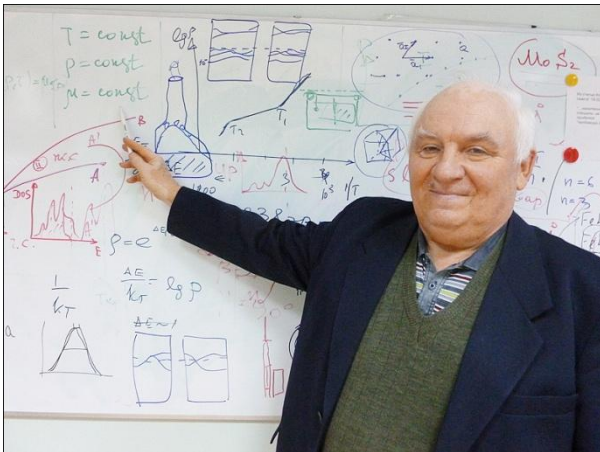


**Ірина НІКОЛАЙЧУК**  
Фото автора

## Член-кореспондент НАН України Віктор Уваров: «Нанотехнології – надто дорога річ, щоб задовольнятися нанофінансуванням...»



За багатьма прогнозами, обрис ХХІ сторіччя визначатимуть нанотехнології, подібно до того, як відкриття атомної енергії, винахід лазера і транзистора визначили обрис ХХ сторіччя. Науковці стверджують: у найближчі десятиріччя саме розвиток нанотехнологій стане однією з основних рушійних сил нової науково-технічної революції, яка приведе до суттєвих змін у багатьох галузях промисловості й енергетики, будівництва й сільського

господарства, медицини й охорони довкілля, військової техніки й повсякденного побуту.

У цьому переконаний і наш співрозмовник — учений у галузі нанофізики та дослідження електронної структури і властивостей речовин, доктор фізико-математичних наук, професор, член-кореспондент НАН України, завідувач відділу спектроскопії твердого тіла Інституту металофізики ім. Г. В. Курдюмова НАН України Віктор УВАРОВ.

— Нанотехнології дають можливість здійснювати маніпуляції з речовиною на рівні одного нанометра (однієї мільярдної частки метра), що фактично означає керування фізичними, хімічними і біологічними процесами на атомарному і молекулярному рівнях. Саме це дозволяє створювати принципово нові матеріали, прилади, медичні препарати, розробляти нові технологічні процеси з не баченими раніше можливостями. Сьогодні на основі нанотехнологій з'явилися нові лазери і зносостійкі головки з покриттям нанометрової товщини для зчитування інформації з магнітних дисків, високоселективні нано-структурні каталізатори, нано-структуровані покриття лопаток газових турбін і систем захисту від радіолокаційного виявлення, нові лакофарбувальні матеріали і косметичні товари.

Виготовлені з допомогою нанотехнологій речовини та матеріали вже знайшли, а в недалекому майбутньому знайдуть ще ширше застосування в енергетиці (матеріали для сонячної енергетики, нові хімічні джерела живлення, паливні елементи,

нанотехнології генерування електроенергії з будь-якого органічного палива з високими значеннями ККД), в технологіях створення нових поколінь авіаційно-космічних апаратів (легкі, жароміцні матеріали та покриття, елементи систем живлення, орієнтації й управління, нові види палива), засобів наземного і супутникового зв'язку та інформації (мініатюрних, енергоекономічних, інформаційно високоємнісних елементів і систем), систем безпеки й оборони (нові засоби виявлення і розвідки, засоби колективного та індивідуального захисту особового складу, нові роботизовані системи озброєння, нові матеріали з високою міцністю). Завдяки застосуванню нанотехнологій електроніка швидко наближається до такого рівня мініатюризації, коли робочими елементами інтегральних схем будуть невеликі ансамблі атомів і молекул або окремі, спеціально синтезовані молекули.

