



УКРАЇНА: ІННОВАЦІЙНА

УКРАЇНА: СВІТ НАУКИ, ІНЖЕНЕРІЇ ТА НАТХНЕННЯ

Наукова діяльність, особливо інституціоналізована й організована державним чином, змінює глибинні основи суспільства, впливаючи на ритм і спосіб життя людей, змінюючи характер зайнятості й рівень добробуту, стан здоров'я й тривалість життя, не кажучи вже про стан навколишнього середовища, якість води, повітря, рівень радіації, шуму, пилу й т. ін. Епоха Просвітництва в остаточному підсумку відкрила доступ до освіти (нехай елементарної) для масового працівника (потреба в якому дедалі більше відчувалася в процесі становлення машинного виробництва). Науково-технічна думка кінця XIX—XX ст. стимулювала розвиток таких сфер і областей знання, які революціонізували як виробництво, так і повсякденне життя людей, особливо громадян економічно розвинених країн. Цей поступ на початку XXI ст. отримав нові могутні імпульси через розвиток новітніх технологій. Українська наука попри хвилі довготривалої кризи має свої здобутки, які намагається наростити відповідаючи на виклики часу.

Сьогодні світ активно освоює 6-й технологічний устрій, в якому нанотехнології грають основну роль, входячи в технологічний конгломерат НБІК (Нано-Біо-Інфо-Когно). Його основу складають нанотехнології і наноматеріали, розробкою і використанням яких займаються усі країни, що претендують на позиції світових лідерів. Високі наукомісткі технології, включаючи нанотехнології, — це один з ключових напрямів розвитку сучасної науки і виробництва. Це шлях до керованого синтезу молекулярних структур, який покликаний забезпечити отримання об'єктів будь-якого призначення не зі звичайних сировинних ресурсів, а безпосередньо з атомів і молекул за допомогою систем штучного інтелекту, тобто наділяють інтелектом звичайні предмети. Саме нанотехнології можуть привести світ до нової технологічної революції і повністю змінити не лише економіку, але й довкілля, в якому живе людина, його фізичні і психічні можливості. Нанотехнології мають вирішальний вплив на розвиток сучасної медицини, енергетики, біотехнології, електроніки і т.д.

Нанотехнології — науково-дослідні і технологічні розробки на атомарному, молекулярному або макромолекулярному рівнях з субнанометровою шкалою за однією або більше координатами для забезпечення фундаментального розуміння явищ і властивостей матеріалів за таких розмірів для виготовлення і використання структур, приладів і систем, які мають нові властивості і функції через свої малі розміри.

Розміри нанооб'єктів є проміжними між розмірами молекулярних і мікроскопічних протяжних систем, що вкрай ускладнює дослідження нанооб'єктів традиційними методами, наприклад методами електронної, тунельної або силової мікроскопії. Використання методів моделювання у поєднанні з експериментом дозволяє оперативно розробити адекватні фізичні моделі, і, впевні, різко скоротити витрати на практичне створення нанооб'єктів з потрібними структурою, властивостями і функціональними характеристиками.

Сучасні вироби, зроблені за допомогою нанотехнологій, мають у своєму складі вуглецеві нанотрубки, які є основою для інших нанопродуктів, що випускаються нині. Вони становлять собою протяжні циліндричні структури діаметром від одного до декількох десятків нанометрів і завдовжки декілька сантиметрів. Виявилось, що вони мають дивні властивості. Завдяки цим властивостям їм було знайдено безліч застосувань. Приміром, їх можна використовувати в електроніці, комп'ютерній індустрії, медицині і навіть в промисловості.

У медицині, завдяки своїм властивостям наноматеріали можуть використовуватися для заміни тканин людини. Клітини організму розпізнають такі матеріали як свої. Зараз навіть досягнуті успіхи у виготовленні наноматеріалу, який може імітувати кісткову тканину. Мікроскопічні розміри наноматеріалів дозволяють використовувати їх як капсули, за допомогою яких здійснюється доставка лікарських засобів в потрібні місця організму. Їх можна використовувати як фільтр рідин організму від шкідливих речовин і вірусів. Зараз великого поширення набувають мініатюрні пристрої, які поміщаються в середину організму для діагностики і з лікувальною метою. Можливості для передового медичного лікування є безмежними, коли в комплексі взаємодіють біохімія, медицина і нанотехнології.

Результати досліджень в сфері нанотехнологій представляють певні сподівання у вирішенні питання старіння і дегенерації тканин людського тіла. Із застосуванням терапії в природних умовах нанотехнології роблять можливим відновлення пошкоджених компонентів людською ДНК, внаслідок чого значно полегшуються, а в деяких випадках повністю виліковуються, стани вікових хвороб, таких як артрит, остеопороз та ін.

Дослідження в сфері генної інженерії дають нам можливість революціонізувати виробництво сільськогосподарської продукції за допомогою збільшення продуктивності культур і зменшення необхідності використання шкідливих для здоров'я

пестицидів. Очікується, що досягнення в цій сфері дозволять вивести нові більш життєздатні види тварин і рослин. Вже в найближчому майбутньому ми зможемо замінити природне відтворення клонуванням. Створення нових ліків для боротьби зі смертельно небезпечними хворобами повинно привести до помітного збільшення тривалості життя і його якості.

В Україні з 2003 року під егідою НАН України існує комплексна програма фундаментальних досліджень «Наноструктурні системи, наноматеріали, нанотехнології». Концепцією даної програми передбачено не лише різні наукові і практичні дослідження в цій сфері, але й моніторинг світових досягнень, створення і розвиток бази даних, розширення інформування суспільства про нанотехнологічні знання, створення системи підготовки і перепідготовки кадрів та ін. Міністерство науки і освіти відкрило програму «Нанofізика і нанoeлектроніка». У виконанні цих програм беруть участь більше 40 інститутів. Дослідження проводяться в 14 найважливіших напрямках теоретичного і експериментального вивчення наносистем, а також розробки методів і технологій їх створення.

Маючи досить обмежене фінансування, враховуючи складність і масштаб вирішуваних завдань, вдалося створити оригінальні наноструктуровані композити для нових технологій зварювання перспективних конструкційних металевих матеріалів, що піддаються зварюванню в звичайних умовах; зразки жароміцного нанодисперсного алюмокомпозиту — перспективного матеріалу для авіаційної і космічної техніки; технології отримання покриттів в наноструктурному стані, що підвищують стійкість і міцність лопаток газових турбін і конструкційних матеріалів. Крім того, створено серію магнітом'яких нанокристалічних сплавів і на їхній основі зразки осердь для високо-економічних трансформаторів різного призначення; зразки матеріалів з квантовими точками германію на кремнії для створення неохолоджуваних приладів нічного бачення; поверхневі органічні наноструктури, що закладають основи сучасної вітчизняної органонанoeлектроніки; нанотехнологію отримання і спікання нанопорошків титанату барію для конденсаторів високої місткості на основі керамік; нанокомпозити для світловипромінюючих діодів; наноструктуровані каталізatori для спалювання метану в процесах газового очищення, а також знешкодження промислових і автотранспортних викидів.

А ще — наноструктуровані біосумісні з кістковою тканиною людини керамічні композити на основі гідроксоапатиту кальцію і біоактивних фаз; дослідні зразки магнітокерованих наноносіїв лікарських препаратів для прицільної терапії в медицині; нові методи отримання наноматеріалів з високими міцністними і корозійностійкими властивостями шляхом інтенсивної пластичної деформації для потреб машинобудування, електроніки і медицини; пілотну лінію виробництва нанопорошків

металоксидів для виготовлення зносостійких керамічних деталей машин і приладів; наноматеріали з високою стійкістю до абразивного зносу інструментів для прецизійної обробки матеріалів.

Вдалося організувати роботу по 120 проектах в організаціях НАН України по всій країні. Зокрема, в нанofізичі — це сучасна нанoeлектроніка, сучасні записуючі системи, сучасний комп'ютер, про який мріє людство. Маємо відповідні технології отримання плівок, різних гетероструктур, створення сучасних сплавів в нано-структурованому стані, покриттів, різних каталізаторів, нові батареї з хорошими робочими параметрами. Наприклад, новітні зварювальні середовища. Йдеться про те, що розробляючи так звані наношарові системи, можна зварювати різні метали: мідь і залізо, титан і алюміній. Розроблено багато високоекономічних сплавів, які дозволяють економити електроенергію. **аморфні стрічки в наноструктурованому стані, які вже запуснені у виробництво побутових лічильників.** Є розробки частин магнітометрів для космічних станцій — з метою зондування земної поверхні з орбіти. Інститут розробив технологію виготовлення порошків, з яких після пресування в умовах високого тиску можна виготовляти керамічні вироби високої зносостійкості. В Україні є проблема з відкачуванням високоагресивних вод з шахт, оскільки певні деталі стираються і виходять з ладу приблизно через 7 місяців. Ці деталі замінили керамічними виробами, отриманими з нанопорошків, і вони продовжують працювати вже після закінчення 64 місяців. В Україні розробляються нові технології зменшення енерговтрат на різноманітних поверхнях, які піддаються тертю.

