував увагу на багатогранній діяльності академіка В.М. Глушкова, адже він був не лише визначним ученим, чудовим лектором і популяризатором науки, а й активним громадським діячем, організатором, лідером багатьох масштабних проєктів на найвищому рівні країни. А ще академік В.М. Глушков став великим авторитетом для світової наукової спільноти.

Інші виступи, які пролунали того дня, були спрямовані на те, щоб повною мірою розкрити яскравий образ академіка Віктора Глушкова — видатного вченого, талановитого організатора, педагога і непересічної особистості.

Захід тривав у теплій і дружній атмосфері, а всі його учасники мали нагоду вкотре переконатись, що завдяки надзвичайним здібностям організатора, широкому світогляду, мудрості, далекоглядності й здатності вирішувати складні завдання ім'я академіка Віктора Глушкова назавжди вписане в історію комп'ютерної науки і техніки, а його наукові ідеї справили величезний вплив на наступні покоління кібернетиків.

**2023 рік пройшов під знаком 150-річчя Наукового товариства ім. Шевченка (НТШ) — найдавнішої національної наукової громадської інституції.** Засноване 1873 року у Львові як літературне, Товариство ім. Шевченка з ініціативи культурно-громадських діячів Наддніпрянщини та Галичини уже 1892 року було реформоване на наукове. Воно пройшло тривалий та складний шлях і зробило неocenний внесок у розвиток української науки та культури. Організаційною та науково-видавничою діяльністю НТШ заповнило численні прогалини у різних галузях науки (особливо в українознавстві), вплинуло на формування національної свідомості українського народу, сприяло налагодженню наукових контактів зі вченими інших країн, розвитку нау-



Сесія Загальних зборів НАН України

кових ідей та формуванню наукових шкіл, які здобули визнання у світовій науці.

150-річчя НТШ — неординарна подія у науковому та культурному житті України. Святкові заходи з цієї нагоди тривали 8—16 грудня 2023 р. та охоплювали проведення сесій, круглих столів, презентацій, мистецьких виставок, міжнародних конференцій та інших форумів. Завершилось святкування Урочисною академією. Усі заходи відбувались у змішаному форматі, тож до них мали змогу доєднатись усі охочі з України і світу.

8 грудня 2023 року в Києві у Великому конференц-залі НАН України відбулась ювілейна сесія Загальних зборів Національної академії наук України, присвячена 150-річчю Наукового товариства імені Шевченка, під час якої було ґрунтовно висвітлено різнопланову діяльність НТШ упродовж його тривалої історії та на сучасному етапі, зокрема розкрито визначну роль Наукового товариства імені Шевченка у забезпеченні неперервного поступу української науки та реалізації її головного завдання — служіння Україні, її незламному Народу. Наголошено, що в складних умовах сьогодення НТШ спільно з НАН України, іншими науковими організаціями робить вагомий внесок у протидію російській агресії, у зміцнення національної ідентичності.

Відкриваючи сесію президент НАН України академік Анатолій Загородній відзначив, що для наукової громадськості 150-річчя Наукового товариства імені Шевченка є знаменною подією, адже це найстарша українська наукова організація. За довгий період своєї плідної діяльності НТШ, плекаючи Шевченкові ідеї служіння Україні, зробило видатний внесок у піднесення вітчизняної науки, творення національного наукового і культурно-освітнього життя в Україні та світі.

**Затвердження в НАН України постановою Президії НАН України від 29.11.2023 № 400 Концепції реалізації європейських принципів відкритої науки в НАН України на 2024—2030 роки.** Основною метою впровадження відкритої науки в НАН України є збільшення представлення результатів досліджень науковців Академії в інформаційному середовищі відкритої науки із застосуванням сучасних технічних та інформаційних засобів з оцінюванням такого представлення за певними інди-

торами, що сприятиме розширенню доступу наукової спільноти як в Україні, так і на міжнародному рівні, до наукових статей та інших наукових результатів дослідників НАН України, розвитку науки в Україні й міжнародного наукового співробітництва. Європейські принципи відкритої науки визначені у низці політичних документів, актів ЄС, модельних угод.

Постановою Президії НАН України від 02.11.2022 № 327 «Щодо участі НАН України в реалізації європейських принципів відкритої науки» визначено завдання з реалізації Національного плану щодо відкритої науки та створено робочу групу НАН України з питань відкритої науки. З метою забезпечення виконання зазначених завдань у частині створення інформаційного ресурсу відкритого доступу до результатів наукової і науково-технічної діяльності наукових установ НАН України розпорядженнями Президії НАН України від 07.02.2023 № 67 та від 30.03.2023 № 170 започатковано виконання Цільового науково-технічного проєкту НАН України «Створення й впровадження інфраструктури відкритої науки в НАН України (OPENS)» на 2023—2024 роки.

Концепція реалізації європейських принципів відкритої науки в НАН України на 2024—2030 роки, проєкт якої підготувала робоча група НАН України з питань відкритої науки, визначає політику НАН України з впровадження відкритої науки: мету, принципи, пріоритетні завдання та основні напрями діяльності. Концепцію розроблено з урахуванням «Національного плану щодо відкритої науки», затвердженого розпорядженням Кабінету Міністрів України від 08.10.2022 № 892-р, вона відповідає ключовим пріоритетам, зазначеним у Дорожній карті з інтеграції науково-інноваційної системи України до Європейського дослідницького простору (ERA-UA).

Концепція ґрунтується на доробку НАН України з реалізації та впровадження деяких елементів інфраструктури відкритої науки й ураховує досвід установ та організацій держав — членів ЄС щодо розбудови відкритої науки, а також її принципи, визначені Рекомендацією ЮНЕСКО щодо відкритої науки та документами Європейського Союзу.

Реалізація Концепції дасть змогу забезпечити формування моделі відкритої науки в НАН України відповідно до європейських принципів.

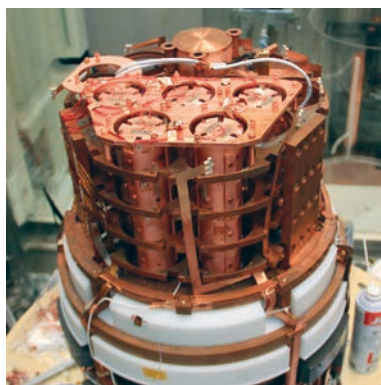
# НАУКОВІ ЗДОБУТКИ. ПРИРОДНИЧІ І ТЕХНІЧНІ НАУКИ

## Дослідження подвійного бета-розпаду атомних ядер

Учені Інституту ядерних досліджень НАН України в експерименті *CUPID-Mo* (Франція) із найвищою у світі точністю виміряли форму спектра та період напіврозпаду ядра  $^{100}\text{Mo}$  відносно двонейтринного подвійного бета-розпаду.

Дослідження подвійного бета-розпаду атомних ядер є одним із найактуальніших завдань сучасної фізики, оскільки дають змогу вивчати властивості нейтрино та слабкої взаємодії, здійснювати пошук ефектів за рамками Стандартної моделі елементарних частинок і взаємодій. Але цей розпад є надзвичайно рідкісним процесом, фактично найрідкісним радіоактивним розпадом, відомим людству. Тому для його реєстрації вчені застосовують чутливі детектори, розміщені глибоко під землею для захисту від космічних променів, виготовляють їх із матеріалів з високим ступенем очищення від найменших концентрацій радіоактивних домішок.

Один із таких експериментів, *CUPID-Mo*, триває під гірським масивом Фрежюс у французьких Аль-



Збірка з кристалами молібдату літію, змонтовані у наднизькофоновому криостаті в підземній лабораторії Модан у Франції

пах. Електрони, що випромінюються у розпаді ядра молібдену-100, реєструють за допомогою сцинтиляційних болометрів із кристалів молібдату літію, запропонованих свого часу саме українськими вченими. Кілька кілограмів кристалів, у яких молібден збагачений ізотопом молібдену-100 до 97 %, були охолоджені майже до температури абсолютного нуля, що дало змогу досягти високої точності у вимірюваннях енергії електронів. За цих значень температури теплоємність молібдату літію настільки мала, що навіть одиночний радіоактивний розпад з енергією у кілька десятків кілоелектронвольтів спричинює помітний нагрів кристала. Цю зміну температури можна виміряти за допомогою спеціальних сенсорів і визначити виділену у розпаді енергію, яка є надзвичайно малою (наприклад, крапля води, падаючи з висоти 1 см, виділяє в мільярд разів більшу енергію).

Установка має стабільно функціонувати роками, щоб побачити ефект, який, як довгий час вважали, взагалі неможливо зареєструвати. Адже період напіврозпаду ядра молібдену-100 відносно моди розпаду з вильотом двох нейтрино майже у мільярд разів перевищує вік Всесвіту. І тим не менше, в експерименті, що тривав кілька років, вдалось виміряти цей розпад із безпрецедентною точністю на рівні 1,6 %. Варто зазначити, що навіть періоди напіврозпаду більшості звичайних бета-розпадів встановлено з більшими невизначеностями. А от на розпад без вильоту нейтрино вдалось установити лише нижнє обмеження на період напіврозпаду  $1,8 \times 10^{24}$  років, що вже у сотні трильйонів разів перевищує час від початку Всесвіту. Цей розпад поки ще не зареєстрований, хоча саме його пошуки є основною метою. Адже є надія не лише виміряти масу нейтрино, визначити схему масових станів нейтрино і довести існування нового типу матерії (коли частинка тотожна своїй античастинці), а й пояснити одну з найбільших загадок сучасної науки про баріонну асиметрію Всесвіту: чому у Всесвіті ми спостерігаємо матерію без антиматерії у рівній кількості? Адже без цієї загадкової асиметрії у Всесвіті залишились би лише темна матерія і світло, не було б ні зір, ні планет.

Роботи, спрямовані на розроблення значно чутливішої установки, з масою кристалів у кілька сотень кілограмів, тривають. Вчені сподіваються побачити нарешті цей надзвичайно важливий для експериментальної та теоретичної фізики нейтрино розпад, що є ключовим для пояснення процесів, які в ході Великого Вибуху призвели до баріонної асиметрії Всесвіту, тобто до його сучасного стану, коли речовина переважає над антиречовиною.

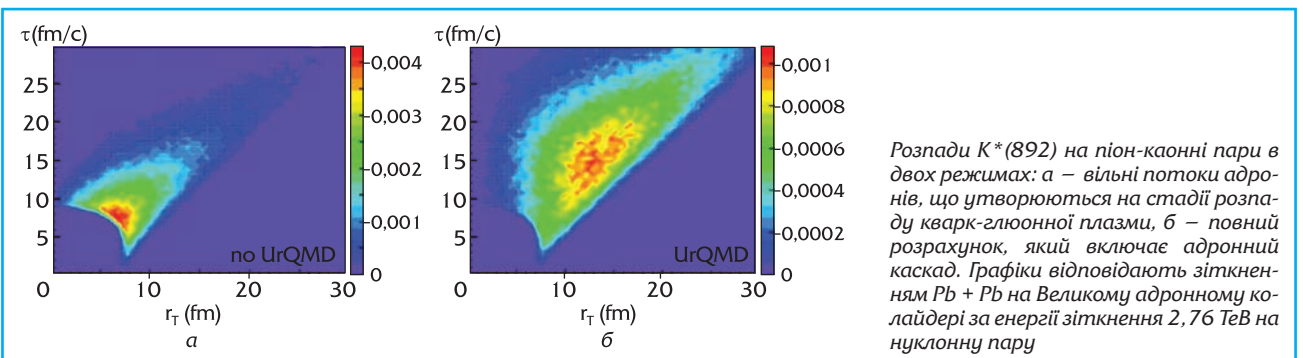
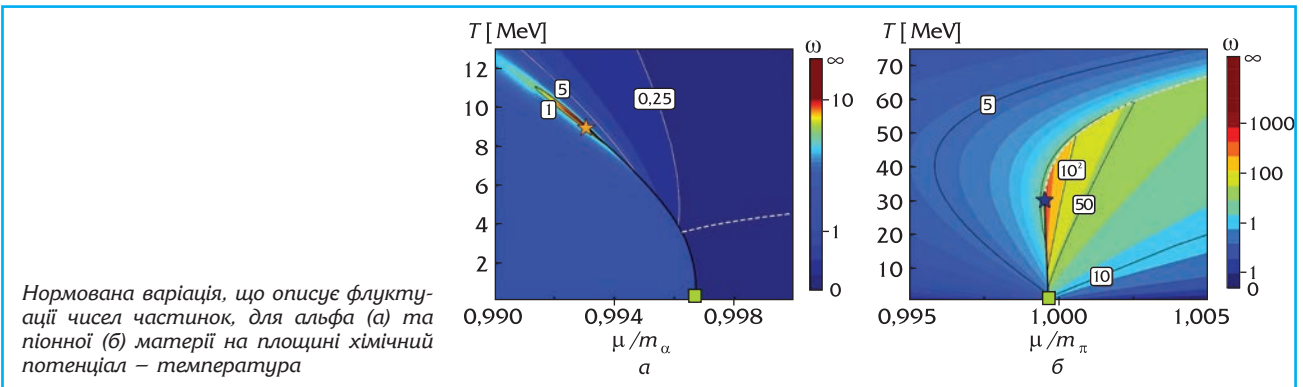
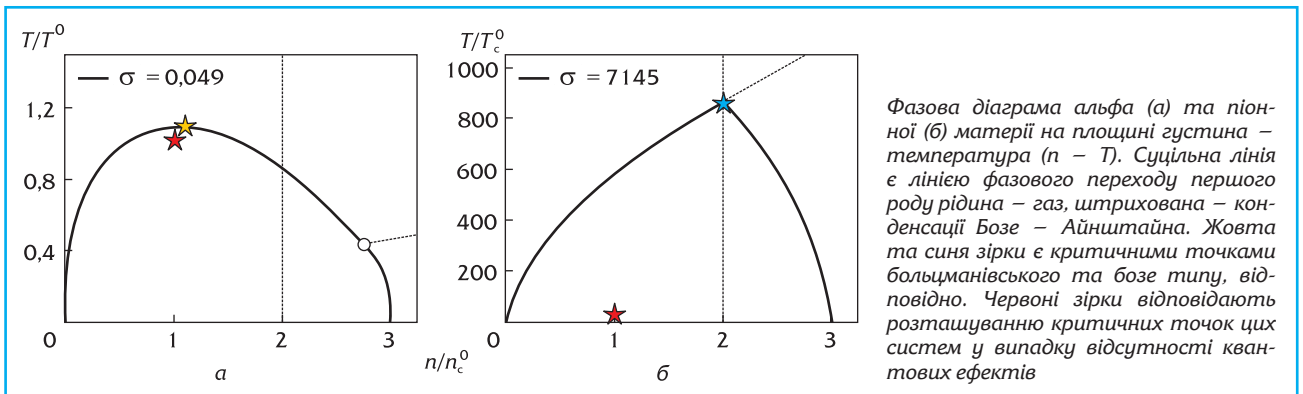
Ф. Даневич, М. Зарицький, В. Кобичев, О. Поліщук,  
В. Третьяк

### Нові форми сильновзаємодійної матерії в релятивістських ядро-ядерних зіткненнях

Сильна взаємодія — одна з чотирьох фундаментальних взаємодій, що описує квантова хромодинаміка (КХД), елементарними частинками її є кварки та глюони. Вивчення фазової структури сильновзаємодійної матерії є одним із актуальних напрямів сучасної фізики високих енергій. Експериментальні та теоретичні зусилля науковців нині спрямовано на аналіз різних фаз, фазових переходів і можливих критичних точок у матерії, яка формується в релятивістських ядро-ядерних зіткненнях. Еволюція систем, що утворюються в релятивістських зіткненнях важ-

ких іонів, характеризується надзвичайно високою температурою та густиною енергії, надзвичайно малим розміром і часом життя й найвищими з відомих у природі темпами розширення. Це винятково цікавий і складний для дослідження фізичний об'єкт. Основну увагу науковців в останні кілька років було зосереджено на кореляціях адронів, що народжуються у високоенергетичних зіткненнях, і флуктуаціях їх чисельності від події до події. Ці спостережувані величини є чутливими до деталей рівняння стану КХД та його фазової структури.

У рамках вивчення флуктуацій зарядів, що зберігаються, науковці Інституту теоретичної фізики ім. М.М. Боголюбова НАН України отримали аналітичні вирази, які пов'язують експериментально





виявлені флуктуації зарядів і відповідні результати великого канонічного ансамблю. Кількісно ці формули визначають вплив законів збереження зарядів і є важливим кроком до прямого порівняння теоретичних моделей з експериментом.

Система  $\pi$ -мезонів у стані бозе-конденсату є екзотичною фазою матерії, яка може утворюватись унаслідок зіткнення частинок під час експериментів на Великому адронному колайдері. Таку статистичну систему було досліджено в рамках моделей середнього поля. Можливі два фізичних явища: фазовий перехід першого роду рідина — газ і конденсація Бозе — Айнштейна. Зв'язок між цими двома явищами залежить від параметрів потенціалу середнього поля та маси бозонів. Уперше знайдено два типи критичних точок, які належать до різних класів універсальності з різними наборами критичних показників.

Вивчено двочастинкові функції кореляції піонів для протон-протонних зіткнень із великою множинністю на Великому адронному колайдері, де може утворюватись кварк-глюонна плазма. Установлено і проаналізовано основну особливість систем, народжуваних у таких селективних зіткненнях із великою множинністю: дуже малий поперечний радіус, який спричиняє високу густину системи, що веде до квантового явища у малому об'ємі — конденсації Бозе — Айнштейна за дуже високих значень температури. Таку конденсацію, як показано в дослідженні, можна спостерігати експериментально.

Обчислено час емісії піонів з кварк-глюонної та адронної систем, які швидко розширюються, під час ядро-ядерних зіткнень. Значення виявились систематично меншими ніж для каонів. Пояснення цих результатів пов'язано з тим, що після кварк-глюонної фази речовина тривалий час перебуває в адронній фазі. Утворення  $K^*$ -резонансів та їхні розпади на каони в адронному середовищі призводять до збільшення часу емісії.

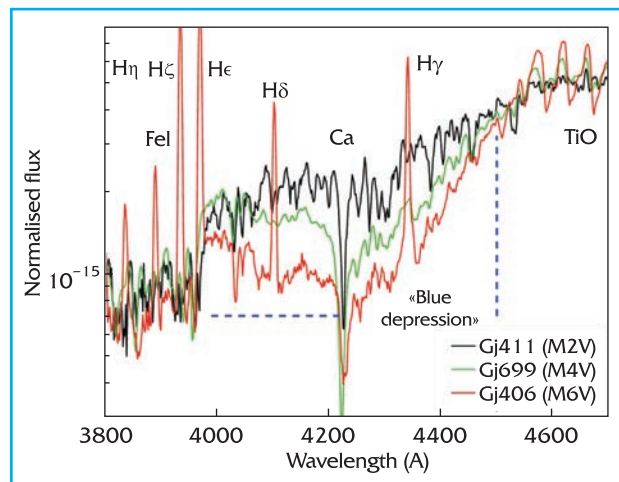
Досліджено не тільки кінцеву, а й повну просторово-часову картину еволюції матерії під час ядро-ядерних зіткнень. З цією метою проаналізовано випромінювання фотонів, для яких адронне середовище є «прозорим». Випромінювання фотонів можна зафіксувати в експерименті безпосередньо на будь-якій стадії процесу, зокрема з кварк-глюонної речовини. У дослідженні фотонного випромінювання знайдено тривалості всіх стадій процесу зіткнення ядер. Виявлено також суттєвий вплив фотонного випромінювання зі стадії процесу деконфаймента кварк-глюонної матерії під час розширення системи на спектри фотонів та їхню азимутальну анізотропію.

М. Горенштейн, Ю. Синюков

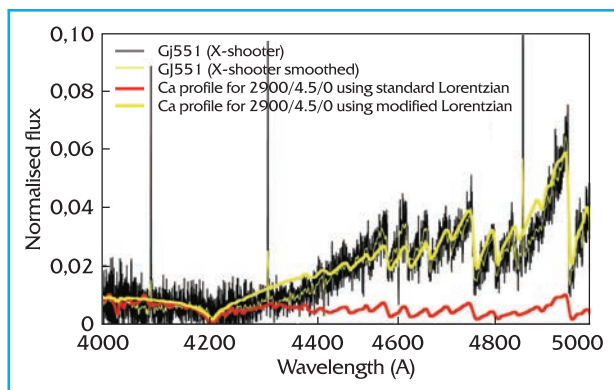
## Блакитна депресія в оптичних спектрах *M*-карликів

Зорі-карлики пізніх спектральних класів складають в околицях Сонця більшість. Згідно з останніми даними місії Gaia, близько 61 % зір у радіусі 10 пк становлять *M*-карлики, і половина з них належить до спектральних класів від *M3V* до *M5V*. Унаслідок того, що максимум випромінювання таких зір припадає на червону та інфрачервону ділянку спектра, більшість досліджень спектрів цих об'єктів зосереджена на спостереженнях в області великих (понад 1 мікрон) значень довжини хвиль, де існує ймовірність точної ідентифікації спектральних деталей. Спектри холодних карликів в оптичному діапазоні формуються переважно шляхом поглинання молекули TiO, але на довжинах хвиль, коротших за 4500 Å, на яких лінії TiO зникають, з'являється можливість отримання інформації про стан глибших і відносно гарячіших шарів фотосфери, де формуються лінії поглинання багатьох атомів. Але оскільки потік випромінювання в синій ділянці спектра для *M*-карликів досить слабкий, існують складнощі як у спостереженні, так і в моделюванні цих спектрів.

Колектив науковців з України (Головна астрономічна обсерваторія НАН України), Великої Британії, Франції та Австралії виявив та проаналізував широку депресію (аномальне падіння потоку випромінювання) в області довжини хвиль 4000—4500 Å. Ця спектральна деталь посилюється в зорях-карликах більш пізніх спектральних класів і є чутливою до сили тяжіння та металевості зорі. Депресія, центрована на резонансну лінію нейтрального кальцію 4227 Å, зумовлює зменшення інтенсивності спектральних ліній, розташованих поряд, приблизно на



Спектри *M* карликів GJ411 (*M2*), GJ699 (*M4*) та GJ406 (*M6*) з околиць Сонця, що демонструють блакитну депресію в діапазоні довжини хвиль 4000–4500 Å. У спектрі GJ406 видно емісійні лінії водню, що вказує на відносно молодий вік цієї зорі



Порівняння синтетичного спектра з модифікованим профілем Лоренца резонансної лінії Ca I (груба жовта лінія) із спостережним спектром GJ551 (M5.5V), отриманим на спектрографі X-shooter (ESO, VLT) (чорна лінія). Червона лінія показує, що синтетичний спектр, розрахований із стандартним профілем Лоренца для Ca I, не дає змоги відтворити розподіл енергії в області 4000 – 4600 Å

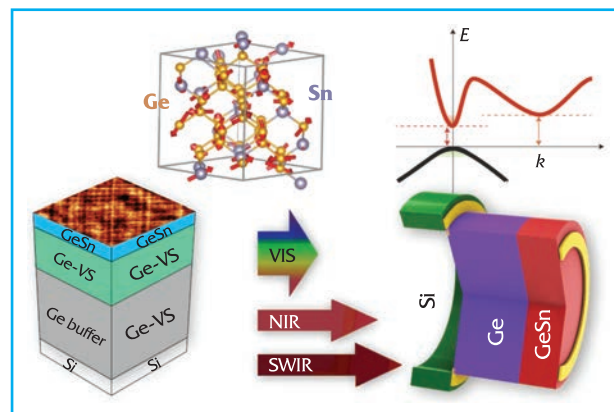
два порядки від теоретично передбачених. Розглянуто декілька можливих механізмів, що призводять до виникнення такої депресії, а саме: вплив температури, гравітації, металевості, пилу, постійних затухань і стратифікації атмосфери. Розглянуто також вплив молекулярних непрозоростей, які створюють спектри молекул AlH, SiH та NaN в цій області. Показано, що найвірогідніша причина блакитної оптичної депресії M-карликів — поглинання випромінювання в крилах резонансної лінії CaI. Запропоновано перспективну для використання емпіричну форму модифікованого профілю Лоренца для цієї атомної лінії. Її широкі крила в спектрах M-карликів посилюються зі зменшенням значень ефективних температур нижче 3500 K і є аналогічними широким спектральним лініям нейтральних натрію та калію, які формують структуру червоної ділянки оптичних спектрів L-карликів.

