

ВСТУПНЕ СЛОВО ПРЕЗИДЕНТА НАН УКРАЇНИ АКАДЕМІКА АНАТОЛІЯ ЗАГОРОДНЬОГО

2020 рік, без перебільшення, став потрясінням для всього світу. Це був рік випробувань, на які ніхто не очікував. І Академія традиційно не залишилася осторонь нових викликів, зокрема боротьби з COVID-19.

Науковці Інституту молекулярної біології і генетики ще на початку пандемії в Україні розробили, на замовлення РНБО, надійні тест-системи для діагностування коронавірусної хвороби. Фахівці Академії сприяли й створенню імуноферментної експрес-системи для виявлення цієї хвороби, яку нині виробляє одне з вітчизняних підприємств.

Також в Академії запрацювали дві групи з прогнозування розвитку пандемії в Україні — на базі Інституту проблем математичних машин та систем (Київ) та в Інституті проблем ринку та еколого-економічних досліджень (Одеса). Цими прогнозами користуються і органи державної влади, і ЗМІ.

В Інституті електрозварювання ім. Є.О. Патона НАН України минулого року стартував проєкт з розроблення нанокомпозитних полімерних біоматеріалів з ефективною противірусною та антимікробною дією, а також технології 3D-друку виробів із них.

Важливу роботу з протидії COVID-19 ведуть вчені й інших установ Академії. ННЦ "Харківський фізико-технічний інститут" передав озонатори власної розробки і виробництва до Харківської обласної інфекційної лікарні та Харківського управління Державної служби України з надзвичайних ситуацій. Один із прискорювачів ННЦ ХФТ дезінфікує 60 % усіх медичних матеріалів в Україні — бинтів, вати, шприців, систем переливання крові, крапельниць. Зараз ХФТ збільшив обсяг таких робіт на 30 %. Також збільшило обсяг робіт з радіаційного дезінфікування мале підприємство "Радма" при Інституті фізичної хімії ім. Л.В. Писаржевського.

Розпочато роботу зі створення вітчизняних вакцин проти коронавірусу. Зокрема, такі роботи провадять в Інституті біології клітини та в Інституті біохімії ім. О.В. Палладіна.

Попри всі складнощі та коронакризу, яка змінила звичний спосіб життя не лише українців, а й всього людства, вчені нашої Академії продовжували наполегливо працювати й здійснювати дослідження на дійсно світовому рівні.

Наші кібернетики розробили обчислювальну схему розв'язування задач пошуку на квантових комп'ютерах найбільшої незалежної множини графа, що дає змогу за кілька мікросекунд отримувати точні розв'язки складних задач комбінаторної оптимізації, розв'язок яких на класичних комп'ютерах потребує сотні років машинного часу. Інформатики створили новий метод кодування текстової інформації, що забезпечує максимальне стиснення інформації з одночасною самосинхронізацією повідомлень і швидкою декомпресією. Фізики-теоретики побудували теорію квантової гравітації, яка значно спрощує обчислення і є аналогом відомого та потужного формалізму в теорії полів Янга — Міллза. Не можу оминати увагою досягнення наших матеріалознавців. Уперше в Україні виконано роботи зі зварювання пластмас в аномальних умовах. Ще один надзвичайно цікавий проєкт — створення макета спеціалізованого високочастотного генератора, призначеного для здійснення технології незворотної електропорації (безін'єкційної мезотерапії, в ході якої лікарські матеріали потрапляють у клітини під дією електричних імпульсів). Технологія передбачає руйнування патологічно змінених клітин за пухлинного процесу з неповерненням подальшого росту таких клітин. Одержано також конструкторські рішення щодо електрохірургічного інструменту для видалення кальційних новоутворень магістральних судин, який значно полегшить роботу хірургів-флебологів. Спільно з колегами-науковцями з Австралії та Німеччини запропоновано новий підхід до створення внутрішніх архітектур у металевих матеріалах, який назвали літоміметикою (за аналогією зі структурами в літосфері). Із застосуванням цього підходу можна створювати нові матеріали з високою в'язкістю руйнування, малою густиною, високоміцні, високопластичні, біосумісні тощо. Наші хіміки минулоріч розробили нові біополімерні сполуки на основі синтетичних циклокарбонатів соєвої олії. Вони екологічно безпечні та є чудовою альтернативою синтетичним полегшеним матеріалам, що застосовують у будівництві, автомобільній, меблевій та інших галузях промисловості. Дуже перспективними для лікування ран та опіків є нові високоактивні стабільні матеріали комплексної протеолітичної дії з сератіопептидазою, що закріплена на перев'язувальних матеріалах за допомогою полімерів.

Соціогумантарії Академії плідно досліджували актуальні питання стану українського суспільства. Вийшли друком черговий том нової академічної 12-томної "Історії української літератури", "Епістолярій Тараса Шевченка" у двох книгах, 12-й випуск "Общеславянського лингвистического атласа", 11-й том тлумачного "Словника української мови". Підготовлено до друку чергові томи "Франківської енциклопедії", розпочато роботу над створенням електронної енциклопедії "Іван Франко" та електронної енциклопедії "Леся Українка". Важливою подією стало перше повне видання "Літопису" українського козацького літописця кінця XVII — початку XVIII ст., автора першого систематичного викладу історії української козацької держави Самійла Величка. Оригінал "Літопису" нині зберігається в Національній бібліотеці Санкт-Петербурга. Жодного разу він не був всебічно досліджений і виданий повністю. І лише завдяки колосальним зусиллям науковців, видавців, меценатів ця масштабна праця стане доступною для вивчення в Україні.

Значна частина наукового доробку наших вчених вже застосовується або готується до практичного застосування найближчим часом. Так, нову надсучасну інтелектуальну інформаційну технологію оцінювання адаптаційних можливостей організму людини розробили інформатики. Вона реалізується на смартфоні на основі аналізу та інтерпретації пульсової хвилі (фотоплетизмограми), що реєструється за допомогою вебкамери смартфона без додаткових зовнішніх технічних засобів. Запропоновано інноваційний підхід до створення надміцних клейових з'єднань за допомогою просторово упорядкованих графенових наноконструкцій, що підвищує міцність з'єднання у кілька разів і може використовуватись, наприклад, в авіакосмічній галузі. Нещодавно було введено в дію новий український радіотелескоп сантиметрового діапазону РТ-32. Це, безумовно, розширить можливості вітчизняної радіоастрономії та космічної навігації, дасть новий поштовх розвитку фундаментальних досліджень. Чудовий приклад успішного співробітництва наших фахівців із промисловим виробництвом — у тісній співпраці з АТ "Турбоатом" було розроблено новітній циліндр низького тиску парової турбіни потужністю 220 МВт для атомних електростанцій. Його унікальність забезпечить найкращі серед наявних аналогів показники ефективності та надійності. Цікаві результати світового рівня отримали наші учені-матеріалознавці. Вони синтезували та охарактеризували понад 40 невідомих раніше полікомпонентних фаз (карбідів, нітридів, боридів та оксидів). Ці принципово нові матеріали одержано шляхом формування їхньої кристалохімічної будови на атомному рівні (це вже не нано-, а пікорівень структури матеріалу). За сукупністю властивостей вони суттєво переважають традиційні бінарні та потрійні сполуки і вже знайшли

практичне використання як покриття з підвищеним рівнем експлуатаційних властивостей. Розроблено також нову ультрависокотемпературну кераміку, яка переважає кращі світові аналоги для виробів у галузях двигунобудування, аерокосмічної промисловості, теплової енергетики.

Є цікаві розробки для медицини, в тому числі військової. Створено новий композиційний нанофазний матеріал, який зумовлює індукування утворення зрілої кісткової тканини з поступовим заміщенням імплантата. Це дуже важливий крок у розвитку вітчизняної реконструктивно-відновлювальної хірургії та перехід на сучасний передовий рівень інженерії кісткової тканини. Ця розробка, безперечно, є дуже перспективною для практичного використання за великих втрат кісткового матеріалу у разі тяжких поранень та онкологічних захворювань.

Чимало розробок виконано також в інтересах оборони та безпеки держави. Так, інформатики розробили оригінальну інформаційну технологію автономної навігації безпілотних літальних апаратів. Ці системи вже пройшли державні випробування і використовуються у Збройних силах України. Розробки наших науковців стосуються також покращення тактико-технічних характеристик зброї, боєприпасів, ракетних систем, створення технологій збільшення рівня балістичного захисту, підвищення живучості елементів конструкції техніки.

Крім того, наші фахівці значну увагу приділяють науково-експертній діяльності. На замовлення та в інтересах органів державної влади вони підготували велику кількість різноманітних інформаційно-аналітичних матеріалів, експертних висновків, пропозицій і рекомендацій, програмних і прогнозних документів.

Для Академії минулий рік відзначився багатьма змінами і на, жаль, трагічними подіями. Пішов з життя наш багаторічний Президент, велика особистість, легенда — Борис Євгенович Патон. Це — непоправна втрата і для науки, і для України, і для світу. І наше головне завдання — гідно продовжувати справу його життя: розвивати і примножувати наукові здобутки Академії і служити на благо нашої держави та її громадян.

Упродовж останнього часу вітчизняна наукова сфера зіткнулась з добре всім відомими проблемами, від скорішого та ефективного вирішення яких буде залежати її успішне майбутнє.

Слід зазначити, що НАН України завжди приділяла увагу питанням свого реформування, оптимізації структури та принципів організації діяльності, що відображено в Концепції розвитку НАН України на 2014—2023 роки та відповідних рішеннях Президії Академії. Вагомі кроки до позитивних змін зроблено й минулого року.

Одним із першочергових наших завдань стало проведення повної інвентаризації матеріально-технічної

бази та земельних ділянок, які перебувають у віданні Академії. Створено Комісію з питань діяльності підприємств дослідно-виробничої сфери та інших суб'єктів господарювання НАН України. За висновками Комісії будуть визначені об'єкти нерухомості та земельні ділянки, які тривалий час не використовуються, підготовлені пропозиції щодо репрофілювання деяких із них, передачі іншим науковим установам Академії або створення на їхній базі академічних інноваційних структур.

Не менш важливим завданням є оптимізація структури Академії. Вона буде відбуватись максимально виважено, з урахуванням результатів оцінювання та проведеної у минулому році державної атестації академічних установ. Будуть реорганізовані чи ліквідовані деякі підприємства дослідно-виробничої бази та підготовлені пропозиції щодо передачі частини підприємств до сфери управління Фонду державного майна України. За останні два роки вже ліквідовано вісім наукових установ, скорочено або реорганізовано 220 структурних підрозділів. Також проведено оптимізацію структури апарату Президії НАН України. Припинено діяльність 12 госпрозрахункових організацій. У стані припинення перебуває ще 12 організацій. До Мінекономіки України направлено перелік з понад 50 підприємств, що можуть бути запропоновані для подальшої приватизації. 17 установ з цього переліку передано до сфери управління Фонду державного майна України.

Важливим є подальший розвиток інноваційної діяльності, міжгалузевої співпраці, інтеграції науки і освіти. Велика надія в цьому напрямі пов'язана із реалізацією спільно з Науково-технологічним парком "Адлерсхоф" (Берлін, Німеччина) проекту *Academ. City*. Це ініціатива Київського академічного університету, яка зацікавила Міністерство освіти і науки Німеччини. Суть проекту — створення наукового парку як відкритої інноваційної екосистеми на базі кластеру інститутів НАН України, розташованих у мікрорайоні Академістечко. Перші кроки з його реалізації вже зроблено.

Найближчим часом буде завершено формування складу Науково-технічної ради НАН України. Вона буде майданчиком, який сприятиме залученню інвестицій і практичному впровадженню академічних розробок. Вже сформовано науково-координаційні ради при секціях Академії. Напрацьовуються також пропозиції щодо внесення змін до Статуту НАН України.

Ще один важливий напрям — упровадження нових принципів розподілу бюджетного фінансування між академічними установами. Це питання завжди викликало та й продовжує викликати певне невдоволення. Тож необхідно забезпечити прозорий, об'єктивний та ефективний розподіл коштів. Перші кроки в цьому напрямі вже зроблено — фінансування уста-

нов у 2021 р. визначено з урахуванням результатів академічного оцінювання та державної атестації. Зараз кожне відділення має рейтинг своїх установ, відповідно до якого у подальшому розподілятимуться ті додаткові кошти, які отримує Академія. Наступним кроком буде розподіл фінансування між секціями та відділеннями. І тут свою експертну роль мають відіграти науково-координаційні ради секцій. Вони повинні виробити критерії, за якими розподілятимуться кошти між відділеннями.

Найважливіший на сьогодні напрям роботи — підтримка наукової молоді. Тут вже започатковано багато ініціатив, але потрібно зробити ще більше. Ще 2018 року за підтримки Кабінету Міністрів України ми започаткували гранти НАН України дослідницьким лабораторіям / групам молодих учених НАН України для виконання досліджень за пріоритетними напрямками розвитку науки і техніки. 2021 року фінансування наукових проектів за цими грантами було збільшено вдвічі. Це дало змогу оголосити третій конкурс на здобуття грантів НАН України дослідницьким лабораторіям / групам молодих вчених НАН України на 2021—2022 рр. Загальний обсяг фінансування цього напрямку підтримки наукової молоді в поточному році становитиме 44,5 млн грн. Також на початку цього року буде проведено черговий конкурс серед молодих вчених Академії для надання фінансування 103 кращим проектам науково-дослідних робіт.

Продовжується практика відкриття додаткових відомчих тем молодим ученим, які виступали з науковими повідомленнями на засіданнях Президії НАН України. Наприкінці минулого року було започатковано програму постдокторальних досліджень. Це — практика запровадження тимчасових позицій (ставок), які займають молоді вчені зі ступенем PhD. Уже передбачено введення в поточному році 30 посад старшого наукового співробітника в наукових установах Академії для заміщення їх постдоками, які будуть обрані на конкурсних засадах.

Важливо також, що у поточному році за підтримки Кабінету Міністрів України, Міністерства фінансів України та Комітету Верховної Ради України з питань бюджету започатковано бюджетну програму будівництва службового житла для молоді. Така програма планується не лише для киян, але й для молодих науковців з інших міст України.

Окрім того, за кілька місяців, що минули після виборів нової Президії Академії, було створено Комісію НАН України з питань комунікацій із суспільством і популяризації наукової діяльності, головним завданням якої є суттєве збільшення присутності Академії в інформаційному просторі, оновлено склад Комісії з наукової етики, боротьби з псевдонаукою та академічною недобросовістю.

ВАЖЛИВІ ПОДІЇ

2020 року розгорнув діяльність Національний фонд досліджень України. У травні Фонд оголосив два конкурси “Наука для безпеки людини та суспільства” і “Підтримка досліджень провідних та молодих учених”. Конкурси були відкриті для всіх наукових організацій України, незалежно від відомчого підпорядкування та без обмежень на кількість заявок від однієї організації. Дозволялось установлювати достойні рівні заробітної плати для виконавців, не прив’язані до тарифної сітки. На відміну від конкурсу “Наука для безпеки людини та суспільства”, умовою участі в якому була відповідність проекту безпековій тематиці, конкурс “Підтримка досліджень провідних та молодих учених” був оголошений як “ініціативний” (*bottom-up*), щоб перемагали найкращі, незалежно від тематики. Усього на обидва конкурси було подано 931 заявку.

У вересні минулого року Фонд затвердив результати проведених конкурсів.

За результатами конкурсу “Наука для безпеки людини та суспільства” Фонд визначив 77 проектів-переможців із загальним фінансуванням 398,6 млн грн, виконання яких спрямовано на вирішення проблем біобезпеки, біомедицини, екології, кібернетичної та інформаційної безпеки, пов’язаних з відповіддю на економічні, соціальні, гуманітарні виклики в умовах природних і техногенних надзвичайних ситуацій, а також з подоланням медико-біологічних, економічних, соціальних, психологічних, гуманітарних і культурних наслідків пандемії COVID-19.

Конкурс “Підтримка досліджень провідних та молодих учених” представлений 141 проектом-переможцем із загальним фінансуванням 975,2 млн грн. Ці проекти здійснюють провідні науковці України разом зі здібними молодими вченими, вони спрямовані на отримання нових фундаментальних і прикладних знань, на сприяння вирішенню актуальних проблем розвитку держави, людини та суспільства й інтеграції української науки до світового наукового простору.

Науковці НАН України взяли активну участь у значених конкурсах і гідно представлені серед переможців.

У конкурсі “Наука для безпеки людини та суспільства” НАН України представлена 35 проектами (45 % від загальної кількості), поданими науковцями з 22 установ Академії. Загальне фінансування цих проектів у

2020—2021 рр. складає 216 млн грн. Слід відзначити вчених Інституту молекулярної біології і генетики НАН України, які стали переможцями за шістьма поданими проектами на загальну суму понад 46 млн грн.

Серед проектів-переможців конкурсу “Підтримка досліджень провідних та молодих учених” 74 проекти (52 % від загальної кількості) представлені науковцями з 40 установ НАН України. Загальне фінансування цих проектів у 2020—2022 рр. — 570 млн грн. Шість проектів на загальну суму 33,5 млн грн виконують вчені Інституту теоретичної фізики ім. М.М. Боголюбова НАН України.

7 вересня 2020 року відбулося чергове засідання Президії Національної академії наук України. На початку засідання присутні хвилиною мовчання віддали шану пам’яті Бориса Євгеновича Патона.

За дорученням Бюро Президії НАН України головував на засіданні перший віцепрезидент НАН України академік Антон Наумовець. Відповідно до першого питання порядку денного виконавцем обов’язків президента Національної академії наук України до обрання президента НАН України було призначено першого віцепрезидента НАН України академіка Володимира Горбуліна. Учасники зібрання розглянули питання щодо порядку проведення, а також дати та програми виборчої сесії Загальних зборів НАН України.

Далі учасники засідання розглянули питання щодо увічнення пам’яті академіка Бориса Патона. Комісією НАН України з питань увічнення пам’яті академіка Б.Є. Патона очолив перший віцепрезидент НАН України академік Антон Наумовець.

Враховуючи пропозицію Президента України Володимира Зеленського щодо заснування премії в галузі науки імені Бориса Патона, Президія Національної академії наук України ухвалила рішення ініціювати питання про перейменування Державної премії України в галузі науки і техніки в Національну премію імені Бориса Патона, яка присуджуватиметься за видатні досягнення в галузі науки і техніки, та відповідно до перейменування Комітету з державних премій України в галузі науки і техніки в Комітет з Національної премії імені Бориса Патона.

Також було ухвалено рішення про звернення НАН України до Київської міської державної адміністрації з пропозицією перейменувати бульвар Дружби Народів у місті Києві в проспект Бориса Патона.

Крім того, з метою увічнення пам’яті академіка Бориса Патона та відзначення осіб за видатні досягнення у створенні інноваційних науково-технічних розробок, які знайшли широке практичне використання, Президія НАН України ухвалила рішення про заснування Золотої медалі імені Б.Є. Патона Національної академії наук України.

7 жовтня 2020 року відбулася виборча сесія Загальних зборів НАН України з обрання президента

Національної академії наук України. Відповідно до Статуту НАН України у виборчій сесії взяли участь академіки та члени-кореспонденти НАН України, а також делеговані представники наукових колективів установ НАН України у кількості, що дорівнює половині облікового складу дійсних членів і членів-кореспондентів, які беруть участь у роботі сесії Загальних зборів.

На посаду президента Національної академії наук було висунуто п'ять кандидатур. Серед них — академіки НАН України Владислав Гончарук, Богдан Данилишин, Анатолій Загородній, Сергій Комісаренко, Володимир Семиноженко. Напередодні виборів академік Богдан Данилишин зняв свою кандидатуру з балотування.

Під час засідання всі кандидати на посаду президента НАН України мали змогу представити свої виборчі програми. У режимі відеоконференції їхні виступи транслювались на всіх виборчих дільницях. Учасники засідання ставили питання до кандидатів та отримували від них вичерпні відповіді. Після цього відбулось обговорення всіх кандидатів та їхніх виборчих програм представниками з усіх виборчих дільниць.

За підсумками таємного голосування президентом Національної академії наук України було обрано академіка Анатолія Глібовича Загороднього, за якого віддали свої голоси 426 виборців (67,2 %).

На зазначеній сесії Загальних зборів НАН України також було обрано новий склад Президії НАН України. За підсумками виборів склад Президії НАН України оновився за посадами — на 15 посад (45,5 %) і за персоналіями — 11 осіб (33,3 %) до складу Президії обрано вперше.

23 жовтня 2020 року у Великому конференц-залі НАН України під головуванням президента НАН України академіка Анатолія Загороднього відбулося засідання Президії НАН України. Одним із основних питань порядку денного була участь представників Академії у розробленні стратегічних документів у галузі національної безпеки і оборони.

Відповідно до рішення Ради національної безпеки і оборони України “Про Стратегію національної безпеки України”, державні органи виконавчої влади мають розробити та подати на розгляд РНБО проекти Стратегій: людського розвитку, розвитку оборонно-промислового комплексу України, економічної безпеки, біобезпеки та біологічного захисту, інформаційної безпеки, кібербезпеки України, зовнішньополітичної діяльності, енергетичної безпеки, екологічної безпеки та адаптації до зміни клімату, продовольчої безпеки.

Національній академії наук України запропоновано залучити своїх фахівців до розроблення названих проєктів і надати пропозиції кандидатур до складу міжвідомчих робочих груп з розроблення цих Стратегій.

Серед відповідальних осіб від НАН України було затверджено першого віцепрезидента НАН України академіка Володимира Горбуліна (Стратегія розвит-

ку оборонно-промислового комплексу України), віцепрезидента НАН України академіка Вячеслава Богданова (Стратегія енергетичної безпеки, Стратегія кібербезпеки України), віцепрезидента НАН України академіка Вячеслава Кошечка (Стратегія екологічної безпеки та адаптації до зміни клімату, Стратегія продовольчої безпеки), віцепрезидента НАН України академіка Сергія Пирожкова (Стратегія людського розвитку, Стратегія зовнішньополітичної діяльності), віцепрезидента НАН України члена-кореспондента Олега Рафальського (Стратегія інформаційної безпеки) та академіка-секретаря Відділення економіки НАН України академіка Еллу Лібанову (Стратегія економічної безпеки), в. о. академіка-секретаря Відділення біохімії, фізіології і молекулярної біології НАН України академіка Сергія Комісаренка (Стратегія біобезпеки та біологічного захисту).

Серед затверджених кандидатур, що пропонуються до складу міжвідомчих робочих груп з розроблення зазначених Стратегій, — провідні фахівці з багатьох установ НАН України.