Дослідивши взаємодію біологічних об'єктів з нанопорошками, вчені виявили, що останні можуть ефективно діяти на білки, клітини різного походження, зокрема на онкоклітини. Це відкриває шлях до нових лікарських препаратів. Додаючи наночастки золота, срібла, міді, можна створювати препарати для лікування малокрів'я, гінекологічних хвороб, ран різного походження, інфекцій, викликаних золотистим стафілококом, який не лікується антибіотиками. Нанofармакологічний напрям зараз розвивається в співпраці з Національним медичним університетом імені О.О. Богомольця. В онкології дуже важливо доставити препарат безпосередньо в пухлину. Для цього маленьку наночастинку оксиду заліза покривають спеціальними сумішами, куди і входить протираковий препарат. Потім такий нанокомпозит вводять в кров'яне русло і, розташувачи зовнішнє джерело магнітного поля поблизу пухлини, локалізують ліки безпосередньо на ній. Таким чином, здійснюється цілеспрямована терапія в онкології, чим займається Інститут експериментальної патології, онкології і радіобіології ім. Р.Є. Кавецького в співпраці з рядом інших організацій академії. Ще одна проблема — заміна кісткової тканини. Можна створювати наноматеріали, їхні різні фрагменти (наприклад, частини

черепа, окремі частини кісток), які є біосумісними з природними кістками. Те ж саме стосується виготовлення імплантатів зубів. Якщо з гідроксоапатиту кальцію зробити оболонку для металевих імплантатів, то щелепна кісткова тканина добре вживається з ними. Зі зносостійкої кераміки можна сформувати зуби, які ніколи не зносяться, тобто вічні зуби.

Розробки українських учених знайшли своє втілення на практиці. Є ряд наукових розробок, які вже впроваджені у виробництво, зокрема, високонаповнені клейові нанокомпозиції типу «Мультиметал» для усунення ушкоджень кавітацій гідроагрегатів методом «холодного молекулярного зварювання»; магнітопроводи трансформаторів, телекомунікаційних систем, осердь вимірювальної апаратури; синтез кальцієвих гідроксоапатиту і фторапатиту як біонаноматеріалів для медицини; установка для очищення висококонцентрованих стічних вод з використанням ультрадисперсних фаз гідроксидів заліза; технологія отримання нанодисперсного діоксиду цирконію для зносостійких сопел, плунжерів шахтних гідронасосів і маслостанцій; технологія виготовлення біоактивних нанокерамічних композитів «Синтекістка» для відновлення кісткової тканини після оперативного втручання в хірургії. Отримано дозвіл Мінохоронздоров'я на застосування матеріалів в клінічній практиці.

Наукова група професора З.Д. Ковалюка, керівника Чернівецького відділення Інституту проблем матеріалознавства ім. І.М. Францевича НАН України, одна з небагатьох в Україні систематично проводить експерименти з дослідження графеноподібних 2D-кристалів. Графен був першим 2D-кристалом, експериментально одержаним у 2004 р. в Манчестерському університеті британськими вченими російського походження А. Геймом і К. Новосоловим. У співпраці з цими вченими створено новітні

функціональні гібридні ван-дер-вальсові наногетероструктури, зокрема, графен/багатошаровий InSe, що характеризується рекордним значенням фоточутливості (до 10^5 А/Вт).

В Україні нанотехнології знаходяться на етапі розробок, і їх ще дуже мало, але наша країна має усі необхідні передумови для того, щоб стати активним учасником світового процесу розвитку нанодосліджень і нанотехнологій, а, отже — і гідним учасником нової науково-технологічної революції.

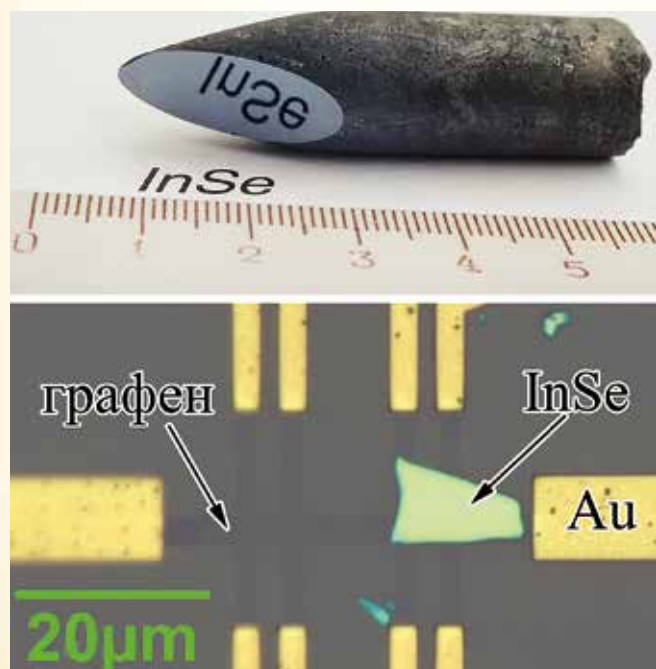
Вирішальним для інноваційного шляху економіки України є розвиток основних напрямків біотехнологій. Реалізація біотехнологічних інновацій дає можливість розв'язання проблемних питань та вирішення актуальних завдань сільського господарства, сучасної медицини та фармакології, екології, виробництва біопалива та цілої низки інших галузей промисловості. До довгострокових пріоритетних напрямів розвитку біотехнології в Україні належать:

- наукові основи відновлення навколишнього середовища, утилізації відходів за допомогою живих систем, розробка технологій біологічного відновлення та очищення води;
- оптимізація отримання енергоносіїв процесів (біопаливо, зокрема, біоетанол).
- розробка фундаментальних основ клітинних і генних технологій для створення новітніх препаратів медичного призначення (зокрема, діагностиків і фармацевтичних препаратів).
- дослідження біологічно активних сполук природного походження з метою створення нових фармацевтичних препаратів.
- розробка методів клітинної та генної терапії захворювань.
- дослідження біохімічних і генетичних основ продуктивності сільськогосподарських тварин та рослин (пошук способів підвищення продуктивності за допомогою кормових добавок і біодобрив, розвиток наукових основ технологій захисту рослин, ґрунтів тощо).

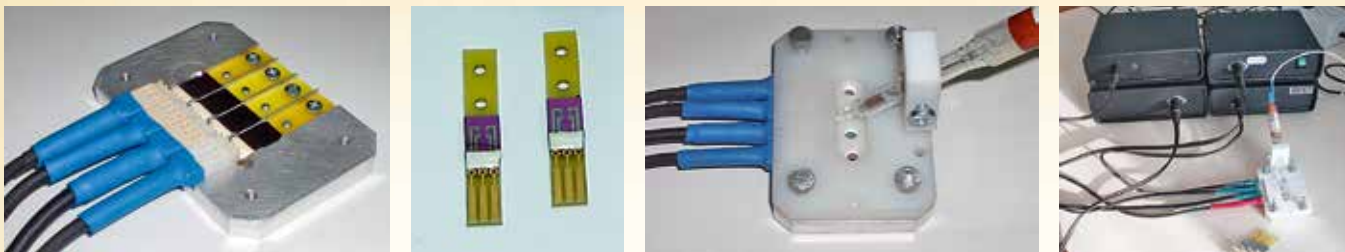
В Україні поки що рівень розвитку біотехнології, порівняно зі світовим, є невисоким. За оцінками експертів, обсяг виробництва українського сектору біотехнології на сьогодні не перевищує 20 млн дол. США. Так, у фармацевтичній промисловості частка вітчизняного виробництва на ринку імунобіотехнологічних препаратів становить лише 9%, а сектор промислової біотехнології розвинутий ще менше.

Сучасний стан біотехнології в Україні характеризується наявністю достатнього науково-технічного потенціалу, але слабко розвинутою інфраструктурою розроблення та впровадження біотехнологій різного призначення і нестачею кадрів міжнародного рівня.

Щодо виробництва біомедпрепаратів, то сьогодні з 418 обов'язкових імунобіотехнологічних препаратів підприємства виготовляють лише близько 40 (9%), а із 62 препаратів мікробного походження, що належать до першочергових лікарських засобів, виробляють тільки 10–12 найменувань (19%).



Шаруватий монокристал InSe і структура InSe-графен



*Мультибіосенсор для визначення основних метаболітів в крові та гемодіалізаті
(Інститут молекулярної біології і генетики НАН України)*

Сьогодні на українському ринку лікарських засобів переважають імпорتنі пробіотики. Іноземні фірми займають понад 70% нашого фармацевтичного ринку в цій сфері. І лише близько 20–30% його залишається на частку українського виробника. Через такий стан справ на своєму ринку лікарських засобів Україна втрачає близько 3,5 млн доларів на рік.

Проте і в Україні є підприємства, які виробляють біофармацевтичні препарати. Для ефективного розвитку біотехнології у фармацевтичній галузі розпочато співпрацю України із зарубіжними організаціями, зокрема, у рамках Наукової програми НАТО-Україна, з фондом американської венчурної компанії «Draper Fisher Jarvet-son» (DFJ).

У секторі біоенергетики досягнення вітчизняних вчених створили вагомий об'єктивний передумови для організації в Україні виробництва рідкого біопалива як для потреб внутрішнього ринку, так і для експорту. На сьогодні українські біологи займають провідні позиції у створенні нової ефективної біотехнології отримання етанолу. Водночас незважаючи на високий вітчизняний науково-технічний потенціал, досягнення науковців не мають широкого застосування, внаслідок чого виробництво біопалива в Україні не ґрунтується на новітніх технологіях і не забезпечує його реальної вартості та кількості.

Створення системи державних преференцій біотехнологічним підприємствам є ключовим питанням стимулювання інноваційно-інвестиційного процесу та чинником підвищення конкурентоспроможності економіки України. На думку експертів, інформаційно-комунікаційні технології, які є ядром V технологічного укладу, будуть продовжувати інтенсивно розвиватися протягом 2010–2020 рр., після чого чільне місце посядуть біотехнології VI технологічного укладу. У зв'язку

з цим стратегічним питанням стимулювання розвитку інноваційних біотехнологій є створення в структурі Державного бюджету України (за прикладом країн ЄС) спеціального фонду, кошти якого спрямовуватимуться на забезпечення позитивних зрушень у використанні цих технологій відповідно до визначених пріоритетів державного інвестування.