*Х.Р.А. Джонс, Я. Павленко, Ю. Любчик, М. Бесселл, Н. Аллард, Д.Ж. Пінфілд*

### Оптоелектроніка на основі GeSn: засади деформаційної інженерії зонної структури

У динамічному світі сучасних технологій оптоелектроніка на основі станогерманидів (GeSn) стрімко розвивається як революційний елемент, здатний змінити її можливості. Ці складні, на перший погляд, сплави є ключовими для прогресу в об'єднанні світла і електроніки, бо забезпечують неперевершену універсальність та ефективність.

GeSn виділяється серед величезної кількості напівпровідників керованою шириною забороненої зони. Ця унікальна властивість дає змогу робити ці сполуки здатними або проводити струм, як метал,



Схематичне зображення напівпровідникової структури широкопasmового сенсора на основі сплавів GeSn

або ізолювати, як діелектрик. Така гнучкість відкриває низку можливостей, особливо в галузі інфрачервоних (ІЧ) технологій, де традиційні напівпровідники, як-от кремній, значно обмежені.

ІЧ технології широко відомі в тепловізійних і телекомунікаційних застосуваннях та розвиваються через можливість керування ІЧ випромінюванням. Сплави GeSn, завдяки прецизійній інженерії їхньої зонної структури, є ідеальними для виготовлення чутливих ІЧ детекторів і ефективних ІЧ лазерів у потрібних діапазонах спектра. Цей технологічний прорив відкриває новий етап у різних областях, включно із покращенням високошвидкісного інтернету за допомогою оптоволоконних мереж і створенням точніших тепловізорів для медичного використання й екологічного моніторингу.

Застосування GeSn у військовій техніці також є перспективним: підвищена чутливість і точність ІЧ GeSn детекторів може значно покращити можливості нічного бачення, що вкрай важливо для місії спостереження та дистанційної розвідки. Крім того, розроблення компактних, високоефективних ІЧ лазерів сприятиме вдосконаленню систем націлювання, забезпечуючи стратегічні і тактичні переваги на полі бою.

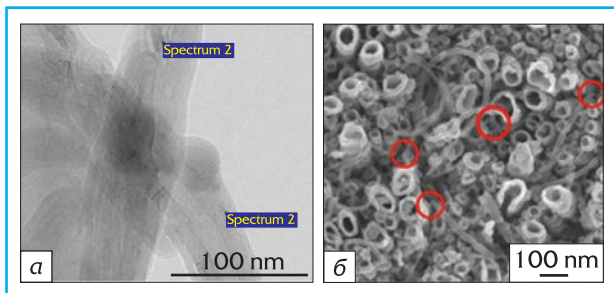
Попри вагомій перспективі, на заводі масового використання структур GeSn стоять проблеми зі стабільністю та ефективністю їх виробництва. Проте інтенсивні дослідження та нові технологічні ідеї поступово і неухильно долають ці перешкоди. Зокрема, для розв'язання задач деформаційної інженерії зонної структури германію в Інституті фізики напівпровідників ім. В.Є. Лашкарьова НАН України розроблено методичні засади ультрачутливого нанозондового контролю механічних параметрів нанометрових епітаксійних шарів сплавів GeSn. За допомогою методів атомно-силового індентування та високороздільної X-променевої дифрактометрії

вперше виявлено і пояснено аномальну залежність модуля пружності цих сплавів, отриманих методом хімічного осадження із парової фази, від вмісту олова в нанометрових плівках. Виявлено, що перерозподіл полів залишкових пружних деформацій і конфігурації структурних дефектів можуть у разі зміни температури спричиняти аномальні зміни фотопровідності та зменшення ширини прямозонного переходу в релаксованих структурах  $\text{Ge}_{85}\text{Sn}_{15}$ . Отримані результати є важливими для розроблення нових оптоелектронних пристроїв середнього ІЧ діапазону на основі  $\text{GeSn}/\text{Ge}/\text{Si}$  з використанням усталених CMOS технологій створення інтегральних схем.

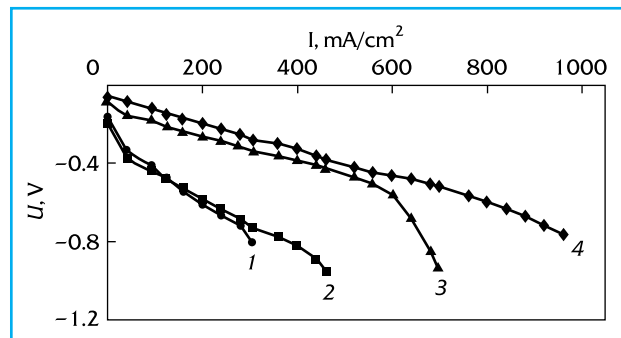
П. Литвин, А. Кучук, Г. Станчу, В. Лисенко, С. Кондратенко

### Нанокompозити на основі частково розкритих вуглецевих нанотрубок

**В** Інституті загальної та неорганічної хімії ім. В.І. Вернадського НАН України синтезовано новий гібридний нанокompозит на основі частково розкритих багатшарових вуглецевих нанотрубок (ЧРБШВНТ) і графітоподібного нітриду вуглецю  $g\text{-C}_3\text{N}_4$ . Розроблено електрохімічний метод синтезу ЧРБШВНТ (7—9 шарів, діаметр 8—10 нм), який полягає в електрохімічному окисненні вуглецевих нанотрубок у кислому розчині. Ступінь розкриття нанотрубок контролювали щільністю струму, він становив  $\Theta = 30\text{—}70\%$ . Наночастинки  $g\text{-C}_3\text{N}_4$  ( $\leq 1$  нм) одержано методом термохімічного синтезу з сечовини й мелаїну з різним співвідношенням компонентів у синтезі. На підставі ІЧ спектрів поглинання встановлено, що у  $g\text{-C}_3\text{N}_4$  є лише зв'язки C-N і C=N, а також коливання триазинового кільця як цілого. Спостережено й смуги СН, зумовлені наявністю дефектів і вакансій у структурі. Після утворення композита з ЧРБШВНТ спектр ІЧ поглинання радикально змінюється: зростає поглинання в області  $1160\text{ см}^{-1}$ ,  $1114$  і  $1063\text{ см}^{-1}$ , не характерне для  $g\text{-C}_3\text{N}_4$  і пов'язане з утворенням композита. Синтезований композит був дослідже-



Мікрофотографії композита з частково розкритих багатшарових вуглецевих нанотрубок і  $g\text{-C}_3\text{N}_4$  (а) і  $\text{NT-TiO}_2$  / ЧРБШВНТ (б),  $\Theta = 50\%$ , червоними колами показано впроваджені в  $\text{TiO}_2$  ЧРБШВНТ  $\Theta = 40\%$



Вольт-амперні характеристики кисневих електродів з активним шаром із різних електродних матеріалів: 1 – ЧРБШВНТ,  $\Theta = 50\%$ ; 2 –  $g\text{-C}_3\text{N}_4$ ; 3 – композит  $g\text{-C}_3\text{N}_4$  з ЧРБШВНТ  $\Theta = 50\%$ ; 4 – ЧРБШВНТ з нанесеною Pt в кількості 10 мас. % і  $\Theta = 50\%$

ний як каталізатор для кисневого електрода паливного елемента. Установлено, що він за робочими характеристиками наближається до кисневих електродів на основі матеріалів, які містять платину.

За допомогою електрохімічного методу та методу електрофорезу сформовано fotocутливий нанокompозит, який містить ЧРБШВНТ і нанотрубки діоксиду титану. Поглинання світла структурою  $\text{NT-TiO}_2$  знаходиться в ультрафіолетовій ділянці спектра, а спектр поглинання нанокompозита значно розширений у видимому ділянці. З'ясовано, що положення енергетичних зон для ЧРБШВНТ та  $\text{NT-TiO}_2$  сприяє ефективному безбар'єрному фотопереносу заряду у нанокompозиті. Також покращується розділення фотогенерованих носіїв, збільшується їхня активність у приповерхневому шарі нанотрубок, що робить цей композит ефективним для отримання «сонячного» водню.

Результати свідчать, що частково розкриті вуглецеві нанотрубки можуть бути успішно використані для створення нанокompозитів різного складу й призначення: для сенсорики, систем отримання «сонячного» водню, кисневих електродів хімічних джерел струму тощо.

Г. Колбасов, М. Данілов, І. Русецький

### Резистивне перемикання у точкових контактах з дихалькогенідів перехідних металів

**Н**ауковці Фізико-технічного інституту низьких температур ім. Б.І. Веркіна НАН України разом із німецькими матеріалознавцями з Інституту дослідження твердих тіл і матеріалів ім. Лейбніца (Дрезден) під час дослідження дихалькогенідів перехідних металів (ПМ) за допомогою точкових контактів (ТК) нещодавно встановили ефект резистивного перемикання у низці шаруватих дителуридів ПМ. Резистивне перемикання є фізичним явищем, коли зразок під

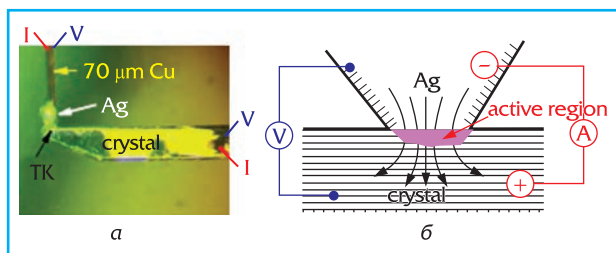
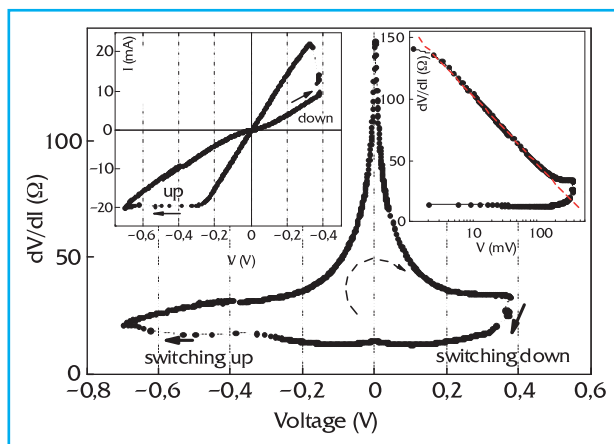


Фото точкового контакту (ТК) між зразком та сріблом (а). Модель ТК між кристалом і вістря з Ag, де червоним показана «область» з максимальною концентрацією електричного поля (б). Стрілки показують поширення струму в ТК



Диференційний опір  $dV/dI$  та ВАХ (фрагмент ліворуч) ТК між зразком  $Cu_xTiSe_2$  і срібним електродом за «гелієвої» температури 4 К. Фрагмент праворуч показує «логіфімічну» поведінку  $dV/dI$

впливом прикладеної напруги або струму раптово змінює свій опір. Продемонстровано, що субмікронний точковий контакт на основі  $WTe_2$ ,  $MoTe_2$  чи  $TaTe_4$  ( $T = Ir, Rh, Ru$ ) може оборотно перемикаєти тип провідності від металевої до напівпровідникової під дією прикладеної напруги. Дослідження базувались на методі мікроконтактної спектроскопії, відкритому 50 років тому академіком НАН України І.К. Янсоном. За високої густини струму та напруги електричного поля цей метод дає змогу вивчати властивості матеріалів на інтерфейсі в обмеженій геометрії від субмікронного до нанометрового діапазону.

Дослідження продовжено на сімействі селенідів ПМ:  $TiSe_2$ ,  $TiSeSi$ ,  $Cu_xTiSe_2$ , де також встановлено ефект резистивного перемикавання, який спостерігався в широкому інтервалі температури, від гелієвої до кімнатної, зі зміною провідності на декілька порядків. Самоперемикавання пов'язано із порушенням стехіометрії ядра точкового контакту внаслідок дрейфу / зміщення іонів / вакансій Se/Ti в сильному електричному полі, яке реалізується у субмікронних контактах. Тобто сильне електричне поле викликає локальну модифікацію кристалічної ґратки, що

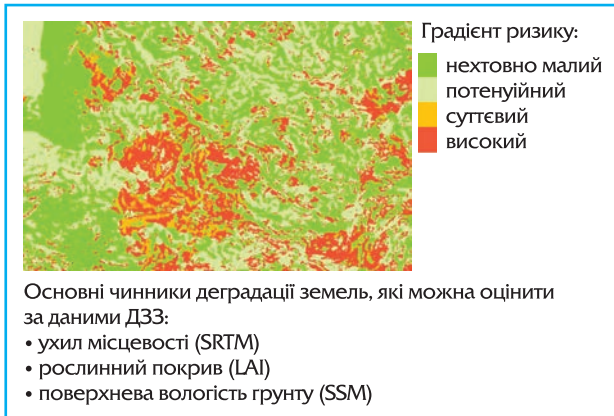
змінює тип провідності матеріалу з металевого до напівпровідникового. Тоді напруга протилежної полярності знімає спотворення, що відновлює металеву структуру, а точковий контакт діє як мемристор, тобто резистор, який «пам'ятає» прикладену до нього напругу. Це відкриває шляхи до застосування вказаних матеріалів у наноелектроніці і комп'ютерній техніці, наприклад, для вдосконалення резистивної пам'яті з довільним доступом ReRAM чи розробленні нового типу логічних елементів для розвитку нейроморфної інженерії. Також ефект резистивного перемикавання за допомогою контактів Янсона дає змогу створити простий і доступний метод швидкого пошуку і характеристики матеріалів, які можуть бути використані для створення ефективніших, енергоощадних і гнучко масштабованих електронних пристроїв.

Д. Башлаков, О. Квітницька, С. Асвартхам, Ю. Шемерлюк, Х. Бергер, Д. Єфремов, Б. Бюхнер, Ю. Найдюк

### Оцінювання ризиків негативних змін навколишнього середовища за даними дистанційного зондування Землі

**ДУ** «Науковий центр аерокосмічних досліджень Землі Інституту геологічних наук НАН України» спільно з партнерами із університету міста Жиліна (Zilina, Slovakia) розробив теоретико-методологічну основу для оцінювання ризиків негативних змін навколишнього середовища і запровадження подальших заходів щодо запобігання соціально-економічним і кліматичним загрозам. З використанням різномасштабних даних дистанційного зондування Землі (ДЗЗ) від багатьох джерел здійснено багатофакторне оцінювання ризику деградації земель. У результаті отримано карту ризиків деградації земель для гірських ландшафтів Національного парку П'єніни (Словачина). Ризик обчислено на основі кількісного визначення факторів деградації земель, які можна оцінити дистанційно, а саме: нахил місцевості, рослинний покрив і поверхнева вологість ґрунту. Для карти було використано чотири рівні ризику. Імовірність небезпеки обчислено на основі аналізу часових рядів даних ДЗЗ, тому точність карти залежить не лише від визначення ризику, але й від початкової попередньої обробки даних ДЗЗ, що впливає на обчислення ймовірностей небезпеки.

Здійснено також оцінювання пожежної небезпеки з використанням даних ДЗЗ. Розроблена методологія об'єднує часові ряди компонентів, пов'язаних із процесом пожежі, а аналіз ризику виконується відповідно до функцій небезпеки. Запропонований підхід перевірено на природних і напівприродних гірських ландшафтах Східних Карпат на словацько-



Оцінювання та картування ризику деградації земель гірських територій



Картування та оцінювання пожежної небезпеки природних і напівприродних гірських ландшафтів Східних Карпат Національного парку Полонини (Словаччина) та Ужанського національного природного парку (Україна)

українському кордоні, в межах Національного парку Полонини (Словаччина) та Ужанського національного природного парку (Україна). Отримана карта пожежного ризику, для якої використано чотири градації: високий, екзистенційний, потенційний та відсутній, підтверджена за допомогою архіву пожежних даних *FIRMS NASA*.

Результати роботи важливі для підвищення ефективності оцінювання ризиків негативних змін довкілля на основі різномасштабних даних ДЗЗ від багатьох джерел, підготовки пропозицій щодо заходів із запобігання соціально-економічним і кліматичним загрозам. Також вони сприятимуть швидкому

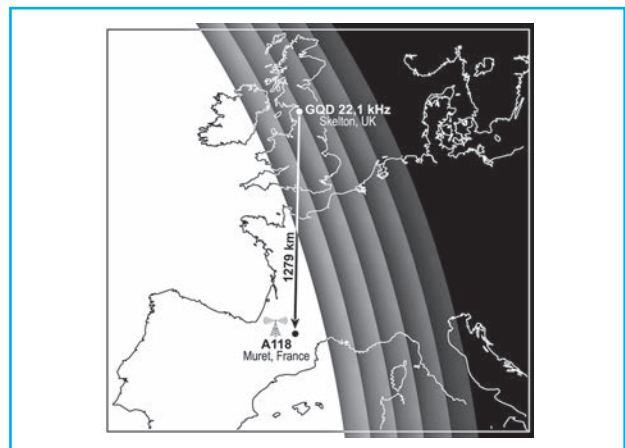
отриманню узгодженої інформації про можливі екологічні загрози як основи подальшої інтеграції у системи обрання рішень і сталого розвитку територій.

С. Станкевич, А. Козлова, А. Андреев, А. Лисенко

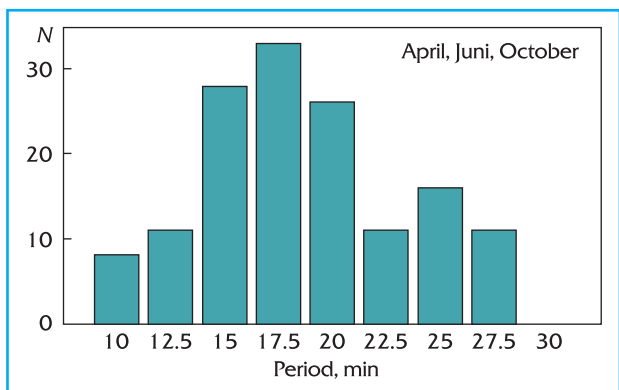
### Хвильові збурення від сонячного термінатора за даними вимірювань наземної мережі приймачів ДНЧ радіосигналів

Вчені Інституту космічних досліджень НАН України та ДКА України спільно з колегами із Великої Британії (Університет м. Шеффілд) дослідили характеристики хвильових збурень від сонячного термінатора з використанням даних вимірювань наземної мережі приймачів дуже низькочастотних (ДНЧ) радіосигналів. Світова мережа ДНЧ радіостанцій дає змогу систематично вивчати процеси в атмосфері та іоносфері на висоті, важкодоступній для інших експериментальних методів досліджень. Результати вимірювань можна використовувати зокрема для систематичного моніторингу атмосферної хвильової активності у глобальному масштабі.

Розроблено методику наближеного розрахунку флуктуацій нейтральної густини атмосфери, зумовлених поширенням акустико-гравітаційних хвиль (АГХ), за вимірюваннями амплітуд радіосигналів на відносно коротких трасах (довжиною менше ~1500 км). Проаналізовано фізичні механізми впливу акустико-гравітаційних хвиль на амплітуди ДНЧ радіосигналів. Показано, що поширення АГХ впливає на амплітуду радіохвиль переважно через зміну рівня їх відбиття від іоносфери. У наближенні геометричної оптики отримано співвідношення, які допомагають за флуктуаціями амплітуд радіохвиль наближено визначити амплітуди АГХ. Розроблену методику апробовано на даних вимірювань на кіль-



Розташування ДНЧ радіотраси GQD-A118 (Велика Британія – Франція) відносно сонячного термінатора



Розподіл періодів хвильових збурень із відносними амплітудами більше 3 % на вечірньому термінаторі

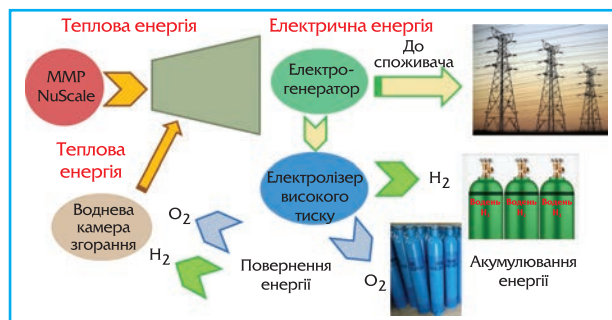
кох європейських радіотрасах. З використанням цих спостережень розраховано характеристики акустико-гравітаційних хвиль на висоті відбиття радіосигналів.

За даними вимірювань амплітуд ДНЧ радіосигналів досліджено збурення від сонячного термінатора у діапазоні періодів середньомасштабних АГХ від ~5 хв. до ~1 год. Використано дані вимірювань амплітуд ДНЧ радіохвиль на середньопівнічній трасі GQD-A118 (Велика Британія — Франція). На розглянутій трасі зафіксовано систематичне збільшення амплітуди хвильових флуктуацій упродовж кількох годин після проходження вечірнього термінатора. Спостережено флуктуації амплітуди радіосигналів для чотирьох місяців: квітень, червень, жовтень 2020 р. і лютий 2021 р. Для різних сезонів виявлено переважання на термінаторі хвиль із періодами ~15—20 хв. Проаналізовано енергетичний баланс цих збурень і зроблено висновок щодо їх квазігоризонтального поширення. Отримані результати вказують на переважання на сонячному термінаторі хвильових гармонік, що відповідають умові синхронізму з цим рухомих джерелом.

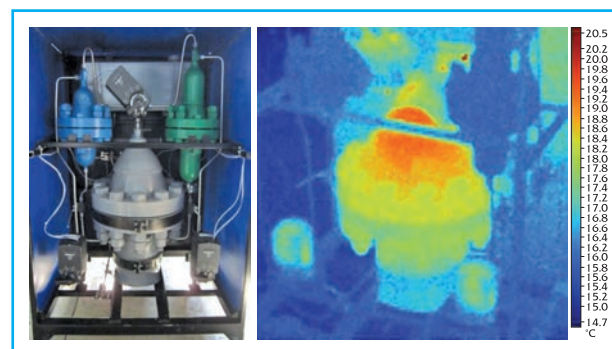
О. Черемних, А. Федоренко, А. Войцеховська, Ю. Селіванов, Istvan Ballai, Gary Verth, Viktor Fedun

### Маневрена енергетична установка на базі малого модульного реактора

Науковцями Інституту проблем машинобудування ім. А.М. Підгорного НАН України було запропоновано концепцію створення та схемне рішення перспективної маневреної енергетичної установки (МЕУ) на базі малого модульного реактора (ММР), яка здатна акумулювати електричну енергію. Основним новітнім рішенням щодо структури технологічної схеми МЕУ на базі ММР є організація її роботи у номінальному та піковому режимах, що принципово відрізняються за термодинамічним циклом. У номінальному режимі паротурбінна установка працює за термо-



Концепція створення МЕУ на базі ММР NuScale з системою акумулювання енергії



Електролізер високого тиску для отримання водню та кисню і термографічний аналіз його роботи

динамічним циклом із сепарацією пари, а у піковому — без неї, завдяки підвищенню температури свіжої пари в результаті спалювання водню та кисню.