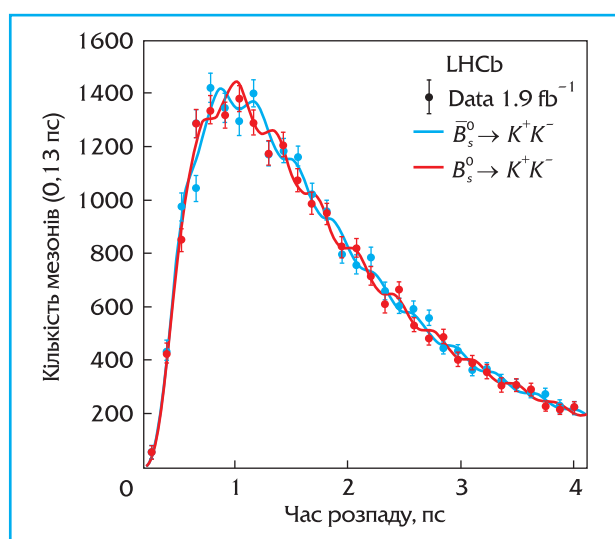
Також на цьому засіданні Президія НАН України розглянула питання “Про окремі заходи з реформування Національної академії наук України” і ухвалила відповідну постанову. Цією постановою визначено стратегічно важливі напрями роботи з реформування Академії та заходи з їх реалізації. Серед них — підготовка пропозицій щодо внесення змін до Статуту НАН України. З цією метою оновлено персональний склад Комісії з підготовки нової редакції Статуту, якій доручено підготувати відповідні пропозиції для подальшого розгляду Загальними зборами Академії. Вирішено також створити Координаційну раду з питань реформування НАН України, яка має забезпечувати координацію та контроль за реалізацією заходів з реформування, підготовку й узагальнення додаткових пропозицій щодо реформування.

Відповідно до зазначеного рішення Президії НАН України організовано розроблення проєкту Концепції національної програми розвитку гуманітарної сфери України. З метою підвищення рівня публічності НАН України, налагодження дієвих механізмів комунікації наукової спільноти з суспільством створено Комісію НАН України з питань комунікацій із суспільством і популяризації наукової діяльності. Також розпочато реалізацію першого етапу вдосконалення принципів розподілу бюджетних коштів в Академії, який передбачає відмову від зрівняльного розподілу фінансових і матеріальних ресурсів між установами шляхом переходу під час визначення їх обсягів до врахування ефективності діяльності установ і пріоритетної підтримки конкурентоспроможних наукових колективів. Такий механізм розподілу базового бюджетного фінансування є однією зі складових нової моделі фінансування наукової діяльності Академії.

НАУКОВІ ЗДОБУТКИ. ПРИРОДНИЧІ І ТЕХНІЧНІ НАУКИ

Спостереження порушення CP -симетрії в розпадах $B^0(s)$ мезонів в експерименті LHCb на Великому адронному колайдері (ЦЕРН)

Інститут ядерних досліджень (ІЯД) НАН України є одним із засновників Міжнародної колаборації LHCb, яка функціонує вже близько 25 років. Головний предмет досліджень експерименту LHCb — явище порушення CP -інваріантності як одного із можливих чинників асиметричної розбудови Всесвіту (<http://lhcb-public.web.cern.ch/lhcb-public>). CP -інваріантність або CP -симетрія (англ. *Charge Parity*) — незмінність фізичних законів щодо комбінації операції заміни знаків електричних зарядів усіх частинок системи на протилежні та операції зміни напрямку координатних осей. Згідно з загально прийнятими сучасними уявленнями (Стандартна модель) Всесвіт, що первинно був утворений у результаті Великого вибуху, мав би бути матеріально симетричним. Проте усі виконані раніше пошуки світу, який складається з антиматерії, не досягли успіху. Стандартна модель не може пояснити цей



Ілюстрація осциляції $B^0(s)$ мезонів. Вісь Y — вихід (кількість) спостережуваних мезонів за кожні 0,13 пікосекунди: $B^0(s)$ — червона лінія, анти $B^0(s)$ — синя лінія. Вісь X — час розпаду в пікосекундах

дисбаланс матерії-антиматерії, тому велике значення мають відповідні експериментальні дослідження.

Так, у експерименті LHCb у зіткненнях протонів, прискорених на Великому адронному колайдері (ВАК) до енергії 13 TeV, в лабораторних умовах створюють умови виникнення матерії й антиматерії в однаковій кількості. Відбираючи в накопичених даних зразки матерії (B -мезони) та антиматерії (анти B -мезони), вивчають їх еволюцію, щоб дізнатись про природу відмінності властивостей, вимірюючи, зокрема, ступінь порушення CP -симетрії під час їх розпаду. Порушення CP -симетрії математично описує різницю властивостей речовини та антиречовини в Стандартній моделі фізики частинок.

2020 року в дослідженнях еволюції розпадів $B^0(s)$ мезонів, які складаються з "прекрасних" та "дивних" кварків (b , s), було виміряно їхні CP -характеристики (порушення CP -симетрії) з найкращою в світі роздільною здатністю за часом (біля 45 фс). Зокрема, вперше в світі спостережено осциляції $B^0(s)$ мезонів за їх розпаду на заряджені каони (K^+ , K^-). Виміряна надзвичайно висока частота ($3 \times 10^{12} \text{ c}^{-1}$) цих осциляцій свідчить про те, що за час свого життя $B^0(s)$ мезони переходять між матерією-антиматерією близько дев'яти разів. Це так зване явище явище часозалежного порушення CP -симетрії.

Одержані експериментальні результати в межах похибок узгоджуються із передбаченнями Стандартної моделі, що є стимулом для подальших досліджень з суттєво підвищеною точністю та пошуку явищ за межами Стандартної моделі.

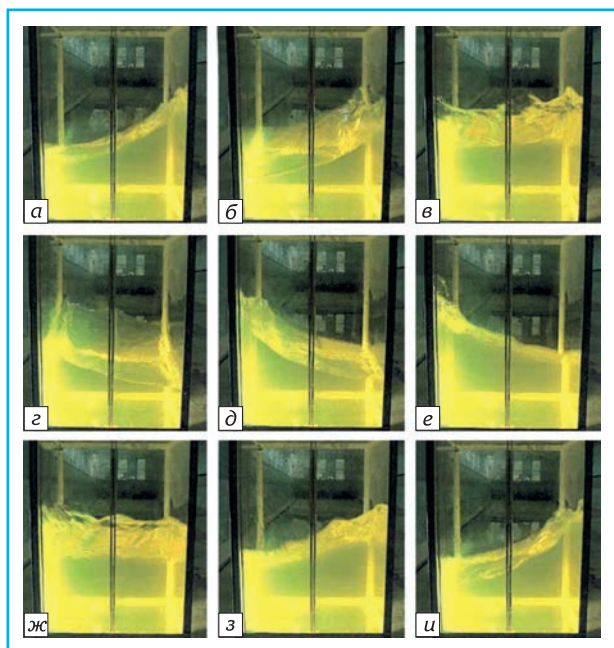
Саме на це націлено модернізаційні роботи на детекторі LHCb з тим, щоб 2022 року розпочати нову трирічну серію експериментів RUN 3. Зокрема, фахівці ІЯД НАН України за власним дизайном і фізико-технічними принципами створили нову систему радіаційного моніторингу RMS-R3, призначену для контролю перебігу експерименту за умов надвисоких радіаційних навантажень у точці зіткнення іонних пучків ВАК. За рішенням Координаційної технічної ради Колаборації, система RMS-R3 має бути встановлена в ЦЕРН у 2021 р.

Успішній діяльності ІЯД НАН України в галузі фізики високих енергій сприяла фінансова підтримка гранту міжнародної асоційованої лабораторії IIA IDEATE (Франція-Україна, проєкт УНТЦ Р9903).

В.М. Пугач, В.М. Добішук, С.М. Колієв, І.О. Костюк, О.А. Кот, В.Є. Лукашенко, О.О. Охріменко

Математичне "відкриття" кругової хвилі

Технології вирощування риби в морських садках, протеїну в біореакторах, виробництва електричних батарей з рідким металом і навіть перемішування в



Послідовність фотографій (а), (б),..., (и) демонструє усталену біжучу (кругову) хвилю (проти годинникової стрілки) в баці квадратного перерізу для випадку резонансного гармонічного горизонтального збурення (Faltinsen, Rognebakke, Timokha. *Journal of Fluid Mechanics*, 2003, 487, 1-42)

лабораторних пробірках ґрунтуються на усереднених потоках рідини (азимутальному масопереносі), що виникають завдяки резонансній круговій хвилі, яка, як ілюструє послідовність фотографій на рисунку, є по суті біжучою хвилею уздовж стінок контейнеру.

Оскільки існує нескінченна кількість сценаріїв зародження кругової хвилі, особливо за довільних тривимірних збурень бака, критерії її існування неможливо визначити із обмеженого числа натурних і чисельних експериментів. Це можна зробити лише шляхом побудови відповідної аналітичної теорії. Таку теорію створено вченими Інституту математики НАН України у співпраці із дослідниками Норвезького університету природничих наук і технологій.

Крайову задачу з вільною поверхнею було зведено до спеціального типу складних динамічних систем (нелінійних звичайних диференціальних рівнянь). Аналіз цих систем довів, що для довільного тривимірного резонансного руху контейнера існує його еквівалентний еліптичний орбітальний, для якого класи усталених хвиль співпадають із вихідними. З параметричними змінами величини "осей еліпсу" і частоти збурень вивчено біфуркації усталених хвиль, їхню нестійкість та/чи мультистійкість і виникнення хаосу, детально досліджено умови зародження стійких кругових хвиль.

Кругова хвиля спричиняє усталений перенос частинок рідини за напрямом біжучої хвилі (феномен Прандтля, Ludwig Prandtl, 1875-1953, *ZAMM*, 1949, 29, No. 1/2, 8-9). Цей феномен забезпечує техно-

логії перемішування рідини у названих технологічних процесах. Парадоксальність феномену Прандтля полягає у тому, що його не можна кількісно пояснити ні в рамках Лагранжевої, ні в рамках Ейлерової концепцій гідромеханіки. Завдяки аналітичним наближенням кругової хвилі, представленим через розв'язки вказаних складних динамічних систем, виведено аналітично формулу, яка адекватно описує азимутальний масоперенос Прандтля через меридіональний переріз, зокрема для випадку класичних експериментів Хаттона (Hutton, 1964). Цей аналітичний результат є контрприкладом для базової гіпотези усереднених потоків: (усереднення за Лагранжем) = (усереднення за Ейлером) + (зсув Стокса), тобто $\langle L \rangle = \langle E \rangle + S$.

Подальші дослідження за цим науковим напрямом підтримано Національним фондом досліджень України (проект 2020.02/089).

Результати опубліковано у двох статтях найпрестижнішого журналу з теоретичної і прикладної гідромеханіки, а також частково підсумовано у монографії:

1. Faltinsen, O.M., Timokha, A.N. (2019). *Journal of Fluid Mechanics*, 865, 884-903.
2. Faltinsen, O.M., Lagodzinskiy, O., Timokha, A.N. (2020). *Journal of Fluid Mechanics*, 894, A10, 1-2.
3. Raynovskyy, I., Timokha, A. *Sloshing in Upright Circular Containers: Theory, Analytical Solutions, and Applications* (CRC Press/Taylor & Francis Group, 2021).

О.М. Тимоха

Новий український радіотелескоп РТ-32 – відновлення вітчизняних досліджень у сантиметровому діапазоні

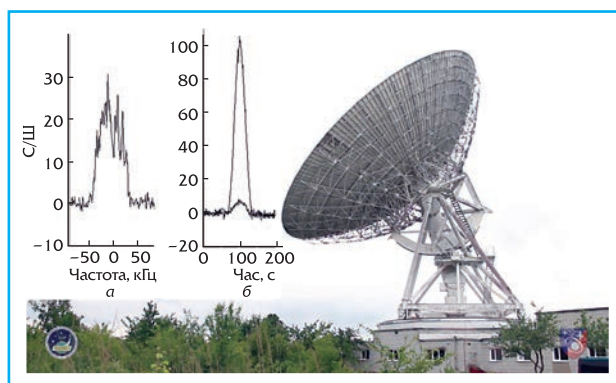
У листопаді 2020 року завершено основні роботи з уведення в дію радіотелескопа сантиметрового діапазону РТ-32 (м. Золочів Львівської області), оснащеного високочутливим приймальним обладнанням, яке забезпечує можливість одночасно проводити спостереження в діапазонах довжин хвиль δ і $1,35$ см.

Після втрати через анексію Криму радіотелескопа РТ-70 (м. Євпаторія АР Крим) в Україні стали неможливими радіоастрономічні та космічні дослідження у сантиметровому діапазоні. Для їх відновлення науковці НАН України та фахівці Національного центру управління та випробувань космічних засобів (НЦУВКЗ) запропонували переобладнати наземні станції космічного зв'язку, які на той час вже не використовувались Концерном радіомовлення, радіозв'язку та телебачення (КРРТ). За підтримки Уряду та тісної співпраці Державного космічного агентства України, НЦУВКЗ, КРРТ, а також сприяння НАН України зазначені наземні станції у 2017 р. було передано до складу НЦУВКЗ та на їх базі створено Центр космічних досліджень і зв'язку.

РТ-32 є унікальним науково-технічним досягненням України і має значний потенціал для розвитку, зокрема розроблення апаратури в діапазонах 3 та 18 см. Усі діапазони частот працюватимуть одночасно, і це буде унікальною властивістю РТ-32. Крім того, у кожному діапазоні канали прийому задубльовані, тому сумарна смуга прийому в будь-якому каналі сягає 2 ГГц. Висока роздільна здатність — від десятків кілогерц до часток герца — забезпечує ефективні дослідження як радіоастрономічних джерел, так і космічних апаратів, фіксуючи їхній “радіопортрет” та дуже малі доплерівські зсуви частот випромінювання або відбиття. Надзвичайна температурна стабільність обладнання дає змогу отримати високу чутливість під час тривалих спостережень.

Завдяки таким характеристикам коло наукових задач РТ-32 є дуже широким: дослідження мазерів, активних ядер галактик, місць зореутворення, Сонця, пульсарів, а також вивчення сонячного вітру та іоносфери шляхом дослідження мерехтіння космічних джерел радіовипромінювання. Багатодіапазонність та багатоканальність націлені, зокрема, на вивчення у широкому діапазоні швидких радіосплесків, післясвітіння гамма-сплесків та явищ так званої багатоканальної астрономії типу GW170817, коли були породжені одночасно гравітаційні та електромагнітні хвилі дуже широкого спектра. Важливим також є те, що частотно-часова шкала забезпечується так званими первинними стандартами частоти: наразі цезієвим, а в перспективі — водневим.

Тим самим апаратура дає всі можливості для входження РТ-32 до ряду міжнародних наукових мереж та консорціумів (наприклад, до радіоінтерферометричних мереж США та Європи — VLBI та EVN відпо-



32-метровий радіотелескоп РТ-32 (поблизу м. Золочів Львівської області) та результати спостережень мазерного випромінювання молекулярної хмари W3: а – лінія метанолу: високе співвідношення сигнал / шум досягнуто за частотною роздільною здатністю 0,977 кГц та часового накопичення 1 с; б – одночасне детектування ліній метанолу (6,668 ГГц) та гідроксилу (6,035 ГГц) в режимі сканування космічного джерела; часова роздільна здатність 1 с, накопичення по частоті 80 кГц

відно) та забезпечить участь нашої держави у міжнародних проєктах з досліджень та використання космічного простору. Це дасть новий поштовх розвитку фундаментальної науки в Україні.

В.В. Захаренко, О.М. Ульянов

Високоентропійні інтерметаліди з ефектом пам’яті форми

В Інституті металофізики ім. Г.В. Курдюмова НАН України було створено і досліджено принципово новий клас функціональних матеріалів — багатокомпонентні (високоентропійні) інтерметаліди з ефектом пам’яті форми (ЕПФ). Необхідність розроблення таких матеріалів викликана нестабільністю функціональних характеристик відомих сплавів з пам’яттю форми, які обмежені лише певними температурами використання. Наприклад, досі застосування найкращих промислових матеріалів типу нітінолу (TiNi) було можливим за температури не вище 400 К.

Науковці Інституту з’ясували закономірності керування механізмами фазових перетворень мартенситного типу $B2 \leftrightarrow B19'$ для системи $TiZrHfCoNiCu$ та отримали інтерметалід, який має удвічі більшу від нітінолу міцність і розширений температурний інтервал використання у межах 77—900 К.

Для інтерметалідів $(TiZrHf)_{50}(CoNiCu)_{50}$ установлено пониження симетрії їхньої структури порівняно з інтерметалідом TiNi за рахунок триклинних викривлень ґратки високотемпературної впорядкованої фази надструктурного типу B2 та наявності пікорівневих дисторсій кристалічної ґратки. Ці викривлення та дисторсії забезпечують аномально високе зміцнення запропонованого матеріалу, що істотно обмежує прояв дислокаційної непружності та не перешкоджає мартенситному перетворенню і, відповідно, не пригнічує ефект пам’яті форми.

Структурні особливості розроблених інтерметалідів на атомарному рівні забезпечують їх деформацію за мартенситним механізмом, не ускладнену дислокаційною пластичністю навіть за високих температур. Практична відсутність прояву дислокаційної

Порівняння властивостей нітінолу і розроблених інтерметалідів з ефектом пам’яті форми

Властивість	TiNi	Новітні високоентропійні інтерметаліди
Температурний інтервал, К	77—390	77—900
Модуль Юнга, ГПа	45	70—80
Межа плинності, МПа	70—600	1200—1500
Відновлювана деформація, %	8→1	стабільно 3
Виконувана робота, Дж/см ³	10—20	30

пластичності дає змогу уникнути функціональної втоми у разі багатоциклічного використання. Такі матеріали демонструють видатну комбінацію параметрів — стабільну пам'ять форми за оборотної деформації у 3% і майже вдвічі більшу, ніж у нітінолу, демпфувальну здатність.

Новітні високоентропійні інтерметаліди із пам'яттю форми можна використовувати у сучасних сенсорах, системах гасіння вібрацій і силових приводах в авіакосмічному й автомобільному комплексах, енергетиці (в системах захисту ядерних реакторів від перегріву), видобувній галузі, приладобудуванні та медицині. Наприклад, розроблені матеріали, придатні для вико-

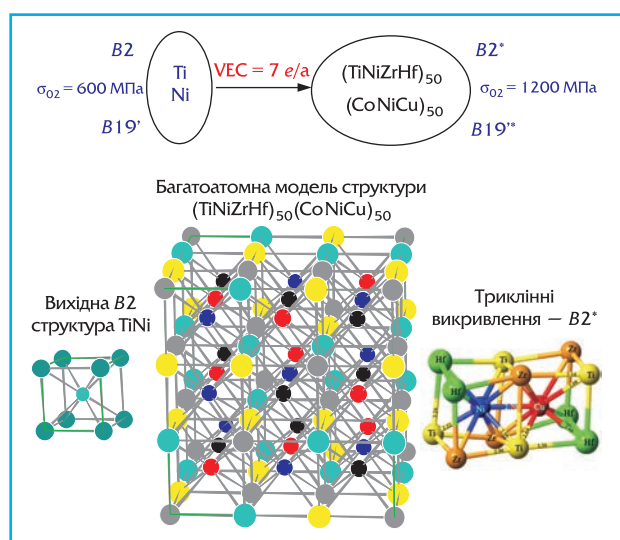
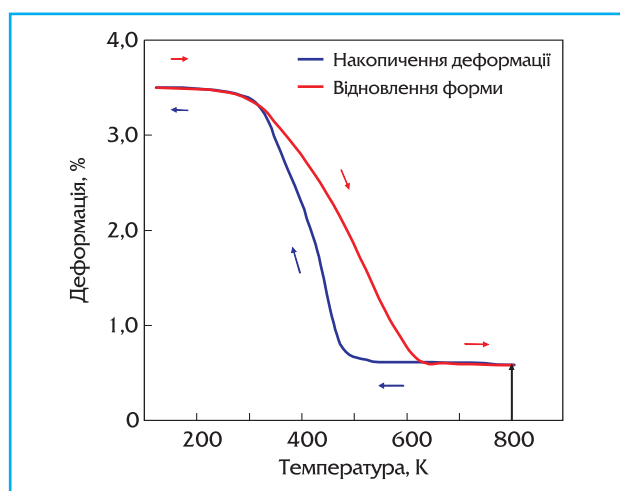


Схема використання багатоелементного підходу для створення високоентропійних інтерметалідів із поліатомною структурою пониженої симетрії, сптвореною пікорівневими дисторсіями, що забезпечує зростання межі пластичності від 600 МПа у TiNi до 1200 МПа у TiZrHfCoNiCu



Пам'ять форми у інтерметаліди $Ti_{16.67}Zr_{16.67}Hf_{16.67}Co_{10}Ni_{25}Cu_{15}$ за нагріву — охолодження під дією статичного напруження у 600 МПа

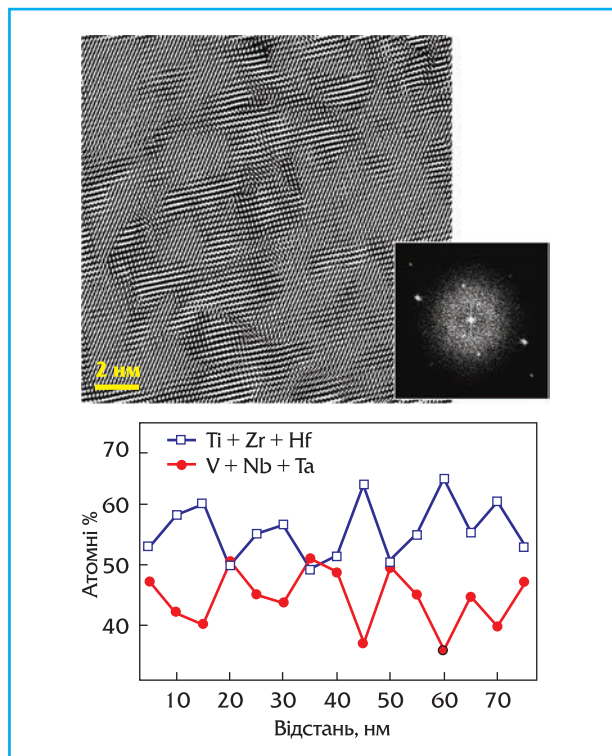
ристання в інтервалі температур 77–900 К, є перспективними для близько десятих позицій конструкції газотурбінних двигунів.

Г.С. Фірстов, Ю.М. Коваль, Т.О. Косорукова

Полікомпонентні (високоентропійні) тугоплавкі сполуки — новий перспективний науковий напрям

Науковці Інституту проблем матеріалознавства ім. І.М. Францевича НАН України вперше синтезували, систематично дослідили й охарактеризували понад 40 полікомпонентних (високоентропійних) карбідів, нітридів, боридів та оксидів. Визначено типи та параметри кристалічних ґраток, твердість, модуль пружності та деякі експлуатаційні характеристики (зносостійкість, коефіцієнти тертя тощо). Особливості кристалічної будови цих матеріалів зумовлено утворенням нових сполук на металевій підґратці, наприклад, у випадку високоентропійних карбідів типу $(ZrHfTiVNbTaMoW)C$ — специфічних полікомпонентних твердих розчинів. У такій полікомпонентній сполуці зберігається "проста" ґратка типу NaCl з параметром $a = 0,4489$ нм.