**— Вікторе Миколайовичу, розвинені країни не уявляють свого економічного зростання без його основного джерела – передової науки і впровадження нових технологій. Переконана, що нанотехнології в цьому поступі займають чільне місце.**

— Згідно з аналітичними даними Американського національного наукового фонду (NSF), уряди і промислові кола розвинених країн очікують в найближчі 10–15 років бурхливого зростання ринку нанотехнологічних матеріалів, приладів та іншої продукції. Якщо говорити про більш-менш конкретні цифри, то заплановані обсяги такі: наноструктурні матеріали і технологічне обладнання – 340 мільярдів дол./рік; наноелектроніка – понад 300 млрд.; фармацевтичні нанопрепарати – понад 180 млрд.; хімічна продукція на основі нанотехнологій – 100 млрд.; наноматеріали для аерокосмічної промисловості – 70 млрд. дол./рік. Таким чином, світовий ринок згаданих товарів може зростати зі швидкістю більше 1 трильйона доларів на рік.

**— Давайте спробуємо підняти перед читачами завісу з історії технологій і систем із префіксом нано-.**

— Взагалі-то, нанотехнології і наносистеми існували дуже давно. Людство отримувало матеріали за допомогою нанотехнологій, навіть не здогадуючись про це. Яскравий приклад їх застосування – вітражі з кольорового скла у храмах Стародавньої Греції, Риму, Єгипту, Київської Русі. У більш близькі нам часи це вже були плівки, каталітичні системи в хімії, порошки, метал у дрібнозернистому стані, всілякі колоїдні системи – великий клас сполук, і наука їх давно вивчала.

Однак широкомасштабні нанотехнологічні розробки почали здійснюватися в більшості розвинених країн із початку 1990-х років, а результатом визнання їх важливості стало прийняття і фінансування багатьох спеціалізованих програм. Інформація з відкритих джерел свідчить, що тепер такі програми мають понад 50 країн, а щорічні світові обсяги інвестицій у нанотехнології вже обчислюються мільярдами доларів і мають стійку тенденцію до зростання. Сьогодні практично увесь світовий обсяг (~90%) таких інвестицій сконцентровано в 15 країнах: США, Японії, Великій Британії, Австралії, Німеччині, Ізраїлі, Індії, Китаї, Канаді, Південній Кореї, Франції, Фінляндії, Сінгапурі, Тайвані та Росії. У більшості з них частка державних витрат на роботи в галузі науки про наносистеми і нанотехнології значно перевищує

50% від загального обсягу їх фінансування. Світовими лідерами за обсягами інвестицій у нанотехнології всі останні роки були США, Японія, країни Євросоюзу та Росія.

Наприклад, тільки в рамках прийнятої конгресом США в 2000 р. великої державної програми «Національна нанотехнологічна ініціатива» (National Nanotechnology Initiative) загальний обсяг асигнувань, виділених на реалізацію 1-го етапу програми (2001–04 рр.), склав майже 2,8 млрд. дол. Бюджетні витрати на реалізацію 2-го етапу програми (2005–08 рр.) перевищили попередні в 1,7 раза. Нині фінансування підтримується на рівні декількох мільярдів доларів.

Японці, м'яко кажучи, оптимізували цю суму і вкладають 800—900 млн. дол. у 5-ти напрямках. Європейські країни також своєчасно зрозуміли стратегічну важливість розвитку нанотехнологій. У 6-й Рамковій програмі Євросоюзу (2002–06 рр.) дослідження й розробки в галузі нанотехнологій були оголошені пріоритетними, на їх фінансування впродовж п'яти років витрачено 1,3 млрд. євро. У 7-й Рамковій (2007–13 рр.) на цей напрям було передбачено вже 3,5 млрд. євро. Ринкові оцінки вартості продукції, в якій використовують нанотехнології як ключовий компонент, сягнуть 700 млрд. євро в 2015 році і 3 трильйони євро у 2020 році, забезпечуючи, відповідно, 2 і 6 мільйонів робочих місць. Про це йдеться у нещодавно презентованій в Україні програмі ЄС «Горизонт 2020». У Росії дослідження в галузі нанотехнологій підтримуються бюджетним фінансуванням через ряд фондів, цільових програм Російської академії наук та інших федеральних програм.