Унікальність запропонованої МЕУ на базі ММР із системою акумулювання енергії полягає у поєднанні інноваційних технологій генерації водню під високим тиском і нових підходів до його використання у сучасних паротурбінних установках. З метою реалізації системи акумулювання енергії залучено водневі технології для накопичення «надлишкової» енергії, яка виробляється енергетичною установкою в нічні позапікові години (номінальний режим роботи МЕУ), з подальшим її поверненням у систему в години пікового споживання за рахунок спрацювання згенерованих водню і кисню у високоефективних системах спалювання і паровій турбіні (піковий режим роботи МЕУ). Знайдені рішення дають можливість забезпечити коефіцієнт повернення акумульованої енергії на рівні 70 %, що є найвищим показником серед усіх відомих у світі підходів (окрім гідроакумулювальних електростанцій).

Для аналізу можливості впровадження у вітчизняну енергетичну галузь було вибрано найперспективніший ММР NuScale з електричною потужністю 45 МВт, розроблений NuScale Power Corporation (США). Із використанням сучасних методів оптимі-

зації та термодинамічного аналізу запропоновано теплову схему паротурбінної енергетичної установи, яка дає змогу підвищити електричний ККД енергетичної установки з аносованих виробником 28 % до 32,8 % у номінальному режимі роботи. Для роботи МЕУ у піковому режимі теплову схему доповнено водневою камерою згоряння, яка встановлюється після ММР, що дає можливість у цьому режимі подавати до парової турбіни перегріту пару вищої температури, ніж за номінального режиму. Електричний ККД МЕУ під час її роботи у піковому режимі складає 34,8 %.

Використання МЕУ на базі ММР із системами накопичення енергії зменшить залежність від використання імпортованих викопних вуглеводнів у загальному обсязі первинного палива і уможливить стале функціонування української енергетичної системи, а також сприятиме збереженню та поліпшенню стану довкілля.

*А. Русанов, А. Костіков, В. Соловей, В. Тарасова*

### **Нова біологічна роль $\alpha 7$ нікотинних ацетилхолінових рецепторів**

**В** Інституті біохімії ім. О.В. Палладіна НАН України досліджено механізми участі нікотинних ацетилхо-

лінових рецепторів  $\alpha 7$  субтипу в регуляції нейрозапалення. Виявлено зв'язок цих рецепторів із протеїнами ядерної пори клітин і показано, що з  $\alpha 7$  нікотинними рецепторами ядерної мембрани зв'язуються транскрипційний фактор HIF-1 $\alpha$  та фосфорильована субодиниця p65 ядерного фактора NFkB, які активують процеси запалення та гіпоксії. Зокрема з'ясовано, що активація нікотинного рецептора агоністом запобігає зв'язуванню названих факторів із нікотинним рецептором ядерної мембрани та їх транслокації в ядро, порушуючи розвиток прозапальних і гіпоксичних процесів. У моделі *in vivo* визначено, що введення агоніста  $\alpha 7$  нікотинних рецепторів трансгенним мишам APP43PS1, які характеризуються підвищеним рівнем запалення і є визнаною моделлю хвороби Альцгеймера, поліпшує когнітивні функції тварин і гальмує накопичення в їхньому мозку патогенного амілоїду-бета (A $\beta$ 1-42).

Отримані дані вперше демонструють участь  $\alpha 7$  нікотинних рецепторів у транслокації транскрипційних факторів до ядра, що може пояснити один із механізмів протизапальної дії холінергічних лігандів, а також суттєву роль активації  $\alpha 7$  нікотинних рецепторів у запобіганні патологічним симптомам експериментальної хвороби Альцгеймера.

*М. Скок, О. Лихмус, О. Калашиник*

# НАУКОВІ ЗДОБУТКИ. СУСПІЛЬНІ І ГУМАНІТАРНІ НАУКИ

Учені Секції суспільних і гуманітарних наук НАН України виконали значний обсяг досліджень із проблем економіки, суспільно-політичного та культурного розвитку українського суспільства в умовах російської війни проти нашої країни.

Науковці Державної установи «Інститут економіки та прогнозування НАН України» **здійснили кількісну оцінку наслідків нерівномірного розвитку глобальної економіки та їхнього впливу на Україну**, довели можливість суттєвої реконфігурації її структури у розрізі окремих економік, їх угруповань та об'єднань / коаліцій. Обґрунтували високу ймовірність загострення міжнародних економічних суперечок на тлі боротьби за світову першість. Гострота такого протистояння буде спостерігатись як з боку Китаю, так і США.

Здійснено оцінку тенденцій у виробництві глобального ВВП, динаміці населення світу, робочої сили та її продуктивності у розрізі країн та їх угруповань; оцінено динаміку глобального ВВП та його структури за двома сценаріями: екстраполяційного та «трендового» — за умов уповільнення темпів зростання ВВП; визначено деякі сутнісні зміни в китайській економіці, їхнє потенційне значення для глобального позиціонування КНР та її конкурентних можливостей, потенційні наслідки для розвитку міжнародних відносин в економічній сфері з урахуванням ризиків неконкурентних загострень.

Для України важливо взяти до уваги ендогенні чинники забезпечення економічної та фінансової стійкості, передусім потужність інструментарію валютного регулювання в частині убезпечення фінансової сфери економіки від зовнішніх шоків.

Під час стратегування економічного розвитку України та її позиціонування у сфері міжнародних відносин слід зважати на те, що бідні та найбідніші країни протягом найближчого десятиліття перебуватимуть у «пастці низьких доходів». Вони не зможуть її подолати. Населення таких країн буде зростати в абсолютних і відносних масштабах. Це посилюватиме міграційні кризи та напруження між глобальними Півднем і Північчю. Протистояння між США та Китаєм не сприятиме розв'язанню цих проблем на міжнародному рівні. Стабілізаційні кредити та гу-

манітарна допомога відіграватимуть роль «короткочасного знеболювального», натомість радикальна терапія вимагатиме розбудови державних інституцій і регуляторних спроможностей.

*С. Кораблін, В Сіденко, І. Луїна, Є. Бублик та ін.*

**В** Інституті соціології НАН України побачило світ видання **«Українське суспільство в умовах війни. Рік 2023»**. Неоголошена російська війна проти України призвела до масштабних і суперечливих змін у соціальних процесах, у настроях, прагненнях, політичних уподобаннях і пріоритетах громадян України. Упродовж 2023 р. фахівці-соціологи аналізували й інтерпретували емпіричні дані, отримані в перший рік війни. Результати спостережень представлено в десяти розділах книги, а основну її частину становлять узагальнення і висновки матеріалів моніторингу змін у структурах і повсякденному житті населення країни у 2022—2023 рр.

Мета авторів полягала у з'ясуванні того, як модифікується суспільство в умовах війни і наскільки точно це фіксує методологічний та методичний інструментарій. Тобто якою є нова реальність, що поступово / раптово проявилась у сьогоденні, і чи мають дослідники набір концепцій і методів, що забезпечують отримання достовірного знання.

Така постановка питання в соціально-політичній площині висуває також і методологічні завдання, без вирішення яких соціологічний моніторинг українського суспільства не зможе повною мірою відстежувати статус динамічної рівноваги між побудовою сучасної громадянської держави та реакційним спротивом патрональних мереж, що домінують в українській політиці. Мова йде про два першочергових завдання методологічного характеру. Перше — розширення інструментарію моніторингу за рахунок інструментарію для фіксації стану й ефектів національно-громадянської фрагментації, яка за своєю суттю є помірно-деструктивною формою соціальної неоднорідності. Важливим є й друге завдання — розроблення методик, які б оцінювали соціально-культурну домінанту, її суспільний статус і альтернативи у просторі громадської думки.

*Є. Головаха, С. Макеєв, С. Дембіцький, О. Злобіна, Н. Костенко та ін.*

**О**публіковано монографію **«Війна Росії проти України та міжнародне співтовариство»**, яку підготували науковці Інституту історії України НАН України. У науково-популярному виданні подано характеристику війни як соціально-історичного феномену і на багатому фактичному матеріалі проаналізовано динаміку змін політики європейських, північно- та південноамериканських, азійських та африканських країн щодо війни Росії проти України



в 2014—2023 рр. Показано, як трансформувалась політика держав «старої» і «нової» Європи від початку гібридної війни, а згодом і широкомасштабної російської агресії проти України з використанням усіх конвенційних видів зброї. Висвітлено динаміку політики США і Канади; розглянуто особливості ставлення Китаю, Індії, Аргентини, Бразилії, Південно-Африканської Республіки та деяких інших країн Африки, Азії та Південної Америки щодо цієї війни в центрі Європи, а також з'ясовано причини і наслідки політики «нейтралітету» деяких країн щодо збройної агресії РФ проти України. Досліджено еволюцію політики Європейського Союзу, НАТО, ОБСЄ, ООН та діяльність української дипломатії із захисту суверенітету та територіальної цілісності України і приборкання російської збройної агресії, яка є загрозою для всього демократичного світу.

С. Віднянський, А. Мартинов

Опубліковано монографію «**До свободи крізь вогонь: Україна проти рашизму**». У виданні проаналізовано зародження та еволюцію «*русского мира*» і досліджено: як Росія провалила завдання посттоталітарного транзиту й, замість залікувати рани комуністичного тоталітаризму, перетворилась на новітню тоталітарну систему; якими є підвалини відродження імперіалізму і з яких компонент він складається; як відродження імперії стало новою-старою національною ідеєю; як політтехнологія «*русского мира*» стала фундаментом рашизму; чому геноцид українців набув новітніх історичних форм; чому колективний Путін розглядає Україну як фронт онтологічної битви Європи та Євразії; чи залишилися запобіжники для наростання масового мілітаристського психозу росіян; зрештою — як подолати онтологічне зло й надійно зачинити браму безодні.

Системний аналіз соціально-економічних, суспільно-політичних та етнокультурних підстав трансформації політтехнології «*русский мир*» у новітню неототалітарну доктрину, перетворення пострадянської РФ на неототалітарну систему має важливе значення для розроблення заходів ефективної протидії експансії рашизму та розбудови нового світопорядку, адекватного новим глобальним викликам.

На широкому тлі глобальних трендів та обставин пострадянського транзиту в Росії показано, що новітня російська тоталітарна система (рашизм) створена та існує за прикладом і подобою модернізованої версії імперської тюрми — тобто ГУЛАГу.

Л. Якубова

Опубліковано першу книгу дев'ятого тому «**Історії української літератури**» у 12 томах, підготовлену Інститутом літератури ім. Т.Г. Шевченка НАН України. Видання побачило світ у видавництві «Наукова дум-



ка». Розглянуто нові явища й постаті в українському письменстві, які визначали його розвиток від 1890-х до кінця 1910-х років. Широко досліджено історико-літературні обставини, особливості літературного процесу цього періоду, явища й постаті, які склали зміст тематичних блоків «Поезія», «Проза». Особливу увагу приділено творчим індивідуальностям Михайла Коцюбинського, Ольги Кобилянської, Василя Стефаника, Марка Черемшини, Леся Мартовича.

Зміст тому висвітлює становлення модерністських художніх тенденцій в українській літературі, її стильове розмаїття та суголосність тогочасним мистецьким пошукам у світовому письменстві і водночас національну самотність, зумовлену актуальними духовними запитами української культури й суспільства загалом.

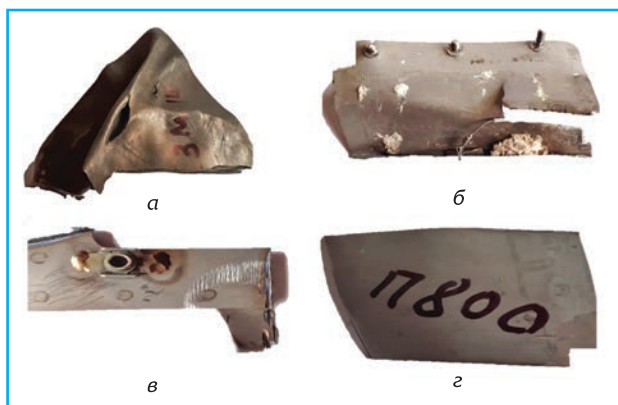
Належна наукова кваліфікація авторів тому і відповідний проблематиці його обсяг дали змогу подати із залученням новітніх теоретико-методологічних підходів (структуралізм, міфокритика, психоаналіз тощо) принципово нову інтерпретацію багатьох літературних явищ. На багатому фактичному матеріалі розкрито доміанти літературного процесу, стильові тенденції в розвитку поезії та прози й типологію художніх явищ, визначено місце в літературному процесі багатьох призабутих поетів і прозаїків. Зокрема висвітлено такі регіональні явища загальноукраїнського значення як мистецьке угруповання «Молода муза» й буковинська проза межі століть. Із сучасних наукових позицій відтворено літературні портрети чільних прозаїків доби.

М. Бондар, О. Брайко (наук. ред.), Г. Бурлака, О. Камінчук, С. Кирилюк, А. Г. Матусяк, Т. Мейзерська, Р. Піхманець, Я. Поліщук, Н. Шумило (наук. ред.)

## Дослідження методом сканувальної електронної мікроскопії фрагментів крилатих ракет і безпілотних авіаційних платформ виробництва Російської Федерації

Інститут механіки ім. С.П. Тимошенка НАН України і Технічний центр НАН України спільно з фахівцями Центрального інституту озброєння та військової техніки Збройних сил України проаналізували фізико-механічні характеристики фрагментів крилатих ракет і дронів країни-агресора. Дослідили хімічний склад, структуру і топографію поверхні композитних матеріалів, використаних як конструктивні елементи та покриття крилатих ракет російського виробництва, а також матеріалів баражуючих боєприпасів типу *Shahed-136*.

За допомогою методу растрової електронної мікроскопії досліджено мікроструктурні характеристики припоїв електронних компонентів крилатих ракет X-101, ЗМ-14 комплексу «Калібр», зенітної ракети комплексу С-300. Вивчено фізико-механічний склад матеріалів фрагментів крилатих та авіаційних ракет, зокрема металевих фрагментів двигуна крилатої ракети ЗМ14 «Калібр», корпусів авіаційних ракет Р-37, Р-31 та протикорабельної ракети П-800 «Онікс».



Фрагменти крилатих та авіаційних ракет виробництва країни-агресора: а – металеві фрагменти двигуна крилатої ракети ЗМ14 «Калібр»; б, в – фрагменти корпусів авіаційних ракет Р-37 та Р-31; г – фрагмент протикорабельної ракети П-800 «Онікс»

З метою ідентифікації країни походження ударних безпілотних літальних апаратів визначено мікроструктурні характеристики матеріалів планера та електроніки цивільного призначення з баражуючого боєприпасу *Shahed-136* і доведено, що їх виготовлено в Ісламській Республіці Іран.

Увесь комплекс досліджень виконано за допомогою методу сканувальної електронної мікроскопії із застосуванням рентгенівського мікроаналізатора *JXA-8200* виробництва *JEOL Ltd* (Японія) та сканувального електронного мікроскопа *JSM-6490LV* з енергодисперсійним спектрометром *INKA Energy 350XT*.

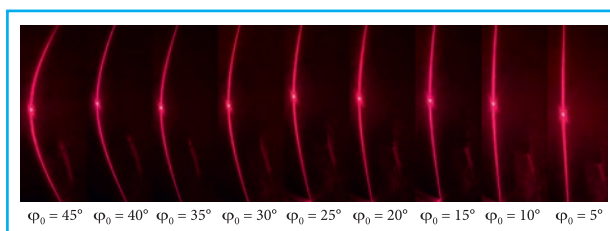
Завдяки цьому отримано нові відомості щодо технологічних рішень і оцінено можливість створення аналогічних матеріалів і технологій для їх подальшого використання спеціалістами підприємств оборонно-промислового комплексу України.

*В. Богданов, О. Григоренко, В. Кременицький, С. Сперкач*

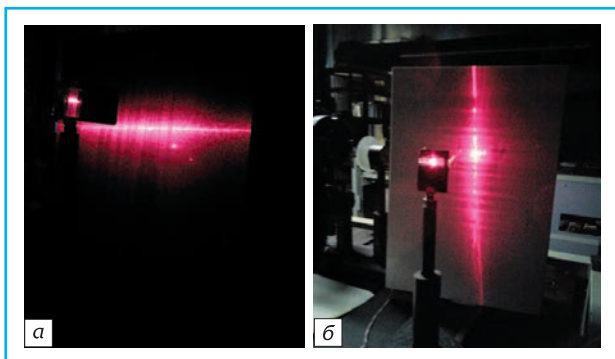
## Моделювання поширення світлових променів через чутливі елементи волоконно-оптичних сенсорів

Швидке виявлення позицій ворожих снайперів, які застосовують лазерні системи для наведення на ціль або вимірювання відстані, особливо системи з довжиною хвилі випромінювання за межами видимого спектра, є одним із найактуальніших питань забезпечення живучості бойових підрозділів. Ефективна і проста схема сповіщення про небезпеку і визначення точної позиції ворога суттєво знизила б успішність роботи ворожих снайперських систем і сприяла б їх знешкодженню.

В Інституті прикладних проблем механіки і математики ім. Я. С. Підстригача НАН України розроблено відносно простий і дешевий сигнальний елемент у вигляді дифракційної ґратки із поліанілінових волокон, що перетворює зондувальний світловий промінь із точкової плями на дифракційну смугу — розсіяну криву другого порядку, форма якої залежить від кута падіння світлового променя відносно нормалі до ґратки. За типом кривої можна визначити розташування джерела світла відносно оптоволоконної ґратки.



Дифракційні картини, отримані для певних орієнтацій дифракційної ґратки



Розсіювання лазерного світла на двошаровій катушці оптоволокна, орієнтація довгих осей волокон: а – горизонтальна; б – вертикальна

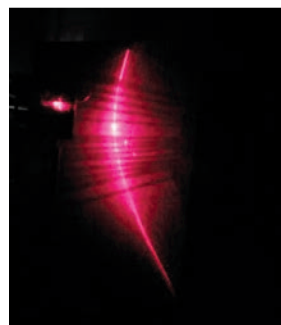
За міцністю, еластичністю і довговічністю текстильні матеріали із сенсорами практично нічим не відрізняються від традиційних. Виготовлена з оптоволокна тканина розгортає зондувальний лазерний промінь з точкового (просторова розмірність  $0D$ ) у  $1D$  смугу для квазіпаралельних волокон, чи у  $2D$  світлову пляму для квадратної сітки волокон. Функція просторового розподілу інтенсивності розсіяного світла надає інформацію про кутові координати і дальність джерела світла, від якого виходить зондувальний промінь.

Експериментальні дослідження показали, що поліанілінові волокна наділено необхідними оптичними й механічними характеристиками: вони можуть слугувати основою волоконно-оптичних сенсорів сигналів, які випромінюють прицільні засоби снайперів. Ефект розгортання точкового перерізу лазерної плями в лінійну смугу ґрунтується на розсіюванні світла на нитках тканини у результаті дифракції на окремих волокнах, розфокусування та оптоволоконного ефекту. Тому дифрактограма має розмитий характер.

Результати експериментів апроксимовано за допомогою методу найменших квадратів, для довільного кута повороту дифракційної ґратки встановлено значення коефіцієнтів кривих другого порядку.

Учені Інституту розробили математичну модель для кількісного опису процесів взаємодії світлових променів із чутливими волоконно-оптичними елементами й створили відповідний числовий інструментарій, який дає можливість для будь-якої кривої другого порядку в режимі реального часу визначити кут повороту дифракційної ґратки, тобто розташування джерела випромінювання відносно оптоволоконної ґратки.

Розроблені засоби та відповідний числовий інструментарій передано Національній академії сухопутних військ імені гетьмана Петра Сагайдачного для використання у створенні засобів попереджен-



Розсіювання лазерного променя на двошаровій катушці волокна за похилого ( $60^\circ$ ) кута падіння

ня про небезпеку вогневого ураження. Результати опрацювання сигналів, які випромінюють прицільні засоби снайперів, дають можливість аналітично визначити дальність до панорамного обсерватора чи снайпера за величиною потужності прийнятого сигналу та точне місце його розташування за напрямом прийнятих сигналів.

*П. Ванкевич, Б. Дробенко*

### **Тренажерний комплекс для навчання і перепідготовки операторів з керування безпілотними літальними апаратами**

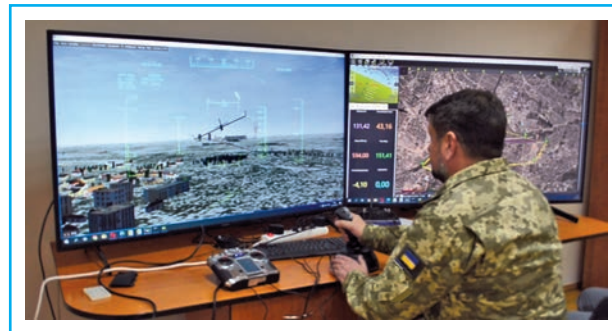
**У** Міжнародному науково-навчальному центрі інформаційних технологій та систем НАН України та МОН України створено центр підготовки операторів-пілотів, сертифікований за проєктом «Армія дронів» Міністерства цифрової трансформації України. Він є вагомим кроком у розвитку безпілотної авіації в Україні та забезпечує високий стандарт навчання, враховуючи сучасні вимоги до військових операторів-пілотів БПЛА. Навчання операторів охоплює всі аспекти керування: ознайомлення з теоретичними аспектами БПЛА, тренажерну підготовку та практичні льотні тренування. Оператори проходять інтенсивний курс, підготовлений висококваліфікованими інструкторами, які мають багаторічний досвід у цій сфері. Кожен аспект навчання враховує специфіку різних типів БПЛА, їхні технічні характеристики і вимоги до керування.

Для покращення практичних навичок керування БПЛА інструктори проводять заняття на сучасних симуляторах, розроблених науковцями Міжнародного центру. Тренажерна база забезпечує відтворення реалістичних сценаріїв польотів, можливість відпрацювання обрання рішень у масштабі реального часу. Кожен оператор може пройти тренування відповідно до свого рівня підготовки та потреб: тренажери дають змогу налаштовувати складність завдань і сценарії для кожного оператора.

Застосування системного та комплексного підходу до навчання операторів БПЛА в Міжнародному



Тренування оператора-пілота FPV-дрона



Тренування оператора-пілота БпЛА літакового типу

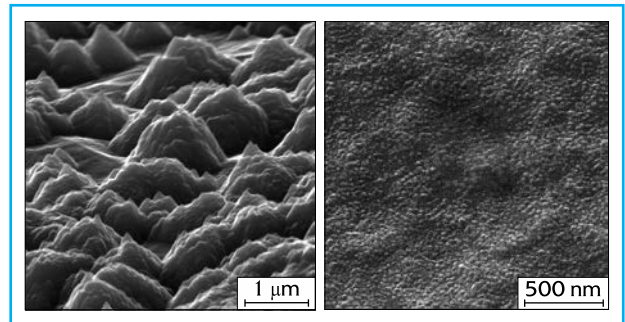
центрі забезпечує високий рівень підготовки фахівців, готових працювати з сучасними технологіями безпілотної авіації. Висококваліфіковані оператори-пілоти, які пройшли навчання у Міжнародному центрі, стають невід'ємною частиною сучасних Збройних сил України, здатною використовувати передові технології для захисту нашої держави та її національних інтересів.