Завдяки виникненню особливої нанокластерної структури полікомпонентні тугоплавкі сполуки за певними



Типова нанокластерна структура надтвердого високоентропійного нітридного покриття, зумовлена атомнорозмірною невідповідністю і нанорівневою неоднорідністю у розподілі елементів

характеристиками переважають відповідні подвійні й потрійні. Наприклад, твердість полікомпонентного карбіду (TiZrHfVNbTa)C становить 43 ± 4 ГПа, що не характерно для жодного монокарбіду. Загалом для монокарбідів, які входять до складу високоентропійного карбіду, характерними є значення твердості 24–40 ГПа. Полікомпонентні нітриди демонструють унікально високі значення твердості (понад 60 ГПа). Полікомпонентні оксиди мають підвищену жаростійкість і знижений коефіцієнт тертя, а полікомпонентні бориди перспективні для розробки нового класу високотемпературних диборидів із підвищеними механічними та емісійними характеристиками.

Отримані результати фактично виводять на новий рівень науковий напрям “матеріалознавство тугоплавких сполук”, визнаним у світі фундатором якого був видатний український учений Г.В. Самсонов, та започатковують новий перспективний науковий напрям — “матеріалознавство полікомпонентних (високоентропійних) тугоплавких сполук”. Практично започатковано створення нового класу невідомих раніше матеріалів. Майже необмежена різноманітність варіювання складів, електронної будови, розмірної невідповідності атомів, ентропії й ентальпії відкривають надзвичайно широкий простір для наукового пошуку.

Завдяки незвичайним властивостям ці сполуки можуть знайти (і вже знаходять) якнайширше застосування, зокрема для розроблення нового покоління композиційних матеріалів, новітніх полікомпонентних 2D-матеріалів, а також як покриття із унікально високим рівнем характеристик.

С.О. Фірстов, В.Ф. Горбань, М.О. Крапівка, М.І. Даниленко, А.О. Андреев

Неорганічні наноматеріали з керованою редокс-активністю

Активні форми кисню (АФК) відіграють ключову роль у функціонуванні живого організму, керуючи багатьма процесами на рівні клітин. Однак неконтрольоване збільшення їх концентрацій призводить до розвитку окиснювального стресу, що є причиною розвитку різних патологій, зокрема серцево-судинних і ракових захворювань. Однією з сучасних стратегій, що допомагає контролювати рівень активного кисню в живих клітинах і запобігати розвитку пов’язаних із ними патологій, є застосування редокс-активних наноматеріалів, тобто наноматеріалів, здатних знищувати або генерувати АФК.

У НТК “Інститут монокристалів” (Інститут сцинтиляційних матеріалів НАН України) розроблено люмінесцентні наноматеріали на основі наночастинок ортованадата гадоліній-ітрію $GdYVO_4 : Eu^{3+}$, редокс-властивості яких можна змінювати залежно від умов попередньої обробки наночастинок.

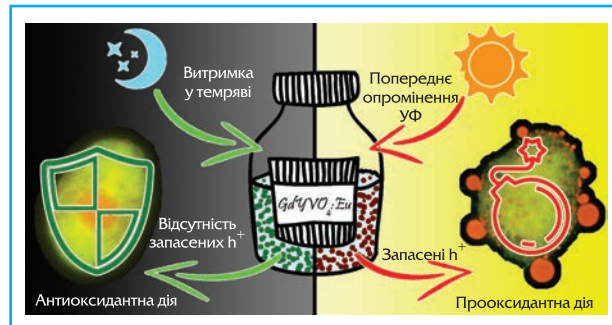


Схема про- або антиоксидантної дії наночастинок залежно від умов їх попередньої обробки

Установлено, що наночастинки, які зберігали у темряві, є антиоксидантами, тобто здатні знищувати АФК завдяки наявності в їхній структурі наночастинок іонів зі змінною валентністю, які можуть віддавати електрони під час взаємодії з АФК.

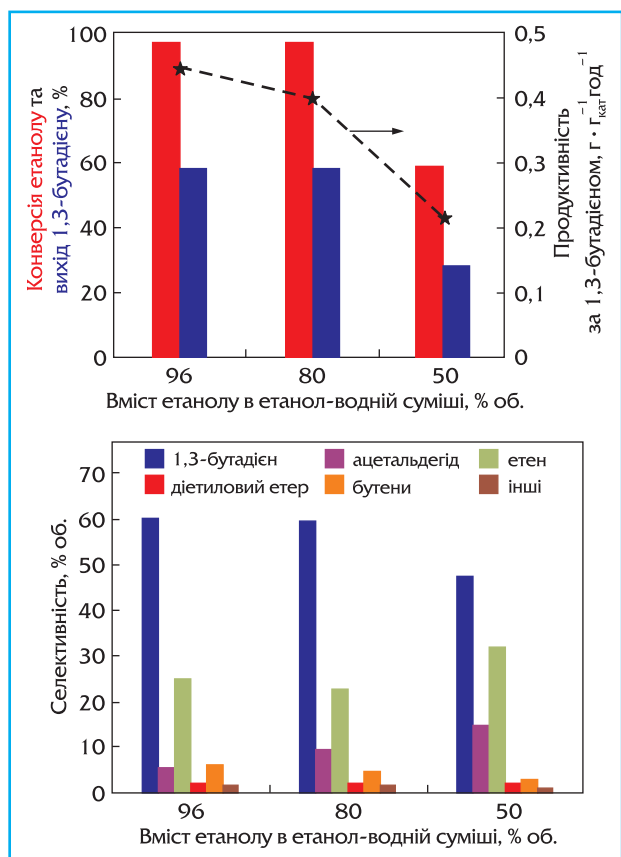
Водночас наночастинки, попередньо оброблені ультрафіолетовим (УФ) випромінюванням, демонструють прооксидантні властивості, тобто ефективно генерують АФК як без подальшого опромінення, так і за подальшого УФ або рентгенівського опромінення. Цей ефект пов’язаний із дефектною структурою наночастинок. Сформовані за попереднього УФ опромінення носії заряду (електрони і дірки) захоплюються на пастках (іони зі змінною валентністю, дефектні центри, обумовлені кисневими вакансіями) і поступово дифундують на поверхню наночастинок, що утворює ефект “темнової” генерації АФК навіть за відсутності подальшого безпосереднього опромінення наночастинок.

Наноматеріали з керованою про- або антиоксидантною дією є перспективними для застосування у біомедицинській сфері як новий клас лікарських засобів, що за рахунок ефекту “темнової” генерації АФК можуть докорінно змінити стратегію радіотерапії онкозахворювань.

Ю.В. Малуїкн, С.Л. Єфімова, П.О. Максимчук, В.К. Клочков

Високоєфективні каталізатори отримання 1,3-бутадієну з етанол-водних сумішей

В Інституті фізичної хімії ім. Л.В. Писаржевського НАН України розроблено високоєфективні оксидні Zn–Zr–Si каталізатори для процесу одержання 1,3-бутадієну, промислово важливого мономеру для виробництва гуми та ряду пластмас, із біоетанолу. Під час розроблення способу приготування таких каталізаторів реалізовано підходи структурно-функціонального дизайну, які полягають у використанні для синтезу складних ZnO/ZrO_2-SiO_2 композицій частинок оксиду цинку визначеної морфології і розміру та ме-



Показники процесу перетворення етанол-водних сумішей в 1,3-бутадієні в присутності каталізатора $ZnO(\text{нано})/ZrO_2-SiO_2$ за температури $400\text{ }^\circ\text{C}$, навантаження $1,3\text{ г гкат}^{-1}\text{ год}^{-1}$

тоту їх вологого змішування із ZrO_2-SiO_2 (на противагу традиційному підходу — просоченню розчином солей цинку). Завдяки цьому підвищено активність і селективність каталізаторів. Установлено вплив умов синтезу оксиду цинку на морфологію, кислотно-основні характеристики і каталітичні властивості одержаних каталізаторів у процесі перетворення етанол-водних сумішей в 1,3-бутадієн.

Показано, що вищі показники активності та селективності $ZnO(\text{нано})/ZrO_2-SiO_2$ каталізаторів зумовлені кислотно-основними характеристиками поверхні оксиду цинку у складі зазначених композицій, зокрема переважанням вмісту кислотних центрів над основними. У присутності каталітичних систем з домінуванням кислотних центрів на поверхні ZnO досягаються вищі конверсія етанолу та селективність за 1,3-бутадієном. Виявлено, що $ZnO(\text{нано})/ZrO_2-SiO_2$ каталізатор, приготований методом вологого замішування ZrO_2-SiO_2 з наночастинками оксиду цинку, забезпечує вищу стійкість до пригнічення цільового процесу молекулами води за переходу від етанол-ректифікату до етанол-водних сумішей, які можна отримати шляхом швидкої мембранної фільтрації ферментативних розчинів.

Розроблені на основі оксидних $Zn-Zr-Si$ систем каталізатори характеризуються простотою приготування, відсутністю в їхньому складі дорогі металів і можливістю використання етанол-водних сумішей як вихідної сировини для синтезу 1,3-бутадієну з високим виходом.

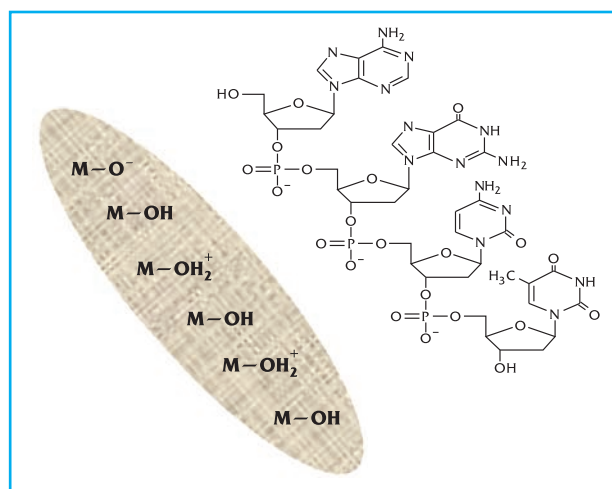
С.М. Орлик, С.О. Соловйов, П.І. Кириченко, О.В. Ларіна

Особливості взаємодії дезоксирибонуклеїнової кислоти з поверхнею оксидів металів

В Інституті хімії поверхні ім. О.О. Чуйка НАН України досліджено особливості взаємодії біомолекул із поверхнею нанорозмірних оксидів металів як перспективний напрям розробки нових гібридних біоорганіко-мінеральних матеріалів.

Дезоксирибонуклеїнова кислота (ДНК) останнім часом привертає увагу як центральна молекула для створення принципово нових матеріалів у нанобіотехнології. Одним із перспективних шляхів створення біосенсорів, засобів для аналітичного розділення та доставки генів є закріплення й інтеграція ДНК на поверхні твердих тіл. Завдяки низькій токсичності та високій біосумісності одними з найперспективніших матеріалів є нанорозмірні оксиди титану і церію, які все частіше застосовують у біомедицині. Установлено, що рушійною силою адсорбції ДНК на поверхні діоксидів титану і церію з водних розчинів є електростатична взаємодія між фосфат-іонами нуклеїнової кислоти та позитивно зарядженими протонуваними групами поверхні оксидів. Основна роль у процесі адсорбції належить фосфат-іонам, які є вільними для взаємодії, оскільки нуклеїнові основи у складі ДНК утворюють водневі зв'язки.

Форма кривих залежностей адсорбції ортофосфату від рН на поверхні обох оксидів співпадає з фор-



Адсорбційна взаємодія полінуклеотидного фрагмента ланцюга ДНК із поверхнею оксиду металу

мою адсорбційних кривих ДНК. На кривих залежності адсорбції від рН для ДНК відсутні будь-які максимуми, що спостерігаються за адсорбції нуклеотидів і відображають рН-залежність основності атомів азоту їх нуклеїнових основ. Підхід ДНК до поверхні оксидів за рахунок електростатичного притягання робить можливими й інші типи взаємодій, такі як утворення ковалентних і водневих зв'язків.

Імобілізація молекули ДНК на поверхні наноматеріалів за рахунок електростатичної взаємодії з поверхнею оксидів металів відіграє вирішальну роль у створенні біоелектронних пристроїв. Для діоксидів титану і церію існують реальні перспективи їх біомедичного застосування у лікуванні та діагностиці ряду соціально значимих захворювань. Дослідження взаємодії нанорозмірних діоксидів титану і церію з біополімерами на молекулярному рівні допомагає наблизитися до розуміння їхнього впливу на клітини організму. Такі знання необхідні для успішного застосування гібридних біонеорганічних наноматеріалів на основі оксидів металів у різних напрямках біомедицини і біотехнології.

Н.М. Власова, О.В. Маркітан

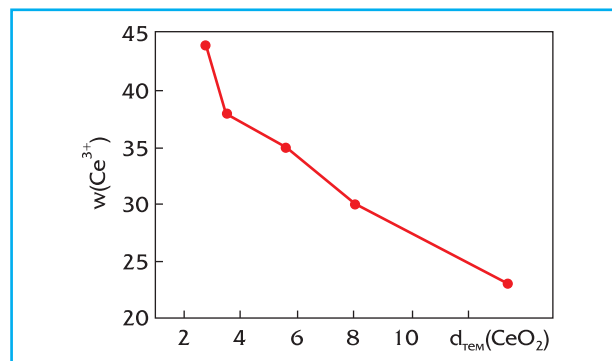
Наночастинки церій діоксиду для терапії нейродегенеративних захворювань

В Інституті загальної та неорганічної хімії ім. В.І. Вернадського НАН України розроблено оригінальні методи синтезу нанокристалічного церій діоксиду, які дають змогу отримувати малорозмірні неагломеровані частинки CeO_2 з контрольованими розмірами. У ході досліджень було показано можливість регулювати співвідношення іонів $\text{Ce}^{3+}/\text{Ce}^{4+}$ на поверхні частинок CeO_2 залежно від їхніх розмірів. Установлено, що синтезовані наночастинки CeO_2 утворюють високостійкі водні суспензії (значення дзета потенціалу більше +40 мВ) без додаткових засобів стабілізації, що є надзвичайно важливим для їх медико-біологічного використання.

У результаті досліджень, виконаних у співпраці з Інститутом експериментальної фізики Словацької академії наук (м. Кошице, Словаччина) з'ясовано, що



Вплив наночастинок CeO_2 на амілоїдну фібриляцію інсуліну



Залежність концентрації іонів Ce^{3+} на поверхні наночастинок CeO_2 від їхнього розміру

синтезовані наночастинки CeO_2 проявляють високу антиоксидантну активність. Біологічні дослідження на модельних амілоїдних фібрилах інсуліну засвідчили, що "чисті" нефункціоналізовані наночастинки CeO_2 активно руйнують сформовані амілоїдні фібрили інсуліну, а також є інгібіторами у разі утворення нових амілоїдних фібрил.

Також визначено, що наночастинки CeO_2 мають високу антиамілоїдну активність, що може бути перспективним для застосування в медичній практиці, зокрема у лікуванні захворювань, спричинених оксидативним стресом і формуванням амілоїдних фібрил (нейродегенеративні хвороби, запальні процеси тощо).

А.Г. Білоус, Ю.Ю. Шлапа, С.О. Солопан, І.П. Тімашков

Використання показників метаболічного профілю пухлинних клітин для оцінки ступеня їх злоякісності та чутливості до цитостатиків

Науковці Інституту експериментальної патології, онкології та радіобіології ім. Р.Є. Кавецького НАН України встановили, що порушення рівня експресії рецептора інсуліну та метаболізму глюкози у клітинах супроводжуються підвищенням експресії білків, задіяних у їх злоякісній трансформації і формуванні чутливості пухлинних клітин до дії ДНК-пошкоджувальних цитостатиків. Доведено, що фактори гіперінсулінемії й інсулінорезистентності значно впливають на метаболічний фенотип як пухлинних клітин, так і клітинних елементів їх мікрооточення.

За допомогою сучасних молекулярно-біологічних методів у системі *in vitro* показано, що безконтактне ко-культивування клітин раку молочної залози (PM3) людини з компонентами стромального мікрооточення в умовах гіперінсулінемії призводить до зниження чутливості фібробластів до інсуліну, а також посилення метаболізму глюкози пухлинними клітинами і підвищення їх проліферації.

Також встановлено, що сумісне культивування клітин раку молочної залози PM3 і фібробластів за висо-

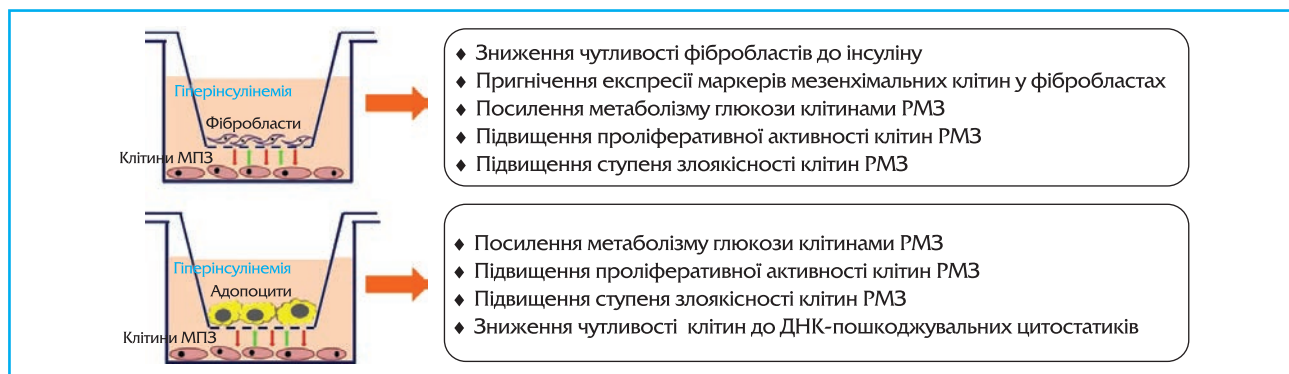


Схема безконтактного ко-культивування клітин РМЗ людини з клітинними елементами їх мікрооточення в умовах гіперінсулінемії

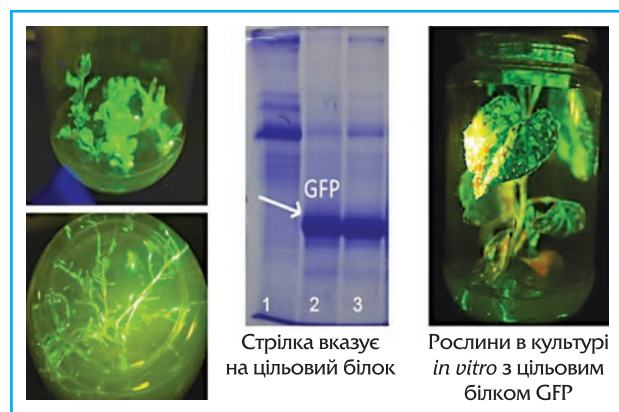
кої концентрації інсуліну призводить до пригнічення експресії маркерів мезенхімальних клітин у фібробластах і підвищення експресії цих молекул у клітинах РМЗ. Такі зміни свідчать про здатність злоякісно трансформованих клітин до модифікації фенотипу клітин сполучної тканини і підвищення їх ступеня злоякісності. Ко-культивування клітин РМЗ та адипоцитів в умовах гіперінсулінемії супроводжувалось зниженням чутливості пухлинних клітин до дії ДНК-пошкоджувальних протипухлинних препаратів.

Ці результати мають значний потенціал для подальшого практичного використання у клінічній практиці для вибору найефективніших терапевтичних схем і прогнозу перебігу онкологічного захворювання.

В.Ф. Чехун, О.О. Лихова

Отримання рекомбінантних білків із використанням культури рослин *in vitro*

Рекомбінантні білки, вироблені із застосуванням технологій рекомбінантної ДНК (генної інженерії), вже досить тривалий час використовують у лікуванні багатьох захворювань. Зокрема, ряд вакцин проти COVID-19 також розроблено на базі цієї технології. Нині всі такі комерціалізовані речовини виробляють у клітинах мікрорганізмів або ссавців.



Отримання рекомбінантних білків у культурі рослин *in vitro*

Учені Інституту клітинної біології та генетичної інженерії НАН України як альтернативну систему отримання рекомбінантних терапевтичних білків запропонували рослини. Рослинні системи, на відміну від традиційних, мають ряд переваг щодо продукції рекомбінантних терапевтичних білків: відсутність бактеріальних ендотоксинів і тваринних онкогенних послідовностей, простоту й економічність культивування рослинної сировини тощо. Розроблено оригінальні підходи до отримання рекомбінантних терапевтичних білків шляхом транзійтної експресії цільового гена в культурі тканин рослин *in vitro*. В умовах теплиці важко стандартизувати коливання вмісту поживних речовин у ґрунті, а на фізіологічний стан рослини-продуцента і кінцевий вихід рекомбінантного білка впливає чимало факторів, у тому числі шкідники й патогенні організми.

Запропонований метод значно легше адаптувати до стандартів фармацевтичного виробництва відповідно до міжнародних вимог належної виробничої практики (НВП, англ. *Good Manufacturing Practice (GMP)*).

Серед інших переваг варто вказати те, що: "інфікування" нових рослин не потребує спеціального обладнання і відбувається природним шляхом завдяки системному поширенню генетичної конструкції, створеної на основі геному рослинного вірусу; продукцію рекомбінантних білків в умовах *in vitro* простіше стандартизувати; рослини в умовах *in vitro* легко клонувати, що дає змогу отримувати велику кількість рослин-продуцентів; можна отримувати високий рівень рекомбінантного білка (до 47% від сумарних розчинних білків клітини, або 2 мг/г сирої ваги листя); ефективний період експресії гена та продукування рекомбінантного білка є тривалішим (до кількох місяців).

Ці переваги свідчать про високий потенціал транзійтної системи *in vitro* для масштабної продукції рекомбінантних, зокрема терапевтичних, білків у рослинах. Після оптимізації виробничих умов нова система може бути використана для отримання різних рекомбінантних фармацевтичних білків.