#### — Логічно виникає питання: який стан розвитку нанотехнологій в Україні?

— У Національній академії наук України впродовж багатьох років виконувалися фундаментальні і прикладні дослідження, що мають безпосереднє відношення до розробок у галузі нанотехнологій. Це роботи в галузі мікроелектроніки, фізики і хімії поверхні, тонкоплівкових і порошкових технологій, атомних і молекулярних моношарів, з'єднання і зварювання елементів конструкцій, каталізу, фізики і хімії колоїдів і атомних кластерів, сорбентів різноманітного призначення, фізики металів і сплавів з нанорозмірною структурою і т. д. З метою координації і цілеспрямованої підтримки цих робіт Президією НАН України в 2003 році було започатковано Комплексну програму фундаментальних досліджень «Наноструктурні системи, наноматеріали, нанотехнології». Приблизно в ті ж роки в рамках наукового співробітництва з Росією було відкрито програму МОН «Нанофізика і наноелектроніка». Фундаторами цих програм були академіки Борис Патон, Анатолій Шпак, Антон Наумовець, Микола Находкін. Нині у виконанні програми НАН України беруть участь понад 40 її інститутів. Дослідження проводяться у 14 найважливіших напрямках теоретичного й експериментального вивчення наносистем, а також розробки методів та технологій їх створення.

Варто сказати, що за увесь час виконання програми, маючи досить обмежене фінансування, враховуючи складність і масштаб вирішуваних завдань, вдалося створити оригінальні наноструктуровані композити для нових технологій зварювання перспективних конструкційних металевих матеріалів, невіддатливих зварюванню в звичайних умовах; зразки жароміцного нанодисперсного алюмокомпозиту —

перспективного матеріалу для авіаційної і космічної техніки; технології отримання покриттів у наноструктурному стані, що значно підвищують стійкість і міцність лопаток газових турбін і конструкційних матеріалів. Крім того — серію магнітом'яких нанокристалічних сплавів і на їх основі зразки сердечників 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 органонаноелектроніки; нанотехнологію отримання і спікання нанопорошків титанату барію для конденсаторів високої ємності на основі керамік; нанокомпозити для світловипромінюючих діодів; наноструктуровані каталізатори для спалювання метану в процесах газової очистки, а також знешкодження промислових та автотранспортних викидів. А ще — наноструктуровані біосумісні з кістковою тканиною людини керамічні композити на основі гідроксоапатиту кальцію та біоактивних фаз; дослідні зразки магнітокерованих наноносіїв лікарських препаратів для прицільної терапії в медицині; нові методи отримання наноматеріалів з високими міцнісними і корозійностійкими властивостями шляхом інтенсивної пластичної деформації для потреб машинобудування, електроніки та медицини; пілотну лінію виробництва нанопорошків металоксидів для виготовлення керамічних зносостійких деталей машин і приладів; наноматеріали з високою стійкістю до абразивного зносу для інструментів прецизійної обробки матеріалів.

Нам вдалося організувати роботу в 120 проектах, в організаціях НАН по всій Україні. Ця мережа непогано спрацювала, що дало змогу виявити, хто що може робити і в якому напрямі.

Загалом, у нас «нано» в непоганому стані. Ми маємо багато чого, та, в першу чергу, хороші мізки... Скажімо, в нанофізиці — це сучасна наноелектроніка, сучасні записуючі системи, сучасний комп'ютер, про який мріє людство. Маємо відповідні технології отримання плівок, різноманітних гетероструктур, створення сучасних сплавів у нано-структурованому стані, покриттів, різноманітних каталізаторів, нові батарейки з хорошими робочими параметрами. Наприклад, новітні зварювальні середовища. Йдеться про те, що, розробляючи так звані наночарові системи, можна зварювати різноманітні метали: мідь і залізо, титан і алюміній... Розроблено багато високоекономічних сплавів, які дозволяють економити електроенергію. У нашому інституті працює мале підприємство, яке виготовляє аморфні стрічки в наноструктурованому стані. До речі, вони вже запуснені у виробництво побутових лічильників. Навіть є розробки частин магнітометрів для космічних станцій — з метою зондування земної поверхні з орбіти.