*О. Волков, М. Комар, В. Волошенюк*

### **Іонно-плазмові процеси формування функціонально стабільних покриттів для покращення тактико-технічних характеристик артилерійських стволів**

Найважливішою характеристикою артилерійського ствола є його ресурс, у межах якого забезпечено параметри ефективного використання. Ресурс обмежений переважно руйнуванням функціонального покриття поверхні каналу під дією періодичних термоударів у процесі виходу снаряду, що особливо стосується початкової ділянки казенної частини ствола. Винайдений та досліджений в Інституті фізики НАН України колективний іонно-плазмовий батутний механізм модифікації поверхні твердих тіл дає змогу створювати багатощарову функціонально стабільну перехідну структуру між поверхнею каналу ствола і зовнішнім покриттям, що збільшує ресурс ствола.

Суттєвою особливістю реалізації батутного механізму модифікації поверхні каналу ствола, довжина



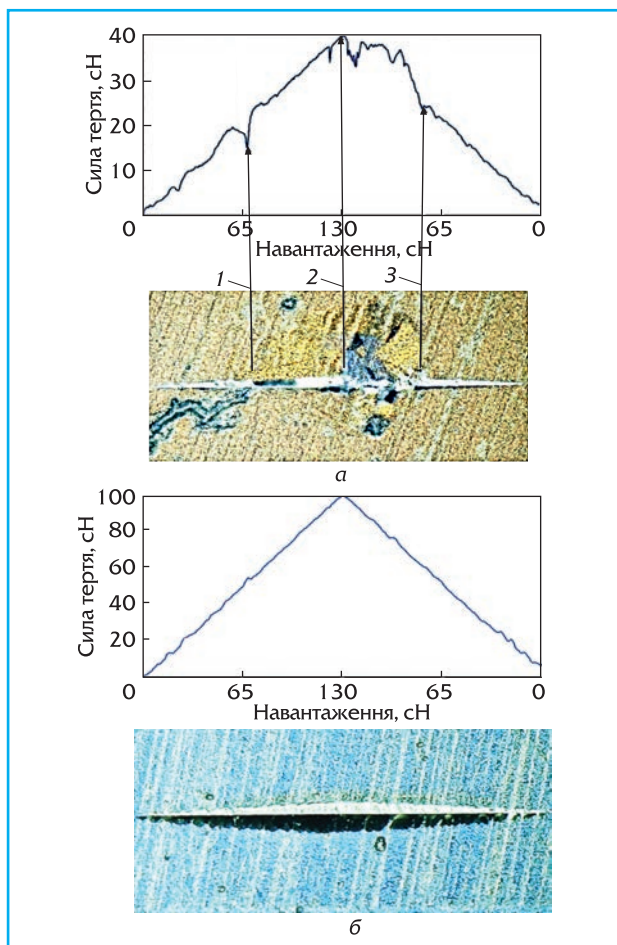
СЕМ мікрофотографії ієрархічної субмікронної структури з нанорозмірним рельєфом поверхні каналу ствола (ліворуч) і цільної поверхні після нанесення на структуровану поверхню плівки із нанокластерних утворень за батутного розпилення мішені

якого на порядки перевищує його діаметр, є збудження в каналі несамостійного тліючого плазмового розряду з підвищеними параметрами. Ієрархічна субмікронна структура з нанорозмірним рельєфом поверхні каналу ствола калібру 30 мм утворюється в режимі батутної моди. Змінені електронні стани в цих нанорозмірних утвореннях на поверхні субмікронних структур, створюють умови для сильної адгезії та запобігають відшаруванню функціональної плівки через стресові навантаження на межу розділу між плівкою і каналом ствола внаслідок тиску порохових газів.

Під час формування плівки покриття за рахунок переносу матеріалу у вигляді нанокластерів у результаті батутного розпилення багатокомпонентної мішені зі збереженням її складу нівелюється рельєф поверхні покриття, а розмір наноструктур поверхні відповідає шорсткості  $Ra\ 0,025$ . Така величина шорсткості в 15 разів менша за характерну для поверхні каналу ствола. Це, відповідно, зменшує на ній і коефіцієнт тертя.

Дослідження стійкості плівки виконано за допомогою мікрозондової системи, призначеної для дослідження фізико-механічних властивостей матеріалів методами динамічного сканування. Результати сканування діамантовим індендором плівки із хромонікелевої нержавіючої сталі, нанесеної після попереднього субмікронного та нанорозмірного структурування поверхні зразка, свідчать, що за тиску індендора  $17,5 \times 10^3\ \text{кГ/см}^2$  будь-які ознаки відшарування плівки відсутні. Характерний тиск порохових газів у каналі ствола становить  $(3\text{—}3,5) \times 10^3\ \text{кГ/см}^2$ , що у 10 разів менше за величину тиску, застосовану у дослідженнях.

Результати сканування діамантовим індендором плівки, нанесеної без попереднього субмікронного та нанорозмірного структурування поверхні зразка, показали, що початок відшарування плівки відповідає тискові майже  $3,5 \times 10^3\ \text{кГ/см}^2$ . Повне руйнування



Результати сканування діамантовим індентором плівки, нанесеної без попереднього субмікронного та нанорозмірного структурування поверхні (а) та після нього (б)

плівки настає за тиску індентора  $6,5 \times 10^3$  кГ/см<sup>2</sup>. Характер руйнування у вигляді відшарування макроскопічних фрагментів плівки відповідає тим, які мають місце в стволі за значних теплових навантажень унаслідок інтенсивної стрільби.

Можливість використання батутного механізму модифікації внутрішньої поверхні артилерійських стволів і стволів стрілецької зброї з діаметрами каналу ствола від 6 до 160 мм і довжиною до 7000 мм для підвищення їхнього ресурсу в 1,5—2 рази доведено експериментально.

О. Войтенко, О. Габович, М. Кругленко, О. Курочкин, В. Назаренко, В. Семенов, В. Стьопкін

### Високоєфективні каталізатори конверсії олефінів і CO<sub>2</sub> з одержанням циклічних карбонатів

**В** Інституті фізичної хімії ім. Л.В. Писаржевського НАН України розроблено високоєфективні каталізатори на основі ієрархічних цеолітів, а також їхніх композитів для однореакторного тандемного про-

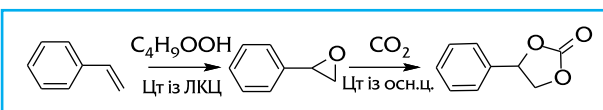
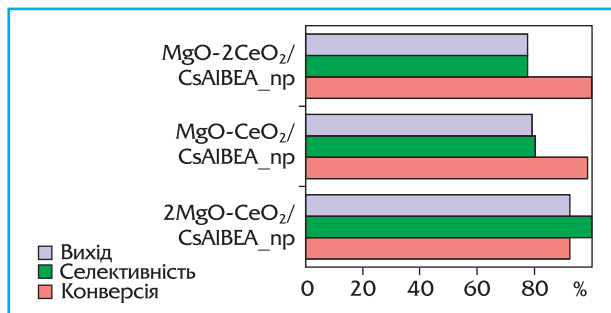


Схема тандемної реакції перетворення стиролу в 4-феніл-1,3-діоксолан-2-он



Каталітичні характеристики нанокompозитів MgO-CeO<sub>2</sub>/CsAIBEA залежно від відношення Mg/Ce

цесу перетворення олефінів під тиском CO<sub>2</sub> у циклічні карбонати — мономери біорозкладних полімерів, електроліти літєвих батарей, прекурсори в органічному синтезі, апротонні полярні розчинники тощо.

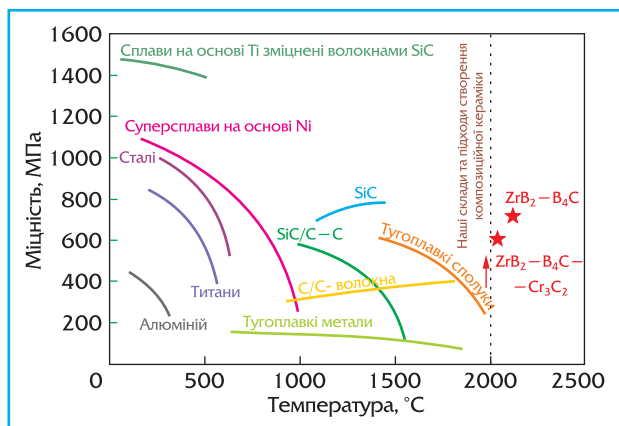
Перша стадія процесу — окиснення олефіну до відповідного епоксиду, каталізується кислотними центрами Льюїса, сформованими іонами титану, або катіонами церію наночасток CeO<sub>2</sub>. Друга стадія — утворення відповідного циклічного карбонату, перебігає під тиском CO<sub>2</sub> за участі основних центрів цеолітів. Високу каталітичну активність із виходом цільового продукту до 96,4 % демонструють титано-силікатні цеоліти різних структурних типів (BEA, MFI, MTW). Важливою передумовою високої селективності за цільовим продуктом є відсутність у каталізаторах кислотних центрів Бренстеда.

Установлено, що допування композитів на основі CeO<sub>2</sub> та цеолітів оксидом магнію в різних концентраціях допомагає суттєво підвищити як конверсію стирену (до 99,7 %), так і селективність за цільовим продуктом (до 99 %).

О. Швець, М. Курмач

### Ультрависокотемпературна кераміка з високою стійкістю до повзучості в області робочої температури до 2100 °С

Диборид цирконію займає ключове місце серед керамічних матеріалів і належить до класу ультрависокотемпературної кераміки (УВТК). Це стало можливим завдяки унікальному поєднанню фізико-механічних властивостей: високої температури плавлення, теплопровідності, низької дифузії за підвищених



Температурна залежність механічних характеристик композиційних матеріалів у порівнянні з ультрависокотемпературною керамікою на основі  $ZrB_2$

значень температури та стійкості до високотемпературного окиснення.

Однією із важливих задач на шляху створення УВТК на основі дибориду цирконію стало підвищення та/або збереження механічних характеристик, оскільки цей клас керамічних матеріалів характеризується крихкістю зі значенням тріщиностійкості  $\sim 2\text{--}3 \text{ МПа}\cdot\text{м}^{1/2}$ . Ефективним виявилось додавання до основи 15—20 об. % карбіду кремнію ( $SiC$ ), що дало змогу підвищити механічні характеристики  $ZrB_2$  на 50—80 %, а стійкість до окиснення — у декілька разів порівняно з однофазним диборидом цирконію. Завдяки цьому створено базовий композит  $ZrB_2\text{—}SiC$ . Іншим базовим серед відомих на основі дибориду цирконію композитом, якому притаманна найвища стійкість до окиснення, є  $ZrB_2\text{—}MoSi_2$ .

Як виявлено в Інституті проблем матеріалознавства ім. І.М. Францевича НАН України, підвищення температури випробувань негативно впливає на механічні характеристики базових композитів. Установлено, що композит  $ZrB_2\text{—}SiC$  має високу швидкість повзучості за 1800 °C. Причина такої поведінки полягає в утворенні субмікронних зерен  $Zr(B,C)_2$  розміром 0,05—0,25 мкм під час випробування, що пришвидшує процеси повзучості за низької температури. Утворення твердих розчинів  $Mo$  у кераміці  $ZrB_2\text{—}MoSi_2$  уповільнює процес повзучості та зміщує його в бік вищих значень температури (до 1900 °C) через формування твердих розчинів на границях  $ZrB_2$  складу  $(Zr,Mo)B_2$ , а також наявності у них жорстких фаз  $MoV$ , які виконують роль фази зміцнення.

Оскільки цей клас матеріалів повинен працювати за температури понад 2000 °C, необхідно було розробити склад ультрависокотемпературної кераміки та технології її отримання, які можуть працювати за такої високої температури, зберігаючи високі механічні властивості, насамперед стійкість до повзучості.

Одним із рішень стала заміна добавок, які містять кремній ( $SiC$ ,  $MoSi_2$ ), на такі, що під час взаємодії утворюють жорсткі фази з рівномірним розподілом у мікроструктурі. Цими добавками є карбіди, насамперед карбіди бору ( $B_4C$ ) і хрому ( $Cr_3C_2$ ). З технологічної точки зору атмосфера  $CO$ , яка формується під час гарячого пресування, є додатковим джерелом вуглецю, що виникає за реакцією  $CO \leftrightarrow C + CO_{2(g)}$ , завдяки чому відновник рівномірно розподіляється в об'ємі матеріалу, підданого консолідації. У фазовому складі розробленої кераміки відсутні легкоплавкі компоненти й оксидні зернограничні прошарки, що дало змогу в складі  $ZrB_2\text{—}B_4C\text{—}Cr_3C_2$  утворити структуру, в якій формування твердих розчинів  $Zr(B,C)_2$  з розмірами 1—2 мкм забезпечує високу стійкість до повзучості за температури випробування 2000—2100 °C.

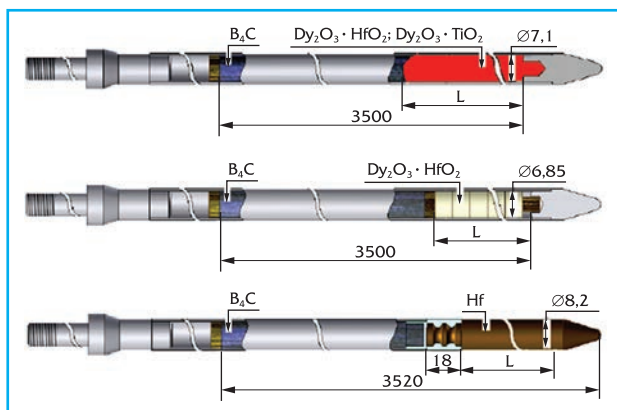
Так уперше у світі розроблено склад і технології отримання ультрависокотемпературної кераміки з високою стійкістю до повзучості в області робочої температури до 2100 °C. Розробку виконано відповідно до завдань ДП «Конструкторське бюро "Південне" ім. М.К. Янгеля» (м. Дніпро) та буде використано для вузлів нових ракетних технологій.

*О. Григор'єв, В. Винокуров, Т. Мосіна, Л. Клименко*

### Технологія виготовлення нейтронпоглинальних матеріалів і конструкції поглинальних стрижнів системи управління та захисту

Нині вкрай актуальною і комплексною проблемою безпеки реакторних блоків АЕС України є диверсифікація ядерного палива для водо-водяних енергетичних реакторів (ВВЕР-1000). Невід'ємною частиною ядерного палива є нейтронпоглинальні матеріали та створені на їх основі елементи управління та захисту реактора, які є своєрідним його кермом. Основними елементами управління та захисту реакторів ВВЕР-1000 є поглинальні стрижні системи управління та захисту (далі ПС СУЗ). До цього часу у світі ніхто крім РФ не розробляв і не виробляв ПС СУЗ для реакторів ВВЕР-1000, тому після початку повномасштабної російської агресії отримувати ПС СУЗ для українських реакторів ВВЕР-1000 стало неможливо.

У Національному науковому центрі «Харківський фізико-технічний інститут» напрацьовано великий досвід зі створення конструкцій поглинальних елементів із застосуванням різних матеріалів, зокрема складних сполук типу моноалюмінату гадолінію, карбіду бору, металевого гафнію та інших. У Науково-технічному комплексі «Ядерний паливний цикл» цього центру (НТК ЯПЦ) тривають матеріалознавчі і технологічні дослідження з обґрунтування створення конструкцій поглинальних стрижнів. Завершено розроблення робочого проєкту поглинальних еле-



Конструкція ПЕЛ ПС СУЗ реактора ВВЕР-1000: варіанти I, II, III з порошковими поглиначами (вгорі); варіант IV з  $\gamma$ -поглиначем у вигляді таблеток; варіант V з гафнієвим стрижнем  $\varnothing 8,2$  мм (внизу). Патенти України № 69082, 76216, 98429, 104325

Показник якості порошку титанату диспрозію	Значення, %
Масова частка диспрозію	– 72
титану	– 13
Масова частка частинок менше 900 мкм менше 100 мкм	не більше 50

Структурно-фазовий стан матеріалу: основа –  $Dy_2TiO_5$  зі структурою флюориту або пірохлору; припустима наявність титанатів диспрозію інших модифікацій, а також слідів  $TiO_2$

ментів (ПЕЛ) і ПС СУЗ для реакторів ВВЕР-1000 АЕС України. Розроблено технологію виготовлення нейтронпоглинальних матеріалів, конструкції поглинальних елементів і стрижнів. Оформлено і узгоджено з Держатомрегулювання технічні умови на ПС СУЗ. Розроблено та атестовано в ТОВ «Науково-технічний центр «Аналітстандартметрологія» методики контролю елементного складу оксидів, фазового складу титанату диспрозію методом маспектрометрії з індуктивно зв'язаною плазмою.

З метою організації виготовлення в НТК ЯПЦ укрупнених партій виробів створено спеціальну дільницю, оснащену лабораторним обладнанням з виготовлення нейтронопоглинальних матеріалів поглинальних елементів і стрижнів. На замовлення АТ «НАЕК "Енергоатом"» на цій дільниці виготовлено відповідно до розроблених технологічних операцій укрупнену дослідну партію виробів — 12 ПС СУЗ для випробувань у ВВЕР-1000. Розроблено Програму та Технічне рішення про проведення монтажу та дослідної експлуатації ПС СУЗ на енергоблоці № 4 ВП Рівненської АЕС, схвалено АТ «НАЕК "Енергоатом"».

Під час перевантаження палива на четвертому блоці Рівненської АЕС у травні 2024 року заплановано поставити дослідну партію ПС СУЗ на реакторні випробування.

В. Красноручський, В. Грицина, І. Чернов, В. Зігунов, В. Зуйок, А. Куштим, В. Грудницький

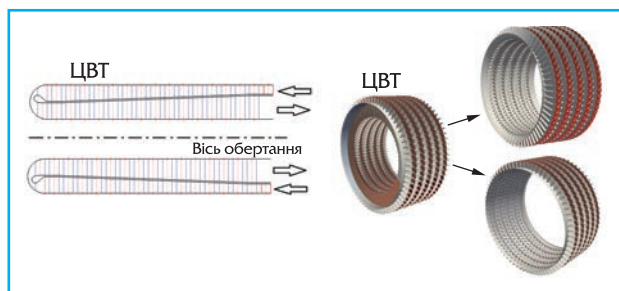
### Високоєфективна парова турбіна з ультрасуперкритичними параметрами пари для енергоблоків ТЕС України

В Інституті проблем машинобудування ім. А.М. Підгорного НАН України науковці дослідили можливість підвищення ефективності паротурбінних установок шляхом переведення їх на роботу з ультрасуперкритичними початковими параметрами пари (тиск понад 32 МПа і температура пари вище 630 °С) і запропонували унікальне для газових і парових турбін рішення — петльову схему конструкції, яку раніше не використовували в енергетичних турбоустановках.

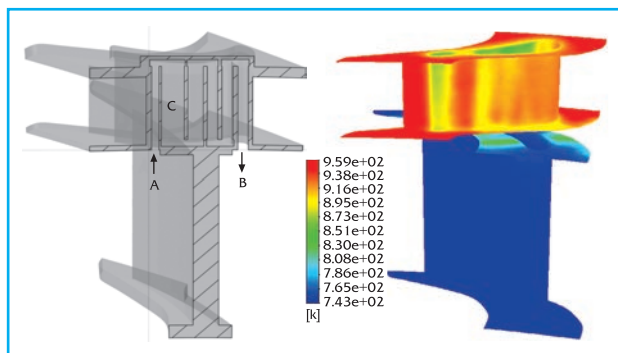
Застосування петльової схеми з двоярусними лопатками дає змогу вирішити низку конструкторських і технологічних проблем, а саме: зменшити осьові розміри турбіни, компенсувати осьові навантаження та охолодити лопатки зі збереженням енергії у робочому процесі. Для переходу на ультрасуперкритичні параметри пари для спрацювання більшого теплового перепаду у турбіні розроблено новий циліндр високого тиску (ЦВТ) та введено додаткові ступені на початку циліндра середнього тиску (ЦСТ). Через високу температуру у перших ступенях реалізовано внутрішнє охолодження лопаток, яке здійснено шляхом відбору більш холодної пари з «нижньої» частини лопатки. Завдяки використанню для охолодження 2 % масової витрати пари досягається зменшення середньої температури поверхні лопатки на 62,2 °С у ЦВТ і на 40,4 °С у ЦСТ.

Проточні частини розроблено за допомогою програмного комплексу *IPMFlow*, створеного в Інституті проблем машинобудування ім. А.М. Підгорного НАН України. Його перевагою є можливість ефективних розпаралелених обчислень. Визначено геометрію проточних частин і розраховано на міцність створені проточні частини, вибрано матеріали для їх виготовлення. Завдяки запропонованій системі охолодження доведено можливість використання матеріалу порівняно невеликої вартості, що забезпечить високу конкурентоспроможність.

Числовими дослідженнями доведено високий внутрішній ККД нових проточних частин ЦВТ і ЦСТ, який склав 94,18 та 94,5 % відповідно. Це забезпечило приріст потужності енергоблока на 80,64 МВт і дало змогу збільшити його термічний ККД до рівня 49,2 %, що на понад 5 % перевищує аналогічні показники кращих турбін серії К-300.



Повздовжній меридіональний переріз нового ЦВТ та ізометрія додаткових ступенів ЦСТ



Конфігурація охолоджувальних каналів і розподіл температур на поверхні лопатки першого та останнього ступенів

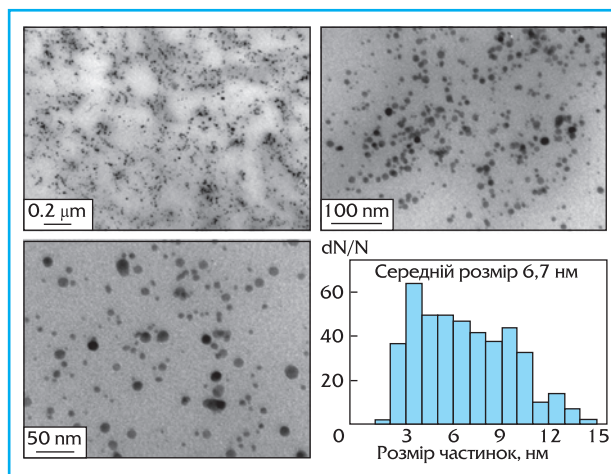
Розробку виконано спільно з фахівцями АТ «Українські енергетичні машини». Її впровадження планується здійснити під час модернізації та оновлення українських енергоблоків ТЕС, що забезпечить збільшення ККД турбін і зменшення питомих витрат умовного палива.