М.В. Кучук, Я.Р. Сіндаровська

Приклади розрахунку оцінки можливої втрати синтаксонів за підвищення середньорічних температур на +1, +2 та +3 °С по відношенню до зміни терморезиму

Синтаксон	T _m	max	min	T _{m+1}	T _{m+2}	T _{m+3}
Caricion curvulae	5,09	5,42	4,76	5,28	5,49	5,69
Juncion trifidi	5,84	6,46	5,22	6,06	6,3	6,54
Pinion mugo	7,01	7,51	6,5	7,28	7,55	7,84
Salicion albae	9,08	9,34	8,82	9,43	9,79	10,16
Alnetea glutinosae	8,61	9,24	7,99	8,94	9,28	9,64
Fagion sylvatica	8,89	9,35	8,43	9,23	9,58	9,95
Tulipo quercetori-Quercetum roboris	9,08	9,34	8,82	9,43	9,79	10,16
Dicrano-Pinetum	7,19	8,04	6,35	7,47	7,75	8,05
Elytrigio nodosae-Quercion pubescentis	10,24	10,7	9,78	10,63	11,04	11,46
Bracypodio-Pinion pallasianae	8,43	9,57	7,29	8,75	9,09	9,43
Stipion lelessingianae	9,38	9,59	9,16	9,73	10,11	10,49

Загрози: зелений — не існує, жовтий — можливі зміни; червоний — можлива втрата.

Оцінка впливу кліматичних змін на рослинний покрив

Біокліматологія вивчає багатогранні зв'язки та взаємозалежність клімату й біоти. Одним із перспективних напрямів дослідження їх є розробка синфітоіндикації, яка має на меті кількісну оцінку кліматичних факторів на основі характеристик рослинного покриву. Це забезпечує можливості застосування широкого арсеналу сучасних математичних методів обробки даних, допомагає формувати прогнози й сценарії майбутніх змін екосистем, оцінює ризики їхнього існування та можливі втрати.

Дослідження вчених Інституту ботаніки ім. М.Г. Холодного НАН України, які застосували зазначені підходи, вивели синфітоіндикаційні дослідження на якісно новий рівень. Завдяки цьому встановлено ступінь і характер кореляційних зв'язків між гідротермічними показниками біоклімату, едафічними факторами та рослинним покривом. Доведено, що опосередкований вплив клімату на біоту через зміну едафічних

властивостей ґрунту значно потужніший за прямий. Виявлені закономірності взаємозв'язків стали основою подальшої оцінки диференціації екосистем і виділення чотирьох еокліматогенних регіонів України (гірський карпатський, гумідний неморальний, аридний степовий і субсередземноморський південнокримський). Ці регіони різні за кількісними показниками обмежувальних факторів і характером взаємозалежностей між ними, тому вони потребують розроблення окремої оцінки ризиків, сценаріїв і заходів протидії негативним змінам екосистем.

Проведена апробація методики на основі вибірки рідкісних видів і рослинних угруповань дала змогу встановити ризики та межу їх втрати. Показано, що у разі підвищення середньорічної температури на 2,5 °С від сучасної втрачається стійкість більшості природних екосистем України, а зміни, які відбудуться, стануть незворотними і набудуть катастрофічних ознак.

Я.П. Дідух

НАУКОВІ ЗДОБУТКИ. СУСПІЛЬНІ І ГУМАНІТАРНІ НАУКИ

Вчені Секції суспільних і гуманітарних наук НАН України виконали великий обсяг досліджень з проблем економіки, суспільно-політичного та культурного розвитку українського суспільства.

Продовжено практику підготовки Секцією **Національних доповідей з найважливіших для держави і суспільства проблем**. Підсумком цієї роботи стала **Національна доповідь “Україна як цивілізаційний суб’єкт історії та сучасності”**, підготовлена колективом фахівців Секції під керівництвом акад. НАН України С.І. Пирожкова. Доповідь є спробою відповісти на питання, яким чином Україна може ствердити себе як повноцінного суб’єкта світової цивілізаційної системи в умовах гібридного світового порядку й геополітичної турбулентності. Комплексно досліджено історичні передумови, специфіку, проблеми й чинники набуття Україною цивілізаційної суб’єктності в сучасному світі; докладно проаналізовано уявлення громадян про ступінь самостійності держави в різних сферах внутрішньо- та зовнішньополітичної активності; показано ставлення міжнародних партнерів до суб’єктності України; визначено перспективи цивілізаційної суб’єктності України у XXI ст., шляхи її посилення в політичній, економічній, міжнародно-правовій і духовно-культурній сферах.

Цивілізаційну суб’єктність країни розглянуто як такий її стан, за якого вона є не об’єктом впливу “сильних світу цього”, а зусиллями своєї політичної, економічної, наукової, творчої еліти та громадянського суспільства спроможна конструювати власне цивілізаційне майбутнє, формулювати та реалізовувати національні інтереси. Доводиться констатувати, що Україна від набуття незалежності в силу внутрішніх і зовнішніх факторів не спромоглася набути належної суб’єктності у глобальному світі. Її суб’єктність була мінімізована внаслідок внутрішніх деструктивних процесів і постійного, аж до збройної агресії, тиску Російської Федерації. Унаслідок неефективного державного управління, посилення корупції та ролі олігархів у політичних і економічних процесах Україна потрапила під вплив потужніших гравців.

Як засвідчило репрезентативне для України моніторингове опитування Інституту соціології НАН України, більшість українців вважають свою державу недо-

статньо самостійною в діях і рішеннях, а регіональні ідеологічні та національно-культурні особливості можуть роз’єднувати людей в їхньому ставленні до держави. Зокрема, мешканці Заходу і Центру України, а також україномовні громадяни вище оцінюють суб’єктність держави, ніж мешканці Сходу, Півдня та російськомовні громадяни України. Натомість зменшенню розбіжностей можуть сприяти економічні фактори, особливо значущим серед яких є матеріальний рівень життя. Подолання бідності, покращення матеріального стану українських сімей надалі буде сприяти поступовому підвищенню оцінок державної суб’єктності.

Підкреслено, що посилення суб’єктності України значною мірою пов’язане з необхідністю ефективного використання наявних ресурсів — промислово-індустріального й наукового потенціалу; унікального географічного розташування, що створює сприятливі умови для розміщення виробництв, орієнтованих на ринки як ЄС, так і країн азійського регіону; сировинної бази; потенційних можливостей виходу на позиції одного з аграрних лідерів сучасного світу; потужного людського капіталу, резерву освіченої трудової сили, системи підготовки професійних кадрів.

У контексті реформування й транзиту економіки від сировинного до високотехнологічного укладу слід робити акцент на превалювання проривних галузей, покликаних стати “локомотивом” української економіки та підвищення конкурентоспроможності вітчизняної продукції на світових ринках. Такими кластерами економічного зростання української економіки можуть стати ІТ-технології, ІТ-бізнес, розбудова інфраструктури, будівельна галузь, туризм, розвиток “зеленої” енергетики, вирощування органічної продукції, інші високотехнологічні сфери.

Українським є впровадження демократичної моделі сучасної, конкурентоспроможної політичної системи на основі верховенства права, розвиненої правової культури, збалансованої представницької демократії, сильного самоврядування, ефективного державного менеджменту. Для утвердження себе самодостатнім цивілізаційним суб’єктом Україні належить досягти високого рівня національної консолідації, створити у суспільстві атмосферу взаємної довіри і солідарності, посилити активістську динаміку, утвердити нормативно-ціннісну систему, яка має відображати цінності, інтереси й ідеали всіх соціальних груп і стати результатом їх реальної взаємодії.

Одним із надважливих завдань українських реформ є подолання корупції, створення механізмів зменшення визначального впливу олігархів і фінансово-промислових груп на політику держави. Актуальними для нашого суспільства залишаються реформування правоохоронних органів і системи судочинства.

Потребує реалізації Стратегія національної безпеки України, насамперед таких її положень, як де-

окупація Криму й окремих районів Донецької і Луганської областей; зміцнення Збройних Сил України, інших сегментів сектору безпеки і оборони.

Надзвичайно важливим завданням зовнішньої політики України, що зумовлено її належністю до європейської культури та цивілізаційної спільноти, залишається подальша європейська та євроатлантична інтеграція, а в перспективі й досягнення повноправного членства у ЄС і НАТО. Саме реалізація цієї стратегічної мети суттєво зміцнить міжнародну правосуб'єктність України.

Не варто сподіватись, що цивілізаційна суб'єктність може сформуватися сама по собі. Вона повинна бути предметом постійної уваги органів державної влади і наукової спільноти. У розвитку суб'єктності України треба розраховувати передусім на власні сили, послідовно забезпечувати втілення свого цивілізаційного проекту.

Учені Інституту демографії та соціальних досліджень імені М.В. Птухи НАН України **здійснили дослідження довготривалої демографічної динаміки України**. Інформаційною базою досліджень слугували реконструйовані суцільні ряди демографічної динаміки. Повномасштабна реконструкція зроблена для періоду 1795–2013 рр., але найбільший масив деталізованих показників реконструйований від Всеросійського перепису 1897 р. Це уточнені дані у розрізі статі і місцевості проживання: вікові профілі населення, померлих, сальдо міграції, народжуваність за віком матері. Демографічні ряди увідповіднено з сучасними територіальними межами держави. Наявність таких демографічних рядів прирівняла Україну до провідних країн світу у цій царині.

Дослідження довготривалої демографічної динаміки України охоплюють значний історичний період і стосуються усіх складових демографічного процесу: народжуваність, смертність, міграція, певних соціальних характеристик населення (шлюбно-сімейний, ет-

нічний, мовний, освітній склад), які досліджують разом із демографічними характеристиками. Значну увагу приділено виявленню специфіки демографічних процесів під час трьох демографічних катастроф ХХ ст. (1914–1923, 1932–1934, 1937–1946). Оцінено втрати України через надсмертність і дефіцит народжень унаслідок цих катастроф. Детально досліджено вплив на демографічну динаміку голоду (1921–1923), Голодомору (1932–1933), Другої світової війни (1939–1945). Уперше вивчено демографічні аспекти депортації кримськотатарського народу з Криму у травні 1944 р.

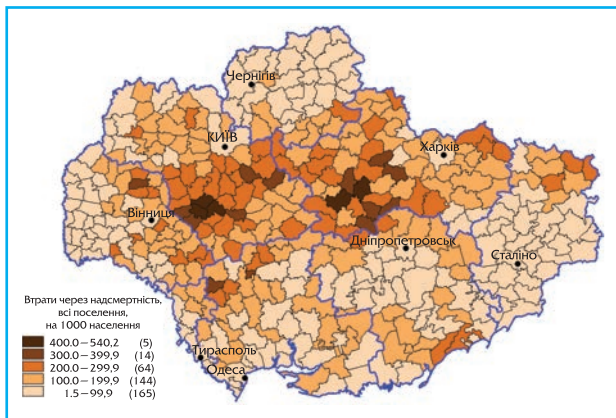
Особливе місце у дослідженнях довготривалої демографічної динаміки України посідає оцінка втрат населення унаслідок Голодомору в 1932–1933 рр. Уперше таку оцінку здійснено у порівняльному контексті за низкою характеристик та з'ясовано особливості структури втрат на національному, обласному й районному рівнях. Оцінка втрат через надсмертність дала змогу встановити, що Україна посідає перше місце за абсолютним показником втрат серед республік тогочасного СРСР. Загальні демографічні втрати України внаслідок голоду 1932–1934 рр. становлять 4,5 млн, у тому числі 3,9 млн через надсмертність і 0,6 млн народжень, що не відбулися.

Здійснено оцінку втрат через надсмертність від голоду в Україні у регіональному розрізі, проаналізовано ймовірні фактори, які могли вплинути на регіональний розподіл втрат населення: історико-політичних, географічних, економічних та деяких показників антирадянського опору й репресій проти селянства 1932 р. Уперше оцінено втрати через надсмертність у розрізі тогочасних адміністративно-територіальних районів.

Результати наукових досліджень значно поглибили й розширили знання з демографії Голодомору в Україні. Основні підсумки роботи також використано у демографічному модулі електронного інтерактивного Атласу *Mapa. Digital Atlas of Ukraine*, що розробляється Українським науковим інститутом Гарвардського університету: <https://gis.huri.harvard.edu/historical-atlas.html>.

О.М. Гладун, Н.М. Левчук, О.П. Рудницький

2020 рік пам'ятний виходом у світ **першого повного видання “Літопису”** українського козацького літописця кінця XVII — початку XVIII ст., автора першого систематичного викладу історії української козацької держави **Самійла Величка**, 350-річчя від народження якого відзначено відповідно до Постанови Верховної Ради України від 03.12.2019 № 325-IX “Про відзначення пам'ятних дат і ювілеїв у 2020 році”. До підготовки видання долучилися фахівці Інституту історії України НАН України і Національної бібліотеки України імені В.І. Вернадського. Літопис є унікальною пам'яткою козацької історичної думки та барокового пись-



Втрати через надсмертність унаслідок Голодомору в Україні в 1933 р. (у межах адміністративних районів станом на 01.04.1933)

менства першої половини XVIII ст. Оригінал "Літопису" нині зберігається в Національній бібліотеці Санкт-Петербурга і жодного разу не був всебічно досліджений і виданий повністю.

Протягом 2012–2019 рр. група науковців Інституту історії України НАН України під керівництвом чл.-кор. НАН України Г.В. Боряка, чл.-кор. НАН України Л.А. Дубровіної і директора Центру з вивчення історії України Інституту історії Санкт-Петербурзького державного університету д-ра іст. наук, проф. Т.Г. Таїрової-Яковлевої реалізували цей унікальний проект. Видання вміщує повний текст праці Самійла Величка, його біографію, аналіз оригіналу рукопису та його київської копії кінця XVIII ст., історію створення та зберігання рукопису тощо.

Видання "Літопису" побачило світ у київському видавництві "Кліо", директору якого Вірі Соловійовій разом з партнерами вдалося здолати чималі перепони та об'єднати науковців, видавців і українських меценатів задля реалізації цього проекту. 14 жовтня 2020 р., у День українського козацтва, в Національному заповіднику "Гетьманська столиця" (м. Батурин) відбулась презентація видання. Символічно, що це було саме в Батурині, де автор вісімнадцять років свого життя служив канцеляристом в уряді Гетьмана Івана Мазепи.

Завдяки цим зусиллям масштабна праця Самійла Величка стала можливою для повноцінного вивчення в Україні, що дасть змогу науковцям поглибити знання про козацький період історії України.

Оприлюднено **"Епістолярій Тараса Шевченка"**: ґрунтовне видання листів Тараса Шевченка і кореспонденцій до нього, здійснене текстологами-шевченкознавцями Інституту літератури ім. Т.Г. Шевченка НАН України (у 2 кн.). Воно побачило світ у харківському видавництві "Фоліо" в серії "Бібліотека української літератури".

Упорядкували видання С.А. Гальченко та Г.В. Карпінчук, автор передмови — М.Х. Коцюбинська, науковий редактор — О.В. Боронь. Двотомник містить ґрунтовні коментарі В.С. Бородіна, В.П. Мовчанюка, М.М. Павлюка, Т.М. Різниченко, В.Л. Смілянської, Н.П. Чамати, В.Є. Шубравського.

Листи Шевченка і його адресатів уперше розташовано у хронологічній послідовності в межах цілісного корпусу. Епістолярій охоплює 22 роки життя і творчості поета: від 15 листопада 1839 до березня 1861 р. (останні послання надійшли вже після його смерті). Вміщено 238 приватних листів адресанта, 15 офіційних листів і ділових паперів, 4 колективні листи з підписом поета, а також 242 кореспонденції до нього та 8 офіційних листів. Уперше після дев'яносторічної перерви подано за автографами 32 листи до Шевченка. Оригінали, які вважали втраченими, 2015 року по-



щастило виявити в архіві. У тексти внесені ряд виправлень і уточнень. У науковому коментарі враховано здобутки шевченкознавства останніх років.

Оприлюднено ґрунтовне науково-популярне видання історико-етнографічного характеру, здійснене науковцями Інституту народознавства НАН України: **"Етнографічні групи українців Карпат"** (у 3 кн., Харків: Фоліо, серія "Великий науковий проект").

Упорядкування та наукову редакцію видання здійснив акад. НАН України С.П. Павлюк, до редколегії увійшли Я. Тарас, М. Сополіга, У. Мовна, Р. Сілецький, Г. Врочинська, Т. Пацай, Л. Герус.

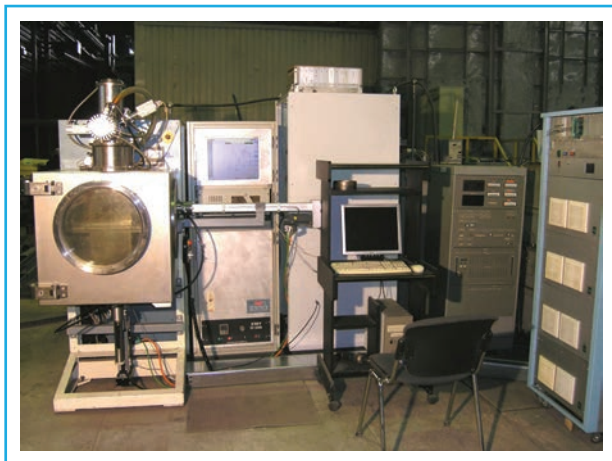
Монографічне дослідження всебічно висвітлює унікальний культурно-традиційний спадок етнографічних груп Українських Карпат — бойків, гуцулів і лемків. Вивчено усі аспекти життя: антропологічні особливості, громадський побут, традиційні знання, житло, транспорт, рільництво, промисли, звичаєві, правові й етичні нормативи, вірування, забобони, демонологія, звичаї, обряди тощо. Усі вони представляють складний і надзвичайно цінний для науки матеріал. Монографію структуровано в такий спосіб, щоб охопити усю сферу традиційної культури горян, виділивши вагомі аспекти набутих традицій із кожної етнографічної групи українців Східних Карпат, споконвіку заселених українцями. З'ясовано динаміку взаємопроникнення іноетнічних явищ за етнотрадиційними напрямками: їх інтенсивність у виробничо-господарській і духовно-світоглядній сферах.

Електронно-променеве обладнання для виробництва металевих деталей за адитивною електронно-променевою технологією 3D друку

На відміну від більшості традиційних технологій обробки адитивні технології у поєднанні з програмним забезпеченням для автоматичного проектування дають змогу виготовляти вироби заданої форми з унікальними властивостями, які неможливо отримати іншим способом, а також зменшують витрати матеріалу та час виробництва і виходу виробу на ринок.

У Інституті електрозварювання ім. Є.О. Патона НАН України вперше в Україні розроблено устаткування, призначене для пошарового виготовлення металевих виробів заданої форми і структури методом електронно-променевого 3D друку із застосуванням порошкових металевих матеріалів сферичної та довільної форми вітчизняного виробництва. Продуктивність обладнання 3D друку металевих виробів досягає 80 см³ за годину.

Устаткування складається з малогабаритної вакуумної камери, механізмів переміщення платформи по вертикалі, механізмів подачі і розподілу металевого порошку, а також електронно-променевої гармати з максимальною потужністю електронного пучка 60 кВт і високовольтного джерела живлення. Керування роботою обладнання і технологічним процесом 3D друку



Пілотна електронно-променева установа для 3D друку

ку повністю автоматизоване і здійснюється промисловим комп'ютером.

Обладнання оптимізовано з метою використання порошків сплавів на основі титану VT1-0, VT-6, VT-20 та ін., сплавів кобальт-хром ASTM F75, жароміцних сплавів з нікелю інконель 718, а також порошків мідних і алюмінієвих сплавів. Виробляють ці порошки підприємства України, що суттєво зменшує собівартість виробів, виготовлених методом 3D друку, і забезпечує конкурентоздатність розробленого електронно-променевого обладнання та вітчизняних адитивних технологій на світовому ринку.

Створене обладнання орієнтовано на впровадження на підприємствах турбінобудування і авіакосмічної промисловості України: ДП НПКГ "Зоря Машпроект" (м. Миколаїв), ЛРЗ "Мотор" (м. Луцьк), АТ "Мотор Січ" (м. Запоріжжя) та ДП "КБ "Південне" ім. М.К. Янгеля" (м. Дніпро).

В.М. Нестеренков, В.А. Матвійчук

Метод субпіксельного підвищення просторової розрізненості супутникових зображень

Супутникові методи завдяки надзвичайно високій інформативності й оперативності є важливим компонентом сучасного інструментарію дистанційного вивчення природних і антропогенних процесів. Одним із обмежувальних чинників подальшого впровадження супутникових дистанційних методів є просторова розрізненість супутникових зображень. На жаль, існує низка фізичних причин, які цю просторову розрізненість обмежують. Це, насамперед, технологічні складності виготовлення багатовісних мікроелектронних приймачів оптичного випромінювання і максимально допустимий розмір вхідного ока оптичної системи.

Державною установою "Науковий центр аерокосмічних досліджень Землі Інституту геологічних наук НАН України" (далі — Центр) розроблено метод субпіксельного підвищення просторової розрізненості супутникових зображень, який базується на моделі акумулювання корисної інформації з послідовності зображень тієї ж самої сцени. Для підвищення саме просторової розрізненості потрібні субпіксельні зсуви між усіма вхідними зображеннями. Такі зсуви майже завжди присутні між супутниковими зображеннями внаслідок безлічі стохастичних чинників, залишається тільки точно оцінити їх.

Для досягнення максимальної величини надрозрізненості супутникового зображення за допомогою спільної субпіксельної обробки кількох (від двох до десяти) вхідних зображень низької розрізненості вченими Центру запропоновано і реалізовано інноваційне рішення (ноу-хау), суть якого полягає в оціню-



Потокова діаграма процесу оброблення субпиксельно зміщених супутникових зображень

ванні взаємних субпиксельних зміщень, статистичній регуляризації набору субпиксельно суміщених зображень, оцінці їхніх функцій передачі і шумів, відновленні й адаптивній фільтрації вихідних зображень субпиксельної розрізненості. Всі обчислення виконуються виключно у частотній області, що дає змогу суттєво скоротити обчислювальні витрати та забезпечити обробку величезних обсягів супутникових даних.

Метод реалізовано у вигляді спеціалізованого незалежного програмного модуля, розробленого з використанням сучасних комп'ютерних технологій і ефективних 64-бітових програмних бібліотек із відкритими програмними кодами. Окрім основного програмного модуля розроблено два допоміжні програмні інструменти: модуль спільної реєстрації супутникових знімків, призначений для автоматичного суміщення й обрізання набору вхідних супутникових зображень із використанням кореляції в частотній області, та спеціальний засіб оцінки фактичної просторової розрізненості цифрового зображення.

На даний час програмний модуль використовується в Пекінському інституті космічної механіки і електроніки для обробки знімків, одержаних китайськими супутниковими системами дистанційного зондування Землі серії *Gaofen*.