Маємо хороші порошки, з яких після пресування в умовах високого тиску можна виготовляти керамічні вироби високої зносостійкості. В Україні є проблема з відкачуванням високоагресивних вод із шахт, адже певні деталі стираються і виходять із ладу приблизно через 7 місяців. Коли їх замінили керамічними виробами, отриманими з нанопорошків, 64 місяці минуло — все працює. Уявляєте, якщо замінити ними деталі в усій пневмоапаратурі, що існує в транспортних та інших системах? І це все є в Україні.

Розробляються нові технології зниження енерговтрат на різноманітних поверхнях, які піддаються тертю. А це не так-то легко, адже треба підбирати спеціальні середовища, які б суттєво знижували коефіцієнт тертя й економили енергію.

Або — створення нових теплоносіїв. Їх використовують у багатьох сферах енергетики, в тому числі і в атомній. Поясню популярно: якщо у звичайну воду кинути нанопорошки і використовувати цю суспензію в теплообмінних процесах, то ефективність теплоносіїв підвищується в рази! А це означає, що не потрібно повністю переробляти завод чи електростанцію з метою підвищення їх експлуатаційних характеристик. Треба тільки виготовити теплоносії.

Проблеми з теплотрасами – головний біль країни. За рахунок вологи погіршуються теплоізоляційні характеристики утеплювачів труб (часто бачимо, що поблизу теплотраси тане сніг і проглядає зелена трава). В Академії наук є відповідні розробки, зокрема в Інституті загальної та неорганічної хімії ім. В. І. Вернадського, та ними чомусь... цікавляться китайці. Йдеться про установки, що дозволяють теплоізоляційне волокно покрити спеціальним шаром із використанням наноструктурованих матеріалів, які унеможливають подібні проблеми.

Дослідивши взаємодію біологічних об'єктів з нанопорошками, науковці виявили, що останні можуть ефективно діяти на білки, клітини різноманітного походження, зокрема на онкоклітини. Це відкриває шлях до нових лікарських форм. Додаючи наночастинки золота, срібла, міді, можна створювати препарати для лікування малокрів'я, гінекологічних хвороб, ран різноманітного походження, інфекцій, спричинених золотистим стафілококом, який не лікується антибіотиками. Нанофармакологічний напрям нині розвивається у співпраці з Національним медичним університетом імені О. О. Богомольця.

В онкології дуже важливо доставити препарат безпосередньо в пухлину. Для цього маленьку наночастинку окису заліза покривають спеціальними сумішами, куди і входить протираковий препарат. Потім такий нанокомпозит вводять у кров'яне русло і, розташувавши 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 у співпраці з низкою інших організацій Академії.

Ще одна проблема — заміна кісткової тканини. Виявляється, можна створювати наноматеріали, їх різноманітні фрагменти (наприклад, частини черепа, окремі частини кісток), біосумісні з природними кістками.

Те ж саме стосується виготовлення імплантатів зубів. Якщо з гідроксоапатиту кальцію зробити оболонку для металічних імплантатів, то щелепна кісткова тканина добре вживається з ними. Із зносостійкої кераміки можна сформувати зуби, які ніколи не зносяться — т. з. вічні зуби. І в НАН є фахівці, які можуть це робити. На жаль, в Україні така методика нікого не цікавить, до неї проявляють інтерес західні фахівці.

— **Чи знайшли розробки українських науковців своє втілення на практиці?**

— Наш президент Борис Євгенович Патон зорієнтував академічну програму на практичну вигоду. Є низка наукових розробок, які вже впроваджені у виробництво. Назву лише деякі з них. Це, зокрема, високонаповнені клейові наноконструкції типу «Мультиметал» для усунення кавітаційних пошкоджень 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 із використанням ультрадисперсних фаз гідроксидів заліза; технологія отримання нанодисперсного діоксиду цирконію для зносостійких сопел гідрозбивачів окалини, плунжерів шахтних гідронасосів і маслостанцій; технологія виготовлення біоактивних нанокерамічних композитів «Синтекість» для відновлення кісткової тканини після оперативного втручання в хірургії. До речі, отримано дозвіл Мінохоронздорів'я на застосування матеріалів у клінічній практиці.