Р. Русанов, К. Дегтярьов, І. Пальков, С. Пальков, Д. Крютченко

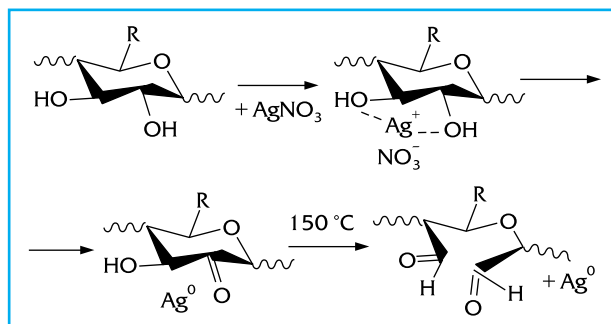
## Нанокompозитні матеріали та технології виготовлення із них виробів з бактерицидною активністю

Інфекційні захворювання, спричинені вірусами і патогенними мікроорганізмами, залишаються однією з найбільших проблем охорони здоров'я в усьому світі попри швидкий прогрес у створенні лікарських препаратів і розвиток фармацевтичних технологій. Високим є ризик виникнення ускладнень і швидке поширення інфекцій, що надзвичайно сильно проявилось під час пандемії COVID-19. Для вирішення цієї проблеми велику увагу привертають нанокompозитні матеріали, адже відомо, що противірусний та антимікробний ефект матеріалів, які контактують із середовищем, пов'язаний із розміром компонентів, зокрема зі зменшенням розміру наночастинок їхня бактерицидна ефективність різко збільшується.

Фахівці Інституту електрозварювання ім. Є.О. Патона НАН України за допомогою електронно-про-



Електронно-мікроскопічні фотографії та гістограма розподілу наночастинок срібла в біополімерному нанокompозиті, отриманому шляхом термохімічного відновлення іонів  $Ag^+$



Механізм термохімічного відновлення іонів  $Ag^+$  в біополімерному нанокompозиті

меневого методу фізичного осадження у вакуумі синтезували біологічно чисті (безлігандні) наночастилки міді в пористій матриці хлориду натрію (NaCl). Досліджено структуру, елементний склад, фазовий вміст і розмір, термічну стабільність наночастинок у системі NaCl-Cu-O. Показано, що їхньою розмірністю та фазовим вмістом наночастинок можна керувати як шляхом синтезу, так і термічної обробки конденсату. Установлено високу сорбційну здатність наночастинок міді малих розмірів до кисню. Керування активністю (розміром) наночастинок за рахунок вмісту міді в конденсаті, температурою синтезу та тривалістю відпалу дасть змогу створювати різні композиції наноматеріалів на основі міді з заданим вмістом необхідних структурних складових (Cu,  $Cu_2O$ , CuO).

Створено біополімерні нанокompозити на основі полілактиду з наночастинками срібла. Формування нанокompозитів виконали трьома способами: відновленням іонів срібла у полімерній матриці з використанням методів «зеленої» хімії, механічним введенням окремо синтезованих наночастинок срібла в полімерну матрицю і розпиленням наночастинок срібла по поверхні полімеру. На їх основі мето-



дом екструзії створено філаменти та шляхом FDM 3D друку — вироби з них. Показано, що унаслідок застосування поліетиленіміну як відновника і стабілізатора формуються наночастинки срібла із середнім розміром 6,7 нм, а сильного поліелектроліту хітозану — 4,2 нм. З'ясовано, що вироби, отримані за технологією FDM 3D друку за  $T = 160\text{ }^{\circ}\text{C}$  містять наночастинки срібла, морфологія яких є подібною до морфології наночастинок у вихідних синтезованих матеріалах, що підтверджує можливість формування біоактивних виробів в один етап безпосередньо під час FDM 3D друку. Показано, що у плівкових матеріалах, до яких було механічно введено окремо синтезовані наночастинки срібла, їхній розмір становить 30—40 нм, тоді як у разі синтезу наночастинок шляхом відновлення іонів  $\text{Ag}^+$  у полілактидній полімерній матриці (*in situ*) — 5—10 нм. Під час формування виробів із використанням технології FDM 3D друку наночастинки срібла мають тенденцію до агрегації. За допомогою методу електронної мікроскопії встановлено, що розмір розпилених по поверхні полілактиду наночастинок срібла становить 8—40 нм. Доведено антимікробну та протівірусну дію досліджуваних матеріалів і виробів щодо грам-позитивних референтних штамів умовно патогенних мікроорганізмів *Staphylococcus aureus*, грам-негативних *Escherichia coli*, *Pseudomonas aeruginosa*, дріжджоподібних грибів *Candida albicans*, вірусів герпесу, грипу та аденовірусу. У всіх досліджуваних матеріалів не виявлено цитотоксичного (мутагенного) ефекту за сумісного культивування лімфоцитів периферичної крові та срібловмісних нанокмполімерних матеріалів.

М. Юрженко, В. Демченко, Ю. Куратов, С. Литвин

### Термостійка композиція на основі бісфталонітрилу вітчизняного виробництва як зв'язуюче для склопластиків

В Інституті хімії високомолекулярних сполук НАН України розроблено термостійку композицію на основі бісфталонітрилу вітчизняного виробництва як зв'язуюче для склопластиків із високою працездатністю за підвищених значень температури. Експериментальні зразки зв'язуючого для склопластиків пройшли дослідно-лабораторну перевірку у Державному підприємстві «АНТОНОВ».

Розроблене зв'язуюче має підвищені: температуру склування і початку інтенсивної втрати маси на повітрі, модуль пружності за 150 та 200  $^{\circ}\text{C}$  (зберігає 97—98 % вихідного модуля пружності за 150  $^{\circ}\text{C}$  і 45—50 % за 200  $^{\circ}\text{C}$ ). Тобто застосування розробленого зв'язуючого і виробів із нього дасть змогу підвищити надійність і ресурс виробів авіаційної та космічної техніки, суднобудування й інших технічних галузей.

### Ключові властивості склопластика

Вміст зв'язуючого у пластику, мас. %		21,2
Високі показники міцності (кгс/мм <sup>2</sup> ) у разі:		
розтягнення	$T = 23\text{ }^{\circ}\text{C}$	51,9
	$T = 180\text{ }^{\circ}\text{C}$	49,0
стискання	$T = 23\text{ }^{\circ}\text{C}$	34,5
	$T = 180\text{ }^{\circ}\text{C}$	23,9
вигин	$T = 23\text{ }^{\circ}\text{C}$	64,5
	$T = 180\text{ }^{\circ}\text{C}$	—

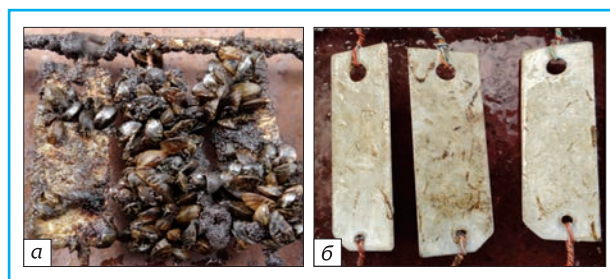
Порівняно з кращими вітчизняними аналогами склопластик, виготовлений на основі розробленого зв'язуючого, має вищу межу міцності на розтягнення, на згин, на стиснення за температури 180  $^{\circ}\text{C}$  та вище, що робить можливим його використання для виготовлення конструкцій, які експлуатують у високотемпературних зонах. Ці показники на рівні кращих зарубіжних аналогів.

Запропонований матеріал є новим, що підтверджено патентом України на винахід, і перспективним для застосування в елементах авіаційної техніки.

О. Файнлейб

### Водостійкі біоцидні складові проти обростання корабельних фарб

В Інституті біоорганічної хімії та нафтохімії імені В.П. Кухаря НАН України синтезовано нові гідрофобні іонні рідини, які є перспективними біоцидними компонентами для запобігання обростанню корабельних фарб — антифоулянтами. Отримані сполуки мають високу розчинність у лакофарбових розчинниках, що дає можливість вводити їх безпосередньо до складу комерційних лаків і фарб із подальшим гомогенним розподілом у захисних покриттях. Гідрофобні іонні рідини справляють пластифікаційний вплив на полімерні покриття різної будови (хлорвінілові, епоксидні, алкідні), підвищують їхню еластичність і забезпечують високі адгезійні характеристики. На відміну від традиційних антифоулянтів на основі сполук олова і міді, гідрофобні іонні рідини не виділяються у водне середовище із захисних полімерних покриттів і, відповідно, не шкодять довкіллю.



Зразки сталевих пластин, пофарбовані алкідною емаллю ПФ-167: а — чиста фарба, б — фарба з додаванням гідрофобної іонної рідини (20 %) після 5 місяців перебування у р. Дніпро

Під час спільних досліджень з Інститутом гідро-біології НАН України виконано натурні випробування стійкості захисних покриттів на основі корабельних фарб українського виробництва (ПФ-167, ХС-413), модифікованих новими біоцидними складовими, до біообростання. Після 5—6 місяців експозиції зразків полімерних покриттів на стаціонарному стенді у прісній воді (р. Дніпро) поверхні покриттів, які містили 10—20 % гідрофобних іонних рідин, мали на два порядки меншу кількість прикріпленої біомаси порівняно з контрольними зразками. Синтезовані біоцидні компоненти можуть бути використані для розроблення нових екологічно безпечних захисних покриттів підводних конструкцій із високою стійкістю до біообростання.

С. Рогальський, О. Джужа, О. Тарасюк

### Лікування панрезистентних госпітальних інфекцій, спричинених клебсієлою

В Інституті молекулярної біології і генетики НАН України розроблено комбіновану терапію *Klebsiella pneumoniae* — асоційованих нозокоміальних інфекцій. Зазначена терапія використовує наявні в нашій державі антибіотики й ефективна до панрезистентних госпітальних штамів цього патогену. Важливо, що вона є доступною за вартістю комбінацією двох класичних антибіотиків, широко представлених на вітчизняному ринку.

Дослідження впливу антибіотика азитроміцину на зазначені штами, а також на нерезистентні та стан-

дартні штами засвідчили, що, попри вроджену фенотипову стійкість клебсієл до макролідів, усі штами *K. pneumoniae* демонстрували чутливість до азитроміцину як у формі планктону, так і у формі біоплівки. Також показано, що препарат колістин не чинить жодної антибактеріальної дії щодо планктонної субпопуляції клебсієл, але має деяку антибіоплівкову дію, що суттєво посилюється у присутності азитроміцину — тобто антибіотики демонстрували синергізм.

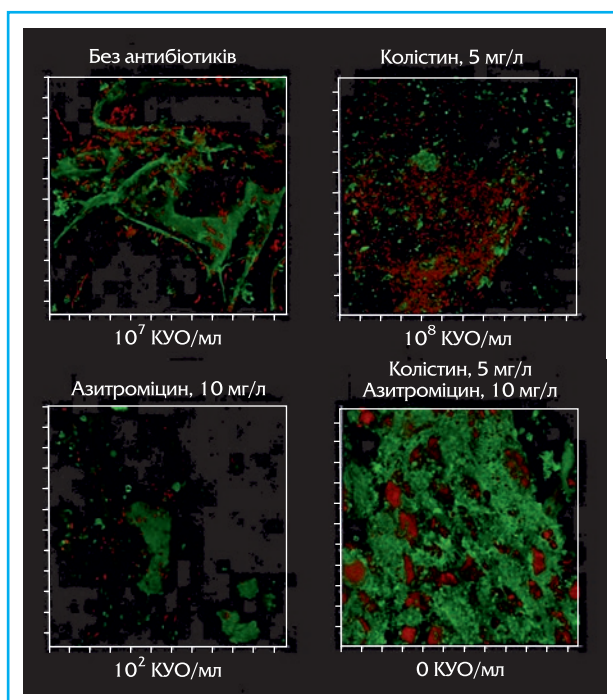
Результати випробувань за допомогою створеної *in vitro* моделі ранової інфекції продемонстрували, що колістин був майже неефективний на колістин-чутливій культурі клебсієли, тоді як азитроміцин суттєво знижував біоплівкоутворення і пригнічував планктонну популяцію клебсієл у моделі. Виявлено, що азитроміцин впливає на структуру біоплівки клебсієли, зокрема пригнічує утворення амілоїдних фібрил матриксу, тоді як колістин не перешкоджає синтезу бактеріальних функціональних амілоїдів.

За результатами досліджень азитроміцин було успішно застосовано для лікування інфекцій, спричинених панрезистентними госпітальними штамми *K. pneumoniae*, у складі комбінованої терапії важких інфекцій військових.

О. Мошинець, Я. Похоленко

### План дій ЄС щодо охорони і збереження диких бджіл-запилювачів, яким загрожує зникнення

Державною установою «Інститут еволюційної екології НАН України» спільно з європейськими партнерами розроблено План дій ЄС щодо охорони та збереження диких бджіл-запилювачів, яким найбільше загрожує зникнення. В його основу покладено багаторічні фундаментальні дослідження особливостей біології та екології диких бджіл, а також запропоновано заходи щодо охорони і збереження найвразливіших видів диких бджіл-запилювачів, адже нове природоохоронне законодавство Європейського Союзу на перше місце ставить саме питання збере-



ження запилювачів рослин в умовах негативного антропогенного впливу. Така увага до цієї групи комах спричинена загрозливими оцінками, отриманими під час підготовки першого європейського Червоного списку бджіл (за значної участі вчених НАН України). У ньому показано, що кожному десятому виду диких бджіл в Європі загрожує зникнення, а це призведе до вимирання значної кількості квіткових рослин і суттєвої деградації наземних екосистем.

План дій щодо охорони та збереження диких бджіл-запилювачів на 2023—2030 р. було видано Офісом публікацій Європейського Союзу за підтримки Генерального директорату з навколишнього середовища Європейської комісії та Європейського представництва Міжнародного Союзу Охорони Природи (IUCN) як офіційне видання й розміщено на сайті Європейського Союзу для подальшого використання усіма країнами — членами ЄС.

В. Радченко

### Альтернативний сценарій відновлення Каховського водосховища

Науковці Інституту гідробіології НАН України опрацювали сценарії водного балансу і динаміки природного стоку Нижнього Дніпра після підриву російськими військами Каховської ГЕС. Розрахунки показали, що у липні — вересні, а подекуди і в жовтні (за винятком багатоводних років) природний стік Дніпра менший за  $500 \text{ м}^3/\text{с}$ , тобто нижчий від мінімального екологічного стоку, необхідного для стабільного існування гідроекосистем у пониззі Дніпра, в його дельті та Дніпровсько-Бузькому лимані. За таких об'ємів відбувається деградація, загинання заплавлених озер, заток на островах, відмирання проток, рукавів і дельти. Нестача води для екологічного стоку, який забезпечували попуски з Каховського

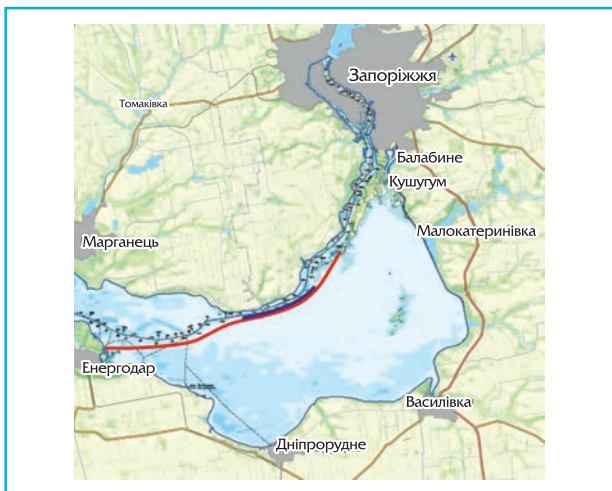
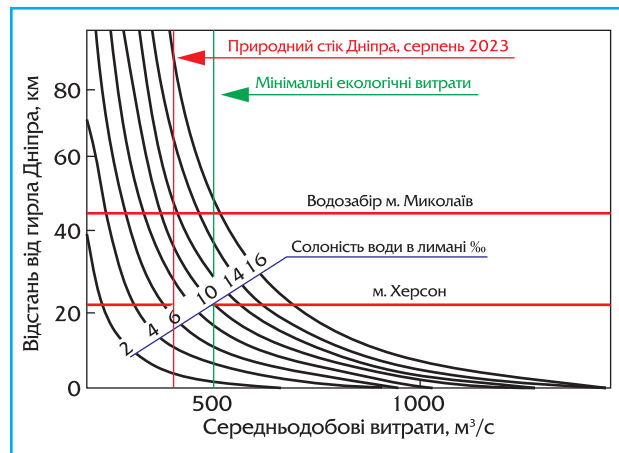


Схема одамбування мілководної частини Каховського водосховища з метою створення квазіприродних лучних екосистем на місці Великого Лугу



Номограма для визначення довжини клину солоної води у гирловій ділянці Дніпра за різних параметрів водності річки і солоності води в Дніпровсько-Бузькому лимані

водосховища, спричинює і проблему просування клину солоної води з лиману в русло Дніпра.

Розуміючи необхідність відновлення Каховського водосховища як джерела води для різних галузей промисловості, енергетики, сільського господарства, водопостачання населення, а також забезпечення сталого екологічного стоку, Інститут гідробіології НАН України пропонує звести дамбу у північно-східній мілководній частині водосховища, де була розташована територія сакрального Великого Лугу. Ця наймілководніша озерна частина займала понад 33 % всієї площі водосховища, а утримувала лише близько 18 % його об'єму, з якого тільки третина була задіяна в активному регулюванні стоку. Саме тут найактивніше розвивались синьо-зелені водорості, які зумовлюють цвітіння води, і спостерігались найбільші заморні явища.

Довжина захисної дамби становитиме близько 40 км. Зменшення площі водосховища дасть можливість збільшити проточність, що сприятиме створенню штучних нерестовищ та облаштуванню біопозитивних споруд. Довжина ділянки захисної дамби, придатної для створення штучних нерестовищ осетрових, становитиме приблизно 12 км. Водночас обов'язковим є створення ефективного рибоходу для осетрових та інших прохідних видів риб. Необхідно також передбачити насосні станції для перекачування в Дніпро стоку річки Конка (Кінська) і дренажних вод, що фільтруватимуться через дамбу.

Повернення Великого Лугу як заплавної екосистеми є малоімовірним, бо не буде природних поведень і надходження стоку наносів, проте квазіприродні лучні екосистеми на кшталт тих, що можна бачити в Осокорках біля Києва, тут цілком можна створити. Але ці землі після відповідної рекультиваци можна використовувати і для інших господарських потреб.

С. Афанасьєв, С. Дубняк

# МІЖНАРОДНА СПІВПРАЦЯ В УМОВАХ СУЧАСНИХ ВИКЛИКІВ

До міжнародного гасла 2022 року «**STAND WITH UKRAINE**» у 2023 році додалось гасло «**UKRAINE TENIR! УКРАЇНО, ТРИМАТИСЬ!**».

Від початку війни світова наукова спільнота разом з усім світом адекватно оцінила російську агресію проти України, припинила співпрацю з багатьма російськими і білоруськими науковими організаціями і всебічно підтримувала науку в Україні.

28 березня 2023 року відбулась зустріч керівництва і науковців НАН України з делегаціями Польської академії наук (ПАН), Національної академії наук США та Центру наукової дипломатії Американської асоціації сприяння розвитку науки. Під час зустрічі були обговорені проблеми та перспективи співпраці в умовах війни Росії проти України, зокре-



ма з питань обороноздатності країни, охорони здоров'я, інклюзивного розвитку національних наукових інституцій і спроможності у генеруванні адекватних відповідей на нові виклики у контексті національних пріоритетів.

29 червня 2023 року у Варшаві відбулось чергове засідання координаційної групи високого рівня з підтримки і розвитку української науки. У засіданні взяли участь президенти ПАН, Національної академії наук США, Данської королівської академії, НАН України, повноважні представники Королівського товариства Великої Британії, Австралійської академії наук, Шведської королівської академії історії, літератури і старожитностей, Національної академії наук Німеччини «Леопольдина». Учасники зустрічі обговорили нагальні питання підтримки розвитку наукової сфери України, стан реалізації Плану дій з підтримки української науки. Було оголошено результати конкурсу програми підтримки українських дослідницьких команд, започаткованої ПАН спільно з Національною академією наук США. За представленими на конкурс заявками було відібрано 18 проєктів-переможців, серед яких 11 — з установ НАН України. Усі дослідницькі колективи очолюють провідні українські вчені, які працюватимуть в одному з інститутів Польської академії наук, тоді як члени дослідницької групи можуть виконувати свої наукові завдання в Україні, маючи подвійну афіліацію — в українській науковій установі й інституті ПАН.

Важливими віхами у розвитку співпраці українських і німецьких науковців стали участь делегації НАН України у заходах з нагоди 30-річчя німецько-української науково-технічної співпраці у Берліні та участь у роботі 14-го засідання українсько-німецької робочої групи з науково-технологічного співробітництва, на яких обговорено конкретні ініціативи щодо майбутньої науково-технічної співпраці, зокрема діяльності німецько-українських центрів передових наукових досліджень в Україні або ж цен-



Урочисті заходи з нагоди 30-річчя німецько-української науково-технічної співпраці (Берлін, Німеччина) за участі керівництва Академії

трів досконалості (*Cores of excellence*). Було оголошено переможців чотирьох спільних проєктів зі створення німецько-українських центрів передових досліджень, серед яких два за участю установ НАН України: Центр передового дослідження квантових матеріалів *GU-QuMat*, що працюватиме над пошуком нових квантових матеріалів для створення технологій майбутнього, та Центр передового дослідження плазмових технологій *PLASMA-SPIN-ENERGY*, що працюватиме над використанням плазмових технологій у виробництві спінтронних компонентів, які зокрема є основою для комп'ютерів наступного покоління. Центри функціонуватимуть завдяки фінансуванню німецької сторони та під керівництвом провідних українських і німецьких учених.

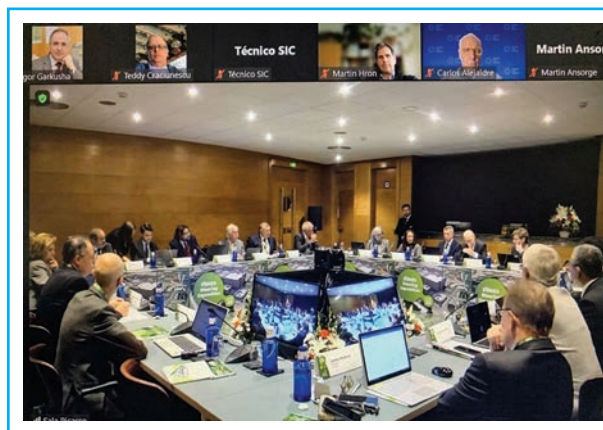
15 листопада 2023 року відбувся візит до Академії делегації Французького національного центру наукових досліджень і колаборації *LHCb* Європейської організації з ядерних досліджень (*CERN*). Під час зустрічі представник *CERN* передав слова привітання та підтримки для Академії та всього українського народу від керівництва *CERN*. Він зазначив, що однією з найголовніших цілей його візиту є пошук шляхів і способів розширення взаємовигідного співробітництва.

У жовтні 2023 року наша держава набула статусу спостерігача у міжнародному дослідному інфраструктурному проєкті — *The International Fusion Materials Irradiation Facility, Demo Oriented Neutron Source (IFMIF-DONES)*, мета якого полягає у створенні та експлуатації нового джерела термоядерних нейтронів. Завдяки цьому вперше представник України, фахівець з ННЦ «Харківський фізико-технічний інститут», разом із представниками 17 країн-учасниць та Європейської комісії, а також консорціуму європейських термоядерних лабораторій *EUROfusion* та *Fusion for Energy* взяв участь у засіданні другого керівного комітету *DONES*.