С.А. Станкевич, М.О. Попов, С.В. Шкляр, К.Ю. Суханов, А.А. Андреев, А.Р. Лисенко

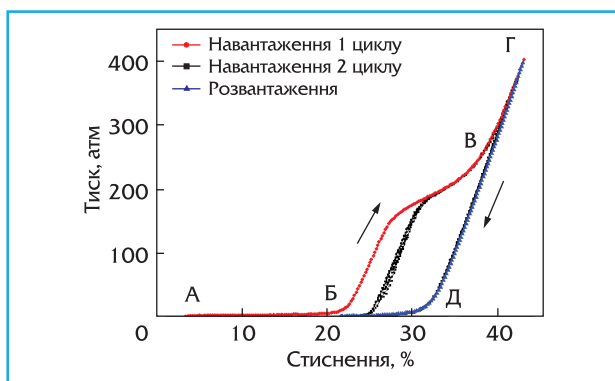
Пористі матеріали для створення амортизаторів нового покоління

В Інституті фізичної хімії ім. Л.В. Писаржевського НАН України розроблено ряд оригінальних гідрофобних пористих речовин на основі нанопористих силікагелів, здатних оборотно або необоротно поглинати

воду за високого тиску і придатних для використання як робочих тіл демпферних пристроїв нового покоління — “молекулярних пружин”. Ефект поглинання води за високого тиску виникає внаслідок того, що поверхня пористого матеріалу не змочується водою і заповнення нанорозмірних пор стає енергетично не вигідним процесом. Значення зовнішнього тиску, за якого відбувається заповнення пор, визначено оптимальним поєднанням ряду факторів: діаметра пор, природи алкільних груп на поверхні тощо. Пористі матеріали, в яких спостерігається оборотне багаторазове поглинання води у разі навантаження, можна використовувати як робочі тіла різних амортизаторів, а системи, в яких описаний ефект є необоротним, відкривають перспективи для створення нових засобів захисту від ударів великої потужності.

У результаті досліджень показано придатність ряду модифікованих силікагелів, а також пористих координаційних полімерів 3d-металів, для використання як робочих тіл амортизаторів. Гідрофобність одержаних кремнеземних матеріалів забезпечена присутністю на їхній поверхні алкільних груп, а пористих координаційних полімерів — розміщенням груп зі зв'язками C—H у порах. Установлено вплив розміру пор силікагелю, природи модифікатора, розміру частинок гідрофобної речовини на величину тиску, за якого поглинається вода, та характеристики оборотності такого процесу.

Ефективність досліджуваних матеріалів у процесах гасіння ударних навантажень оцінювали шляхом аналізу взаємозв'язку між об'ємом системи V і тиском P до 1000 атм. У разі стиснення системи лише на 13 % зовнішній тиск зростає до 260 атм (ділянка Б—В на рисунку), вода заповнює гідрофобні пори, а енергія



Робота амортизатора на основі зразка гідрофобізованого силікагелю. Стрілками показано зміни в системі за послідовного збільшення і зменшення тиску

навантаження розсіюється або перетворюється у внутрішню енергію системи.

Спільно з Державним підприємством "Каталіз і екологія" Інституту фізичної хімії ім. Л.В. Писаржевського НАН України розроблено регламент і виготовлено дослідну партію гідрофобізованого комплексом різних алкільних груп силікагелю, який може бути застосований для створення амортизаторів нового покоління для гасіння ударних навантажень великої потужності, робота яких базується на значному (до 25 %) зменшенні об'єму системи за рахунок поглинання рідини пористим матеріалом у разі збільшення тиску.

С.В. Колотілов, О.В. Швець

Конструкції броньованих блоків захисного скління для кабін літаків

Науковці Інституту проблем міцності імені Г.С. Писаренка НАН України досягли успіхів у створенні інноваційних технологій і конструкцій броньованих елементів конструкційної оптики з метою захисту вікон кабін екіпажу літальних апаратів від раптового балістичного ураження із застосуванням стрілецької зброї. Проблема є актуальною для підвищення їхньої безпеки в екстремальних умовах експлуатації в зоні ведення спеціальних операцій органами внутрішнього правопорядку та в обставинах, характерних для локальних військових конфліктів.

Спільно з заводом авіаційного скла ТОВ "Спецтехскло А", ДП "Антонов", КП СПБ "Арсенал" та іншими підприємствами відпрацьовано перспективні конструкції броньованих блоків захисного скління для кабін літаків і технології виробництва їхніх силових і функціональних структурних елементів з міцного скла, модифікованого за рекомендованими Інститутом вимогами щодо характеристик його міцності.

З метою забезпечення заданої міцності, ударної стійкості та ресурсу блоків авіаційної "прозорої броні" за статичного навантаження й ударних впливах,



Броньований блок для балістичного захисту після позитивних балістичних випробувань за класом СК 3 ДСТУ 4546:2006

передбачених державним стандартом і додатковими вимогами щодо рівня балістичної стійкості скління кабін пілотів літаків у випадку раптових уражень зі стрілецької зброї, розроблено і застосовано в умовах промислового виробництва комплекс методів виробничого контролю опору руйнуванню і пошкодженню елементів зі скла типу прозорих багатошарових композиційних і гібридних пластин.

За технічної підтримки ДП "Антонов" і заводу авіаційного скла ТОВ "Спецтехскло А" випробувано спеціальні зразки-свідки модифікованого міцного скла, надано рекомендації підприємству щодо вдосконалення конструкцій і технологій виробництва світлопрозорих елементів, використаних для виготовлення промислового лобового блока скління кабіни літака для льотних і спеціальних стендових випробувань.

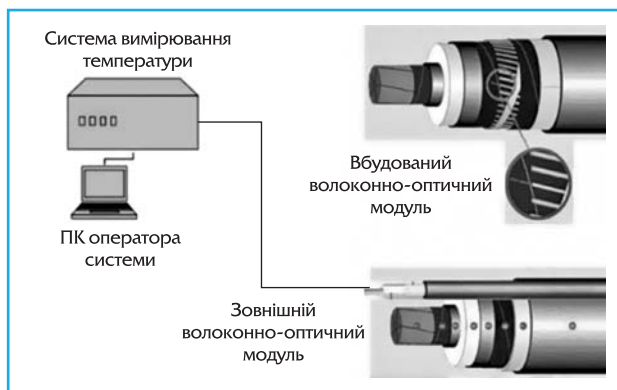
Результати розробки також перспективні для балістичного захисту кабін пілотів: для виробництва нових і модернізації наявних вертольотів на АТ "МОТОР СІЧ" та Конотопському авіаремонтному заводі "АВІАКОН".

2020 р. роботу, пов'язану з отриманням новітніх оптичних матеріалів і технологій прецизійного формування та нанесення високофункціональних покриттів оптичних поверхонь, виконано авторським колективом за участю фахівців КП СПБ "Арсенал" і зав. від. Інституту проблем міцності імені Г.С. Писаренка НАН України Ю.М. Родічева, відзначено Премією Кабінету Міністрів України за розроблення і впровадження у виробництво інноваційних технологій.

Ю.М. Родічев, О.Б. Сорока

Інтелектуальні технології для підвищення надійності електроживлення енергетичних комплексів

Сьогодні у світі існує проблема визначення надійності сучасних високовольтних і надвисоковольтних кабелів, яка залежить від інтенсивності електрофізичних процесів деградації їхньої ізоляції. Основними мето-



Структура системи діагностики технічного стану силових кабелів

дами діагностики таких процесів є аналіз локальних напруженостей електричного поля в ізоляції та моніторинг часткових розрядів, що виникають у ній.

Науковці Інституту електродинаміки НАН України виявили інваріантність максимальної напруженості електричного поля в полімерній ізоляції силових кабелів за збільшення розмірів уведених до неї мікророзривів подібних форм і просторових конфігурацій. Обґрунтовано, що за таких умов нові електрофізичні порогові процеси деградації ізоляції не виникають, а збільшуються напружені мікророзриви ізоляції, в яких з часом стохастично підвищується локальна температура і зменшується електрична й механічна міцність. У разі зміни форми, конфігурацій і зростання щільності мікророзривів, розміри яких менші від допустимих, у мікророзривах ізоляції можуть починатись нові порогові електрофізичні процеси її руйнації типу часткових розрядів.

Виявлені умови інваріантності та відмінності електротермічних і порогових процесів руйнації полімерної ізоляції використано для розроблення нових засобів діагностики технічного стану силових кабелів і електроенергетичних комплексів. Вони ґрунтуються на основі сучасних інтелектуальних волоконно-оптичних систем, які містять лазерний випромінювач та оптичний блок для їх підключення до зон діагностики. На поверхні волокон таких систем розміщують сенсори розподіленої температури, сигнали від яких надходять на модулі вимірювання і перетворення, а потім на комп'ютерні засоби обробки.

У ході діагностики силових кабелів вимірюють вплив температури на інтенсивність затухання сигналів, що дає змогу створювати автоматизовані системи захисту кабелів типу SCG (*Smart Cable Guard*), які забезпечують контроль зміни з часом рівня часткових розрядів уздовж кабелю та виявлення ушкоджень його поверхні. Тобто інтелектуальна система захисту кабелів типу SCG здатна не лише контролювати зміну рівня часткових розрядів, але й точно визначати

місце ушкодження і запобігати виникненню аварійних режимів.

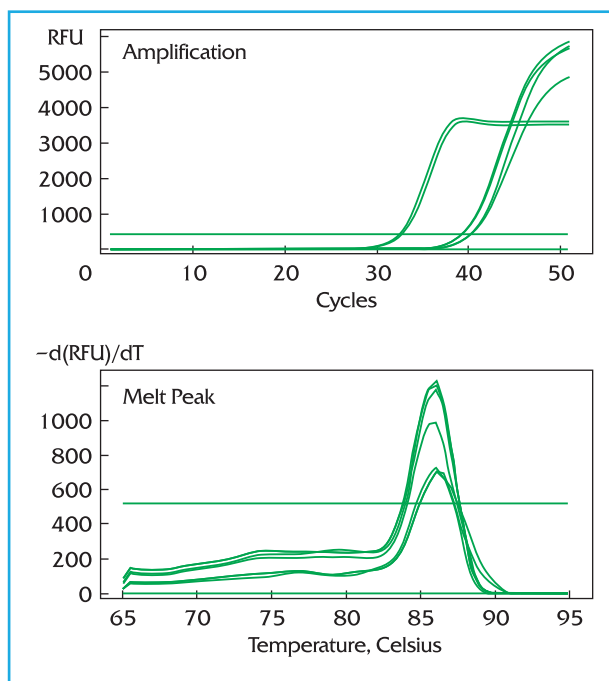
Порівняно з електронними волоконно-оптичними системами мають більшу пропускну здатність, надійність, довговічність і швидкість передачі великого обсягу інформації, незначне затухання сигналу на відстані в десятки кілометрів, нечутливість до радіозавад, радіації та сильних електромагнітних полів. Висока їхня стійкість до перегріву і впливу агресивних середовищ, а також малі розміри та вага суттєво спрощують їх використання.

Розроблені гнучкі волоконно-оптичні системи, що забезпечують передачу інформації зі швидкістю більше 10 Гбіт/с, у 2020 р. розпочав виготовляти завод "Південкабель" (м. Харків). Першу експортну поставку наукоємної продукції з високою доданою вартістю вже здійснено у Францію в грудні 2020 р.

А.А. Щерба, О.Д. Подольцев, І.М. Кучерява

Створення першої вітчизняної тест-системи для лабораторної діагностики коронавірусу SARS-CoV-2

Інститут молекулярної біології і генетики НАН України за дорученням РНБО України від 21.01.2020 № 173/14-04/2-20 було залучено до розроблення лабораторного варіанта вітчизняної ПЛР тест-системи для діагностики коронавірусу SARS-CoV-2, що викликає захворювання на COVID-19.



Приклад специфічної ампліфікації зразків (вгорі) і кривих плавлення продуктів ампліфікації (внизу). Детекція: V – SARS-CoV-2; R – бета актин (внутрішній контроль); контроль: +K – позитивний; -K – негативний

Вже за місяць учені запропонували набір для виявлення нового коронавірусу, розроблений на основі ампліфікації кДНК вірусу у пробі використанням інтеркаляційного флуоресцентного барвника *SYBR Green (EvaGreen)*. Зокрема, підібрано високоспецифічні праймери до *N*-білка *SARS-CoV-2*. Також було розроблено варіант набору з додатковими праймерами на ділянку РНК, що кодує вірусний *S* білок.

Використання інтеркаляційного флуоресцентного барвника типу *SYBR Green* дає можливість контролювати наявність специфічного продукту ампліфікації за кривими плавлення та є додатковим джерелом інформації, що підтверджує результати аналізу. За появи сумнівів щодо отриманих результатів можливо підтвердити результати шляхом секвенування ПЛР продукту.

Тест-система для діагностики коронавірусу *SARS-CoV-2* пройшла реєстрацію в Україні у березні 2020 р. та являє собою готовий до використання набір для кількісної полімеразної реакції (кПЛР). В наборі є ПЛР суміші з інтеркаляційним флуоресцентним барвником *SYBR Green*, високоспецифічні праймери до *N*-білка *SARS-CoV-2* та референсного гена бета актину, реагенти для позитивного, негативного і внутрішнього контролів. Розроблена тест-система здатна детектувати від 30 до 100 копій вірусу у пробі.

В.І. Кашуба, Н.С. Мельнічук, Г.В. Геращенко, Т.В. Марчишак, З.Ю. Ткачук, М.А. Тукало

Імуноферментна тест-система для моніторингу рівня протидифтерійних антитіл

Важливим елементом комплексу заходів, спрямованих на запобігання новій епідемії дифтерії в Україні, є моніторинг стану протидифтерійного імунітету у населення. Тому розроблена в Інституті біохімії ім. О.В. Палладіна НАН України методика імуноферментного аналізу (ІФА) із використанням рекомбінантного токсоїду *CRM197* (далі — *CRM 197*) для визначення антитоксичних протидифтерійних антитіл у сироватці крові людини має відіграти важливу роль у моніторингу стану гуморального протидифтерійного імунітету та оцінюванні ефективності профілактики дифтерії.

Цю методику для визначення рівня протидифтерійних антитоксичних антитіл людини відпрацьовано на сироватках крові людей, зокрема здорових добровольців із різним статусом, щодо протидифтерійної вакцинації, та вагітних жінок, щеплених протидифтерійною вакциною. Розроблена імуноферментна тест-система з використанням *CRM197* для визначення рівня протидифтерійних антитоксичних антитіл не має аналогів в Україні та є не менш ефективною та економічно доступною, ніж комерційна стандартизована тест-система на основі дифтерійного анатоксину *Diphtheria IgG ELISA* виробництва компанії



Прототип тест-системи із використанням рекомбінантного токсоїду CRM197 для визначення рівня протидифтерійних антитіл людини, розробленої в Інституті біохімії ім. О.В. Палладіна НАН України

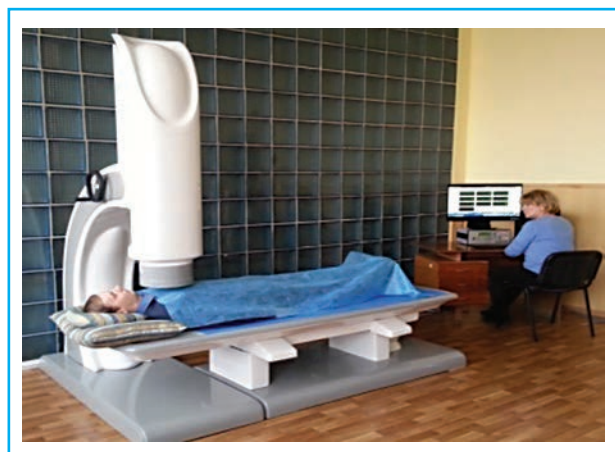
Demeditec Diagnostics GmbH (Німеччина). Розроблена тест-система ґрунтується не на реакції пасивної гемаглютинації, а на сучаснішому кількісному методі — імуноферментному аналізі. Крім того, в ній як антиген використано не дифтерійний анатоксин, а *CRM197*, який, зберігаючи антигенні характеристики дифтерійного токсину, дає змогу зробити процес виробництва безпечнішим, уникнувши необхідності культивування збудника дифтерії.

У співпраці з ТОВ "Хема" (Київ) одержано прототип імуноферментної тест-системи із використанням *CRM197* для визначення рівня протидифтерійних антитоксичних антитіл у сироватці крові людини і створено проекти технічних умов її виробництва й інструкції до застосування згідно з ДСТУ. Є всі підстави сподіватись, що нова тест-система успішно застосовуватиметься для масових скринінгових досліджень стану протидифтерійного імунітету, а також клінічних випробувань нових протидифтерійних вакцин.

С.В. Комісаренко, Д.В. Колибо, О.Ю. Галкін, С.І. Романюк, А.А. Сіромолот, О.І. Криніна, Я.С. Кулик

Технології та обладнання для діагностики захворювань серця

Науковці Інституту кібернетики імені В.М. Глушкова НАН України розробили та впровадили інтелектуальну інформаційно-діагностичну *SQUID*-сенсорну магнітометричну технологію та обладнання (магнітокардіограф) для ранньої діагностики найпоширеніших захворювань серця. Безконтактні вимірювання магнітного поля серця засновані на використанні надпровідного квантового інтерферометра (*SQUID* — *Superconducting QUantum Interference Device*) — надчутливого магнітометра, призначеного для реєстрації дуже слабких магнітних полів. Магнітокардіографічна (МКГ) технологія включає нові тривимірні алгоритми і програмні засоби для візуалізації електрофізіологічних про-



Магнітокардіографічний комплекс для діагностики ішемічної хвороби серця

цесів у серці людини і методи оцінювання розподілу векторів щільності струмів для діагностики і визначення ступеня ішемічної хвороби серця. Характеристики магнітокардіографа (чутливість і специфічність діагностичних критеріїв, надійність вимірювальної системи, її здатність працювати у неекранованому приміщенні) перевищують характеристики аналогічних приладів на світовому ринку.

Результати випробувань створеного обладнання у Національному військово-медичному клінічному центрі "Головний військовий клінічний госпіталь" і в академічному госпіталі університету Оксфорда (*John Radcliffe Hospital*) переконливо свідчать про високу ефективність розробленого методу МКГ-сканування для діагностики і визначення ступеня ішемічної хвороби серця. Висока чутливість (93,75 %) і специфічність (87,10 %) діагностування, яка досягається навіть у стані спокою пацієнта, дає змогу уникнути будь-яких ускладнень, пов'язаних із навантаженнями на організм під час тестування.

Розроблено і впроваджено також оригінальний портативний електрокардіографічний програмно-апаратний комплекс з програмним забезпеченням, що реалізує оригінальний метод шкалювання електрокардіограми і варіабельності ритму серця, здатний виявляти найменші патологічні зміни електрокардіографічного сигналу. Завдяки аналізу великих масивів електрокардіографічних даних (*ECG Big data*), отриманих в Україні та від фахівців відділу епідеміології Університету Оксфорда, було побудовано математичні моделі, на основі яких створено технологію визначення індивідуальних ризиків серцево-судинних подій.

Результати зазначених досліджень і розробок захищено патентами США та України. За рейтингом *Innolytics Group* (2020) два патенти щодо розробки магнітометричної технології увійшли до переліку 10 найцінніших винаходів авторів з України.



Портативний програмно-апаратний електрокардіографічний комплекс

2020 року науковцям Інституту кібернетики імені В.М. Глушкова НАН України М.А. Пріміну та І.А. Чайковському у складі авторського колективу за роботу "Розроблення і впровадження програмно-технічних засобів для діагностики хвороб серця і судин та контролю процесу реабілітації у клінічних та польових умовах" присуджено Премію Кабінету Міністрів України за розроблення і впровадження інноваційних технологій.

М.А. Прімін, І.А. Чайковський, І.В. Недайвода, Ю.Д. Мінов, П.Г. Сутковий

Система багатофункціональної магнітолазерної терапії

У зв'язку з бойовими діями на сході України особливої актуальності набули діагностика і лікування постраждалих із вогнепальними ранами м'яких тканин. Останнім часом для цього застосовують методики з використанням джерел низькоенергетичного лазерного випромінювання, що сприяють кращій візуалізації рани і тканин навколо неї, визначенню характеру поранення і меж ушкодження. Застосування низькоінтенсивного імпульсного інфрачервоного лазерного випромінювання і постійного магнітного поля в комплексі з фотосенсибілізаторами й антибіотиками у разі мінно-вибухових поранень істотно скорочує терміни очищення ран і появи грануляцій, зменшує згортання крові, прискорює епітелізацію ран, підвищує чутливість мікрофлори до антибіотиків, що вкрай актуально на етапах медичної евакуації в зонах локальних бойових конфліктів у сучасних умовах.

Фахівці Державної установи "Інститут геохімії навколишнього середовища НАН України" створили фотодинамічну багаточастотну поліхвильову лазерну апаратуру з програмно-керованим комп'ютерним керуванням лікувального процесу, призначену для



Система багатфункціональної магнітолазерної терапії для лікування бойових ран та трофічних порушень учасників АТО і ООС, а також їх реабілітації

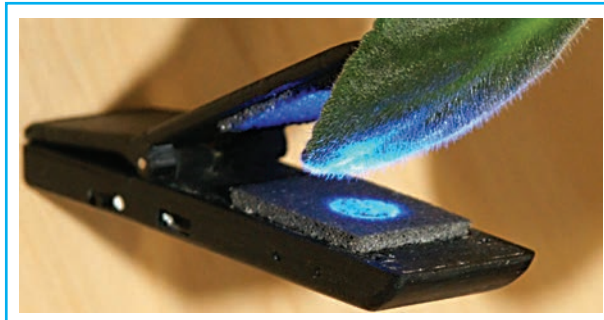
лікування бойових ран і трофічних порушень, для реабілітації пацієнтів, що зазнали бойових уражень. Апаратура обладнана 10 генераторами лазерного випромінювання, а також керованим сканером з трьома джерелами лазерного випромінювання, що за допомогою комплексу дає змогу одночасно лікувати сім пацієнтів із різними патологіями.

Практична цінність лазерної апаратури і ефективних методів лікування полягає в збільшенні виживання поранених і хворих із ураженнями судин, дефектами м'яких тканин, а також у зменшенні кількості ампутацій і числа осіб, що набули інвалідність, у прискоренні заживання ран і виразок. Застосування лазерних технологій дає змогу лікарям надавати пацієнтам широкий перелік мінімально інвазивних, фактично безболісних процедур у безпечних для здоров'я стерильних умовах.

Практична реалізація результатів досліджень здійснюється на базі Університетської клініки Київського національного університету імені Тараса Шевченка. Потенційними споживачами інноваційної продукції є військові шпиталі, лікувальні та реабілітаційні центри учасників бойових дій, а також інші лікувальні й оздоровчі заклади України.

Запровадження в клінічну практику апаратури лазерної обробки ран м'яких тканин, імунної стимуляції шляхом над- і внутрішньовенного опромінення крові і вилочкової залози надасть лікарям змогу ефективніше лікувати поранених і хворих із дефектами м'яких тканин у прифронтових шпиталях і на всіх етапах медичної евакуації.