Не побоюся вкотре повторити: в наносфері ми можемо багато чого: у фізиці, діагностиці наносистем, хімії, медицині, біології, навіть у сільському господарстві. Але якщо порівняємо з тим, що є в СНД, то, наприклад, виявиться, що в Росії – тонни нанопродукції, в Білорусі – кілограми, в Україні – у пробірках... Ми дуже відстаємо, оскільки не маємо коштів на розвиток. Від Академії вимагають впроваджувальної ініціативи, часто не розуміючи, що, взагалі-то, її функція – це не є функція галузевої науки, яка переносила знання у виробництво. Зараз галузевої науки немає, а до Академії — претензії.

Уявіть собі: образно кажучи, вчений думає десять років над тим, який атом треба вставити в решітку заліза, аби підвищити міцність сталі. І тут йому говорять: віддай результат нам і впровадь його (за мізерну зарплатню). «Зазирали» до нас і бізнесмени, але ж всі вони зорієнтовані на швидкі гроші, індустрії в країні немає, венчурних фондів — теж. У той же час ми маємо хороші мізки, які можуть розробити не тільки певний матеріал, але й дати рекомендації до постановки технологій.

### **— Які ж організаційні форми розвитку нанотехнологій в Україні?**

— У 2010 році в Україні започатковано Державну цільову науково-технічну програму «Нанотехнології і наноматеріали». Вона була задумана не випадково, адже лише на рівні хорошого фінансування можна говорити про впроваджувальну частину. Іншими словами, стратегія розвитку нанотехнологій така: вся прикладна частина, яка дасть вихід на практиці (за умови вкладення певної суми грошей), ввійшла до неї.

Фундаментальна частина – програма «Фундаментальні проблеми наносистем і наноматеріалів» — теж зберігається, адже в ній можуть з'являтися нові точки росту.

### **— Що є перешкодою на шляху втілення нових наукових задумок?**

— Відсутність сучасного технологічного і все ще слабка база дослідницького устаткування. Таке устаткування можна закуповувати за кордоном або конструювати та виготовляти його самостійно. Але реалізувати свої задумки на сьогоднішній день досить проблематично: по-перше, ми за всі ці роки тотального недофінансування

науки розгубили кадровий конструкторський потенціал, а по-друге, втратили виробничі потужності з виготовлення свого науково-технічного устаткування.

Наведу приклад. Колись в Інституті металофізики було окреме конструкторське бюро, із станками та великим штатом працівників. Тепер наші задумки реалізувати на практиці неможливо. До того ж присутня така проблема: коли купуєш готове устаткування, то іноді воно виявляється гірше, ніж ти сам придумав. Наприклад, у тебе нова технологічна ідея, власне ноу-хау, і під нього треба створити технологічний вузол. Це хороший спосіб відразу вирватися вперед. Але цього ми, на жаль, позбавлені. А купити навіть те, що є, а потім переробити під свої задачі – немає змоги.

**— Незручне питання: фінансуються нанодослідження в Україні теж із префіксом нано-?**

— Якось доповідаючи на міжнародній конференції про результати за академічною програмою з нанотехнологій, отримав запитання щодо її фінансування. Я сказав, що воно сягало 1,5—2 млн. доларів у кращі роки. Було дуже соромно, в залі захікали... Та й державна програма, що закінчується цього року, фінансується всі роки її існування на рівні, меншому, ніж 12% від необхідного обсягу. Взагалі нанотехнології – це надто дорога річ, щоб задовольнятися нанофінансуванням...