Дослідницькі колективи Академії, попри обмеження, пов'язані з війною, доклали чималих зусиль для презентації української науки на різноманітних міжнародних форумах. Зокрема, Інститут експериментальної патології, онкології і радіобіології ім. Р.Є. Кавецького НАН України представив Україну на 45-му засіданні Генеральної Асамблеї онкологічних інститутів країн Європи (*OECI*) у Парижі. Зі словами всеосяжної підтримки України на шляху до Європейського Союзу звернувся Міністр охорони здоров'я Франції Франсуа Браун. Важливою подією 45-ї Генеральної Асамблеї *OECI* стало пленарне засідання, присвячене питанням підготовки онкологічної служби України на шляху руху до Європейського Союзу. Усі заходи в рамках Генеральної Асамблеї проходили під прапором України. На особливу увагу та подяку заслуговує рішення Генеральної Асамблеї щодо виділення гранту для підтримки



Візит до НАН України представників Французького національного центру наукових досліджень та колаборації *LHCb* Європейської організації з ядерних досліджень



Засідання керівного комітету *DONES* за участі України

військових, які зазнали поранень унаслідок російської військової агресії проти України.

Тривала успішна реалізація 27 проєктів програми «Горизонт Європа», сім з яких — за програмою з досліджень та навчання Європейського співтовариства з атомної енергії (Євратом). Зокрема, Інститут сцинтиляційних матеріалів НАН України у співпраці з колегами з ЦЕРН (Швейцарія) та Національного центру наукових досліджень (Франція) розпочав у січні 2023 року виконання трирічного проєкту *TWISMA* за програмою «Горизонт Європа», метою якого є створення та випробування в ЦЕРН прототипу калориметра на основі кристалічних матеріалів, розроблених в Інституті, у високоенергетичних експериментах для точного вимірювання енергії частинок.

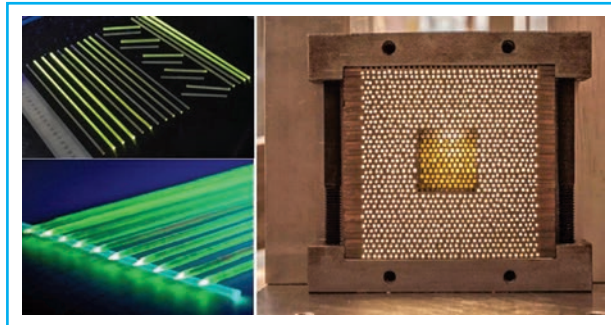
Результатом виконання у співпраці з іноземними колегами 15-ти проєктів за Програмою НАТО «Наука заради миру і безпеки» стало створення важливої наукової продукції оборонного призначення: надширокосмугового імпульсного георадара (лабораторний макет) для дистанційного виявлення мін, ша-



Представники НАН України на 45-му засіданні Генеральної Асамблеї онкологічних інститутів країн Європи (ОЕСІ) у Парижі

руватих титанових структур із високими захисними характеристиками для використання як броньових елементів, прототипів квантових сенсорних приладів для експрес-аналізу хімічних, біологічних, радіологічних, ядерних речовин у складних газових і рідких середовищах тощо.

Надзвичайно цінною для Академії залишалась міжнародна підтримка української науки. Були оголошені нові конкурси на отримання українськими науковцями грантів та запроваджені програми підтримки. Так, представництво Фонду цивільних досліджень та розвитку США оголосило конкурс на отримання грантів для підтримки вчених, технічних спеціалістів та інженерів, які спеціалізуються на хімічній, біологічній, радіаційній і ядерній безпеці; Американське фізичне товариство оголосило дві нові програми підтримки для фізиків і студентів-фізиків; Національний науковий фонд США разом із національними науковими фондами п'яти європейських країн оголосили нову ініціативу під назвою «Міжнародне багатостороннє партнерство для стійкої системи освіти та науки в Україні»; додаткові грантові можливості надані від Нідерландської дослідницької ради; Австралійська академія наук у партнерстві з Фондом *Breakthrough Prize* реалізувала черговий раунд програми підтримки українських дослідників; у межах проєкту *EURIZON* відкрито програму підтримки вразливих груп українських учених з усіх галузей науки в Україні; грантову програму для під-



Сцинтиляційні волокна, розроблені вченими Академії, та прототип калориметра для експериментів у ЦЕРН

тримки українських дослідників та освітян оголосив журнал *Nanophotonics* у співпраці з *Optica Foundation*; Берлінський науковий коледж (*Wissenschaftskolleg zu Berlin*) у тісній співпраці з інститутами-партнерами з України, Європи та США започаткували ініціативу з підтримки українських науковців «Віртуальний український інститут передових досліджень (*VUIAS*)».

Вагомим внеском у поліпшення технічного стану дослідницької бази Академії стало отримання протягом звітного року сучасних наукових приладів як гуманітарної допомоги від провідних світових компаній-виробників. Із 15 приладів, запланованих у 2022 році чотирма компаніями, станом на кінець 2023 року надійшло 14. Установи Академії отримали атомно-абсорбційний спектрометр, три спектрофотометри від компанії *Analytik Jena*; ІЧ Фур'є спектрометр від *Bruker Corporation*; шість оптичних і світлових мікроскопів різного профілю від компанії *Carl Zeiss*; газові та рідинні хроматографи, флуоресцентний детектор від компанії *Agilent Technologies Inc.*

Певною ознакою того, що Україна продовжує посідати гідні позиції в міжнародному науковому просторі, стало оприлюднення у травні 2023 року Центром світових рейтингів університетів (*The Center for World University Rankings*) **рейтингу Global 2000**. До переліку із двох тисяч інституцій, відібраних із понад 20 тисяч, увійшли й шість українських інститутів, п'ять із яких — наукові установи Національної академії наук України: Інститут математики, ННЦ «Харківський фізико-технічний інститут», Інститут ядерних досліджень, Інститут кібернетики імені В.М. Глушкова, Інститут сцинтиляційних матеріалів.

# ВОЛОНТЕР- СЬКИЙ РУХ В АКАДЕМІЇ

Із самого початку повномасштабної російської агресії працівники установ Академії активно долучились до волонтерської та благодійної діяльності.

Співробітники Інституту прикладних проблем механіки і математики ім. Я.С. Підстригача переказали на підтримку військовослужбовців та їхніх родин 120 тис. грн, регулярно підтримують Львівський військовий госпіталь і організували збір коштів, завдяки якому фонду «Повернись живим» передано 2 млн грн на закупівлю квадрокоптерів, оклюзійних пов'язок, тактичного спорядження тощо.

Волонтерська група, очолювана науковцем Інституту телекомунікацій і глобального інформаційного простору Олегом Клименковим, регулярно постачає на фронт засоби зв'язку, квадрокоптери *Mavic*, *FPV*-дрони, прилади нічного бачення тощо.

Співробітники Інституту механіки ім. С.П. Тимошенка у ГО «Волонтерський рух батальйон сітка» займаються пошиттям виробів із текстилю для військовослужбовців на фронті та одягу для поранених.

Працівники Інституту технічної механіки беруть активну участь у роботі волонтерських центрів «Оберіг» і «Нащадки Ельзи», які займаються виготовленням маскувальних сіток і «кікімор», збором тканин і пошиттям білизни, шапок, рукавиць, матраців для передання їх на передову та у військові шпитали.

Науковець Інституту проблем міцності імені Г.С. Писаренка Кирило Савченко є співзасновником і головою Благодійного фонду «Крила справедливості». Фонд передав військовим у зону бойових дій зимовий одяг, термобілизну, спальники, пальники і газові балони до них, буржуйки, бензинові та дизельні генератори, зарядні станції, планшети і ноутбуки, а також позашляховик, куплений нашими співвітчизниками за кордоном. Фонд налагодив співпрацю з вітчизняним виробником енергетичних напоїв для військових.

Інститут транспортних систем і технологій активно співпрацює з волонтерською спільнотою *Drones&Dudes*, фондами Сергія Притули та «Повернись живим».

У Інституті теоретичної фізики ім. М.М. Боголюбова ще від 2014 року діє волонтерська група «Фізика-лірики». Волонтери розробили унікальну технологію, за допомогою якої швидко, якісно і недорого виготовляють значні обсяги маскувальних сіток.

Окрім того, вони збирають і передають на фронт одяг, харчі, речі першої необхідності.

Науковець із Інституту фізики Антон Сененко займається збором коштів і закупівлею автомобілів для військових. Цей проєкт він назвав «42 тачки для ЗСУ»: саме стільки машин планує передати на передову.

Працівники Інституту фізики напівпровідників ім. В.Є. Лашкарьова, зокрема Богдан Кульчицький та Віктор Стрельчук, залучені до волонтерської організації, зосередженій на наданні підтримки воїнам 45-ї бригади 59-го гаубичного дивізіону ЗСУ.

Співробітники Головної астрономічної обсерваторії Олена Компанієць та Сергій Похвала активно займаються благодійною та волонтерською діяльністю у ГО «Крила Перемоги».

Науковці Інституту електронної фізики співпрацюють з благодійною організацією *PUMA (Plymouth Ukraine Medical Aid, м. Плімут, Англія)*. Вікторія Роман є основним координатором в Україні, а Юрій Ажнюк — перекладачем. Від початку повномасштабної війни ця організація здійснила 11 візитів в Україну для передачі гуманітарної допомоги. Так, у 2023 році передано автомобілі швидкої допомоги для ЗСУ, медикаменти для лікарень, гуманітарна допомога для ВПО, пансіонатів для літніх людей і сиротинців.

У Фізико-технічному інституті низьких температур ім. Б.І. Веркіна діє волонтерська група, створена молодими вченими Інституту. Їхня діяльність спрямована на забезпечення першочергових потреб військових на лінії зіткнення на Куп'янському напрямі.

В Інституті радіофізики та електроніки ім. О.Я. Усикова вчені-експерти у галузі підповерхневої радіолокації на волонтерських засадах проводять консультації для поглибленого навчання та тренувань особового складу відповідних підрозділів ДСНС України щодо роботи з пристроєм *ALIS (Advanced Landmine Imaging System)* — міношукачем з функцією георадара, наданим Японією для розмінування території України.

Силами волонтерських осередків, створених співробітниками Інституту електрозварювання ім. Є.О. Патона, було виготовлено і передано на фронт понад 400 теплових печей. До збору коштів на матеріали для цих печей та інших потреб ЗСУ активно долучились співробітники Інституту, волонтери та просто небайдужі українці. Закуплено та передано обладнання для підрозділу електронної боротьби, а також дрони-камікадзе, інвентар для будівництва бліндажів. Іншим волонтерським організаціям передано тканину для виготовлення маскувальних сіток, а також кошти для придбання снайперської гвинтівки. Центральному військовому шпиталю передано гроші та ліки для реанімаційного відділення, засоби індивідуальної гігієни, медичне обладнання і матеріали для лікування та відновлення поранених військових.

В Інституті проблем матеріалознавства ім. І.М. Францевича виготовляють протитанкові їжаки, а також розробили конструкцію та організували виробництво спеціальних вискоєфективних триніг для встановлення кулеметів на автомобільну техніку.

Науковці Інституту проблем моделювання в енергетиці ім. Г.Є. Пухова на волонтерських засадах проводять консультації щодо організації польового радіозв'язку, закупівлі, програмування і використання обладнання, керують волонтерською групою з розроблення та створення систем автономного ведення радіорозвідки та фіксації її результатів, виготовляють адаптери стабілізації та підвищення напруги для заряджання мобільних пристроїв від бортової мережі транспортних засобів у польових умовах.

Працівники Інституту загальної енергетики розробили та виготовили зчпні пристрої оригінальної конструкції для буксирування важких військових машин у критичних ситуаціях за технічним завданням одного з підрозділів ЗСУ.

Інститут технічної теплофізики виготовив та передав на фронт 6500 пайків швидкого приготування для гарячого харчування військовослужбовців.

Інститут гідробіології спільно з Громадою Рибалок України організував волонтерську групу для відбору гідрохімічних, мікробіологічних та гідробіологічних проб у м. Херсон для контролю змін якості води в Дніпрі після підриву греблі Каховської ГЕС.

Науковці Інституту клітинної біології та генетичної інженерії беруть активну участь у діяльності волонтерської спільноти «Вежа над Дніпром».

У Національному ботанічному саду імені М.М. Гришка відбулася низка благодійних виставок-ярмарків екзотичних рослин, під час яких було зібрано більше 250 тис. грн на потреби ЗСУ. В оранжерейному комплексі ботанічного саду продовжено психологічну реабілітаційну програму «Садовотерапія» для дітей. Оранжереї відвідали пацієнти Національної дитячої спеціалізованої лікарні «ОХМАТДИТ», переселенці з Бахмута, Маріуполя, Краматорська, діти, які отримали поранення під час бойових дій або були в окупації. Це сприяло поліпшенню їхнього емоційного та психологічного стану. За благодійною ініціативою на території ботсаду відкрили Алею захисників і захисниць України у пам'ять про полеглих воїнів та активістів. Для особового складу військових частин Національної гвардії України, переселенців, учнів та учителів київських ліцеїв та шкіл було проведено низку безкоштовних екскурсій.

Колектив ДУ «Інститут економіко-правових досліджень імені В.К. Мамутова НАН України» активно долучений до забезпечення Збройних сил України спорядженням, одягом, інструментами і продуктами харчування. Зокрема, науковці взяли участь у зборі коштів на купівлю ще одного автомобіля.

Співробітники Інституту держави і права імені В.М. Корецького Оксана Кукуруз та Володимир Горбатенко активно займаються волонтерською діяльністю у Благодійному Фонді «Заради України». Завдяки організованому ними Фестивалю здоров'я — «Джерело життя» були презентовані маловідомі унікальні розробки українських дослідників, а в ході благодійної реабілітаційної програми «Фенікс» відбулись майстер-класи для військових і цивільних.

Директор Інституту літератури ім. Т.Г. Шевченка академік Микола Жулинський очолює волонтерську організацію «Барикада Грушевського — дух великих воїнів», яка з 2014 р. надає допомогу ЗСУ. 2023 року воїнам було передано харчові продукти, медикаменти, генератори, а також художні видання «кишенькового» формату, підготовлені науковцями установи у серії «Бібліотека українського воїна».

Інститут літератури ім. Т.Г. Шевченка та Інститут Івана Франка долучились до організації та проведення масштабного аукціону «Маю честь!». Вони зібрали кошти для придбання квадрокоптера *Mavic 3* та тепловізора для підрозділу, в якому воює науковець Інститут літератури Олесь Федорук.

Співробітниця Інституту літератури ім. Т.Г. Шевченка Наталія Торкут очолює Волонтерську групу «Шекспір», яка активно допомагає нашим військовим.

Науковці Інституту мистецтвознавства, фольклористики та етнології ім. М.Т. Рильського активно долучались до волонтерської діяльності самостійно і в межах різних об'єднань. Так, у роботі благодійного фонду «Відбудуємо Харків разом» та волонтерської групи *EPL* брала активну участь науковиця установи Валентина Сушко. Вчена з цього ж Інституту Лілія Іваневич залучена у роботу благодійних фондів «Старлайф Благодійність» та «Штаб 4.5.0». Під час презентацій своєї монографії, присвяченої традиційному одягу українців Поділля, організувала збори коштів для ЗСУ. Благодійний майстер-клас з писанкарства організувала в Ірпені співробітниця Українського етнологічного центру установи Любов Боса — всі виручені кошти пішли на потреби військових. Збори коштів на підтримку ЗСУ відбувалися і під час лекцій і майстер-класів, що організувала і провела в Польщі наукова співробітниця Інституту Зінаїда Косицька. Співробітниця цього Інституту Тетяна Наконечна була куратором виготовлення індивідуального маскування та теплих в'язаних речей у волонтерському центрі ЛьвівОпір. Під її керівництвом працюють близько 20 майстринь, які виплітають маскувальні костюми, плащі, нашоломники, маскування для автоматів і кулеметів, ще п'ять майстринь плетуть теплі шкарпетки та пояси, килимки для воїнів. Усе це щодва дні вони відправляють на фронт за індивідуальними запитами бійців та за запитами підрозділів.



# ПОПУЛЯРИЗАЦІЯ НАУКИ, ЗВ'ЯЗКИ З ГРО- МАДСЬКІСТЮ

Популяризація наукових знань і результатів роботи науковців у сучасній і доступній формі для широкої аудиторії є одним із напрямів діяльності Національної академії наук України. Постійно триває пошук нових форм співпраці між ученими, медіа та громадськістю. З метою посилення присутності Академії в інформаційному просторі науковці беруть активну участь у теле- та радіопрограмах, публікують статті на шпальтах друкованих та інтернет-видань, ведуть власні сторінки у соціальних мережах, є організаторами та учасниками науково-популярних заходів і проєктів. Щоденно на офіційному сайті НАН України та її фейсбук-сторінці публікуються цікаві новини, анонси, оголошення, що стосуються життя та діяльності Академії і становлять суспільний інтерес.

На жаль, реалії та ризики воєнного часу змусили відмовитись від повноцінного проведення у минулому році ряду традиційних масштабних заходів, зокрема Всеукраїнського фестивалю науки та Днів науки, спрямованих на популяризацію наукового знання й праці. Також організатори подій часто вимушені були використовувати дистанційний або ж змішаний онлайн-офлайн формат.

Однак попри всі труднощі та обмеження установи НАН України та її науковці вели постійну просвітницьку роботу і докладали значних зусиль для популяризації науки та її здобутків. Так, у Харкові проведено Виставку-презентацію відкритого проєкту «УФТІ у ретроспективі», присвячену 95-річчю заснування Українського фізико-технічного інституту, а також низку тематичних екскурсій у середовищі музейного комплексу ННЦ ХФТІ «Старий майданчик» та віртуальних по с. П'ятихатки.

У листопаді минулого року за ініціатииви Харківської обласної військової адміністрації та Північно-Східного наукового центру відбулись урочистості з нагоди Всесвітнього дня науки в ім'я миру та розвитку. Захід мав дуже символічну назву «Наука попри війну» і зібрав представників місцевої влади, науковців та освітян Харківщини.

Національний науково-природничий музей протягом року запрошував дітей і дорослих відвідати цікаві екскурсії, квести, інтерактивні програми, лекції, виставки, присвячені різноманітним темам зі світу науки та природи.

Низка виставкових заходів відбулась у Національному ботанічному саду імені М.М. Гришка, серед них — Фестиваль науки та рослин у ботанічному саду *Fest Science & Plants*, «Осінній вернісаж», «Різдвяний вернісаж» та інші.

Науковці Академії взяли участь у заходах з нагоди «Дня поля 2023», що пройшли на Одещині, а також долучились до відзначення Міжнародного дня математики та Міжнародного дня числа Пі, спрямованих на популяризацію математичних знань.

Непересічною подією став II Студентський науковий пікнік *Academ Open Air 2023*, організований Київським академічним університетом та Інститутом металофізики ім. Г.В. Курдюмова. Під час заходу його учасники мали нагоду прослухати цікаві лекції науковців НАН України та запрошених спікерів, особисто познайомитись із вченими, побачити реалізовані наукові проєкти, взяти участь у феєричних наукових експериментах.

Усі зацікавлені також могли відвідати традиційні науково-популярні заходи, організовані співробітниками Головної астрономічної обсерваторії (ГАО), зокрема «День осіннього рівнодення», «Астроосінь у Голосієві». Крім цього, відбувались прямі ефіри з ГАО, продовжували виходити науково-просвітницький лекторій «Наш Всесвіт» та науково-популярна програма «Розмови про Всесвіт з Іваном Крячком» на ютуб-каналі «Все про Всесвіт».

Уперше після довгої перерви в Науково-технологічному комплексі «Інститут монокристалів» під гаслом «Наука — це круто!» пройшла ознайомча екскурсія для школярів. Учні зі шкіл міста Харкова побували на виставці досягнень НТК, де на власні очі змогли побачити й потримати у руках лабораторні зразки та прототиби.

Науковці НАН України продовжували свою роботу в рамках науково-популярного лекторію для дітей *Science Kids* на платформі *INSCIENCE*. Під час вебінарів юні слухачі мали змогу дізнатись про виникнення світу та розвиток життя, людину та природу, таємниці космосу тощо. Крім цього, вчені Академії популяризували науку в рамках проєкту «Дійсна наука», а також були гостями науково-популярного подкасту «Головна обсерваторія» на медійному ресурсі «Українська правда».

2023 року було продовжено акцію «Відкриваємо "Науку для всіх"» — на вебресурсі ВД «Академпедіодика» відкрито вільний доступ до нових книг.

Регулярно виходив науково-популярний журнал «Світогляд», видання якого здійснює Академія разом з Головною астрономічною обсерваторією. На його сторінках тривали дискусії щодо глобальних викликів XXI ст., проблем і здобутків науки.

Продовжував свою роботу Харківський хімічний семінар, започаткований вченими Науково-дослід-



Зустріч президента НАН України академіка Анатолія Загороднього і віцепрезидента члена-кореспондента НАН України Олега Рафальського зі старшим редактором наукового журналу *Science* Річардом Стоуном



Інтерв'ю академіка Ігоря Кривцуна, директора Інституту електрозварювання ім. Є.О. Патона НАН України

ного відділення хімії функціональних матеріалів Науково-технологічного комплексу «Інститут монокристалів» НАН України, на якому з доповідями та лекціями виступають провідні науковці-хіміки світу. 2023 року відбулось 16 лекцій, під час яких своїми напрацюваннями поділилися провідні професори зі США, Швейцарії, Італії, Чеської Республіки та інших країн. Загалом від заснування Харківського хімічного семінару організовано понад 30 лекцій, в яких взяли участь більше 9000 учасників (безпосередньо на засіданнях та через ютуб-канал). Анонси заходів було оприлюднено на офіційному сайті НАН України її фейсбук-сторінці.

Продовжувала регулярно виходити та здобувати все більшу популярність програма «Про науку компетентно» на ютуб-каналі НАН України. В інтерв'ю академіку Володимирі Семиноженку провідні науковці в галузі атомної енергетики, загальної та неорганічної хімії, клітинної і молекулярної біології, проблем штучного інтелекту, археології, економіки, демографії, соціології, філософії розповідали про найновіші наукові дослідження і розробки, спрямовані на вирішення актуальних проблем суспільства та держави. Всього за рік вийшло 23 випуски програми.

Протягом 2023 року науковці НАН України активно співпрацювали з українськими медіа.

Телеканал «Апостроф ТВ» у тісній співпраці з Академією підготував і випустив цикл телевізійних програм *Security talks* за участі керівництва та провідних науковців НАН України. У інтерв'ю ведучому програми Валентину Бадраку вчені розповідали про власні розробки для безпеки і оборони нашої держави, потенціал Академії для повоєнної відбудови України, роботу вчених-соціогуманітаріїв щодо розвінчання міфів російської пропаганди тощо.

Упродовж року тривала активна співпраця з іноземними медіа. У фокусі уваги журналістів залишались питання щодо стану наукової сфери України та особливостей роботи українських науковців під час війни, форм міжнародної підтримки вчених, заподіяних руйнувань і втрат, особливо на прифронтових територіях, а також пошук шляхів відбудови наукової інфраструктури. Так, під час візиту в Україну Академію відвідав старший науковий редактор американського наукового журналу *Science* Річард Стоун. Він зустрівся і поспілкувався з керівництвом Академії та відвідав низку академічних інститутів. За результатами його візиту на сторінках журналу *Science* вийшла стаття, присвячена дослідженням українських науковців з вивчення нищівних екологічних наслідків руйнування греблі Каховської ГЕС.