Ю.Л. Забулонов, В.М. Буртняк, Л.А. Одукалець, О.М. Архипенко, В.О. Ніколенко



"Розумний" бездротовий сенсор для визначення стану рослини

Інформаційна технологія експрес-оцінювання стану рослин

Одним з основних завдань захисту зеленого покриву мегаполісу, лісопаркових масивів, садів, сільськогосподарських угідь є експресне оцінювання стану рослин на великих територіях в умовах дії стресових факторів. Це дає змогу своєчасно вжити необхідних заходів для збереження зелених насаджень.

Науковці Інституту кібернетики імені В.М. Глушкова НАН України, створили інформаційну технологію, яка дозволяє отримувати у реальному часі дані про наслідки впливу стресових факторів на стан рослин зеленого покриву мегаполісів, сільськогосподарських угідь, заповідників і лісопаркових масивів. "Розумні" бездротові сенсори, об'єднані у "розумні" сенсорні мережі, визначають інтенсивність флуоресценції та її зміни для кожної рослини, за допомогою чого можна одночасно на великих територіях оцінити стан рослин, які потерпають від дії стресових факторів природного чи техногенного характеру. Створена технологія на основі даних про стан рослин у реальному часі дає змогу напрацювати відповідне управлінське рішення для компенсації дії визначеного фактора.

Компоненти мережі, що випускаються серійно, впроваджено у Тайвані для використання у теплицях з вертикальним вирощуванням овочів і фруктів, а також в Інституті енергетичних культур та цукрових буряків НААН України для оцінки дії стресових факторів на стан цукрових буряків.

Розробка захищена патентом України на корисну модель "Пристрій визначення стану нативного хлорофілу" (№ 141975, О.В. Вороненко, І.Б. Галелюка, В.О. Романов).

В.О. Романов

Отримання біологічно активних речовин з насіння методом екстракції скрапленням газом

За сучасних тенденцій підвищення стандартів якості життя зростають вимоги і до якості харчової й косметичної продукції з максимальним збереженням її цін-

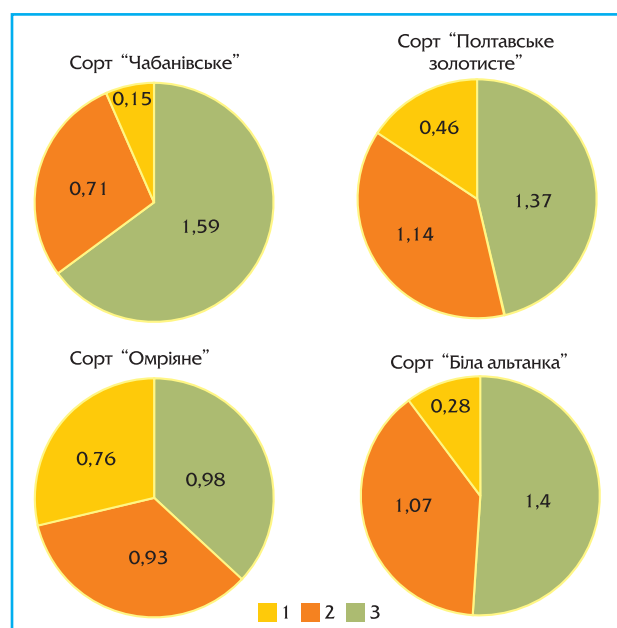
них компонентів. Одним із найефективніших способів отримання такої продукції є екстракція ліпофільних біологічно активних сполук і рослинної олії скрапленням ізобутаном, оскільки він не токсичний і хімічно інертний, а його використання потребує порівняно незначних енергетичних витрат.

Державною установою "Інститут еволюційної екології НАН України" разом із компанією "Нейтів Оіл" (Одеса) розроблено узагальнену схему технологічного процесу прободіготовки сировини залежно від кількісних і якісних показників насіння рослин, режимів і послідовності екстракції, фільтрації та дегазації, яка є базовою для екстракції рослинної олії скрапленням газом у промислових масштабах.

За результатами аналізу отриманої в такий спосіб рослинної олії амаранту і проса визначено, що за основними показниками її якість відповідає чинним стандартам. З'ясовано, що вміст каротиноїдів у продуктах екстракції зерна скрапленням газом позитивно впливає на якісні характеристики кінцевого продукту, зокрема на показники кислотного та пероксидного чисел.

Найбільший вміст каротиноїдів виявлено в олії з насіння сортів проса "Біла альтанка" і "Омріяне", міліацин у найбільшій кількості є у складі рослинної олії сортів "Омріяне" (1,3 %) і "Полтавське золотисте" (1,6 %), а вміст сквалену — в олії з насіння амаранту сорту "Лера" (6,8 %).

За результатами аналізу кількості отриманої олії з насіння проса та амаранту, показників вмісту хлорофілів і каротиноїдів, кислотного і пероксидного чи-



Оптимізація технології екстракції олії скрапленням газом: вихід рослинної олії з насіння проса за умов триразової екстракції (абсолютні значення загальної кількості олії від сухої маси рослинної сировини, %)



Рослинні олії компанії "Нейтів Оіл" (Україна), отримані за технологією екстракції скрапленням газом, розробленою спільно зі співробітниками ДУ "Інститут еволюційної екології НАН України"

сел, вмісту сквалена і міліацина визначено найкращі сорти та оптимізовано етапи отримання продукту. Олії цих рослин мають антиоксидантні й бактерицидні властивості, протипухлинний ефект, застосовуються для лікування опіків, хвороб шкіри, шлунково-кишкових захворювань тощо.

Розроблені рекомендації випробовувано в умовах малотоннажного виробництва на виробничій лінії компанії "Нейтів Оіл". За якісними біохімічними показниками ця продукція відповідає світовим стандартам і є конкурентоспроможною на європейському ринку.

Низька собівартість, відносна простота й безпечність технології робить її актуальною і перспективною. Через світові тенденції до розширення спектра сільськогосподарської продукції та наявні районовані в Україні високопродуктивні вітчизняні сорти сільськогосподарських культур і лікарських рослин процеси переробки рослинної сировини стають стратегічно важливими.

В.Г. Радченко, Р.К. Матяшук, С.Ю. Білоус, А.Ф. Ліханов, І.К. Тесленко, І.В. Ткаченко, І.В. Сергеева

Метод прискореної біоремедіації звалищ побутових органічних відходів з отриманням біопалива

Природний газ і кам'яне вугілля є одними із найвживаніших ресурсів у нашому повсякденному житті і господарстві. Але розвиток промисловості призводить до збільшення потреби у їх використанні та стрімкого вичерпання їхніх запасів. Одним з альтернативних джерел для виробництва теплової та електричної енергії є біометан, для одержання якого застосовують процеси збродження органічних сполук.

В Інституті мікробіології і вірусології ім. Д.К. Заболотного НАН України розроблено метод біологічної ремедіації побутових органічних відходів, що успішно пройшов випробування на органічних відходах полігону твердих побутових відходів (ТПВ) м. Кам'янець-Подільський (Хмельницька обл.). Про високу ефективність методу свідчить те, що час повної утилізації органічних відходів склав 30 діб, а виділення паливного газу (метан і водень) становило 200 м³/тону відходів. Використання цього методу та мікробіологічного



Висока ефективність деструкції твердих органічних відходів протягом 14 діб за рахунок їх подрібнення, масообміну та регуляції мікробного метаболізму: а – початковий об'єм відходів; б – відходи через 14 діб; зменшення маси у 27 разів та вихід енергоносіїв з 1 кг відходів: 27 л H_2 та 12 л CH_4

препарату в системі збору та утилізації звалищного газу дає змогу в 1,5 раза підвищити ефективність збору газу та вироблення електроенергії, а також зменшує термін окупності проекту на 1 рік.

У разі нерегульованого зброджування органічних відходів звалищ цей процес відбувається неефективно та з часом повністю пригнічується. Отже, метан не синтезується, а об'єми звалищ збільшуються. Підвищення ефективності процесу зброджування органічних відходів звалищ стало можливим за періодичної регуляції мікробного метаболізму та масообміну, а також завдяки подрібненню твердих органічних відходів.

На основі отриманих результатів розроблено технологічні рекомендації для підвищення ефективності деструкції органічних відходів на звалищах з отриманням метану, що в подальшому може бути трансформований у електроенергію. Застосування біотехнологій регульованого зброджування органічних відходів також є одним із шляхів майбутньої біоремедіації звалищ, який допоможе перетворювати екологічно небезпечні звалища на економічно перспективні гіперметантенки з корисним робочим об'ємом у декілька кубічних кілометрів.

О.Б. Таширєв, В.М. Говоруха, Г.В. Гладка, О.А. Гаврилюк



Комплект імітаторів запаху наркотичних засобів

Імітатори запаху наркотичних засобів

Вчені Інституту органічної хімії НАН України у співпраці з фахівцями Державного науково-дослідного інституту МВС України, а також Відділу організації кінологічної діяльності Національної поліції України розробили імітатори запаху наркотичних засобів: кокаїну, героїну, амфетамінів, канабісу, макової соломки й опію-сирцю. На потужностях ТОВ "НВП "УКРОРГСИНТЕЗ" виготовлена дослідна партія імітаторів запаху, ефективність якої підтверджено кінологічною службою Національної поліції України. Розроблені запахові замінники опію-сирцю та макової соломки не мають аналогів у світі і раніше були комерційно недоступні. За результатами роботи оформлено 6 патентів України на корисну модель. Спільно з Державним науково-дослідним інститутом МВС України, а також за участю компанії "IPO4YOU" на потужностях ТОВ "НВП "УКРОРГСИНТЕЗ" налагоджено процес виробництва продукції "Комплект імітаторів запаху наркотичних засобів".

Ця наукова розробка не лише забезпечує відповідні підрозділи Національної поліції України вітчизняними доступнішими імітаторами запаху наркотичних речовин, але й розширює асортимент цих імітаторів, що безумовно має позитивно позначитись на боротьбі з незаконним обігом наркотиків, зокрема тих, що відповідають актуальному асортименту "вуличних" наркотичних засобів.

Результати роботи опубліковано в журналі "Наука та інновації" (2020, Т. 16, № 5, С. 77–85).

Т.М. Соколенко, Л.В. Соколенко, Ю.Л. Ягупольський

НАН УКРАЇНИ В ПРОТИДІЇ COVID-19

У грудні 2019 р. в провінції Хубей та місті Ухань почалась епідемія нового типу коронавірусу. Разом із поширенням епідемії в інших районах Китаю хворобу почали виявляти і в інших країнах світу. І якщо в Китаї вдалося взяти ситуацію під контроль шляхом запровадження протиепідемічних заходів, то в інших країнах світу, зокрема в Україні, спостерігалось збільшення захворюваності COVID-19.

Національна академія наук України не залишилася осторонь цієї проблеми і активно включилася до її вирішення.

Так, Інститут молекулярної біології і генетики НАН України, отримавши завдання від РНБО України, вже в лютому 2020 р. розробив ПЛР тест-систему для діагностування COVID-19. І хоча врешті-решт державного замовлення від МОЗ України на виготовлення цих тест-систем так і не надійшло, вчені зазначеного Інституту за пропозиціями міністерства допрацювали набори тест-систем, доповнивши їх певними реагентами та іншими складовими.

У березні було створено робочу групу з проблем (наслідків) поширення коронавірусу SARS-CoV-2 в

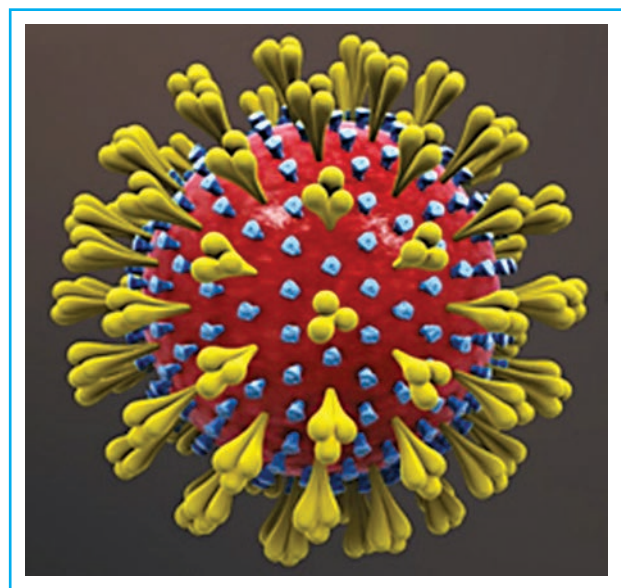
Україні, яку очолив академік НАН України С.В. Комісаренком, а згодом до неї долучили робочу групу з математичного моделювання проблем, пов'язаних з епідемією, викликаною цим коронавірусом в Україні. Свої прогнози ця робоча група щотижнево надсилає до відповідних органів державної влади та оприлюднювала на сайті НАН України.

Трохи згодом наукові установи НАН України розпочали роботу щодо створення вітчизняних вакцин проти коронавірусу SARS-CoV-2. Наприклад, ці роботи організовано в інститутах біології клітини та біохімії ім. О.В. Палладіна НАН України. Це складна та тривала робота, тому про конкретні результати говорити зарано, але певні успіхи в цьому напрямі вже є.

Важливу роботу з протидії поширенню COVID-19 ведуть вчені хімічних і фізичних установ НАН України. Із залученням учених Інституту мікробіології та вірусології ім. Д.К. Заболотного НАН України ПАТ "НВК ДІАПРОФ-МЕД" розроблено ряд тестів для виявлення в крові людини антитіл. Це так звані реакції імуноферментного аналізу (ІФА-тести). Такі аналізи не потребують спеціального обладнання, їх можна проводити в звичайних клінічних лабораторіях, які працюють майже при кожній лікарні та поліклініці. Крім того, вони дають змогу виконувати значно більший обсяг щоденних досліджень і виявляти тих, хто вже перехворів і, відповідно, не може бути діагностований за допомогою ПЛР тест-систем. Підприємство налагодило виробництво цих тест-систем, їх успішно використовують медичні лабораторії України.

Національний науковий центр "Харківський фізико-технічний інститут" та Державне підприємство "РАДМА" Інституту фізичної хімії ім. Л.В. Писаржевського НАН України на замовлення виробників здійснює радіаційну стерилізацію понад 500 найменувань медичної продукції, серед яких бинти, аплікаційні пов'язки, захисні маски, серветки, хірургічний шовний матеріал, фармацевтичні форми, пристрої для вливання інфузійних розчинів і переливання крові, шприци тощо. Цей метод промислової стерилізації є сучасним і безпечним для користувачів і довкілля. Така діяльність забезпечує оброблення понад 60 % усіх українських виробів, що потребують радіаційної стерилізації.

Вчені Інституту фізики плазми ННЦ "Харківський фізико-технічний інститут" розробили озонатори, які успішно пройшли широкі бактеріологічні дослідження щодо їх впливу на різні мікроорганізми і тестування в інфекційних лікарнях та вже впроваджені у виробництво, хоча і поки що малосерійне. Плазмові генератори озону застосовують для дезінфекції приміщень, карет швидкої допомоги, лікарень, громадського транспорту тощо.



ПЛОТНИЙ ПРОЄКТ ФІНАНСУВАННЯ НАУКОВИХ ДОСЛІДЖЕНЬ

2020 року в НАН України продовжувала діяти бюджетна програма 6541230 “Підтримка розвитку пріоритетних напрямів наукових досліджень”. У її рамках реалізується нова модель фінансування, яка полягає у широкому використанні результатів оцінювання ефективності діяльності наукових установ і конкурсних засад для визначення пріоритетних досліджень, важливих для науки і суспільства. Програму спрямовано на надання адресної підтримки науковим колективам, що проводять дослідження на світовому рівні, зокрема колективам молодих учених, спільним міжнародним дослідженням, а також на забезпечення цих досліджень новітнім обладнанням.

Визначено чотири напрями використання бюджетних коштів. За першим напрямом “Підтримка пріоритетних для держави наукових досліджень і науково-технічних (експериментальних) розробок” фінансова підтримка була надана науковим підрозділам, які одержали найвищу категорію за результатами оцінювання ефективності діяльності (категорію А). Загалом 407 наукових підрозділів установ НАН України отримали кошти на виконання 173 проєктів (146 проєктів у галузі фундаментальних, 27 — прикладних досліджень) на загальну суму 298,3 млн грн.

За другим напрямом “Проведення молодими вченими досліджень і розробок шляхом створення на конкурсній основі дослідницьких лабораторій (груп) молодих учених” за результатами конкурсу 2020 р. було створено 36 молодіжних колективів: 9 дослідницьких лабораторій та 27 дослідницьких груп. Виконання досліджень триватиме у 2020—2021 рр. За-

гальний річний бюджет молодіжних лабораторій / груп склав 21,2 млн грн. Результати виконаних молодими науковцями робіт оприлюднено у 219 наукових статтях, з яких 87 у закордонних фахових виданнях. Результати були також представлені широкому науковому загалу на 137 конференціях і семінарах.

За третім напрямом “Проведення на конкурсній основі спільних міжнародних наукових досліджень” фінансову підтримку отримали роботи, відібрані за результатами спільних конкурсів НАН України та НАН Білорусі (розпочато виконання робіт за 15 новими проєктами) і НАН України та Національного центру наукових досліджень Франції (CNRS) (3 проєкти). Загальний обсяг фінансування цих проєктів склав 4,0 млн грн. Відмітною рисою цих конкурсів є те, що відповідні запити проходять паралельну незалежну експертизу організаторів конкурсів, а переможців фінансують за принципом — кожна сторона фінансує свою частину робіт. Результати виконаних протягом року робіт представлено в 36 працях, опублікованих у фахових наукових виданнях, з яких у міжнародних — 17, подано 2 заявки на патенти. Наукові досягнення також були представлені на 38 конференціях, у тому числі на 16 зарубіжних.

За четвертим напрямом “Придбання новітнього та модернізація існуючого наукового обладнання” 35 наукових установ НАН України отримали цільові кошти в обсязі 33,739 млн грн на придбання наукового обладнання та комплектуючих до нього, необхідних для реалізації наукових проєктів, підтриманих за іншими напрямами бюджетної програми 6541230. З них 27,083 млн грн становили капітальні видатки, які було спрямовано на придбання й модернізацію наукового обладнання, і 5,656 млн грн становили поточні видатки, спрямовані на ремонт 12 одиниць наукового обладнання. За рахунок коштів згаданої бюджетної програми було придбано: лазерний поточний цитометр *DxFLEX*, автоматичну систему для визначення характеристик каталізаторів *AMI-300Lite*, пристрій для вібраційної поліровки *Buehler VibroMet 2*, оптичну систему *Photron FASTCAM NOVA S9*, систему мікрохвильового розкладання зразків тощо.

МІЖНАРОДНА СПІВПРАЦЯ В УМОВАХ СУЧАСНИХ ВИКЛИКІВ

Минулий рік став роком викликів і випробувань для вчених усього світу, досить складним відносно організації міжнародної кооперації, суттєво змінив звичний формат міжнародної співпраці внаслідок жорстких обмежень на пересування між країнами, що призвело до скасування запланованих візитів учених і багатьох публічних заходів. Попри такі об'єктивні обмеження Національна академія наук України впроваджувала нові форми співпраці з іноземними партнерами, зокрема із застосуванням сучасних засобів дистанційної роботи.

Важливою подією в процесі інтеграції до Європейського дослідницького простору стало приєднання до нещодавно організаційно оформленої **Європейської хмари відкритої науки (EOSC)**, в якій Україну представляє Інститут теоретичної фізики ім. М.М. Боголюбова. Участь у міжнародній організації цифрових платформ та інфраструктур забезпечує доступ українських структур, від суто наукових до бізнесових, до використання всіх відповідних інструментів і сервісів.

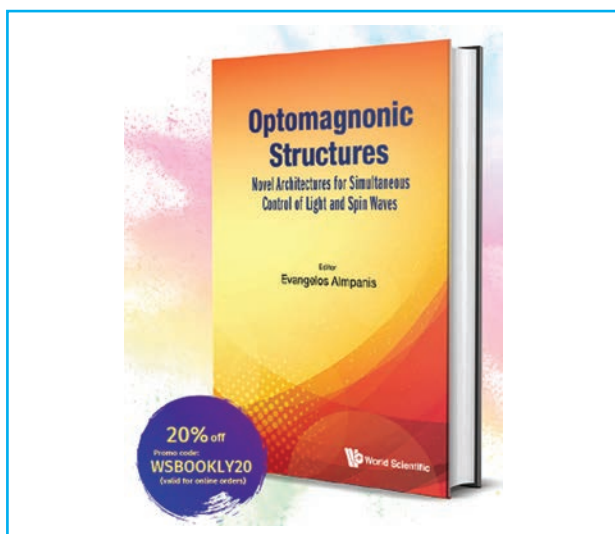
Вагоме значення мають розроблені за участі вчених НАН України стратегічні документи впливових міжнародних організацій. Так, на відкритому засіданні Ради Європейської організації з ядерних досліджень (ЦЕРН) за участі керівників академічної програми з фізики високих енергій було оприлюднено **оновлення Європейської стратегії в галузі фізики частинок**. Це результат понад дворічної підготовчої роботи під керівництвом Європейської стратегічної групи, що складається з представників держав-членів і асоційованих членів ЦЕРН, спостерігачів у Раді ЦЕРН і директорів великих національних лабораторій в Європі. Документ представляє наукове бачення спільноти фізиків елементарних частинок в Європі і охоплює дві високопріоритетні майбутні ініціативи: "Електронно-позитронна "фабрика Хіггса" та техніко-економічне обґрунтування для протон-протонного колайдера наступного покоління з енергією близько 100 TeV, що в сім разів перевищує досягнуту на Великому адронному колайдері.

Вдалим поєднанням традиційного формату міжнародних наукових заходів із застосуванням онлайн-трансляції на платформі *Zoom* та через *YouTube* канал стало проведення одного з наймасштабніших щоріч-

них наукових форумів — 8-ї Міжнародної науково-практичної конференції "Нанотехнології та наноматеріали" (НАНО—2020), організаторами якої були Інститут фізики НАН України спільно з Національним університетом "Львівська політехніка", університети Турину (Італія), П'єра і Марії Кюрі (Франція), Тарту (Естонія) і Представництво Польської академії наук у Києві за підтримки Консорціуму *EEN-Ukraine*. У режимі офлайн захід відвідало близько 100 українських науковців і провідних учених з 20 країн світу, а переглянуло цю подію понад 1500 користувачів. Родзинкою заходу став онлайн виступ лауреата Нобелівської премії в галузі хімії 1981 р., професора Корнельського університету (США) Роалда Гоффмана. У рамках конференції відбулась також Інформаційна сесія програм "Горизонт 2020" і *COSME*, а також захід "Virtual NANO — 2020" для інноваційної підтримки та міжнародної кооперації.