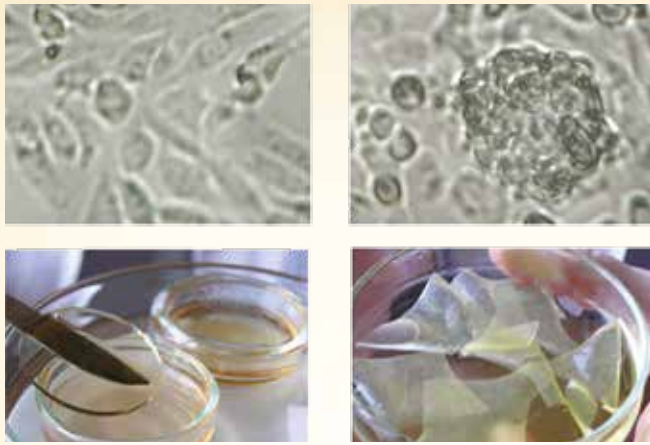
Суттєвою проблемою вітчизняної біотехнології є те, що на сьогодні з низки причин українські підприємства майже не мають виходу на світовий ринок. По-перше, біотехнологічний напрям є найдорожчим, по-друге, він передбачає найскладніші тривалі дослідження та клінічні випробування, по-третє, саме у сфері біотехнології найбільш високо затратні процедури ліцензування й отримання дозволів для виходу на перспективні ринки, зокрема США і ЄС.

За аналогією з промислово розвинутими країнами в Україні необхідно:

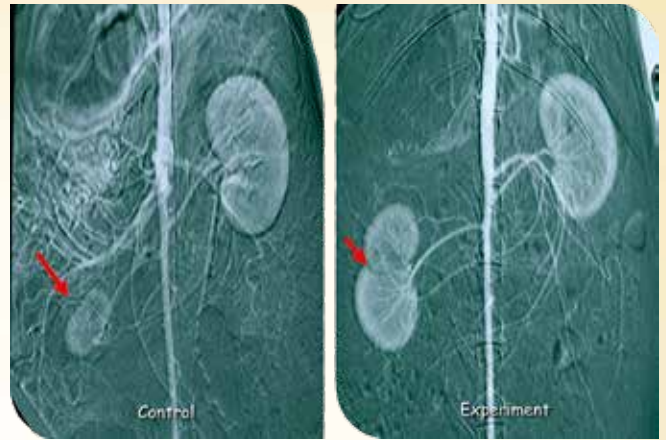
- створити спеціальний державний фонд для фінансування біотехнологічних досліджень і розробок;
- проводити державну інноваційну політику розвитку біотехнологій в Україні шляхом надання тим підприємствам, які займатимуться інноваційною діяльністю, системи преференцій і податкових пільг;
- визначити та сформувати джерела державного та приватного фінансування довгострокових пріоритетних напрямів розвитку біотехнології;
- організувати прямий зв'язок між освітніми, науково-дослідницькими організаціями і винахідниками та відомими компаніями щодо реалізації результатів українських біотехнологічних досліджень, наприклад, шляхом укладання договорів між науково-дослідними інститутами та створеними венчурними підприємствами та фондами.



Полімікробні угруповання: комунальні взаємодії з акцентом на утворення наноцелюлозної плівки. Створення біодеградуювальних композитів на основі наноцелюлози для застосування в медичній та космічній галузі (лабораторія мікробної екології ІМБГ НАН України)



Технології виділення, культивування і диференціювання стовбурових клітин людини з метою подальшого використання в клітинній терапії (відділ генетики людини Інституту молекулярної біології і генетики НАН України)



Технології генної та клітинної терапії (відділ регуляторних механізмів клітини ІМБГ НАН України). Ангіограма судин сечовидільної системи кроля після 6 місяців застосування комплексу bFGF на верхньому полюсі лівої нирки (показано стрілкою)

- для відновлення спадкоємності в наукових дослідженнях в Україні варто створити нові напрямки підготовки спеціалістів та сприяти розвитку наукових досліджень у вищих навчальних закладах.

Залучення біотехнологічних розробок уможливує розв'язання актуальних завдань сучасної медицини, сільського господарства, фармакології, екології, низки галузей промисловості.

Ефективний інноваційний розвиток сільського господарства неможливий без створення та впровадження сучасних методів біотехнології. Це зумовлено, зокрема, значним підвищенням попиту на продовольство у світі, стагнацією традиційних галузей в аграрному секторі. Причиною згаданих стагнаційних процесів є те, що традиційні методи та засоби виробництва вичерпали свій інноваційний ресурс, втратили економічну ефективність та, як наслідок, інвестиційну привабливість.

Нова експериментальна технологія — генетична (або генна) інженерія, що заснована на конструюванні рекомбінантних ДНК поза клітини (in vitro) та її розмноженні в клітинах мікроорганізмів, дає вченим змогу відбирати окремі гени, які відповідають за формування бажаних властивостей, впроваджувати їх у рослинну клітину і вирощувати рослину з заданими характеристиками. У багатьох аспектах це не що інше, як високотехнологічна версія традиційної селекції. Цей набагато ефективніший процес допомагає уникнути рекомбінації мільйонів генів, яка може призвести до формування у гібридів небажаних властивостей. Біотехнології вирізняються ще й тим, що дозволяють інкорпорувати у клітину одного виду гени, запозичені з клітини іншого виду, що неможливо здійснити засобами традиційної селекції.

Застосування різноманітних біотехнологічних прийомів дозволяє підвищити врожайність сільгоспрослин, зменшити рівень захворювання та захистити рослини від шкідників, збагатити харчові рослини вітамінами та корисними мікроелементами.

Використання біотехнологій дозволяє також вирішити дві глобальні проблеми: зменшити використання пестицидів, що позитивно впливає на довкілля та якість ґрунтів, та забезпечити продовольчу безпеку, особливо в країнах, що розвиваються.

В даній сфері найпріоритетнішим є: створення нових сортів сільськогосподарських рослин і тварин з використанням сучасних постгеномних та біотехнологічних методів; розроблення і впровадження методів геномної паспортизації для підвищення ефективності селекційно-племінної роботи, технологій клонування племінних тварин; виробництво біопрепаратів для рослинництва; виробництво кормових добавок для сільськогосподарських тварин; виробництво ветеринарних біопрепаратів.

Характеризуючи сфери застосування нових біотехнологій у сільському господарстві можна виділити наступні.

Біологічний захист рослин. Впродовж останніх 10 років методами біотехнологій вдалося створити нові покоління біологічних засобів захисту рослин, які за вартісними характеристиками можуть конкурувати з хімічними засобами захисту. В результаті спостерігається масштабне зростання об'ємів застосування біологічних засобів практично в усіх великих аграрних регіонах світу. Засоби біологічного захисту рослин дозволяють збільшити врожайність, зменшити втрати в рослинництві, впровадити інтегровані системи захисту рослин. Розвиток цього напрямку веде до значного зменшення хімічного навантаження на рослинництво, сприяючи довготерміновій конкурентоспроможності сектору.

Сорти рослин, створені з використанням методів біотехнології. На даний час в Україні не створюються сорти і гібриди нового покоління, стійкі до посухи, хвороб, гербіцидів, комах-шкідників і несприятливих умов середовища, з використанням постгеномних технологій (методи селекції, що ґрунтуються на використанні молекулярних маркерів) і генетичної інженерії, які широко

використовуються у всьому світі. Без використання біотехнологічних інновацій сільськогосподарське виробництво буде залишатися високовитратним і програвати в конкурентоздатності зарубіжним країнам.

Технології молекулярної селекції тварин і птахів. Розвиток технологій молекулярної селекції зумовлений розробкою сучасних методів аналізу геному, що дозволяють виявляти і проводити скринінг більшого числа мутацій (поліморфізмів), пов'язаних з рівнем розвитку економічно значимих селекційних ознак сільськогосподарських тварин.

Трансгенні і клоновані тварини. Трансгенні тварини в кілька разів продуктивніші, ніж існуючі методи отримання рекомбінантних білків і/або антитіл.

Біотехнологія ґрунту та біодобрива. Біотехнологія ґрунту за рахунок використання рослин, які містять необхідні бактерії здатна суттєво покращити якість і продуктивність ґрунту без використання хімічних добрив чи зі значним скороченням їх застосування. Використання бактерій при переробці органічних відходів здатне суттєво прискорити і здешевити процеси створення органічних добрив.

Біопрепарати для тваринництва. Біологічні препарати для лікування, профілактики і діагностики захворювань тварин, зокрема отримані з використанням генно-інженерних методів.

Кормовий мікробіологічний білок (кормові дріжджі) — це суха концентрована біомаса дріжджових клітин, яка спеціально вирощується на корм сільськогосподарським тваринам, птиці, хутровим звірам, рибі. Додавання кормового білка в корм різко покращує його якість і сприяє підвищенню продуктивності в тваринництві.

Переробка сільськогосподарських відходів. В переробці відходів сільського господарства і органічних відходів харчової промисловості останнім часом все частіше застосовується технологія мікробіологічної конверсії. Технологія мікробіологічної конверсії справді всеїдна і використовує найрізноманітніші органічні відходи. В якості початкової сировини можуть використовуватися відходи, що залишаються після збору сільськогосподарських культур, відходи пивоваріння, відходи, отримані при переробці зерна, молока, фруктів, овочів, відходи м'ясопереробки і т.д. Завдяки такій технології можна переробляти навіть зіпсовані, заражені мікрофлорою відходи та відходи, що частково розклалися. Біоконверсія здатна відновити і покращити кормові якості недоброякісних відходів.

Біологічні компоненти кормів і преміксів. Сучасний рівень технологій годування сільськогосподарських тварин спирається на широке застосування біологічних складових (ферменти, амінокислоти, БВК, пробіотики та інше.).