У листопаді минулого року на запрошення Академії Україну відвідали професор Стокгольмського університету, член Нобелівського комітету з фізики, іноземний член НАН України Матс Ларссон і професор Королівського технологічного університету Ерик Аурелл. Високі гості зі Швеції прочитали лекції, які відвідали члени Національної академії наук, вчені з академічних установ, учні Київського природничо-наукового ліцею № 145.

У квітні 2023 року на черговій сесії Загальних зборів Національної академії наук України вперше вручили Премію НАН України «За популяризацію науки» (за підсумками конкурсу 2022 року). Лауреатів премії було визначено у трьох номінаціях. Комітет з присудження Премії обрав найкращу науково-популярну публікацію (серію публікацій) періодичного друкованого / електронного медіа, найкращу програму про науку та найкращий науково-просвітницький проєкт. Серед перших переможців конкурсу — представник іноземного медіа.

Уже оголошено конкурс на здобуття Премії НАН України «За популяризацію науки» за 2023 рік. Нагорода присуджується медіа та їх представникам, науковцям і організаторам самостійних проєктів за найкращий матеріал про здобутки вчених, діяльність наукових установ і НАН України загалом, а також за сприяння популяризації науки і піднесення престижу професії науковця в Україні.

# ВИЗНАННЯ ДОСЯГНЕНЬ УЧЕНИХ НАН УКРАЇНИ

**З**олотою медаллю імені В.І. Вернадського НАН України нагороджено академіка НАН України В.П. Горбуліна за видатні досягнення в розробленні наукових засад національної безпеки й обороноздатності України та іноземного члена НАН України, професора Я. Кацпжика (Польща) за видатні досягнення в галузі штучного інтелекту, теорії прийняття рішень і робототехніки.

Уперше було вручено Золоту медаль ім. Б.Є. Патона НАН України академіку НАН України Леоніду Лобанову за створення технології бездеформаційного зварювання виробів ракетно-космічної техніки та розроблення й впровадження методів лазерної інтерферометрії для оцінювання зварних з'єднань та генеральному директору Державного підприємства «Державне Київське конструкторське бюро "Луч"» члену-кореспонденту НАН України Олегу Коростельову за розроблення та організацію серійного виробництва новітніх зразків озброєння і військової техніки.

2023 року сім співробітників установ, організацій і підприємств НАН України відзначено державними нагородами. За особисту мужність і героїзм, виявлені у захисті державного суверенітету та територіальної цілісності України, самовіддане служіння Українському народові звання Герой України з удостоєнням ордена «Золота Зірка» присвоєно науковому співробітнику Інституту фізіології ім. О.О. Богомольця Б.Р. Шаропову (посмертно).

За особисту мужність, виявлену у захисті державного суверенітету та територіальної цілісності України, самовіддане виконання військового обов'язку нагороджено:

орденом «За мужність» II ступеня — старшого наукового співробітника відділу моніторингу і діагностики об'єктів енергетики Інституту загальної енергетики НАН України А.О. Назаренка;

орденом «За мужність» III ступеня нагороджений директор Національного історико-археологічного заповідника «Ольвія» Р.О. Козленко.

За значні заслуги у зміцненні української державності, мужність і самовідданість, виявлені у захисті суверенітету та територіальної цілісності України, вагомий особистий внесок у розвиток різних сфер

суспільного життя, сумлінне виконання професійного обов'язку нагороджено:

орденом «За заслуги» III ступеня — виконувача обов'язків директора Національного дендрологічного парку «Софіївка» В.М. Грабового;

медаллю «За працю і звитягу» — заступника директора Інституту соціології С.С. Дембіцького.

За значний особистий внесок у розвиток національної освіти, підготовку кваліфікованих фахівців, мужність і самовідданість, виявлені у захисті суверенітету та територіальної цілісності України, багаторічну плідну педагогічну діяльність та високий професіоналізм медаллю «За працю і звитягу» нагороджено: завідувача відділу Інституту електрозварювання імені Є.О. Патона Г.О. Полішко, старшого наукового співробітника Інституту фізичної хімії імені Л.В. Писаржевського Н.Д. Щербань.

Почесне звання «Заслужений лікар України» присвоєно головному лікареві державної наукової установи «Центр інноваційних медичних технологій НАН України» О.І. Плекуці.

За надання всебічної допомоги під час збройної агресії Російської Федерації проти України, плідну співпрацю зі Збройними силами України, патріотизм та активну громадську позицію відзнакою Міністерства оборони України — медаллю «За сприяння Збройними силами України» нагороджено в. о. директора Інституту загальної енергетики члена-кореспондента НАН України В.П. Бабака, заступника директора із загальних питань І.В. Діденка та завідувачку науково-організаційного відділу цього Інституту Н.І. Соколовську.

Нагрудним знаком «Золотий Хрест» від Головнокомандувача Збройних сил України нагороджено аспіранта Інституту теоретичної фізики ім. М.М. Боголюбова Г.С. Терсімонова, а нагрудним знаком «За сприяння війську» — старшого наукового співробітника Інституту фізики А.І. Сененка.



Вручення Золотої медалі імені В.І. Вернадського НАН України академіку НАН України Володимиру Горбуліну



Лауреат конкурсу «Найкращий молодий вчений Академії – 2023» – молодший науковий співробітник Інституту проблем кріології і кріомедицини НАН України доктор філософії (PhD) Федір Гладких

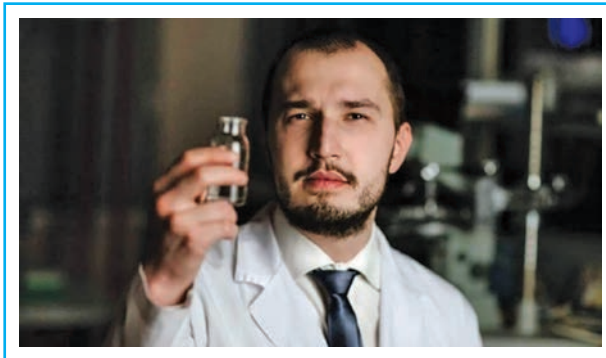


Премію НАН України «За популяризацію науки» вручено науковому співробітнику Інституту мікробіології і вірусології ім. Д.К. Заболотного НАН України Тетяні Булигіній

Премію Кабінету Міністрів України присуджено одному науковцю, премію Київського міського голови — шістьом молодим науковцям. Грамотою Верховної Ради України та Почесною грамотою Верховної Ради України відзначено 12 працівників та два трудові колективи Академії. Почесною грамотою Кабінету Міністрів України нагороджені двоє науковців, а подякою Київського міського голови — вісім співробітників НАН України.

Здобутки науковців Академії відзначено низкою нагород провідних міжнародних і закордонних організацій.

За внесок у математичну фізику, арифметичну геометрію, диференціальну геометрію та геометрію Келлера щорічну міжнародну наукову премію Шао в галузі математики присуджено професору математики Чиказького університету (США) члену-кореспонденту НАН України В.Г. Дрінфельду.



За особисту мужність і героїзм, виявлені у захисті державного суверенітету та територіальної цілісності України молодому науковцю Академії Біжану Шаропову присвоєно звання Герой України (посмертно)

Премію Олександра фон Гумбольдта за наукові здобутки в галузі дослідження нелінійної динаміки та складних систем, їх математичного моделювання та застосувань, а також за фундаментальний внесок у дослідження складних мереж і химерних станів присуджено провідному науковому співробітнику Лабораторії математичного моделювання нелінійних процесів Технічного центру та Інституту математики Ю.Л. Майстренку.

Престижну міжнародну премію з математики *Joseph F. Traub Information-Based Complexity Young Researcher Award 2023* за значний внесок у теорію інформаційної складності присуджено молодому науковцю-математику — науковій співробітниці відділу теорії функцій Інституту математики К.В. Пожарській.

Премію Георга Форстера як визнання значних досягнень у науці й освіті отримав завідувач кафедри фізичної хімії хімічного факультету Київського національного університету імені Тараса Шевченка, член-кореспондент НАН України І.О. Фрицький.

Премію Іто 2022 року, що вшановує пам'ять і спадщину професора Кійосі Іто, його величезний і фундаментальний внесок у теорію ймовірностей та застосування стохастичних процесів, присуджено провідному науковому співробітнику відділу теорії випадкових процесів Інституту математики А.Ю. Пилипенку.

Нагороду «Найкраща стаття 2022 року» у галузі діаграм стану і суміжних дисциплін Міжнародна комісія з діаграм стану присудила чотирьом співробітникам Інституту проблем матеріалознавства ім. І.М. Францевича: К.Є. Корнієнку, К.А. Мелешевичу, Л.С. Криклі та А.В. Самелюку.

Науково-дослідний та освітній консорціум вивчення Голодомору при Альбертському університеті (Канада) нагородив престижною міжнародною премією імені Роберта Конквеста за статтю «Жіночий досвід Голодомору: виклики та суперечності мате-

ринства» завідувачку відділу соціальної антропології Інституту народознавства О.Р. Кісь.

Лауреатками V української премії L'ORÉAL-ЮНЕСКО «Для жінок у науці», започаткованої компанією L'ORÉAL 1998 року задля заохочення молодих жінок до вибору наукового фаху у галузі природничих наук, стали дві науковиці Академії: старший науковий співробітник Інституту фізичної хімії імені Л.В. Писаржевського О.В. Ларіна і старший науковий співробітник Інституту біології клітини Н.Є. Стасюк.

Лауреатом Міжнародної премії імені Івана Франка за ґрунтовну наукову монографію та багатолітню дослідницьку працю у царині франкознавства став завідувач відділу франкознавства Інституту Івана Франка М.З. Легкий.

Одним з трьох лауреатів програми *Talents for Ukraine* «Київської школи економіки KSE Foundation» став директор Інституту соціології член-кореспондент Є.І. Головаха.

Обласну премію в галузі культури, літератури, мистецтва, журналістики та архітектури імені Михайла Возняка у номінації «Літературознавство, сучасна літературна критика та переклади» отримала в. о. ученого секретаря Інституту Івана Франка К.М. Шмега.

Науковці Академії стали лауреатами низки премій НАН України, отримали різноманітні відомчі відзнаки за особисті професійні досягнення та активну громадянську діяльність.

Лауреатами премій НАН України імені видатних учених України стали 46 працівників Академії.

Переможцями конкурсу «Найкращий молодий вчений Академії — 2023», який цього року проведено вперше, визначено 15 лауреатів у номінаціях: Інформаційні науки та математика; Фізика та астрономія; Технічні науки; Науки про Землю та сталий розвиток; Матеріалознавство; Нанотехнології; Енергетика; Хімія; Біологія; Біотехнологія; Економіка, ме-

неджмент та соціологія; Історія, філософія та право; Літературознавство, мовознавство, народознавство та мистецтвознавство.

Лауреатами премії НАН України «За популяризацію науки» стали дев'ять осіб. Цю нагороду Академія заснувала торік для присудження засобам масової інформації та їхнім окремим представникам, науковцям і організаторам самостійних проєктів за найкращий матеріал про здобутки вчених, діяльність наукових установ і НАН України загалом, а також за сприяння популяризації науки і піднесення престижу професії науковця в Україні.

Упродовж 2023 року відзнаками НАН України нагороджено 216 осіб: «За наукові досягнення» — 27, «За підготовку наукової зміни» — 58, «За професійні здобутки» — 89, «За сприяння розвитку науки» — 13, відзнакою для молодих вчених «Талант, натхнення, праця» — 29.

З нагоди пам'ятних дат, за плідну працю, вагомий внесок у розвиток науки Подякою НАН України відзначено 153 особи та 20 трудових колективів, Почесною грамотою Президії НАН України і Центрального комітету профспілки працівників НАН України — 148 осіб і два трудових колективи.

На вшанування особистої мужності і патріотизму у захисті суверенітету, незалежності і територіальної цілісності України Подякою НАН України було відзначено 344 працівника Академії, які брали безпосередню участь у відсічі російської збройної агресії.

За особистий внесок у науково-організаційне і господарсько-технічне забезпечення життєдіяльності установ НАН України під час повномасштабної російської агресії, активну благодійну і волонтерську діяльність Подякою НАН України відзначено 171 працівника. Почесною грамотою Президії НАН України і Центрального комітету профспілки працівників НАН України — 86 осіб.

# ДОВІДКОВА ІНФОРМАЦІЯ. СТАТИСТИЧНІ ДАНІ

## Структура НАН України

До структури НАН України входять три секції та 14 відділень, що об'єднують 145 наукових установ. При деяких наукових установах діють організації дослідно-виробничої бази (конструкторські бюро, дослідні виробництва тощо), а в їхній структурі функціонують наукові об'єкти, що становлять національне надбання (ядерні, фізичні та астрономічні дослідницькі установки, комплекси випробувальних стендів, наукові фондові колекції та музейні експозиції, генетичні фонди рослин, колекції штамів мікроорганізмів і ліній рослин, клітинні банки, комплекси історичних пам'яток тощо) і центри колективного користування науковими приладами.

### Наукові установи, що мають статус національного закладу:

- Національна бібліотека України ім. В.І. Вернадського;
- Національний науковий центр «Харківський фізико-технічний інститут»;
- Національний історико-археологічний заповідник «Ольвія»;
- Національний ботанічний сад ім. М.М. Гришка;
- Національний дендрологічний парк «Софіївка»;
- Національний науково-природничий музей;
- Львівська національна наукова бібліотека України ім. В. Стефаника;
- Національний центр «Мала академія наук України» МОН України та НАН України.

В Академії діють **п'ять регіональних наукових центрів** подвійного з Міністерством освіти і науки України підпорядкування:

- Донецький (м. Краматорськ, Донецька область),
- Західний (м. Львів),
- Південний (м. Одеса),
- Північно-східний (м. Харків),
- Придніпровський (м. Дніпро),

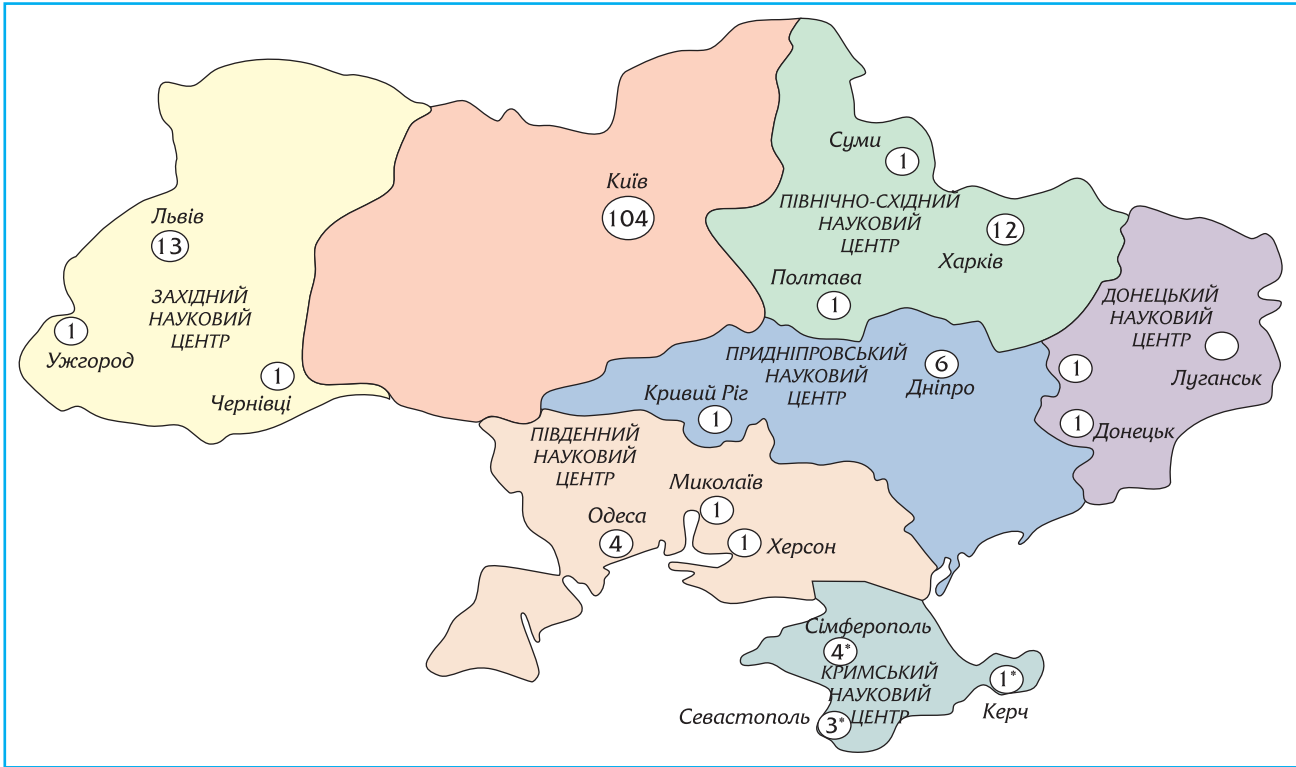
а також Центр оцінювання наукових установ та наукового забезпечення розвитку регіонів України (м. Київ).

Статутну діяльність Кримського наукового центру та його фінансування з бюджету НАН України призупинено 2014 року.

## РОЗПОДІЛ ПО СЕКЦІЯХ ТА ВІДДІЛЕННЯХ

Відділення	Наукові установи	Організації дослідно-виробничої бази	Об'єкти, що становлять національне надбання	Центри колективного користування
<b>Секція фізико-технічних і математичних наук</b>				
Математики	3	—	—	—
Інформатики	8	—	—	1
Механіки	7	3	3	3
Фізики і астрономії	13	2	10	16
Наук про Землю	13	1	1	5
Фізико-технічних проблем матеріалознавства	12	17	2	12
Фізико-технічних проблем енергетики	10	1	2	4
Ядерної фізики та енергетики	5	2	2	6
<b>Секція хіміко-біологічних наук</b>				
Хімії	13	11	—	11
Біохімії, фізіології і молекулярної біології	8	2	5	9
Загальної біології	21	1	19	12
<b>Секція суспільних і гуманітарних наук</b>				
Економіки	9	—	—	—
Історії, філософії та права	16	3	5	—
Літератури, мови та мистецтвознавства	7	—	4	—

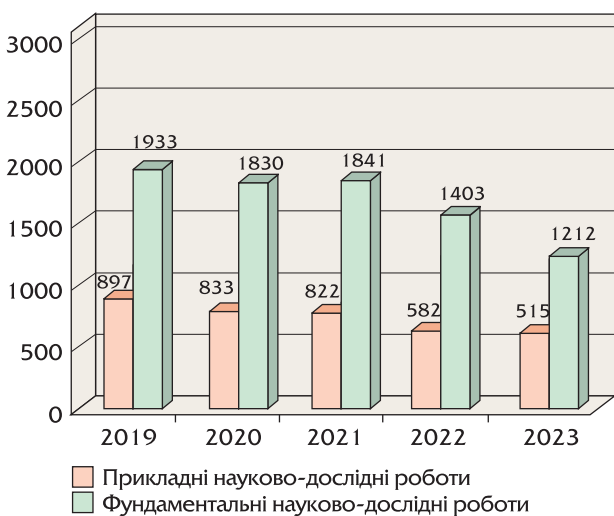
## Регіональна структура НАН України



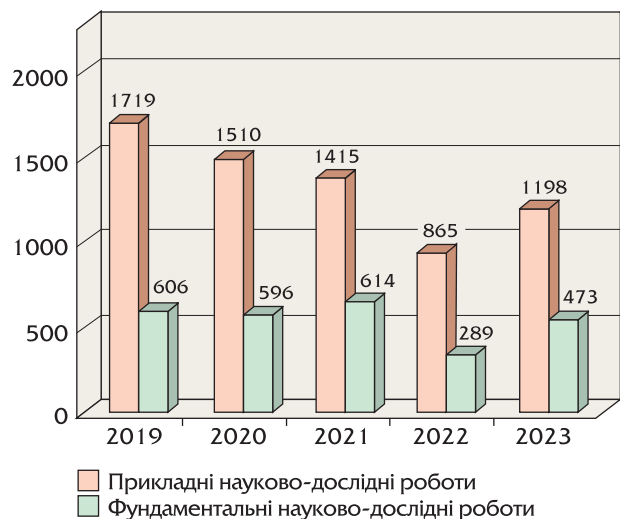
Цифри на схемі – кількість наукових установ

\* Статус установ НАН України, розташованих в АР Крим, визначений Законом України «Про забезпечення прав і свобод громадян та правовий режим на тимчасово окупованій території України»

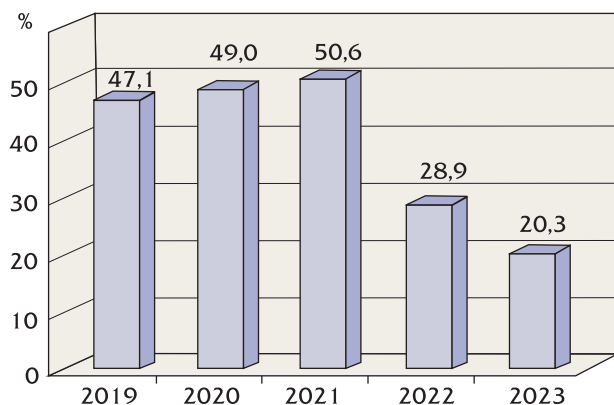
## Виконання науково-дослідних робіт



Кількість виконуваних науково-дослідних робіт за рахунок коштів загального фонду державного бюджету



Кількість виконуваних науково-дослідних робіт за рахунок коштів спеціального фонду державного бюджету

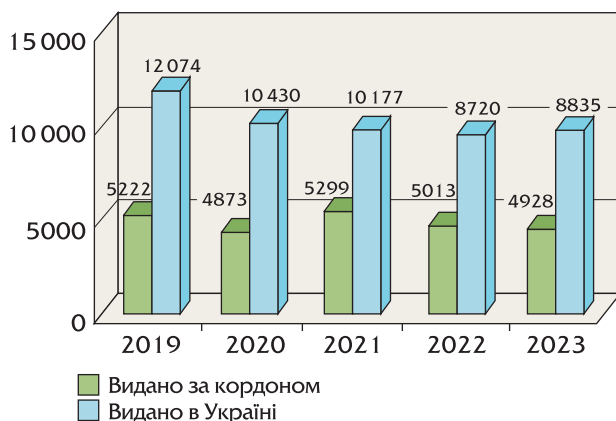


Частка програмно-цільової та конкурсної тематики установ НАН України у загальній кількості науково-дослідних робіт

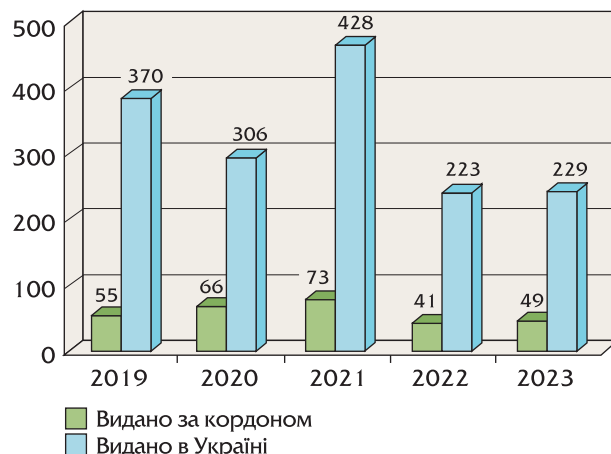
### Програмно-цільова та конкурсна тематика НАН України 2023 року складалась з науково-дослідних робіт, що виконувались у рамках:

- 1 цільова програма фундаментальних досліджень НАН України;
  - 3 цільових програми прикладних досліджень НАН України;
  - 26 цільових наукових проєктів;
- та за результатами:**
- спільних конкурсів із закордонними та міжнародними організаціями;
  - конкурсу наукових і науково-технічних робіт за напрямом «Підтримка пріоритетних для держави наукових досліджень і науково-технічних (експериментальних) розробок»;
  - конкурсу науково-дослідних робіт молодих учених НАН України;
  - Гранти НАН України дослідницьким лабораторіям / групам молодих учених НАН України для проведення досліджень за пріоритетними напрямками розвитку науки і техніки.