Вагомі результати отримано в ході реалізації проєктів за **програмою ЄС "Горизонт 2020" і комплементарної до неї програми Євратом. Консорціум EUROfusion**, що складався з 30 наукових організацій із країн-членів ЄС та асоційованих країн, і в якому Харківський фізико-технічний інститут як український учасник проєкту об'єднав потужності трьох установ НАН України та трьох провідних українських університетів, виконав низку досліджень за проєктом з термоядерних досліджень, підтриманим національними програмами учасників консорціуму. Це дало змогу участі в спільних теоретичних та експериментальних дослідженнях на потужних установках: токамаках, стелараторах і плазмових прискорювачах, а також фахової підготовки наступного покоління дослідників у цій надзвичайно важливій галузі. На основі результатів фундаментальних досліджень з фізики плазми одержано також низку важливих прикладних розробок: нові методи нанесення функціональних покриттів, модифікація матеріалів потоками плазми, екологічно чисті плазмові технології для промисловості, медицини, охорони довкілля тощо.

Завершилася реалізація проєкту "**MagIC — Magnonics, Interactions and Complexity: multifunctional aspects of spin wave dynamics**" програми ЄС "Горизонт 2020" за **схемою наукових обмінів MSCA-RISE**. У цьому проєкті науковці з Донецького фізико-технічного інституту ім. О.О. Галкіна, Інституту магнетизму НАН України та МОН України, Донецького національного університету ім. Василя Стуса, Харківського національного університету ім. В.Н. Каразіна, Київського політехнічного інституту ім. Ігоря Сікорського спільно з європейськими партнерами з університетів ім. Адама Міцкевича (Познань, Польща), м. Ексетер (Велика Британія), м. Сан-Себастьян (країна Басків, Іспанія) досліджували поширення спінових хвиль (коливань намагніченості) та електромагнітних



Монографія за результатом проекту MagIC



Підписання Меморандуму про співпрацю у сфері транскордонного співробітництва керівництвом Інституту економіко-правових досліджень імені В.К. Макутова НАН України, юридичного факультету ДВНЗ "Ужгородський національний університет" та CESCO в присутності Генерального консула Угорщини в м. Ужгород

хвиль у магнетних кристалах — штучно створених періодичних структурах, які складаються як мінімум з двох матеріалів із різними магнітними властивостями. Магнетні кристали є перспективними середовищами для нового покоління пристроїв, призначених для збереження та передачі інформації. За результатами досліджень у рамках проекту MagIC надруковано кілька десятків статей у провідних фахових журналах, а також розділ у колективній монографії.

Розширення проектів транскордонного співробітництва має важливе значення для вирішення питань регіонального розвитку України та відповідає основним принципам Європейської політики сусідства. До

реалізації таких проектів приєдналися науковці Інституту економіко-правових досліджень імені В.К. Макутова НАН України та його Центру перспективних досліджень і співробітництва з прав людини в сфері економіки. Вони увійшли до складу консорціуму за проектом "Розвиток транскордонного співробітництва для європеїзації українських кордонів" Вишеградського фонду, учасниками якого також є Центрально-європейська служба сприяння транскордонним ініціативам (CESCI, Угорщина), академічні установи країн-членів Вишеградської четвірки — Польщі, Словаччини, Чехії та Угорщини. На Міжнародному семінарі з питань законодавчо-правового забезпечення, поточного стану, викликів і перспектив розвитку транскордонного співробітництва між Україною та країнами-членами, в роботі якого взяли участь представники Польської академії наук, Асоціації європейських прикордонних регіонів і Словацької асоціації зовнішньої політики, Генерального директорату з питань сусідства та переговорів щодо розширення Європейської Комісії було зроблено акцент на актуальності транскордонного співробітництва в рамках нової політики Східного партнерства ЄС. Окреслено особливості європеїзації країн Вишеграду через транскордонну співпрацю упродовж останніх 15 років, а також необхідність визначення потреб у вдосконаленні відповідного національного законодавства, підвищення обізнаності та спроможності органів влади і органів місцевого самоврядування та інших українських суб'єктів транскордонного співробітництва.

Учені Інституту проблем ринку та економіко-екологічних досліджень НАН України набули найбільшого досвіду транскордонної співпраці завдяки участі в семи проектах за програмами *Interreg* для країн Дунайського регіону та країн басейну Чорного моря. Меморандум про співробітництво в сфері наукової, бізнес- і соціальної діяльності між цим Інститутом і Університетом м. Анкара (Туреччина), підписаний 21 лютого 2020 р. професором Університету Саліхом Каєм під час візиту до Інституту, має відіграти важливу роль у розширенні співпраці з установами та організаціями Туреччини. У програмі візиту проф. Саліха Кая була його відкрита лекція "Нові інвестиційні можливості реального сектору економіки для Туреччини та України", спілкування з представниками наукової та бізнес-спільноти, а також знайомство з об'єктами бізнес-інфраструктури Одеської області. Під час зустрічей були досягнуті домовленості про науковий обмін між українськими науковими установами і турецьким університетом, акредитацію українських закладів вищої освіти у Міністерстві освіти Туреччини, обговорені можливості залучення іноземних інвестицій у підприємства Одеської області, конкретні майбутні наукові проекти.

НАУКА І СУСПІЛЬСТВО

Належне інформування громадськості про досягнення, важливі результати наукової, науково-технічної й інноваційної діяльності вчених НАН України є одним із важливих напрямів діяльності Академії. Протягом останніх років Академія постійно здійснює пошук нових, досконаліших форм для підтримання і поглиблення зв'язків між науковою спільнотою та суспільством.

Науковці багатьох академічних установ є активними організаторами й учасниками просвітницьких заходів і акцій із залученням широкої громадськості. НАН України є організатором та співорганізатором багатьох виставок, де представляє результати своєї дослідницької діяльності. 2020 року докладено зусиль для максимально широкого висвітлення результатів діяльності Академії, а також важливих наукових подій і заходів, які відбуваються в Академії й становлять суспільний інтерес, через різні засоби масової інформації. Також чимало провідних учених Академії займають активну громадянську позицію, ведуть просвітницьку діяльність, здійснюють формування наукового світогляду, спростовують псевдонаукові теорії, висловлюючи свої думки в блогах на різних Інтернет-сторінках, публікуючи статті в ЗМІ, дописи в соціальних мережах тощо.

На жаль, минулого року пандемія коронавірусної хвороби внесла корективи у діяльність Академії з популяризації науки. Уведені в країні карантинні обме-

ження змусили відкласти або змінити формат проведення масових заходів.

Так, довелось відтермінувати на наступний рік наймасштабнішу подію року з популяризації науки в суспільстві — Всеукраїнський фестиваль науки, який традиційно проходить у травні. Через санітарно-епідемічні заходи в країні минулого року не відбувся і ще один грандіозний проєкт з популяризації науки, започаткований молодими вченими Національної академії наук України, — "Дні науки".

Водночас пандемія COVID-19 змусила шукати нові можливості та максимально використовувати онлайн комунікації.

Так, Тиждень мозку в Україні, який щорічно проходить і у багатьох куточках нашої планети для ознайомлення суспільства з дослідженнями у галузі нейронаук і вивчення будови та функціонування нашого мозку, відбувся онлайн. У рамках цієї всесвітньої науково-популярної кампанії щодня проходили онлайн заходи за участю науковців Академії.

Низку заходів провели установи Академії з нагоди Року математики в Україні, оголошеного Президентом України для привернення уваги всього суспільства до розвитку математичної грамотності.

Державний природознавчий музей НАН України (Львів) на час карантину запрошував усіх охочих оглянути виставки "Льодовикова епоха: Повернення мамута до Львова" та "Симфонія життя" у віртуальному турі. А Національний науково-природничий музей НАН України (Київ) пропонував онлайн екскурсії на своєму YouTube каналі.

В онлайн форматі продовжили роботу лекторії науковців НАН України. Серед найцікавіших — цикл онлайн лекцій у межах проєктів "Дійсна наука", "Наукові зустрічі / *Scientific meetings*", "Палладінський лекторій".

Однією з найяскравіших подій року стало відкриття Малою академією наук України першого інтерактивного простору "Музей науки" у павільйоні "Наука"



Лекція-екскурсія давнім Вишгородом у межах археологічного лекторію "Про що розповідає археологія", який діє при Археологічному музеї Інституту археології НАН України



Вулична виставка "Наказано не знати: українські археологи в лещатах тоталітаризму" у Києві (матеріали для виставки надали шість установ НАН України)



Інтегрований урок математики для учнів 2-В класу ЗОШ I–III ступенів № 10 міста Слов'янськ Донецької області з нагоди Року математики в Україні. Організатор – кандидат фізико-математичних наук Євгенія Євгенєва (Інститут прикладної математики і механіки НАН України)



"Фестиваль конструктивізму" на території Музейно-культурного комплексу "УФПІ. Харків" ННЦ "Харківський фізико-технічний інститут" НАН України



Музей науки Малої академії наук України

в "Експоцентрі України". У музеї понад 120 інтерактивних експонатів та інсталяцій, привезених із різних країн світу — там можна покататися на велосипеді з квадратними колесами, вирушити в космічну подорож, побачити двометрову голограму та 60-кілограмовий кристал, скласти з атомів воду та сіль у доповненій реальності, дізнатися, як побудований організм людини.

У році, що минув, науковці НАН України продовжували тісно співпрацювати з українськими медіа, зокрема телеканалами UA: Перший, Рада, Прямий, Інтер, 5 канал, ТРК Київ, Еспресо, Україна 24, АТР, інтернет-каналами "Громадське телебачення", Я-UA, UKRLIFE. TV, радіостанціями UA: Українське радіо (Перший канал Українського радіо, "Промінь", "Культура"), Гро-



Доктор біологічних наук Нана Войтенко (ліворуч) і доктор медичних наук Віктор Досенко (Інститут фізіології імені О.О. Богомольця НАН України) у програмі "Лікар знає" телеканалу "Київ"

мадське радіо, Радіо Свобода, Радіо НВ, Голос столиці. Тривало співробітництво з періодичними друкованими виданнями "День", "Голос України", "Урядовий кур'єр", "Україна молода", "Світ", "Демократична Україна", "Українське слово", "Український тиждень", "Країна", "Сьогодні", "Факти", "Газета 2000", "Експрес", науково-популярним журналом "Куншт" й електронними ресурсами "Дзеркало тижня", "Українська правда", "Лівий берег", "Апостроф", "Главред", "Рубрика", "Сьогодні", "Фокус", "The Village Україна", "Обозреватель", інформаційним агентством "УКРІНФОРМ" та іншими.

З метою підвищення рівня публічної активності НАН України, налагодження дієвих механізмів комунікацій наукової спільноти із суспільством, інформування широких кіл громадськості про роль Академії у вирішенні важливих загальнодержавних проблем, сприяння популяризації наукової діяльності в Україні на початку листопада 2020 р. Президія НАН України створила Комісію з питань комунікацій із суспільством і популяризації наукової діяльності. Її основними завданнями є посилення комунікативної активності Академії та її установ в інформаційному просторі; формування позитивного іміджу Академії; розширення використання наявних каналів донесення інформації до широкого загалу для висвітлення ролі науки в сучасному світі, діяльності, досягнень і проблем Академії; підготовка пропозицій щодо оновлення та осучаснення вебсайту Академії та вебсайтів її установ; налагодження системної співпраці Академії зі ЗМІ; сприяння запровадженню та розвитку різноманітних форм популяризації науки за участю науковців установ Академії.

Комісія вже активно розпочала свою роботу та підготувала пропозиції для посилення комунікативної активності Академії, формування її позитивного іміджу.

ВИЗНАННЯ ДОСЯГНЕНЬ УЧЕНИХ НАН УКРАЇНИ

Золотою медаллю ім. В.І. Вернадського НАН України нагороджено акад. НАН України Л.І. Анатичука та директора Інституту хімічної фізики твердих тіл товариства М. Планка (м. Дрезден) професора Ю.М. Гриня — за видатні досягнення в галузі термоелектричного матеріалознавства.

2020 року 17 співробітників установ, організацій і підприємств НАН України відзначено державними нагородами України. За значний особистий внесок у державне будівництво, соціально-економічний, науково-технічний, культурно-освітній розвиток Української держави, вагомий трудові досягнення, багаторічну сумлінну працю відзначено:

орденом князя Ярослава Мудрого II ступеня — першого віцепрезидента НАН України акад. НАН України А.Г. Наумовця;

орденом князя Ярослава Мудрого V ступеня — члена Президії НАН України чл.-кор. НАН України В.І. Цимбалюка;

орденом “За заслуги” I ступеня — головного наукового співробітника Фізико-технологічного інституту металів та сплавів НАН України чл.-кор. НАН України В.Л. Мазура;

орденом “За заслуги” III ступеня — директора Інституту фізики конденсованих систем НАН України акад. НАН України І.М. Мриглода, директора Інституту економіко-правових досліджень ім. В.К. Мамутова НАН України чл.-кор. НАН України В.А. Устименка.

За вагомий особистий внесок у розвиток вітчизняної науки, зміцнення науково-технічного потенціалу України, багаторічну сумлінну працю та високий професіоналізм відзначено:

орденом князя Ярослава Мудрого V ступеня — академіка-секретаря Відділення наук про Землю НАН України директора Інституту геохімії, мінералогії та рудоутворення імені М.П. Семененка НАН України акад. НАН України О.М. Пономаренка;

орденом “За заслуги” II ступеня — директора Міжнародного центру астрономічних та медико-екологічних досліджень НАН України В.К. Тарадія;

орденом княгині Ольги III ступеня — завідувача відділу Інституту історії України НАН України Я.В. Верменич.

За значний особистий внесок у державне будівництво, зміцнення національної безпеки, соціально-економічний, науково-технічний, культурно-освітній

розвиток Української держави, вагомий трудові досягнення, багаторічну сумлінну працю відзначено:

орденом князя Ярослава Мудрого V ступеня — академіка-секретаря Відділення фізико-технічних проблем енергетики НАН України директора Інституту електродинаміки НАН України акад. НАН України О.В. Кириленка, директора Інституту проблем реєстрації інформації НАН України акад. НАН України В.В. Петрова;

орденом “За заслуги” I ступеня — директора Інституту експериментальної патології, онкології і радіобіології імені Р.Є. Кавецького НАН України акад. НАН України В.Ф. Чехуна;

орденом “За заслуги” III ступеня — генерального директора Національної бібліотеки України імені В.І. Вернадського чл.-кор. НАН України Л.А. Дубровіну, директора Державної установи “Центр інноваційних медичних технологій НАН України” І.М. Тодурова, директора Інституту телекомунікацій і глобального інформаційного простору НАН України чл.-кор. НАН України О.М. Трофимчука.

За значний особистий внесок у державне будівництво, соціально-економічний, науково-технічний, культурно-освітній розвиток України, вагомий трудові здобутки та високий професіоналізм відзначено:

орденом князя Ярослава Мудрого III ступеня — народного депутата України I—IV скликань Верховної Ради України, радника Президії НАН України акад. НАН України І.Р. Юхновського.

За вагомий особистий внесок у розвиток лісового господарства України, відновлення та збереження державного лісового фонду, мужність і високий професіоналізм, виявлені під час ліквідації пожежі на території зони відчуження та зони (обов’язкового) відселення, багаторічну самовіддану працю відзначено:

орденом князя Ярослава Мудрого V ступеня — голов. наук. співроб. Інституту екології Карпат НАН України акад. Лісівничої АН України С.М. Стойка.

За значний особистий внесок у розвиток національної освіти, підготовку кваліфікованих фахівців, багаторічну плідну педагогічну діяльність та високий професіоналізм відзначено:

орденом “За заслуги” II ступеня — першого заступника Міністра освіти і науки України чл.-кор. НАН України М.О. Кизима.

Почесні звання “Заслужений діяч науки і техніки України” присвоєно п’яти вченим, “Заслужений винахідник” — одному, “Заслужений юрист” — одному, “Заслужений працівник культури” — одному, “Заслужений лікар України” — двом ученим.

Державну премію України в галузі науки і техніки за роботу “Структура та взаємодія атомних ядер в пружних, непружних і радіоактивних процесах” присуджено 6 працівникам НАН України; за роботу “Новітні методи математичного моделювання складних процесів та систем на основі високопродуктивних об-

числень” — 5; за роботу “Забезпечення функціональної безпеки критичних інформаційно-керуючих систем” — 2; за роботу “Глибинна будова літосфери та сейсмічна небезпека території України” — 7; “Створення роторів турбін великої потужності” — 2; за роботу “Наукові основи інноваційних технологій заміщення антрациту в тепловій енергетиці та їх впровадження” — 4; за роботу “Створення полімерних матеріалів та конструкцій з них під дією фізичних полів” — 3; за роботу “Високоселективні методи синтезу гетероциклічних сполук для розробки компонентів функціональних матеріалів та створення нових лікарських засобів” — 5.

Лауреатами премії Кабінету Міністрів України “За розроблення і впровадження інноваційних технологій” стали 7 працівників Академії, премії Президента України для молодих учених — 39 науковців, премії Верховної Ради України молодим ученим — 16 науковців.

За вагомий особистий внесок у розвиток вітчизняної науки, плідну науково-організаційну діяльність, багаторічну сумлінну працю та високий професіоналізм Почесною Грамотою Верховної Ради України нагороджено 2 співробітники, Почесною Грамотою Кабінету Міністрів України — 1 співробітник НАН України.

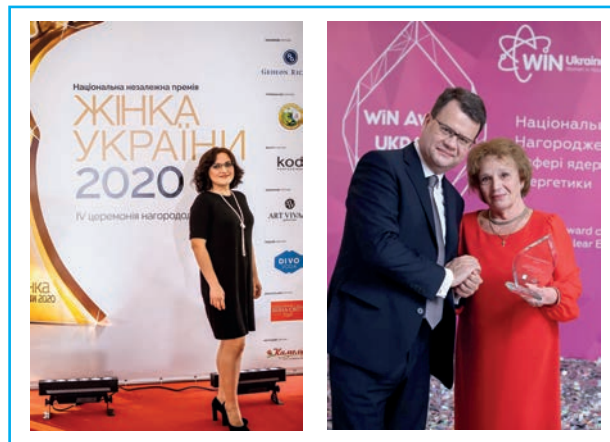
Лауреатами премій НАН України імені видатних учених України стали 54 працівники Академії.

За особистий внесок у розвиток світової космонавтики до Зали слави Міжнародної астронавтичної федерації (*Hall of Fame*) включено засновницю наукової школи з космічної біології, завідувача відділу клітинної біології та анатомії Інституту ботаніки ім. М.Г. Холодного НАН України чл.-кор. НАН України Єлизавету Кордюм.

Президенту НАН України акад. Анатолію Загородньому присуджено звання Почесного вченого Міжнародного інституту прикладного системного аналізу (*IIASA Honorary Scholar*) за вагомий внесок у роботу ради цієї міжнародної наукової установи, в якій він був представником України з листопада 2011 р., із засвідченням високої оцінки його діяльності, спрямованої на зміцнення зв’язків між *IIASA* і українським науковим та політичним співтовариством, а також висловленням вдячності за його незмінну підтримку та особисту відданість ідеалам і цілям *IIASA*.

Премію Фонду П.Г. Костюка отримала наук. співроб. відділу ензимології білкового синтезу Інституту молекулярної біології і генетики НАН України канд. біол. наук Марія Рибак. Цю премію засновано 2010 року учнями всесвітньо відомого вітчизняного біофізика й нейробіолога академіка Платона Костюка (1924—2010), нею відзначають молодих учених, які здійснюють дослідження у галузі біомедичних наук в Україні.

Національну премію “Жінка України”, засновану медіа-холдингом *Edipresse Ukraine* з метою визнання ролі жінки в усіх сферах сучасного українського сус-



Лауреат премії “Жінка України” у номінації “Наука” старший науковий співробітник відділу математичної фізики Інституту математики НАН України Олена Ванеєва (ліворуч)

У рамках II Щорічної конференції *Women in Nuclear Ukraine* співробітниця ННЦ “Харківський фізико-технічний інститут” НАН України Тамара Кузнецова приймає нагороду *WIN Ukraine Award* з рук заступника Міністра освіти і науки України Ігоря Гарбарука (праворуч)

пільства та піднесення рівня самореалізації жінок України, у номінації “Наука” здобула старш. наук. співроб. відділу математичної фізики Інституту математики НАН України канд. фіз.-мат. наук Олена Ванеєва.

Лауреатами III української премії *L’OREAL-ЮНЕСКО “Для жінок у науці”* стали д-р біол. наук старш. наук. співроб. відділу сенсорної сигналізації Інституту фізіології імені О.О. Богомольця НАН України Ольга Копач і канд. фіз.-мат. наук старш. наук. співроб. відділу математичної фізики Інституту математики НАН України Марина Нестеренко.

Премією *WIN Award Ukraine* всесвітньої мережі некомерційної організації *Women in Nuclear Global*, призначеною для жінок, які зробили вагомий внесок у розвиток вітчизняної атомної галузі, у категорії “Професіоналка” одержала начальниця відділу фізичного захисту ННЦ “Харківський фізико-технічний інститут” НАН України Тамара Кузнецова.

Минулого року премію *Scopus Awards Ukraine* у номінації “Найкращий журнал” отримав Інститут експериментальної патології, онкології і радіобіології ім. Р.Є. Кавецького НАН України за видання журналу *Experimental Oncology*.

Відзнаками НАН України нагороджено 209 осіб: “За наукові досягнення” — 35, “За підготовку наукової зміни” — 48, “За професійні здобутки” — 92, “За сприяння розвитку науки” — 12, відзнакою для молодих вчених “Талант, натхнення, праця” — 22.

Подякою НАН України відзначено 103 особи та трудові колективи.

Почесною грамотою Президії НАН України і Центрального комітету профспілки працівників НАН України нагороджено 77 осіб і трудових колективів.

ДОВІДКОВА ІНФОРМАЦІЯ. СТАТИСТИЧНІ ДАНІ

Структура НАН України

До структури НАН України входять 3 секції та 14 відділень, що об'єднують 154 наукові установи. 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 та ліній рослин, клітинні банки, комплекси історичних пам'яток тощо) та центри колективного користування науковими приладами.

Наукові установи, що мають статус національного закладу:

- Національна бібліотека України імені 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 імені В. Стефаника,
- Національний центр "Мала академія наук 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 в 2014 році.