В епоху глобалізації та інтенсифікації економічного розвитку нагальною проблемою стає задоволення постійно зростаючих потреб людства, особливо енергетичних, оскільки саме енергія є рушійною силою найрізноманітніших процесів,

пов'язаних із забезпеченням життєдіяльності людини. На сьогодні у світі 35% енергетичних потреб покривається завдяки використанню нафти, 23% — вугілля, 21% — природного газу, 7% — ядерного палива. Усі ці ресурси є непоновлюваними. Мало того, за різними прогнозами, рентабельних енергетичних ресурсів лишилося не так уже й багато: за нинішніх темпів видобування вугілля вистачить приблизно на 200 років, а природного газу, нафти та ядерного палива — на 40 років. Поновлювані енергетичні джерела (сонячна, вітрова, гідроенергія тощо) становлять у загальному балансі енергетичних витрат близько 14%, причому реальні можливості збільшення їх частки досить обмежені. Поряд з іншими способами енергозабезпечення дедалі актуальнішим стає пошук ефективних альтернативних джерел отримання відновлюваної енергії.

Упродовж багатьох тисячоліть продукти фотосинтезу забезпечували існування життя на Землі. З огляду на різке зменшення запасів невідновлюваних видів палива використання біомаси для виробництва твердих, рідких та газоподібних палив набуває дуже великого значення. Ефективність акумуляції сонячної енергії біомасою становить від 0,8% (у польових умовах) до прогнозованих 5% (у разі забезпечення високого рівня агробіотехнологій). Ще з давніх часів саме цей вид палива був для людства основним джерелом енергії, і сьогодні його роль знову зростає, зважаючи на біоекологізацію життєвих умов на Землі та розвиток ефективних методів перетворення енергії зелених рослин на необхідні людині види енергії. Серед таких джерел варто насамперед відзначити перетворення через фотосинтез енергії сонця на корисну енергетичну сировину для виробництва різних видів біопалива (біоетанолу, біодизелю, біогазу, твердого біопалива тощо).

Чимало в цьому напрямі вже зроблено в різних країнах світу. На сьогодні у структурі альтернативної енергетики світу енергія біомаси становить близько 13%. За прогнозами вчених, до 2040 р. частка відновлюваних джерел енергії сягне 47,7%, а внесок біомаси збільшиться до 23,8%. В Україні є всі передумови для організації широкомасштабного виробництва біопалив, проте їх частка в енергетичному балансі країни залишається незначною. Враховуючи загальнонаціональну важливість проблеми зниження залежності нашої держави від імпортованих енергоносіїв, учені Національної академії наук України завжди приділяли цьому питанню значну увагу. Раніше у роботі 56 вже було частково розглянуто й узагальнено розробки науковців НАН України в цьому сегменті економіки, проаналізовано пріоритети й основні напрями досліджень. За участю провідних фахівців було сформовано Концепцію цільової комплексної програми наукових досліджень НАН України «Біомаса як паливна сировина» («Біопалива»), затверджену постановою Президії НАН України від 28.02.2007 № 56. Проблема виробництва і використання біопалив є багатогранною,

тому шляхи її вирішення лежать у кількох площинах. По-перше, це пошук та створення найефективніших джерел біопалив (переважно рослинних ресурсів). По-друге, розроблення сучасних технологій перетворення сировини на потрібні види біопалив, а також використання побічних продуктів. По-третє, пошук і опрацювання ефективних технологій отримання енергії, забезпечення економічного й нормативного супроводу використання біопалив. Саме розроблення цих напрямів і було головним завданням програми «Біопалива», у рамках якої виконано 51 проект за участю 20 установ з різних відділень НАН України. Комплексний підхід до вирішення проблеми дав змогу отримати вагомі результати, незважаючи навіть на значне скорочення фінансування. За результатами виконання програми «Біопалива» отримано 71 патент, 22 авторських свідоцтва на сорти, подано 31 заявку на винаходи, патенти, сорти рослин, опубліковано 14 монографій і близько 200 статей, проведено понад 200 апробацій на міжнародних і вітчизняних науково-практичних конференціях та семінарах. З метою забезпечення постійного науково-технологічного супроводу процесу виробництва біопалив у державі, зокрема в частині впровадження новітніх технологій біоенергоконверсії для отримання біопалива і розширення його використання, послаблення залежності України від імпорту енергетичної сировини, було розроблено проект Концепції цільової комплексної програми наукових досліджень НАН України «Біологічні ресурси і новітні технології біоенергоконверсії» на 2013–2017 рр., затвердженої Президією НАН України 20.03.2013 р. Проміжні результати досліджень та інші роботи з цього напрямку було представлено на науковій конференції «Біологічні ресурси і новітні біотехнології виробництва біопалив», яка відбулася 9–10 вересня 2014 р. у Києві на базі Національного ботанічного саду ім. М.М. Гришка (НБС) НАН України (організатори конференції — Державна установа «Інститут харчової біотехнології та геноміки НАН України», НБС НАН України та Українське товариство клітинних біологів та біотехнологів). На сьогодні у світі вже досить добре визначено пріоритетні культури, які можуть слугувати цінними джерелами біопалив. Однак залежно від регіону та географічного положення тієї чи іншої країни вибір ефективних сировинних ресурсів для отримання біопалив має свою специфіку. В Україні також проведено масштабні роботи з оцінювання її біоенергетичного потенціалу, проаналізовано можливості аграрного сектору щодо джерел виробництва біопалив. Насамперед це побічні продукти виробництва сільськогосподарської продукції, а також вирощування цільових енергетичних рослин. Загалом енергетичний потенціал біопалив в Україні оцінюють у 27 млн т умовного палива на рік. Біоетанол є одним із найважливіших продуктів сучасної біоекономіки. Приблизно 85% світового виробництва рідкого біопалива припадає саме на нього.

В Україні є значні перспективи розвитку виробництва біоетанолу та ринку його використання. Щорічне споживання бензину в країні становить близько 5 млн т. З початку 2014 р. законодавчо передбачено заміну частини (5% — близько 250 тис. т бензину на рік) автомобільного пального на біопаливо. Наразі в Україні немає сировини нехарчового призначення для виконання цього завдання, при тому що потреба в біоетанолі для внутрішнього споживання становить 150–250 тис. т на рік, а собівартість 1 л українського біоетанолу з кукурудзи — 4–5 грн (у цінах 2013 р.). Останнім часом на шести спиртових заводах ДП «Укрспирт» було розпочато промислове виробництво цього виду біопалива, заплановано довести обсяги випуску до 200 тис. т на рік. Досить вагомою мотивацією для подальшого розвитку цього напрямку є зняття державної монополії на виробництво біоетанолу. Однією з найперспективніших для України біоенергетичних культур для виробництва біоетанолу є сорго цукрове. Його вирощують також з метою отримання високоврожайної біомаси для виробництва біогазу. Для північного регіону України постає питання вибору високопродуктивних скоростиглих сортів сорго цукрового, тому створення високоадаптивних урожайних сортів цієї культури зі значним вмістом цукрів та великим кінцевим виходом біоетанолу є надзвичайно актуальним завданням. Біодизель поступово стає одним із найважливіших видів біопалива. До 2020 р. у Європі, Бразилії, Індії та Китаї частка біодизелю в загальному обсязі автомобільного пального може досягти 20%. У разі активної державної підтримки галузі, створення сприятливого інвестиційного середовища і системи оподаткування виробництва цей показник може виявитися навіть вищим. Нині близько 90% світового споживання біодизельного палива припадає на Європу, проте найвищими темпами біодизельна галузь розвивається в США. Науковці НБС НАН України одними з перших в Україні розпочали систематичне вивчення потенційних енергетичних рослинних ресурсів з метою їх використання для отримання різних видів біопалив. Ще на початку 1990-х р. було проведено дослідження з мобілізації та оцінки перспектив застосування різних рослинних ресурсів в енергетичних цілях. Слід зазначити, що на сьогодні співробітники сформували генофонд енергетичних рослин різного напрямку використання, який за своїми масштабами є одним із найбільших у Європі.

Аналіз біологічних ресурсів для виробництва біопалив в Україні свідчить про те, що використання альтернативних джерел має великі потенційні можливості для істотного поліпшення енергозабезпечення держави. Особливо перспективними для виробництва біопалив є побічні продукти аграрного виробництва та лісового господарства. Разом з тим, чільне місце посідає культивування цільових енергетичних рослин різного напрямку використання. На сьогодні в Україні створено одну з найбагатших колекцій енергетичних рослин та їх



Автоматизований міні-завод для виробництва дизельного біопалива

високопродуктивних сортів. За енергетичним потенціалом ці рослини можуть успішно конкурувати з найкращими світовими аналогами і забезпечувати високий вихід умовного палива та енергії. Для України питання організації вітчизняного виробництва біопалив з кожним роком стає дедалі актуальнішим. Держава має повною мірою використовувати альтернативні джерела для забезпечення економіки паливом та енергією, які б не залежали від зовнішніх постачань сировини і були відновлюваними. З огляду на незначні масштаби виробництва власних біопалив можна стверджувати, що сучасний стан цієї галузі аж ніяк не відповідає нагальності проблеми і потребує докорінного поліпшення. Зі свого боку вчені НАН України разом з іншими профільними науковцями створили цілу низку розробок, здатних активізувати розвиток цього напрямку, що сприятиме формуванню енергетичної незалежності держави.

Наша держава щороку споживає близько 200 млн т умовного палива і належить до енергодефіцитних країн, оскільки майже половину своїх потреб в енергоспоживанні вона покриває за рахунок імпорту (імпортує 75% природного газу та 85% нафти і нафтопродуктів), вартість якого щорічно зростає в ціні. Залежність від імпорту нафти більшість розвинених країн розглядають як проблему національної й енергетичної безпеки. Основною перевагою біопалива над своїми традиційними конкурентами: нафтою, вугіллям, газом і ядерним паливом, є можливість його природного поновлення.