### Публікаційна активність



Кількість статей науковців НАН України у періодичних виданнях



Кількість наукових монографій

### Видавнича діяльність

#### • Загальна кількість академічних журналів:

83 наукових, один науково-популярний журнал («Світгляд») та реферативний журнал «Джерело» у чотирьох серіях;

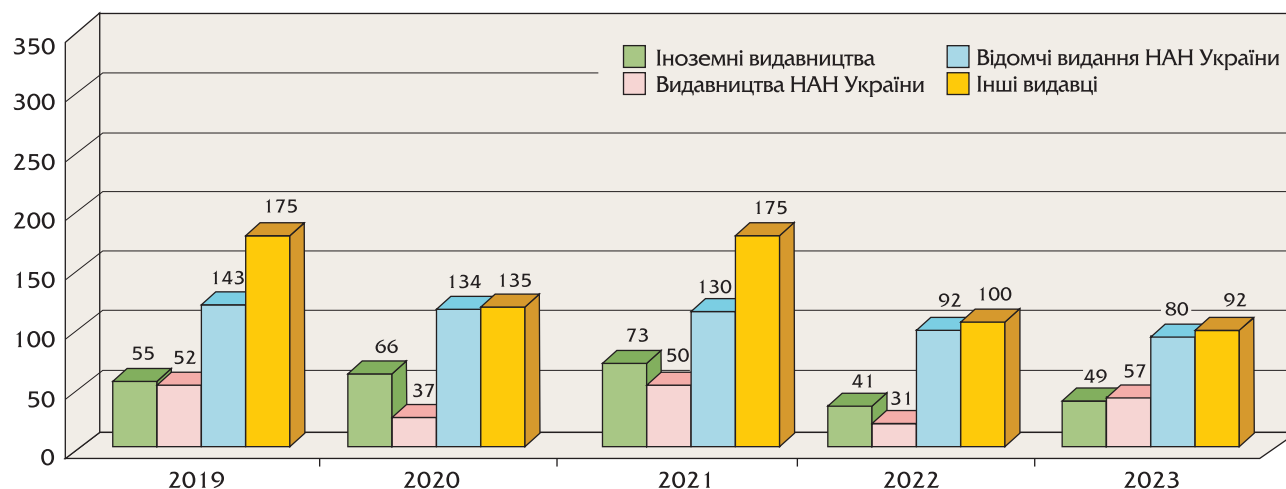
#### • англійською мовою в Україні видаються 12 журналів:

1. Science and Innovation
2. Semiconductor Physics, Quantum Electronics & Optoelectronics
3. Journal of Mathematical Physics, Analysis, Geometry
4. The Paton Welding Journal
5. Progress in Physics of Metals
6. Journal of Thermoelectricity
7. Ukrainian Journal of Physics
8. Functional Materials
9. Biopolymers and Cell
10. Experimental Oncology
11. Problems of Cryobiology and Cryomedicine
12. Zoodiversity

#### • Англійською мовою за кордоном виходить 14 журналів:

- у видавництві Springer
  1. Український математичний журнал / Ukrainian Mathematical Journal
  2. Кібернетика та системний аналіз / Cybernetics and Systems Analysis
  3. Прикладна механіка / International Applied Mechanics
  4. Проблеми міцності / Strength of Materials
  5. Фізико-хімічна механіка матеріалів / Materials Science
  6. Теоретична та експериментальна хімія / Theoretical and Experimental Chemistry
  7. Нейрофізіологія (Neurophysiology)
- у видавництві Allerton Press, Inc.
  8. Кінематика і фізика небесних тіл / Kinematics and Physics of Celestial Bodies





Розподіл наукових монографій за групами видавців

- 9. Надтверді матеріали / Journal of Superhard Materials
- 10. Хімія і технологія води / Journal of Water Chemistry and Technology
- 11. Цитологія і генетика / Cytology and Genetics у видавництві Begell house inc. publishers
- 12. Альгологія / International Journal on Algae
- 13. Гідробіологічний журнал / Hydrobiological Journal у інших видавництвах
- 14. Фізика низьких температур / Low Temperature Physics (Американський інститут фізики)

### Науково-експертна діяльність

#### 2023 року за участі фахівців НАН України, зокрема, підготовлені:

- Стратегія розвитку космічної діяльності України на період до 2033 року;
- Стратегії розвитку освіти і науки України на 2023—2032 роки;
- Державна стратегія розвитку науки, технологій та інноваційної діяльності;

- Державна цільова економічна програма розвитку титанової галузі України;
- Стратегія розвитку відносин з країнами Латинської Америки та Карибського басейну;
- Національна доповідь про стан навколишнього природного середовища в Україні у 2022 році.

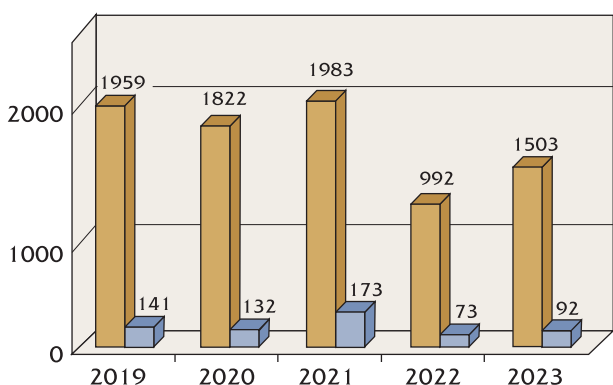
#### Експертні висновки, зауваження, пропозиції підготовлено, зокрема, до проєктів законів:

- Про внесення змін до деяких законодавчих актів України щодо розвитку електронної торгівлі альтернативними видами палива;
- Про внесення змін до деяких законів України щодо відновлення та «зеленої» трансформації енергетичної системи України;
- Про Загальнодержавну цільову екологічну програму поводження з радіоактивними відходами;
- Про державне регулювання діяльності у сфері трансферу технологій;
- Про мобілізаційну підготовку та мобілізацію;
- Про внесення змін до Кримінального та Кримінального процесуального кодексів України щодо вдосконалення відповідальності за деякі злочини проти основ національної безпеки України;

Експертні висновки	2019	2020	2021	2022	2023
До нормативно-правових актів і програмних документів, інформаційно-аналітичні матеріали з різних питань соціально-економічного розвитку, надані органам державної влади	2330	1850	1900	1800	1730
Щодо доцільності проведення фундаментальних досліджень за рахунок коштів Державного бюджету	428	1081	440	412	279

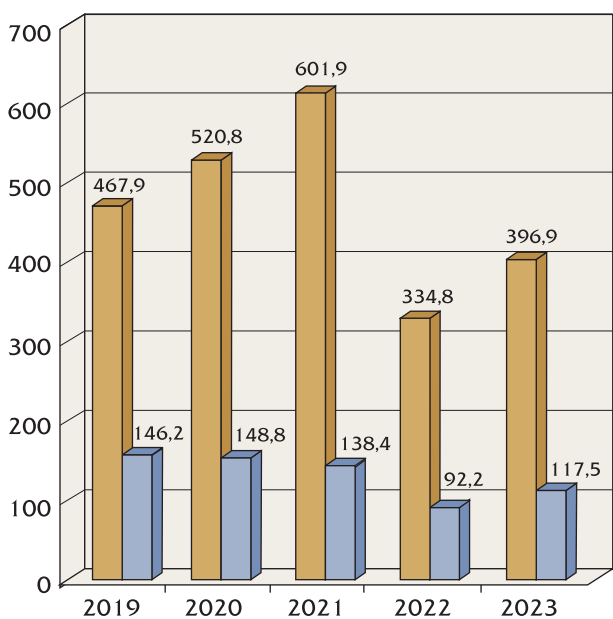
- Про застосування міжнародного гуманітарного права в Україні;
- Про внесення змін до деяких законів України щодо підтримки наукової роботи в закладах вищої освіти;
- Про внесення змін до деяких законодавчих актів України щодо підвищення ефективності управління природоохоронними територіями та об'єктами природно-заповідного фонду.

### Інноваційна діяльність



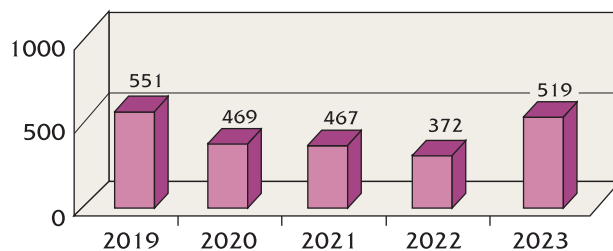
■ Господарські договори з вітчизняними замовниками  
 ■ Контракти з іноземними замовниками

Господарські договори та контракти, кількість

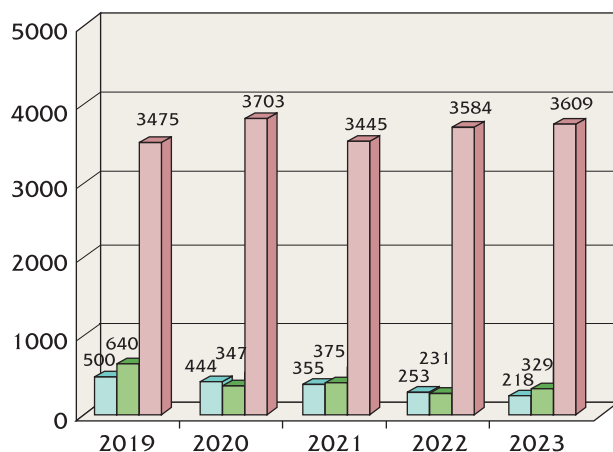


■ Кошти разом  
 ■ У тому числі за виконання контрактів з іноземними замовниками

Кошти, отримані установами НАН України за виконання господарських договорів і контрактів, млн грн



Кількість упроваджених наукових розробок

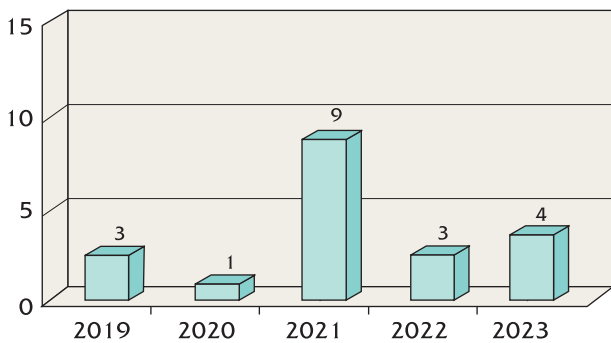


■ Отримані патенти  
 ■ Подані заявки на винаходи і корисні моделі  
 ■ Підтримані чинні охоронні документи

Захист та використання об'єктів інтелектуальної власності, кількість

### Співпраця з закладами вищої освіти і установами МОН України

Договорів про співробітництво, які були укладені між науковими установами та ЗВО	253
Наукових тем і проєктів, які розроблялись спільно з вченими-освітянами	128
Опубліковано спільно з освітянами монографій	95
Учених, які працювали викладачами в системі освіти:	1140
у тому числі:	
академіків НАН України	38
членів-кореспондентів НАН України	65
Опубліковано підручників та навчальних посібників для вищої школи	116
Учених, які очолюють кафедри у ЗВО	55
Студентів закладів вищої освіти, які проходили (проходять) магістерську підготовку у спільних науково-навчальних структурах, що функціонують на базі наукових установ:	
у 2022/2023 навчальному році	699
у 2023/2024 навчальному році	417



Спільні науково-навчальні структури

Студентів, які виконували в наукових установах дипломні роботи	960
Учених-освітян, які входили до складу спеціалізованих вчених рад при наукових установах	366
Учених наукових установ, які входили до спеціалізованих рад при ЗВО	375
Фахівців з повною вищою освітою, прийнятих на роботу до наукових установ, які у шкільні роки займалися в гуртках Малої академії наук	4
Наукових співробітників і викладачів ЗВО і установ МОН України, які підвищували кваліфікацію у наукових установах	328
Дисертаційних робіт науковців-освітян, захищених на спеціалізованих вчених радах при наукових установах	19

### Міжнародні зв'язки

**Договірнo-правова база міжнародного співробітництва НАН України** (чинні угоди, договори, меморандуми тощо) — разом 132 документів.

**2023 року Академією підписано:**

- Меморандум про взаєморозуміння між Національною академією наук України та Німецькою національною академією наук «Леопольдіна»;



Розподіл прямих угод і договорів по установах секцій НАН України

- Меморандум про взаєморозуміння між Національною академією наук України та Фондом цивільних досліджень та розвитку США (CRDF Global).

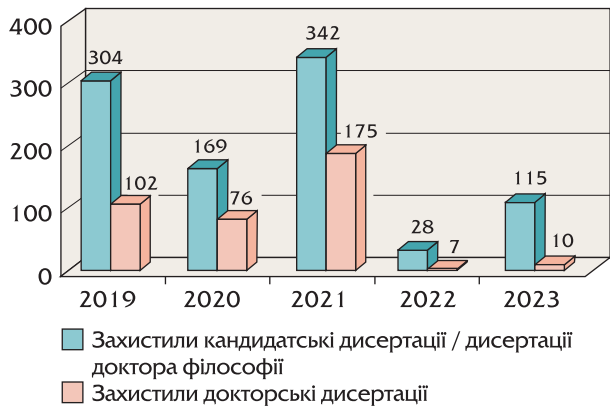
**Діють понад 700 прямих угод і договорів**, укладених установами НАН України з іноземними партнерами. З них 267 — установами Секції фізико-технічних і математичних наук, 228 — Секції хімічних і біологічних наук, 128 — Секції суспільних і гуманітарних наук, 35 — установами при Президії НАН України.

### Кадрові показники (станом на 01.01.2024)

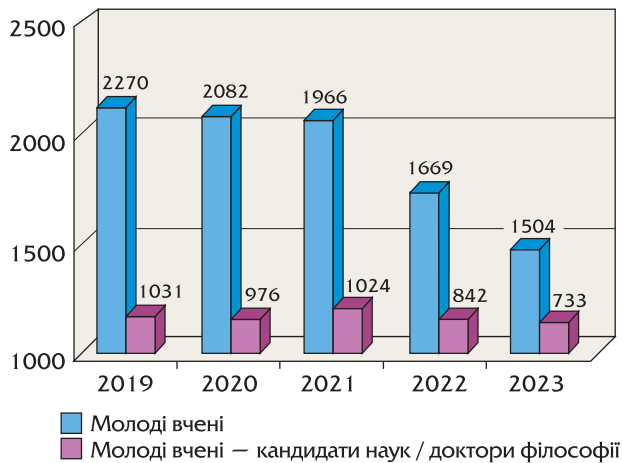
<b>Загальна чисельність працівників</b>	24 980
у тому числі:	
у наукових установах	24 065
в організаціях дослідно-виробничої бази	723
в організаціях сфери обслуговування	192
<b>Чисельність наукових працівників</b>	13 444
у тому числі:	
докторів наук	2 340
кандидатів наук / докторів філософії	6 333
без ступеня	4 771
Кількість прийнятих у 2023 році молодих спеціалістів	192
Кількість осіб, які в 2023 році навчалися в аспірантурі	1 353
у тому числі з відривом від виробництва	1 269
Захистили кандидатські дисертації / дисертації на ступінь доктора філософії	115
з них кандидатів наук	19
Навчалися в докторантурі	156
Захистили докторські дисертації	10



Чисельність працівників, кількість осіб

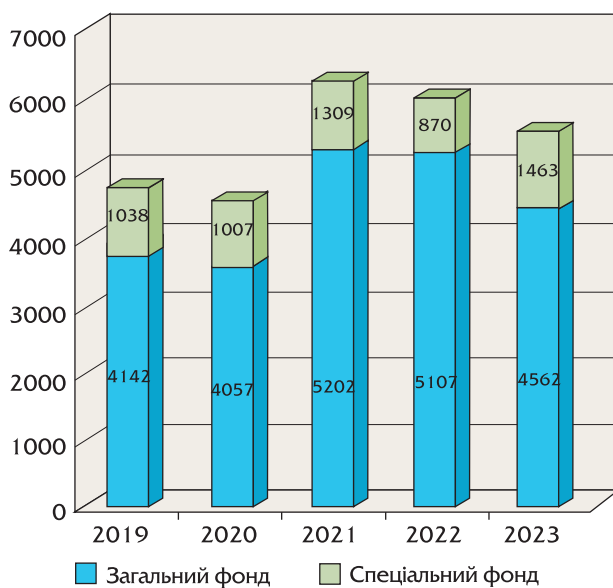


Підготовка наукових кадрів, кількість осіб



Кількість молодих учених

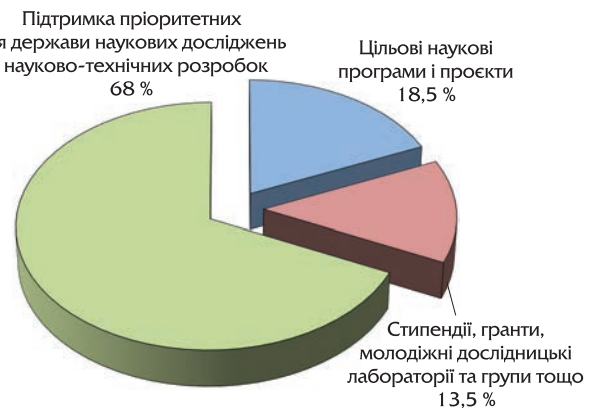
### Фінансове забезпечення



Загальний обсяг фінансування НАН України, млн грн



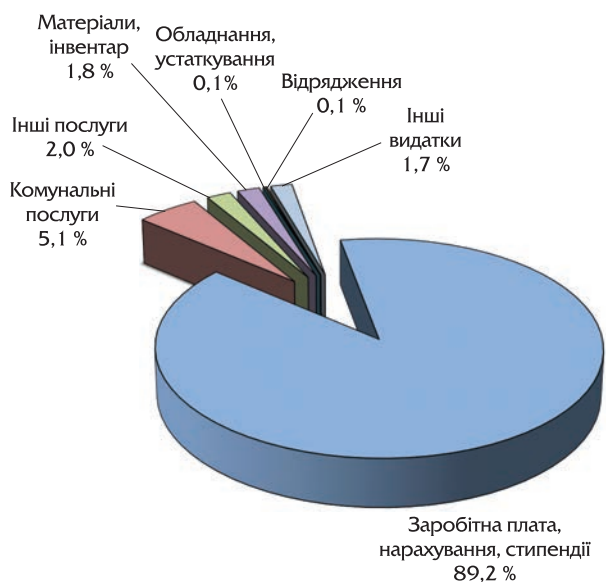
Розподіл фінансування загального фонду на виконання наукових досліджень



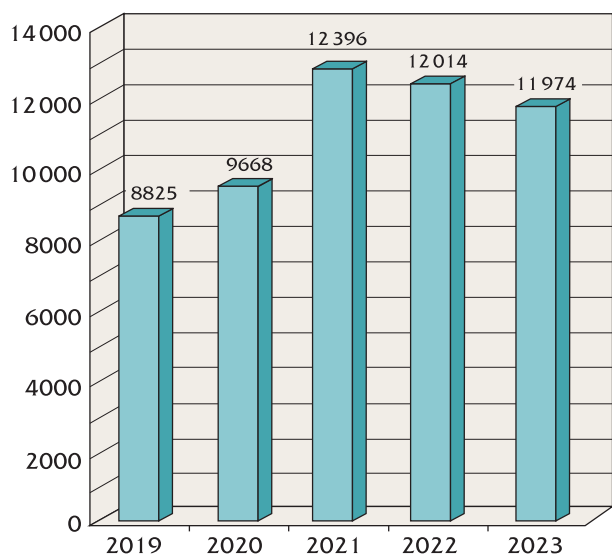
Програмно-цільове та конкурсне фінансування



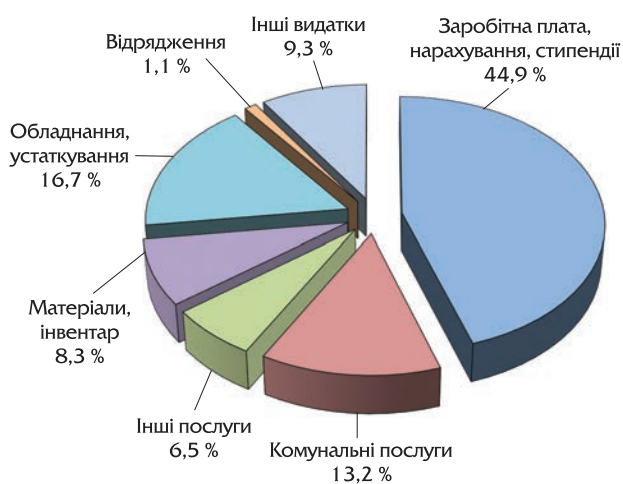
Структура надходжень до спецфонду



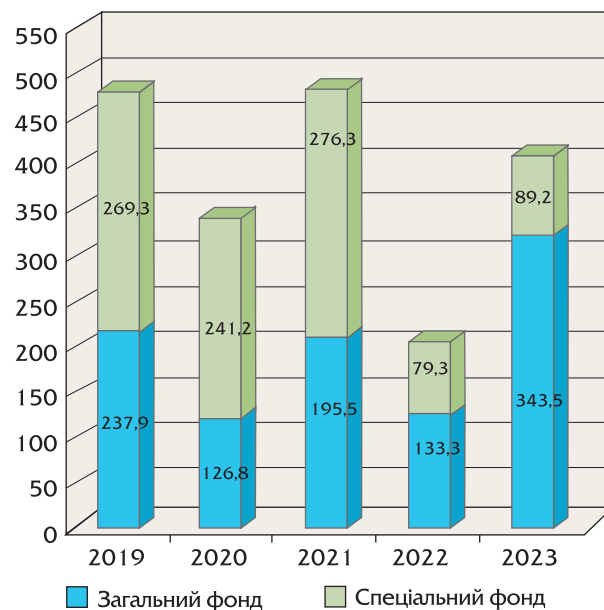
Структура видатків загального фонду



Середньомісячна заробітна плата працівників, грн



Структура видатків спеціального фонду



Видатки на підтримку матеріально-технічної бази (придбання обладнання та матеріалів), млн грн

Інформаційне видання

Підписано до друку 01.04.2024. Формат 60 × 84/8. Гарн. Segoe UI.  
 Ум. друк. арк. 5, 12. Обл.-вид. арк. 6, 16. Тираж 300 прим. Зам. № 7225.

Видавець і виготовлювач Видавничий дім «Академперіодика» НАН України  
 01024, Київ, вул. Терещенківська, 4

Свідоцтво про внесення до Державного реєстру суб'єктів  
 видавничої справи серії ДК № 544 від 27.07.2001