РОЗПОДІЛ ПО СЕКЦІЯХ ТА ВІДДІЛЕННЯХ

Відділення	Наукових установ	Організацій дослідно-виробничої бази	Об'єктів, що становлять національне надбання	Центрів колективного користування
Секція фізико-технічних і математичних наук				
Математики	4	—	—	—
Інформатики	8	—	—	1
Механіки	6	3	3	3
Фізики і астрономії	16	2	8	14
Наук про Землю	15	1	1	5
Фізико-технічних проблем матеріалознавства	11	19	1	12
Фізико-технічних проблем енергетики	11	1	2	4
Ядерної фізики та енергетики	6	2	2	4
Секція хіміко-біологічних наук				
Хімії	13	6	—	11
Біохімії, фізіології і молекулярної біології	8	2	5	9
Загальної біології	22	1	19	14
Секція суспільних і гуманітарних наук				
Економіки	9	—	—	—
Історії, філософії та права	15	3	5	—
Літератури, мови та мистецтвознавства	9	—	4	—

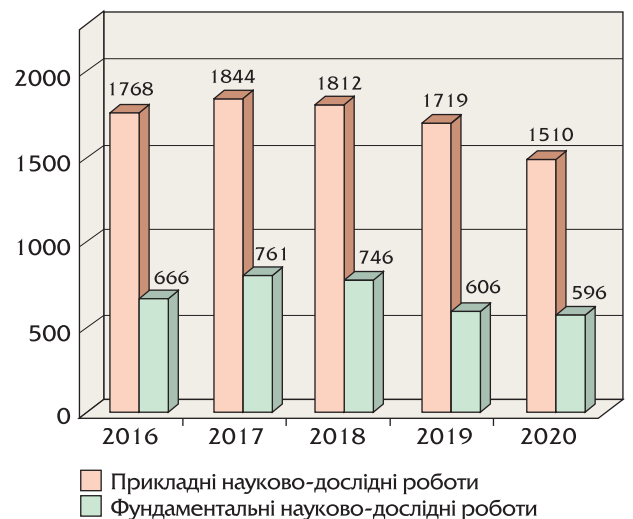
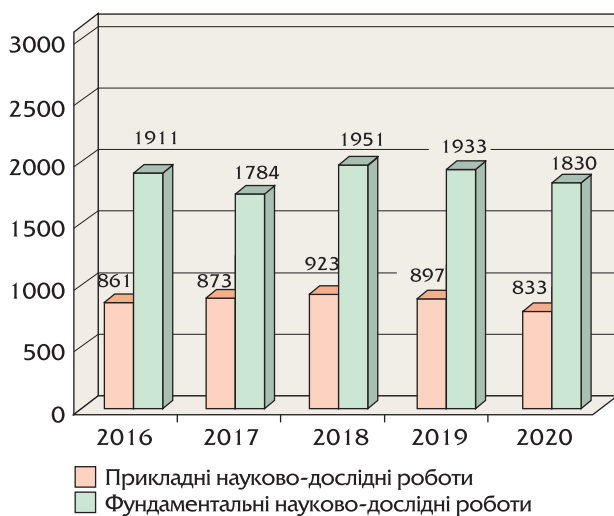
Регіональна структура НАН України

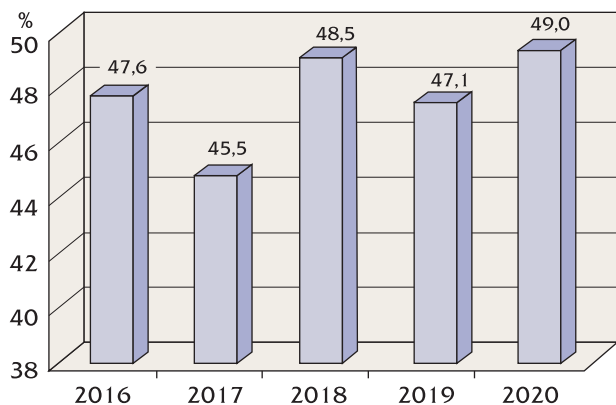


Цифри на схемі – кількість наукових установ

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

Виконання науково-дослідних робіт





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

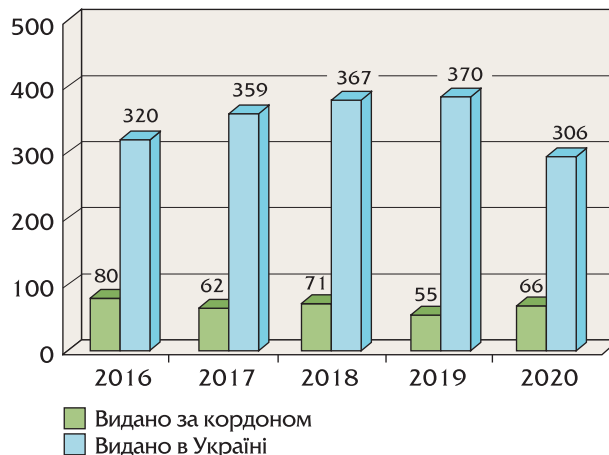
Програмно-цільова та конкурсна тематика НАН України у 2020 році складалась з науково-дослідних робіт, що виконувались у рамках:

- 8 цільових програм фундаментальних досліджень НАН України;
 - 15 цільових програм прикладних досліджень НАН України;
 - 2 окремих цільових проєктів;
 - 15 наукових програм відділень НАН України;
- та за результатами:**
- спільних конкурсів із закордонними та міжнародними організаціями;
 - конкурсу науково-технічних (інноваційних) проєктів;
 - конкурсу наукових і науково-технічних робіт за напрямом “Підтримка пріоритетних для держави наукових досліджень і науково-технічних (експериментальних) розробок”;
 - конкурсів дослідницьких проєктів у галузі соціогуманітарних наук;
 - конкурсів науково-дослідних робіт молодих учених НАН України.

Публікаційна активність



Кількість статей науковців НАН України у періодичних виданнях



Кількість наукових монографій

Видавнича діяльність

- **загальна кількість академічних журналів:**
86 наукових, один науково-популярний журнал (Світогляд) та реферативний журнал “Джерело” у чотирьох серіях;
- **англійською мовою в Україні виходять 10 видань:**
 1. Science and Innovation
 2. Semiconductor Physics, Quantum Electronics & Optoelectronics
 3. Journal of Mathematical Physics, Analysis, Geometry
 4. The Paton Welding Journal
 5. Journal of Thermoelectricity
 6. Ukrainian Journal of Physics
 7. Functional Materials
 8. Biopolymers and Cell
 9. Experimental Oncology
 10. Problems of Cryobiology and Cryomedicine
- **Англійською мовою за кордоном виходить 16 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
 1. Кінематика і фізика небесних тіл / Kinematics and Physics of Celestial Bodies
 2. Надтверді матеріали / Journal of Superhard Materials



Розподіл наукових монографій за групами видавців

3. Хімія і технологія води / Journal of Water Chemistry and Technology

4. Цитологія і генетика / Cytology and Genetics у видавництві *Begell house inc. publishers*

1. Проблеми керування та інформатики / Journal of Automation and Information Sciences

2. Альгологія / International Journal on Algae

3. Гідробіологічний журнал / Hydrobiological Journal

4. Фізіологічний журнал / International Journal of Physiology and Pathophysiology

у інших видавництвах

1. Фізика низьких температур / Low Temperature Physics (Американський інститут фізики)

- Стратегія розвитку оборонно-промислового комплексу;

- Стратегія продовольчої безпеки до 2030 року;

- Стратегія економічного відновлення Донбасу;

- Щорічна доповідь Президентів України, Верховній Раді України, Кабінету Міністрів України про становище молоді в Україні.

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

- Про внесення змін до Закону України “Про наукову і науково-технічну діяльність”;

- Про внесення змін до Закону України “Про вищу освіту”;

- Про електронні комунікації;

- Про перелік об’єктів державної власності, що не підлягають приватизації;

- Про внесення змін до Податкового кодексу України щодо забезпечення збалансованості бюджетних надходжень;

Науково-експертна діяльність

У 2020 році за участі фахівців НАН України, зокрема, підготовлено:

- Стратегія національної безпеки України;
- Стратегія економічної безпеки України;

Експертні висновки	2016	2017	2018	2019	2020
До нормативно-правових актів і програмних документів, інформаційно-аналітичні матеріали з різних питань соціально-економічного розвитку, надані органам державної влади	2160	2200	2320	2330	1850
Щодо доцільності проведення фундаментальних досліджень за рахунок коштів Державного бюджету	606	393	378	428	1081

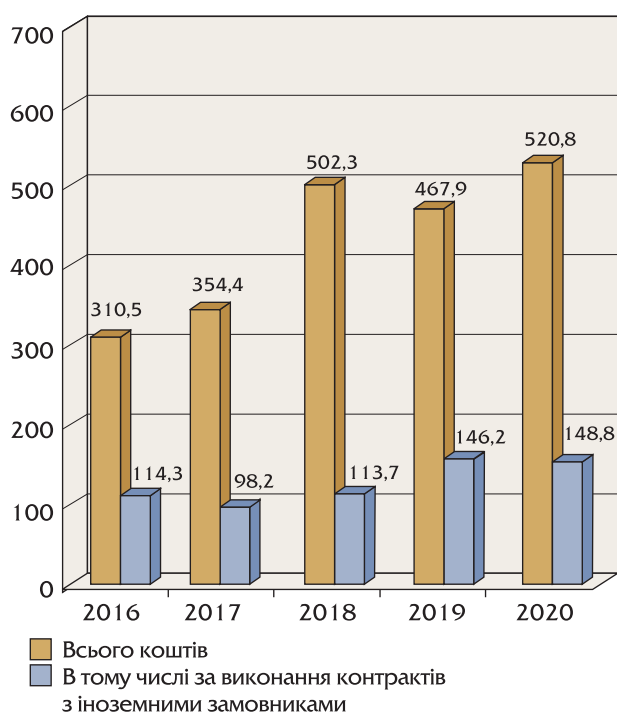
- Про внесення змін до деяких законодавчих актів щодо забезпечення права працівників державних і комунальних сільськогосподарських підприємств, установ, організацій на одержання земельної частки (паю);

- Про внесення змін до деяких законодавчих актів України щодо набуття, здійснення та захисту прав інтелектуальної власності.

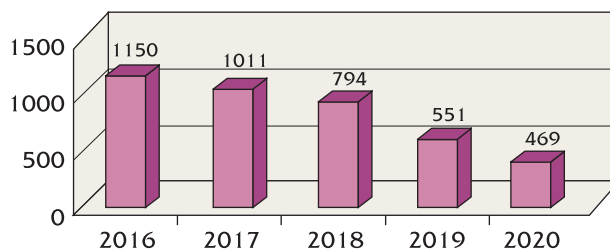
Інноваційна діяльність



Господарські договори та контракти, кількість



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



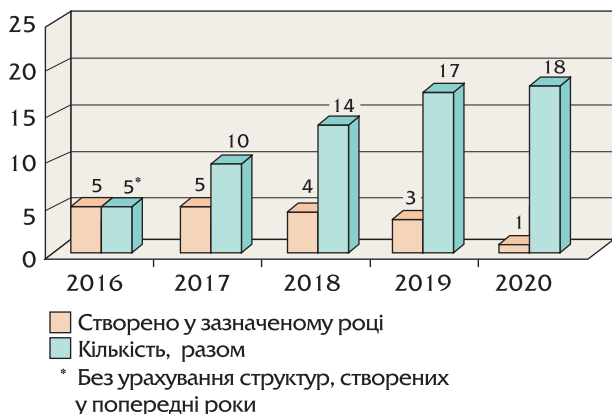
Кількість упродовжених наукових розробок



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	202
Наукових тем і проектів, які розроблялись спільно зі вченими-освітянами	205
Опубліковано спільно з освітянами монографій	92
Учених, які працювали викладачами в системі освіти:	1255
у тому числі:	
академіків НАН України	36
членів-кореспондентів НАН України	85
Опубліковано підручників та навчальних посібників для вищої школи	90
Учених, які очолюють кафедри у ЗВО	65
Студентів вищих навчальних закладів, які проходили (проходять) магістерську підготовку у спільних науково-навчальних структурах, що функціонують на базі наукових установ:	
у 2019/2020 навчальному році	421
у 2020/2021 навчальному році	329

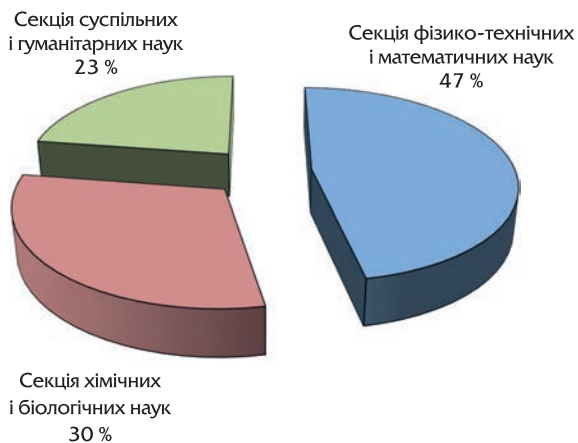


Спільні науково-навчальні структури

Студентів, які виконували в наукових установах дипломні роботи	797
Учених-освітян, які входили до складу спеціалізованих вчених рад при наукових установах	520
Учених наукових установ, які входили до спеціалізованих рад при ЗВО	537
Фахівців з повною вищою освітою, прийнятих на роботу до наукових установ, які у шкільні роки займалися в гуртках Малої академії наук	8
Наукових співробітників і викладачів ЗВО і установ МОН України, які підвищували кваліфікацію у наукових установах	294
Дисертаційних робіт науковців-освітян, захищених у спеціалізованих вчених радах при наукових установах	138

Міжнародні зв'язки

Договірно-правова база міжнародного співробітництва НАН України (чинні угоди, договори, меморандуми тощо) — разом 139 документів.



Розподіл прямих угод і договорів по установах секцій НАН України

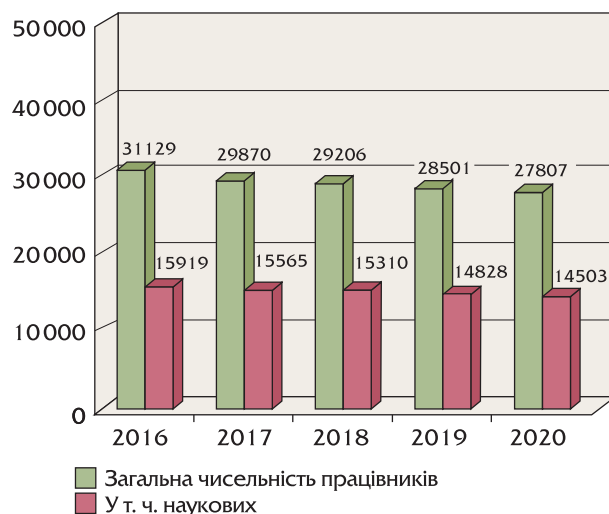
2020 року Академією підписано нову угоду про співробітництво:

- Меморандум про науково-технічне співробітництво між НАН України і Адміністративним комітетом Зони розвитку високих і нових технологій м. Гуанчжоу (КНР).

Діють близько 680 прямих угод і договорів, укладених установами НАН України з іноземними партнерами.

Кадрові показники (станом на 01.01.2021)

Загальна чисельність працівників	27807
у тому числі:	
у наукових установах	26347
в організаціях дослідно-виробничої бази	1133
в організаціях сфери обслуговування	327
Чисельність наукових працівників	14464
у тому числі:	
докторів наук	2395
кандидатів наук	6585
без ступеня	5484
Кількість прийнятих у 2020 році молодих спеціалістів	298
Кількість осіб, які в 2020 році навчалися в аспірантурі	1186
у тому числі з відривом від виробництва	1002
Захистили кандидатські дисертації	169
Навчалися в докторантурі	97
Захистили докторські дисертації	76



Чисельність працівників

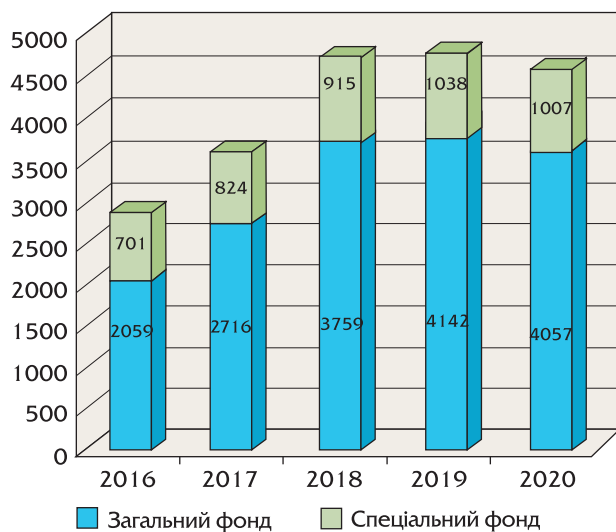


Підготовка наукових кадрів, кількість осіб



Кількість молодих учених

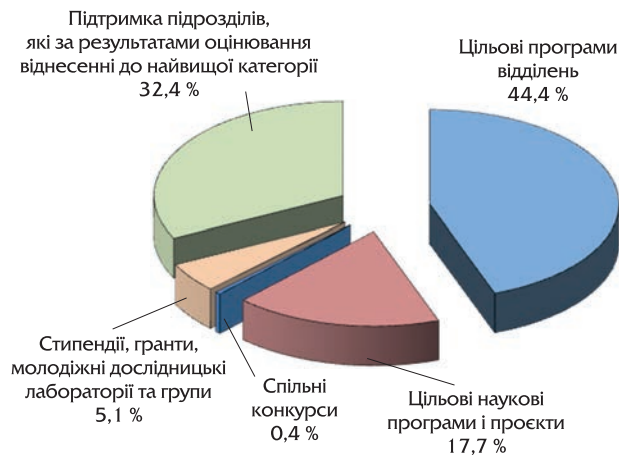
Фінансове забезпечення



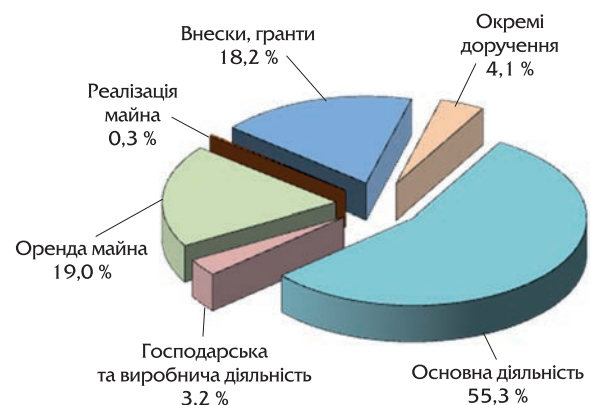
Загальний обсяг фінансування НАН України, млн грн



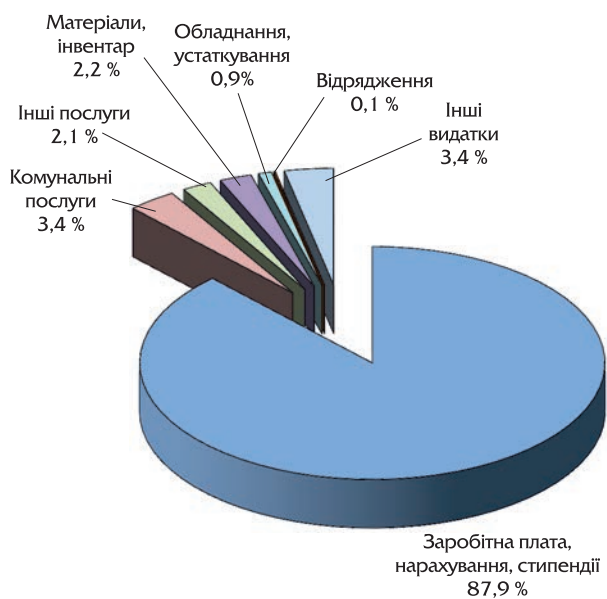
Розподіл фінансування загального фонду на виконання наукових досліджень



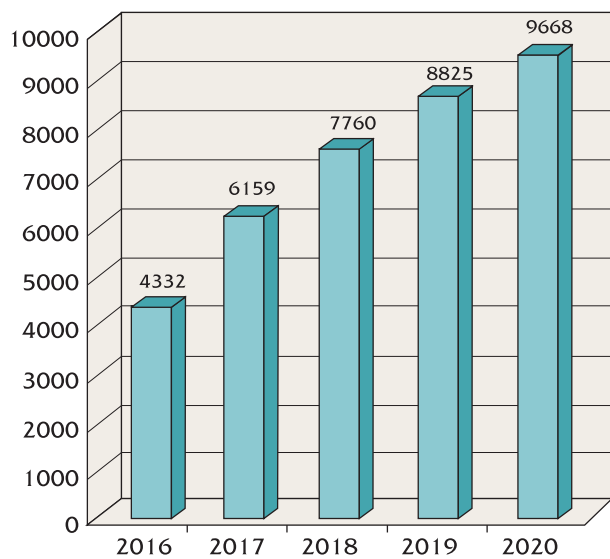
Програмно-цільове та конкурсне фінансування



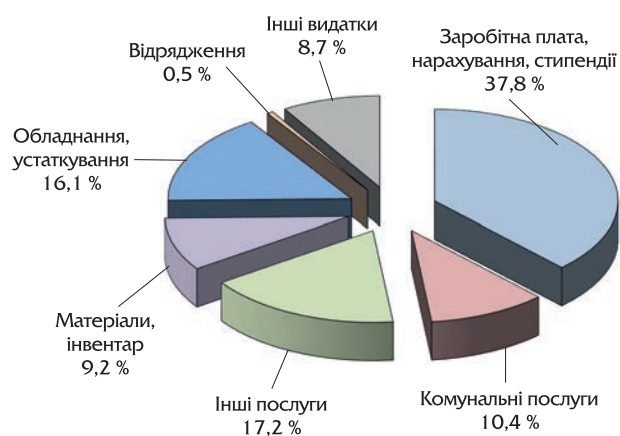
Структура надходжень спецфонду



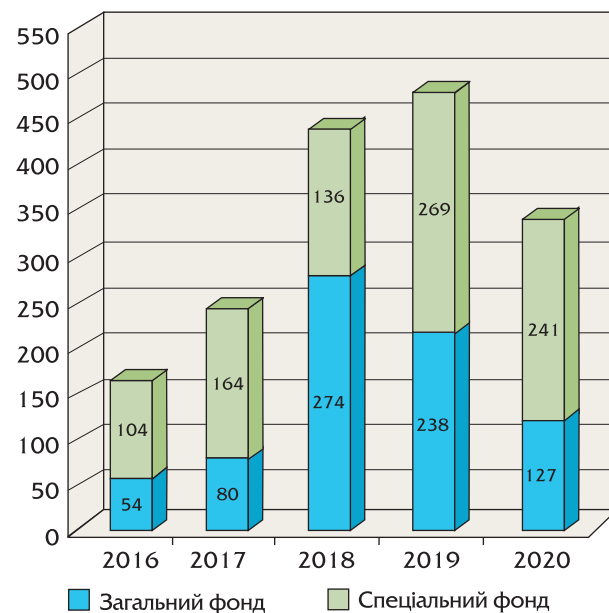
Структура видатків загального фонду



Середньомісячна заробітна плата працівників, грн



Структура видатків спеціального фонду



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