Україна має величезний потенціал для розвитку власного ринку біопалива, що набуває особливого значення в умовах нестабільності світової економіки, зростання цін на традиційні енергоносії та енергозалежності країн від імпорту вуглеводів. В Україні є всі необхідні умови для виробництва та реалізації біодизелю, вільні площі під вирощування

зернових, олійних і спеціальних культур, науковий, технічний та кадровий потенціал для виробництва біопалив, зростаюча внутрішня потреба в біодизелі та біогазі. Все це дозволяє швидко нарощувати потужності з його виробництва. В аграрному секторі економіки України з давніх часів чільне місце посідали зернобобові, олійні культури та цукрові буряки. Вони не лише забезпечували внутрішні потреби, але й формували експортний потенціал країни. Ці сільськогосподарські культури є ефективною сировиною для виробництва біопалив.

Європейські країни перш за все зацікавлені не в біопаливі, а в сировині для його виробництва тобто енергетичних культурах. На сьогодні динаміка експорту біопалива з України має тенденцію до збільшення, при цьому 88% усього біопалива, виробленого в Україні, йде на експорт і лише 12% використовується для внутрішніх потреб. Нині у паливно-енергетичному балансі України біоенергетика становить лише 0,8% споживання енергоресурсів. Для прикладу, в ЄС частка відновлювальних джерел становить 7%. В Україні розроблено оригінальні схеми отримання біопалива, тому це є перспективою розвитку технологій 6-го технологічного устрою.

Співробітниками кафедри процесів і обладнання переробки продукції АПК Національного університету біоресурсів та природокористування України (д.т.н., проф. Ю.Г. Сухенко, к.т.н., доц. В.Ю. Сухенко, к.т.н., доц. А.М. Матияшук, М.М. Гудзенко, В.М. Захарієнко) розроблено автоматизований міні-завод для виробництва дизельного біопалива. Завод відзначається мобільністю і легко транспортується (займає дві третини причепа-довгоміра), працює в автоматичному режимі, керованому мікропроцесором, потребує невеликих затрат часу для введення в експлуатацію. Процес виготовлення дизельного біопалива складається з декількох етапів, які реалізуються в олієвідтисковому



Б.Є. Патон уважно спостерігає за новим видом зварювання (стоїть у білому халаті)

та естерному модулях заводу. ВАТ «Проскурів» (м. Хмельницький), де впроваджений мобільний завод, вирощує добрі врожаї ріпаку і має можливість забезпечити техніку дизельним біопаливом власного виробництва. Завдяки використанню вітчизняного обладнання, підприємство не має проблем з його технічним обслуговуванням. Обладнання безпечно у використанні, просте в обслуговуванні і не забруднює навколишнього середовища.

В Україні розроблена зварювальна технологія для з'єднання живих органів і тканин. Вона вперше у світовій хірургічній практиці застосована у клінічних умовах.

Ще 1993 р., з ініціативи академіка НАН України Б.Є. Патона, працівники Інституту електрозварювання спільно з хірургами Інституту хірургії та трансплантології і лікарні «Охматдит» провели

експерименти, які підтвердили принципову можливість отримання зварного з'єднання різноманітних м'яких тканин тварин способом біполярної коагуляції. В експериментальному відділі Інституту хірургії та трансплантології почалися систематичні дослідження перспективної технології, здатної зробити переворот у хірургічній практиці. Потім були експерименти на тваринах — кроликах, білих пацюках і свинях. У ході цих операцій відпрацьовувалися методики застосування зварювальної технології на різних органах і тканинах. Тому, коли МОЗ України видав дозвіл на застосування зварювального обладнання в медичній практиці, хірурги вже були готові до клінічного освоєння методу. На сьогодні в Інституті хірургії та трансплантології виконано вже кілька сотень лапароскопічних операцій із застосуванням зварювальної технології.

При застосуванні зварювальної технології, за свідченням хірургів, не зафіксовано жодного випадку післяопераційних ускладнень; досягається повна герметизація з'єднання у місці зварного шва і забезпечується асептичність; значно зменшуються крововтрати, час проведення операції, а також час перебування хворого під наркозом.

Паралельно з продовженням дослідів, відпрацюванням техніки і технології операцій розпочалися експерименти зі зварювання тканин видалених органів людини. Весь цей час інженерний супровід досліджень забезпечував колектив патонівців. Завдяки налагодженій спільній праці хірургів та електрозварників удосконалювалося зварювальне медичне обладнання. Головна заслуга фахівців Інституту електрозварювання в тому, що вони відпрацювали такі методики моделювання електричного струму, які забезпечують зварювання тканини із відновленням її структури, тобто дозволяють зберегти життєздатність тканини (органу).

Високий рівень українських науково-конструкторських досліджень в галузі авіабудування дозволив



Підготовка літака Ан-225 (Мрія) до транспортування повітряно-космічного літака «Буран»

українським конструктором розробити літальні апарати, які відповідають світовим вимогам, а деякі розробки конструкторського бюро є унікальними. Флагман української авіаційної промисловості ДП «АНТОНОВ» є одним з небагатьох підприємств світу, що реалізує повний цикл створення сучасного літального апарату — від розробки та серійного виробництва до забезпечення комплексної післяпродажної підтримки. Візитна картка компанії — вантажні гіганти Ан-124 «Руслан» та Ан-225 «Мрія».

Ан-225 «Мрія» — найбільший та найпотужніший у світі транспортний літак, який має

максимальні: злітну вагу в 640 т і вантажопідйомність в 250 т. Ці показники і досі не перевершені. Другий за світовим ваговим рейтингом європейський пасажирський літак А380, що з'явився на 17 років пізніше за Ан-225, оперує злітною вагою до 575 т, але його максимальна вантажопідйомність не перевищує 84 т. Таким чином, третім за вантажопідйомністю (після Ан-124-100М-150) літальним апаратом світу сьогодні є американський цивільний вантажний літак Boeing 747-8F, який при злітній вазі в 447,7 т може підняти у повітря 132,6 т вантажу, а четвертим — військово-транспортний літак С-5М Super Galaxy, що може підняти у повітря 122,4 т вантажу, маючи злітну вагу 381 т.

«Мрія» також є і найбільшим у світі літаком, що піднявся в повітря більше одного разу (поступаючись за розмахом крила лише американському гідроплану Hughes H-4 Hercules, котрий зробив у 1947 р. тільки один короткий низьковисотний випробувальний політ). У листопаді 2004 Міжнародна федерація повітроплавання внесла Ан-225 у Книгу рекордів Гіннесса за його 240 рекордів.

Ан-225 було створено в першу чергу для потреб радянської космічної програми в частині транспортування вантажів, зокрема, космічних кораблів багаторазового використання «Буран» і компонентів ракетної системи «Енергія». Літак може перевозити й великогабаритні вантажі іншого призначення, які можуть розміщуватись як у фюзеляжі, так і «на спині». Мета створення Ан-225 була майже ідентичною меті створення американського Boeing 747SCA — спеціальної модифікації пасажирського літака для транспортування багаторазових космічних апаратів Space Shuttle.

Розробка Ан-225 почалась у 1985 р. й тривала рекордно короткий час — 3,5 року. Це стало можливим завдяки широкій уніфікації його вузлів і агрегатів з вузлами та агрегатами найбільшого військово-транспортного літака Ан-124, який служив основою для нього. Дослідний зразок здійснив свій перший політ 21 грудня 1988 року, а в березні наступного року в одному польоті з максимальною злітною масою понад 500 000 кг (1 100 000 фунтів) було встановлено відразу 106 світових рекордів для літаків цього класу. 3 травня 1989 року, «Мрія» стартувала з аеродрому Байконур, несучи на «спині» свій перший вантаж — повітряно-космічний літак «Буран» масою більше 60 тонн. А 13 травня ця унікальна транспортна система



Транспортний літак Ан-225 (Мрія)

виконала безпосадочний переліт за 2700-км маршрутом Байконур-Київ за 4 години 25 хвилин, при цьому її злітна маса склала 560 т.

На рахунку у «Мрії» з «Бураном» — 14 польотів разом загальною тривалістю 28 годин 27 хвилин. Їх було виконано з аеродромів, розташованих в різних кліматичних зонах СРСР. В червні 1989 р. літак з космічним човном було продемонстровано на Паризькому авіасалоні. В серпні того ж року «Мрія» з «Бураном» були представлені на авіашоу в Ванкувері (Канада), в вересні — в Празі. В 1990 р. літак демонструвався на авіасалоні в Фарнборо (Велика Британія) та на двох американських авіашоу в Оклахома-Сіті та в Сієтлі. В 1991 р. «Мрія» відвідала Шенон (Ірландія), в 1992 р. — Монреаль (Канада), Колумбус (США), Лас-Вегас (США). В серпні 1993 року на міжнародному авіашоу МАКС-93 в Жуковському Ан-225 «Мрія» «виступав» уже з українським прапором на хвостовому оперенні. В 1994 р. гіганту з Києва аплодували Сингапур і Шарджа. Потім, із закриттям програми «Енергія-Буран», літак на цілих 7 років припинив польоти.



Суперкомп'ютер СКІТ-4



7 травня 2001 р. з цілковитою підставою можна вважати другим народженням «Мрії». В цей день відбувся «другий перший» зліт модернізованого Ан-225, призначеного для роботи на ринку комерційних повітряних перевезень. Почалася нова глава в житті цього дивовижного літака, який і сьогодні працює у складі парку авіакомпанії «Авіалінії Антонова», продовжуючи надійно служити людям. Окрім численних перевезень унікальних вантажів, Ан-225 неодноразово брав участь в гуманітарних операціях з ліквідації наслідків стихійних лих в різних країнах.

Реалізація сучасних авіаційних проектів сприяє розвитку національної науки та національних наукових кадрів, впровадженню передових технологій, створенню великої кількості робочих місць, тож ДП «Антонов» відіграє важливу роль у розвитку вітчизняної науки та виробництва.