**— Поява нового (модного) напрямку в науці зазвичай збирає навколо себе молодих фахівців. Іншими словами, дає їм перспективу в науковому житті. Це спрацьовує у випадку з «нано»?**

— Якщо говорити про ринок спеціалістів, то їх нікуди випускати, адже наноіндустрії в Україні немає. Створення останньої для фінансів — це величезна глиба, куди треба вкладати і вкладати. Є така стратегічна річ – створювати стартапи. Ідея хороша, та бізнес свої кошти туди не вкладає з тих причин, про які я вже казав раніше, а венчурних фондів у нас не існує.

У моєму відділі семеро молодих людей виїхало за кордон, тільки-но захистивши кандидатську. Один із них, будучи зовсім молодим, став професором у Німеччині, що мало кому вдається в принципі...

**— Що треба зробити в державі, на вашу думку, щоб молодь не виїжджала з України?**

— На мою думку, дві прості і зрозумілі речі за однієї необхідної умови. Перше – забезпечити достойною зарплатою, яка дасть змогу залишити в науці киян. Друга – забезпечити житлом, щоб залишити в науці добре вмотивовану молодь із периферії. Необхідна умова – зробити це впродовж 7-ми, максимум 10-ти років.

**— Чому?**

— Дуже просто: вмирають наукові школи, а досвід нікому передавати. От така ситуація виникла, в тому числі, і в науці про наносистеми.

Насправді отих 10 років уже майже немає: таким «монстрам», як ми (ми у великих людей вчилися), залишилося вже недовго результативно працювати в науці. До речі, колись конкурс на фізичні спеціальності у вищих навчальних закладах був 5—6 осіб на одне місце, зараз його фактично немає. Я 20 років поспіль читаю лекції студентам-фізикам і мушу визнати, що молодь приходить туди дуже слабка. Проріхи з фізики починаються ще зі школи. У мене якось навіть склалося таке враження, що з ними неможливо підняти сучасну науку (щоправда, якщо вони добре мотивовані, то ще не пізно). Загалом картина така: люди в науці ще тримають віжки, але ті віжки поступово послаблюються, і в якийсь момент ми можемо впасти...

Нині статус людини, яка займається наукою, дуже низький. У нас, в Академії, є Фізико-технічний центр, який готує студентів через систему Московського фізтеху. Росія, до речі, за них бореться, як може, бо це, справді, розумні молоді люди. Вони приїжджають в Україну, де зарплата кандидата наук менше трьох тисяч гривень. Це — знущання над молодими. Звісно, хочеться, щоб все налагодилося.

**— Вікторе Миколайовичу, не так давно в Києві, в Інституті металофізики ім. Г. В. Курдюмова НАН України, відбулася вже IV Міжнародна наукова конференція «Нанорозмірні системи: будова, властивості, технології» (НАНСИС-2013), де ви були головою організаційного комітету. Яку мету ставило перед собою зібрання?**

— Насамперед, хочу сказати, що ця конференція проводиться з ініціативи і фінансової підтримки Національної академії наук України, цього разу вона ще й присвячувалася 95-річчю нашої Академії. Її метою була координація досліджень і обмін інформацією про новітні досягнення в отриманні, вивченні та застосуванні нанорозмірних систем і наноматеріалів.

Варто наголосити, що на сайті НАНСИС-2013 зареєструвалися 550 фахівців, а безпосередню участь у ній взяли 350 науковців, які представляли 120 організацій з академій наук, наукових центрів, вишів України, Росії, Білорусі, Нідерландів, Азербайджану, Фінляндії.

**— Чим відрізняється конференція від подібних за тематикою?**

— Річ у тім, що «нано» займається багато хто, часто навіть не підозрюючи про це. Скажімо, ультрадисперсні порошки, які ніхто не вкладав у форму «нано». На початку 2000-х років фізики, хіміки, біологи, медики «кинулися» в науку про наносистеми і нанотехнології, утворилося своєрідне об'єднання. Тому й на нашому зібранні фізики слухали хіміків, хіміки — біологів, у результаті чого виникали контакти. Зараз тенденція, в тому числі і в Академії, інша. Люди досягли деякої спеціалізації в рамках узагальнення, і знову йде «розпад»: спеціалізовані нанопрограми з'являються в хімії, фізиці, медицині... Але в НАНСИС усі фахівці збираються разом, чим конференція і відрізняється від інших.