Серед сучасних завдань, які стоять в побудові інформаційного суспільства, — створення могутніх суперкомп'ютерних систем. Суперкомп'ютери (цей термін використовується для позначення класу існуючих найпотужніших комп'ютерних систем) відіграють важливу роль при розв'язуванні економічних, екологічних, біоінженерних, медичних, бюджетно-фінансових, науково-технічних, оборонних загальнодержавних та інших задач. Суперкомп'ютери — це високопродуктивні обчислювальні системи зі значним обсягом пам'яті. Їх створення викликано ускладненням математичних моделей за рахунок врахування великої кількості досліджуваних факторів, використанням системного підходу в моделюванні (моделюється не один об'єкт, а одночасно група об'єктів та явищ, або середовище в цілому), реалізацією динамічної візуалізації результатів розв'язування прикладних задач та інше. Вони необхідні для побудови і дослідження кліматичних моделей, прогнозування змін в атмосфері та

гідросфері Землі, моделювання побудови білка з амінокислот, аналізу результатів діагностики захворювань людини, розробки нових ліків, проектування нових матеріалів, у генетичному моделюванні тощо, тобто там де для успішного вирішення вагомих прикладних задач і досягнення якісно нових результатів потрібні комп'ютери з надзвичайно високою продуктивністю.

У Києві в Центрі суперкомп'ютерних обчислень НТУУ «КПІ» суперкомп'ютер виконує не лише внутрішні завдання університету, але і задачі галузевих

інститутів, навчальних закладів України і grid-користувачів з будь-якої точки світу. Він тісно співпрацює в цьому напрямі з Інститутом теоретичної фізики та Інститутом математики НАН України, Національним космічним агентством України тощо.

Суперкомп'ютерний обчислювальний центр (СОЦ) на базі високопродуктивних кластерних систем СКІТ створений в Інституті кібернетики ім. В.М. Глушкова НАН України. Серед задач, які ним розв'язуються, — попередження екологічних катастроф, обробка і інтерпретація геофізичних даних для розвідки нафти і газу, моделювання і прогнозування погоди, а також наслідків шкідливих викидів в атмосферу. СОЦ успішно розробляє багато інших, більш специфічних технологій, починаючи з пошуку оптимального розташування аварійних служб і станцій швидкої допомоги, виявлення проривів нафтопроводів і прогнозування пошкодження посівів зернових, до складних технологій протиракетної оборони, запобігання терористичним акціям, оцінки інвестиційних проектів, ринкових досліджень тощо. Обчислювальні потужності СОЦ також використовуються іншими організаціями для проведення більш ресурсомістких розрахунків, наприклад, Інститутом молекулярної біології і генетики НАН України.

З Україною пов'язана діяльність піонерів космічної ери та видатних інженерів С. Корольова, М. Янгеля, В. Челомея, В. Уткіна, С. Конюхова. Україна вважається однією з шести провідних країн у космічній галузі, яка володіє технологіями як у виробництві ракет-носіїв та космічних апаратів, так і їх пуску та управління. До української ракетно-космічної галузі входять 40 підприємств. Провідним центром серед них є всесвітньо відомі

конструкторське бюро «Південне» та виробниче об'єднання «Південний машинобудівний завод» у Дніпрі. Там створюють та серійно виробляють ракети-носії, рушійні установки космічні апарати, системи управління, орієнтації і траєкторних вимірювань, ними сконструйовано та виготовлено понад 400 штучних супутників Землі.

Після розвалу СРСР та отримання незалежною Україною без'ядерного статусу, реально постало питання в доцільності збереження такої затратної галузі машинобудування, як космічна. Складна економічна ситуація в країні довела ситуацію до стану, коли потрібно було приймати рішення, оскільки галузь була на межі. 29 лютого 1992 р. Указом Президента при Кабінеті Міністрів України було створено Національне (зараз Державне) космічне агентство України (ДКАУ). Потім була прийнята перша Державна космічна програма України на 1993–1997 рр. У нових умовах успішно почалися розвиток і розробка нових космічних проєктів і програм.

У 1995 р. Державне конструкторське бюро «Південне» і виробниче об'єднання «Південмаш» разом з партнерами зі США, Росії і Норвегії почали реалізацію унікального проєкту «Морський старт» по створенню ракетно-космічного комплексу з однойменною назвою. У тому ж році з космодрому Плесецьк ракета-носії «Циклон-3» зробила запуск на орбіту першого супутника під юрисдикцією України «Січ-1». 1996 р. були створені Інститут космічних досліджень і Національний центр керування й випробування космічних засобів у місті Євпаторія, був прийнятий Закон України «Про космічну діяльність». У 1997 р. Державне конструкторське бюро «Південне» у кооперації з російськими та українськими підприємствами почали створення космічного ракетного комплексу «Дніпро» на базі міжконтинентальних



Ракета-носії «Зеніт-3SLB» для проєкту «Наземний старт»

балістичних ракет РС-20 (SS-18 «Сатана» за класифікацією НАТО). 1997 р. у рамках розвитку міжнародного співробітництва відбувся політ першого космонавта-дослідника незалежної України Леоніда Каденюка в складі екіпажу американського космічного корабля «Колумбія» місії STS-87.

У квітні 2013 р. був здійснений перший пуск американської ракети-носія «Антарес», яка доставляє вантажі на Міжнародну космічну станцію. Основну конструкцію першого ступеня розробило КБ «Південне», а виготовив її Південмаш. Вперше в історії українські компанії приймають повноцінну участь у створенні ракети-носія США.

Зараз успішно йде робота над створенням перспективних ракет-носіїв сімейства «Маяк», яке включає в себе ракети малого, середнього та важкого класів.

Україна відома на світовому ринку своєю космічною продукцією: ракетами-носіями «Зеніт-2», «Зеніт-3», «Циклон-3», «Дніпро»; космічними апаратами «Січ» і Автоматичною універсальною орбітальною станцією (АУОС); апаратурою стикування



«Морський старт»



Ракета-носії «Зеніт-2»



Ракета-носії «Дніпро»



Єдиний у світі бойовий залізничний ракетний комплекс



Вперше українське КБ «Південне» брало участь у створенні американської ракети-носія Antares

«Курс» для Міжнародної космічної станції; системами прицілювання ракет, апаратурою систем керування для космічних комплексів «Союз», «Прогрес», «Протон»; унікальними об'єктами наземної інфраструктури: радіотелескопом РТ-70, контрольно-коригувальними станціями для глобальних навігаційних супутникових систем, мережею спостережень геофізичних явищ. Космічна галузь стала однією з ключових галузей національної економіки, а космічна діяльність України є складовою частиною міжнародних зусиль з дослідження та використання космічного простору. Досягненнями українських фахівців стало створення космічних апаратів «Січ-1», «Океан-О», АУОС та «Мікрон», ракетоносіїв «Зеніт-3SL», «Дніпро», «Циклон-3».

Україна є учасником найважливіших міжнародних переговорів в космічній галузі, включаючи Договір про принципи, які регулюють діяльність держав в дослідженні і використанні космосу, включаючи Місяць та інші небесні тіла (1967), Угоду про створення спільного наукового і технологічного простору між членами СНД (1995). З часу свого створення ДКАУ підписала 38 міждержавних і міжвідомчих угод з 16 країнами. Нарешті, Україна є членом більшості міжнародних організацій у сфері космосу: UNCOPUOS (Комітет ООН з мирного використання космічного простору), COSPAR (Світовий комітет з питань космічних досліджень), IADC (Координаційний міжвідомчий комітет з питань забруднення в космосі); вона також є дуже активним членом організацій з нерозповсюдження зброї масового ураження.

Україна в космічній сфері постійно кооперується зі світовим співтовариством. Найбільшим

партнером України в космічній сфері була Росія. Це зумовлено історичними обставинами. Космічна промисловість створювалася в період, коли кооперація між союзними республіками СРСР була нормальним явищем і це зумовило технологічну прив'язку української космічної галузі до Росії. В той же час існує й зворотна прив'язка Росії до України — всі російські наукові космічні апарати серії «Спектр» та АМС запускалися українськими носіями «Зеніт».

Нині Україна віддає перевагу співробітництву з Європейською комісією та Європейською космічною агенцією в рамках першої європейської космічної програми, а також участі в програмах «Аврора», «Галілео», GMES та FLPP (перспективні носії виведення). Українські підприємства задіяні в проекті «Вега» у співпраці з Європейським космічним агентством. ЄС і Україна домовляються також про співробітництво у питаннях вивчення і реалізації архітектури наземної системи і дійшли тимчасового порозуміння щодо поширення системи EGNOS на територію України, використовуючи наземну інфраструктуру, яка складається з українських станцій контролю. Провідні європейські аерокосмічні підприємства виявляють живий інтерес до співробітництва з Південнашем в космічних проектах майбутнього: ракети-носії, супутники, космічні дослідження, гармонізація законодавства, виведення на орбіту тощо.

Здавна ведеться співпраця на рівні космічних агентств між Україною та США. США були одним з ініціаторів і головним джерелом фінансування в рамках створення проекту «Морський старт».

Партнерами України в космічній сфері виступають ЄС, Китай, Республіка Корея, Японія, Єгипет та ін. Співробітництво з державами, які не володіють космічними технологіями, є ефективним засобом просування своєї продукції та послуги на об'ємному ринку.

Україна успадкувала третину промислово-космічного потенціалу колишнього Радянського Союзу, це біля 30 установ, безпосередньо пов'язаними з космічною діяльністю і які включають в себе конструкторські бюро, промислові підприємства, військові об'єкти, дослідницькі інститути та інші організації, включені в цю галузь. Серед них, крім згаданих дніпропетровських підприємств ДП «КБ «Південне» і ВО «Південний машинобудівний завод», харківські — «Комунар», «Хартрон», НДІ радіовимірювань, київські — ЦКБ і завод «Арсенал», «Київприлад» і Київський радіозавод, підприємство «ЧЕЗАРА» у Чернігові.

Серед основних факторів негативного впливу, що впливають на ефективність роботи космічної галузі України, слід назвати: мізерне державне фінансування, орієнтація на короткострокові цілі, значна недооцінка інтелектуального потенціалу, порушення спадковості наукових та технічних знань, надмірне скорочення оборонно-промислового комплексу, в якому зосереджувались вітчизняні космічні технології. Викликами інноваційному розвитку космічної галузі також стали: слабка зорієнтованість фінансово-кредитної системи на підтримку інновацій, низький рівень результативності сектору наукових досліджень та розробок, відсутність дієвих економічних стимулів для розвитку інноваційного підприємництва, невідповідність існуючої системи органів управління космічною діяльністю завданням інноваційної економіки.

Серед позитивних факторів: наявність розгалуженої мережі науково-дослідних і проектно-конструкторських організацій, галузевих і територіальних наукових центрів; функціонування розвиненої системи фахової освіти; збережений науково-виробничий потенціал, що робить можливою участь України в міжнародних науково-технічних програмах.

Глобальні політичні, економічні і технологічні зміни спричинили зміну умов функціонування космічної діяльності. В їх контексті космічна технологія стала економічним активом і надзвичайно цінним джерелом інноваційних ідей, які використовуються через широкий процес передачі тисячами компаній в різних країнах світу для виходу на світовий ринок з новими товарами, процесами і послугами. Непрямі наслідки використання космічної техніки, які раніше вважалися побічними продуктами



Прес-конференція керівництва КБ «Південне» з нагоди Дня працівника космічної галузі та 80-річчя С.М. Конюхова

НДДКР, все частіше розглядаються як основні результати, які можуть скласти важливий елемент промислової політики, що активно впливатиме на подальший розвиток ринку, економічне зростання, процес створення робочих місць та на забезпечення ефективності виробничих процесів.

Космічна діяльність України є складовою частиною міжнародних зусиль з дослідження та використання космічного простору. Дослідження космічного простору проводились здавна різними галузями астрономії, з середини XX ст. здійснюються за допомогою космічних технологій, пілотованих космічних польотів та автоматизованих космічних апаратів. Початком епохи технологічного освоєння космосу можна вважати запуск першого штучного супутника Землі — Супутник-1, запущеного Радянським Союзом 4 жовтня 1957. Освоєння космосу було одним з напрямків суперництва між СРСР та США в холодній війні.

Місце серед небагатьох країн світу, що мають власну космічну промисловість, визначає в наш час і рівень розвитку досліджень космосу.



Підготовка космічної головної частини ракети-носія «Дніпро»

З розвитком космонавтики змінилася тематика астрономічних досліджень, які швидко включилися в космічні програми досліджень. Так, Головна астрономічна обсерваторія (ГАО) НАН України проводить наукові дослідження за такими напрямками: позиційна астрономія та космічна геодинаміка; фізика Сонця й тіл Сонячної системи; фізика й еволюція зір і галактик; фізика космічної плазми; астрономічне та космічне приладобудування. Обсерваторія займає провідне місце в Україні з досліджень обертання Землі й побудови координатних систем у космічному просторі, фізики фотосфери Сонця й тіл Сонячної системи, формування й еволюції зір і галактик та ін.

Обсерваторія має тісні наукові зв'язки з багатьма астрономічними закладами України та світу. Вона була ініціатором і учасником міжнародних програм і проектів, зокрема створення каталогу слабких зір та фотографічного огляду неба, спостереження комети Галлея, визначення варіацій глобальних характеристик Сонця, а також брала участь у підготовці та здійсненні космічних проектів «ВЕГА», «ФОБОС», «КОРОНАС» та ін. З 1991 р. ГАО координує діяльність установ України з проблеми координатно-часового забезпечення, бере участь у виконанні Державної космічної програми України та Державної екологічної програми.

Державне космічне агентство України (ДКАУ) спільно з НАН України координує різноплановий комплекс космічних досліджень, що проводяться науковими організаціями різного профілю: університетами, установами НАН України та інших академій, відомчими організаціями та лабораторіями.

Дослідження Землі та навколоземного простору. Один з основних напрямів світової космічної науки — вивчення процесів у магнітосфері та іоносфері Землі, спричинених активністю Сонця. Виявлено суттєвий вплив космічної погоди на самопочуття людей, стан технічних систем у навколоземному просторі. Нагальним постає питання організації служби космічної погоди. Ряд наукових центрів України проводять скоординовані дослідження з метою створення наукової основи для її прогнозування. ГАО НАН України займається вивченням сонячної активності шляхом спостережень з поверхні Землі, а також з борту космічних апаратів серії «Коронас». Діяльність фахівців Харківського і Київського національних університетів сконцентровано на дослідженні процесів в активних частинах сонячної атмосфери і розробці моделі сонячного вітру. В Інституті іоносфери НАН України та МОН України вивчається механізм виникнення іоносферних штормів під час сонячних спалахів. Радіоастрономічним інститутом (РІ) НАН України проведено цикл спостережень в радіохвильовому діапазоні за викидами сонячної маси у міжпланетний простір. В Інституті космічних досліджень (ІКД) НАН України — ДКАУ виконано цикл робіт з дослідження нелінійних хвильових процесів у навколоземному просторі, впливу сонячних збурень

на гео- і біосферу Землі; для надання громадянам даних щодо космічної погоди створюється відповідна інформаційна система.

Проект «Варіант» (головний виконавець — Львівський центр ІКД НАН України-ДКАУ) присвячено вимірюванню електричних струмів та електромагнітних полів іоносферної плазми з борту супутника «Січ-1М» для прогнозу іоносферних явищ, зумовлених сейсмічною активністю. Учасники робіт — міжнародний колектив з Великої Британії, Польщі, Франції, Росії та України під науковим керівництвом українських вчених. Для реєстрації структури електричних характеристик космічної плазми підготовлено комплекс наукової апаратури. За період польоту супутника отримано та передано на Землю цінну наукову інформацію, проведено її обробку та інтерпретацію.

Проект «Іоносфера» (Львівський центр ІКД НАН України-ДКАУ) доповнює вивчення закономірностей і взаємодій у ланцюжку літосфера—атмосфера—іоносфера—магнітосфера Землі. Його основна мета — наземний і супутниковий моніторинг іоносферних параметрів, дослідження процесу передачі енергії від поверхні Землі в іоносферу через акустичний канал. Створено автомобільний акустичний випромінювач та наземний мобільний комплекс для вимірювання фізичних полів, теоретично обґрунтовано можливі механізми підсилення акустичних збурень в атмосфері, проведено комплексні експерименти в обсерваторії Інституту іоносфери НАН України — МОН України та наземно-космічний акустичний експеримент з французьким супутником «DEMETER». В результаті експериментів встановлено вплив акустичних збурень на процеси в іоносфері та верхній атмосфері Землі. Розроблено методику організації моніторингу електромагнітного оточення МКС та програму досліджень, виготовлено апаратний комплекс в рамках космічного експерименту «Обстановка». Прикладними аспектами досліджень є прогноз землетрусів, розробка методів управління погодою.

Метою проекту «Зондування» (Науковий центр аерокосмічних досліджень Землі Інституту геологічних наук НАН України) є вивчення глобальних та регіональних змін довкілля на основі дистанційних методів, створення наукових основ та космічних технологій раціонального природокористування.

Для визначення оптимальних напрямів розвитку вітчизняних систем дистанційного зондування Землі (ДЗЗ) створено методологію оцінки їх науково-інформаційної та соціально-економічної ефективності, розроблено науково-прикладні програми використання супутникових даних, підготовлено низку державних стандартів в галузі ДЗЗ. З метою вирішення актуальних екологічних та природо-ресурсних задач відпрацьовано методи космічного моніторингу техногенного впливу на території, визначення стану та складу лісів, параметрів снігового покриву, вологості та вологозапасу ґрунтів сільгоспугідь, покладів вуглеводнів на шельфі, виконано

експериментальні дослідження з моніторингу параметрів моря, розроблено тематичні карти для Національного атласу України. Виконано ряд робіт в рамках участі України в міжнародних організаціях зі спостереження Землі.

Позаатмосферна астрономія та астрофізика. У 2005 р. завершився масштабний міжнародний проект «Коронас-Ф», присвячений дослідженням Сонця з використанням фотометра «ДИФОС», створеного за участю спеціалістів ГАО НАН України. Отримано нові наукові результати щодо спектрів потужності коливань сонячного випромінювання, їх просторових і фазових властивостей. Дані орбітальних досліджень зіставлялися з результатами синхронних наземних спостережень. Отримані результати розширюють теоретичні та експериментальні уявлення фізики Сонця.

Метою міжнародного експерименту «Коронас-Фотон» (Харківський національний університет) є продовження комплексних досліджень Сонця на перспективному спеціалізованому супутнику та вивчення впливу сонячної активності в різних діапазонах довжин хвиль на електромагнітну та радіаційну обстановку довкола Землі. Українськими учасниками експерименту розробляється супутниковий телескоп електронів і протонів СТЕП-Ф для вивчення динаміки високоенергетичних заряджених часток магнітосферного та сонячного походження. Розроблено наукову програму досліджень. Виготовлено лабораторний та технологічний зразки телескопа, проведено стиковочні випробування технологічного зразка у складі космічного апарата. Ведеться виготовлення льотного зразка. В процесі виконання проекту розроблено та створено унікальні позиційно-чутливі кремнієві матричні детектори заряджених часток високих енергій.