Я вважаю, що це правильно, адже на таких зібраннях постійно виникають питання кооперації, останнім часом збільшилася кількість спільних проектів між ученими різних країн. Поки що наукове співтовариство відкрите одне одному.



## — Які конкретно питання обговорювали вчені?

— На конференції заслухали 12 пленарних і 60 усних повідомлень, а також було представлено 443 стендові доповіді в таких наукових напрямках, як: структура і властивості нанорозмірних систем; розмірні ефекти і самоорганізація наноструктур; метали, сплави, кераміка і композиційні матеріали в наноструктурованому стані; напівпровідникові наносистеми і наноструктури; вуглецеві наноматеріали; плівки, покриття та поверхневі наносистеми; біофункціональні наноматеріали, наносистеми в біології і медицині; супрамолекулярні структури, аерогелі, колоїдні системи; діагностика і моделювання наноструктур і нанорозмірних систем; технології отримання наноматеріалів.

Цей міжнародний захід дав змогу не лише обговорити найважливіші результати та світові тенденції розвитку нанотехнологій, проблеми та перспективи створення наноіндустрії в Україні та її зв'язок з інноваційним розвитком держави. Особливу увагу ми приділили практичному застосуванню результатів в електроніці та приладобудуванні, енергетиці та машинобудуванні, хімічній промисловості та сільському господарстві, а також в сучасній медицині.

До речі, вже вдруге робота конференція транслиувалася в мережі Інтернет і відгуки про неї ми отримували від науковців із різних країн.

## — Кількість учасників конференцій НАНСИС зростає з роками?

— Я б сказав так: кількість учасників виходить на полицю – стабілізується. Сформовано стабільне нанотовариство, хоча з'являються нові фахівці – ми це помічаємо і даємо їм дорогу...

## — ...зокрема, й молодим?

— Обов'язково! Адже й зібрання наше молоде – лише 4-й раз відбулося. І на цій четвертій конференції, до речі, наукова молодь становила половину всіх учасників! А ще НАНСИС-2013 відрізнявся від попередніх форумів тим, що на ньому з переконливими повідомленнями виступили школярі – учні Малої академії наук. На мій погляд, закладається дуже добра традиція, коли учнівська молодь має змогу виступати на рівних із досвідченими вченими. Щоправда, на інших конференціях є спеціальні фонди, які преміюють молодь. От над цим треба і нам попрацювати, адже наступне зібрання запланували на 2016 рік.

## — Підсумовуючи нашу розмову, хотілося б запитати: що ж все-таки необхідно зробити нашій державі, аби не залишитися у хвості наноіндустрії?

— Як я вже сказав, у нас багато чого є: або на грані розробок, або в маленьких кількостях. Звісно, в Україні можна визначити ряд напрямів, які варто розвивати. Це порошки і матеріали на їх основі, плівки, каталітичні системи, нано- і оптоелектроніка, нанобіотехнології, медичні додатки... Але «нано» – недешева штука, тому реалізація масштабних завдань в Україні (задля того, щоб «не залишитися у хвості...») можлива лише за умов різкого, не менш ніж десятикратного, в порівнянні із сучасним,

збільшення фінансування нанорозробок. Значні фінансові ресурси треба передбачити, в першу чергу, для закупівлі відповідного сучасного обладнання. Потрібно також розробити систему заходів для підготовки кваліфікованих кадрів, які здатні будуть розвивати нанотехнології в Україні.

Наша країна має всі необхідні передумови для того, щоб стати активним учасником світового процесу розвитку нанодосліджень і нанотехнологій, а отже – і гідним учасником нової науково-технічної революції. Без такої участі вона буде приречена на відставання в одному з найважливіших напрямів сучасного прогресу.

Матеріали опублікували: Прес-служба НАН України