Метою проекту «Інтерферометр» (РІ НАН України) є спостереження об'єктів ближнього та дальнього космосу за допомогою радіотелескопа РТ-70, який є однією з найбільших у світі антенних систем. Для підвищення інформативності телескопа в автономному режимі та в мережах радіоінтерферометрів з наддовгими базами (РНДБ) здійснюється його дооснащення та модернізація. Розроблено

та впроваджено на РТ-70 нові елементи сучасного приймально-реєстраційного комплексу сантиметрово-дециметрового діапазонів хвиль, проводиться підготовка телескопа до нових перспективних досліджень (місія «Радіоастрон»). Виконано радіолокацію об'єктів Сонячної системи (планет, астероїдів, які наближаються до Землі), вивчено радіозображення галактичних та позагалактичних джерел, здійснено картографування радіовипромінювання Галактики та побудовано карту радіояскравості досліджуваних областей неба. Проведено успішні експерименти з прийому телеметричних сигналів апаратів далекого космосу («Марс-Експрес» і «Розетта») та експерименти у рамках міжнародної РНДБ-мережі. Отримано дані спостережень каталогізованого «космічного сміття», вперше виявлено дрібні фрагменти «космічного сміття» на геостаціонарних орбітах.

Проект «Астро» (ГАО НАН України). Розробляються унікальні прилади для перспективних астрономічних досліджень. Створюється наукова апаратура — ультрафіолетовий статичний Фур'є-спектрометр та спектрометр-поляриметр — для російсько-українського космічного експерименту «Планетний моніторинг — Спектрометр-поляриметр» на борту МКС. Використання цих приладів дозволить вивчати властивості газово-аерозольного шару планетних атмосфер, безатмосферні тіла Сонячної системи, інтенсивність випромінювання Сонця в УФ-діапазоні, здійснювати моніторинг Землі. Виготовлено та випробувано макети ряду вузлів, блоків і оптичних елементів приладів, проводиться розробка програм і методик наземної обробки даних, виконано спостереження інфрачервоних спектрів земної атмосфери для визначення вмісту озону. Здійснено підготовку та виготовлення обладнання для проведення лазерного атмосферного комунікаційного супутникового експерименту. Реалізація результатів робіт матиме суттєве значення для дослідження природи кліматичних змін.

Космічна біологія, фізика невагомості, технологічні дослідження. В рамках проекту «Сегмент» («НВК «Курс» та кооперація інститутів НАН України) проводиться підготовка до реалізації на борту МКС циклу космічних експериментів (КЕ) для вивчення впливу невагомості на живі об'єкти, фізико-хімічні процеси та властивості речовин. Результатом робіт стане отримання принципово нових знань в галузі фізики, біології, медицини, а також створення перспективних космічних і наземних технологій. Завдання проектів медико-біологічного профілю «Клітина» і «Космобіологія» (Інститут ботаніки НАН України) — вивчення гравічутливості живих істот на різних рівнях їх організації, механізмів адаптації до умов мікрогравітації, розробка космічного обладнання та біотехнологій. У цій області космічної науки Україна посідає одне з провідних місць у світі. У виконанні досліджень задіяно низку профільних організацій НАН України, НАМН, університети. Серед результатів робіт — принципово



Радіотелескоп РТ-70



Співпраця українських науковців у рамках Європейської організації з ядерних досліджень

нова наукова інформація щодо причинних зв'язків між змінами в клітинах і змінами на рівні організму в цілому. Вперше на рівні нанорозмірних підсистем кісткової тканини визначено механізми демінералізації кісток, що дозволяє на нових принципах розробляти контрзаходи для гальмування демінералізації кісткової тканини як в умовах невагомості, так і при остеопорозі в земних умовах. Досліджено відповідь системи «вірус-рослина» на дію мікрогравітації, запропоновано нові моделі для вивчення її впливу на біологічні ритми в організмі людини, імунну та нервову систему, мікроциркуляцію крові. Розроблено технології культивування низки біооб'єктів для систем життєзабезпечення космонавтів в тривалих космічних подорожах. Отримані результати є основою для з'ясування біологічної ролі гравітації в існуванні та функціонуванні біосфери Землі, внеском у розвиток гравітаційної та загальної біології.

Системні дослідження. Їх метою є вибір пріоритетів космічної діяльності з урахуванням міжнародних тенденцій і специфіки України для обґрунтування стратегічного планування, підвищення ефективності роботи галузі. У рамках проекту «Система» (Інститут технічної механіки НАН України-ДКАУ) розроблено можливі сценарії розвитку космічної діяльності і космічні програми України. Відповідно до завдань розвитку технологічного потенціалу галузі систематизовано стратегічно важливі і перспективні космічні технології, розроблено заходи щодо їх впровадження.

Новий імпульс розширенню космічних досліджень відбувся із створенням спільних НКАУ і наукових центрів НАН України: Інституту космічних досліджень та Львівського його центру, Інституту технічної механіки, Наукового центру аерокосмічних досліджень Землі Інституту геологічних наук та ін.

Втративши величезні інвестиції, які в умовах політичного протистояння надавалися державою за рахунок централізованого перерозподілу ресурсів з інших сфер економіки, космічна галузь відчула безпрецедентний науково-технологічний регрес, інвестиційну недостатність в сфері інноваційної

діяльності, стрімке падіння соціального престижу. Ця деградація з надзвичайно високих технологічних позицій відбувалась на фоні стрімкого розвитку космічної діяльності не тільки в США, але й в більшості країн ЄС, Китаї, Індії, Бразилії, Південній Кореї. Необхідність переходу від традиційних в минулому критеріїв суворості секретності та відокремленості, замкненості та військового спрямування НДДКР до менш визначених, але більш складних глобально-організаційних, інноваційних, фінансово-економічних та міжнародно-інтеграційних аспектів вплинула на істотні трансформації принципів та підходів в організації космічної діяльності в країнах — суб'єктах космічної діяльності.

Позиціонування України в новій системі організації світової космічної діяльності є неможливим без її інтеграції в глобальний науково-технологічний та інноваційний простір. Ця проблема набуває особливої актуальності у зв'язку з тим, що за останні 20 років стан космічної галузі України помітно ускладнився. Внаслідок скорочення бюджетного фінансування, втрати коопераційних виробничих зв'язків, зниження вітчизняного оборонного потенціалу статус України як космічної держави сьогодні важко порівняти з аналогічним статусом таких країн, як США, Росія, Китай. Це ставить під загрозу стратегічні інтереси нашої держави в сфері науково-технологічної та інноваційної політики.

Вивчення зарубіжного досвіду доводить, що державне регулювання космічної галузі, високі темпи фінансування наукових досліджень та інновацій в цій сфері, запровадження сучасних управлінських технологій на національному та міжнародному рівнях забезпечують зміцнення міжнародної конкурентоспроможності космічної галузі, вихід на світові ринки космічної продукції, зростання власних доходів національних підприємств. Розвиток венчурного бізнесу у космічній діяльності, підтримка інноваційного підприємництва в цій сфері сприяють зростанню темпів впровадження нововведень, динамічному розвитку високотехнологічних підприємств.

Космічна діяльність виступає мультиплікатором економічного зростання. Сучасний період глобалізації космічної діяльності в багатополарній світовій системі (принципи широкомасштабного міжнародного співробітництва, комерційного зиску, інтеграції та міжнародної безпеки) спрямовують її розвиток в загальному контексті цивілізаційних процесів (принципи забезпечення виживання людства, орієнтації на вирішення глобальних проблем, підвищення якості життя, глобальної безпеки). Слід відмовитися від «залишкового» принципу фінансування фундаментальних досліджень в космічній сфері, надавши йому статус захищеного рядка у бюджеті. Необхідний також механізм підтримки організацій, які акумулюють та спрямовують фінансові ресурси в інноваційні проекти з високим ризиком, починаючи з ранніх стадій розробки. Доцільним буде створення пріоритетних умов

формування інвестиційних ресурсів для придбання підприємствами ефективних (у порівнянні з імпортованими) вітчизняних технологій.

Сучасна глобальна наука потребує міжнародної співпраці та інтенсивної комунікації. Серед прикладів багаторічна співпраця українських фізиків з ЦЕРНом (Європейською радою ядерних досліджень). В ЦЕРНі, що розташований біля Женеви, на кордоні Швейцарії і Франції, побудований великий адронний колайдер, прискорювач заряджених частинок на зустрічних пучках, призначений для розгону протонів і важких іонів (іонів свинцю) і вивчення продуктів їх зіткнень. Колайдер є найбільшою експериментальною установкою у світі. В будівництві та дослідженнях брали і беруть участь більше 10 тисяч вчених і інженерів більш з понад 100 країн. Україна не брала участі у побудові самого колайдеру, але долучилася до побудови двох детекторів колайдера CMS і ALICE. Вони побудовані, щоб аналізувати і вимірювати результати всіх експериментів, що відбуваються у Великому адронному колайдері. Інститут сцинтиляційних матеріалів НАН України постачав матеріали для побудови детектору CMS. Харківський науково-дослідний технологічний інститут приладобудування спроектував і розробив декілька десятків тисяч мікромодулів для внутрішньої трекової системи детектору ALICE. Все це відбувалося фактично без підтримки держави,

завдяки науковому ентузіазму та тендеру від CERN, який виграли українські вчені та інженери.

Лабораторія грід-технологій Інституту теоретичної фізики ім. М.М. Боголюбова НАН України бере участь у найамбітнішому фізичному експерименті на Великому адронному колайдері. Грід-обчислення (англ. grid — сітка, мережа) — це форма розподілених обчислень, в якій «віртуальний суперкомп'ютер» представлений у вигляді кластерів, з'єднаних за допомогою мережі слабозв'язаних гетерогенних комп'ютерів, що працюють разом для виконання величезної кількості завдань (операцій, робіт). Ця технологія застосовується для вирішення наукових, математичних задач, що вимагають значних обчислювальних ресурсів. Грід-обчислення використовуються також для вирішення таких трудомістких завдань, як економічне прогнозування, сейсмоаналіз, розробка та вивчення властивостей нових ліків.

Україна зберегла значний потенціал і традиції досліджень в різних галузях науки, але технологічна база науки потребує докорінної модернізації. Без створення сучасних лабораторій міжнародного рівня важко говорити про входження в європейський і світовий науковий простір. Це найважливіший виклик глобальної науки, яка формується на наших очах, і його неможна зволікати.

