

КОНЦЕПЦІЯ

цільової комплексної програми фундаментальних досліджень НАН
України «Фундаментальні проблеми наноструктурних систем,
наноматеріалів, нанотехнологій» на 2010-2014 рр.

Визначення проблем, на розв'язання яких спрямована Програма

За багатьма прогнозами обрис ХХІ сторіччя визначатимуть нанотехнології, подібно до того, як відкриття атомної енергії, винахід лазера і транзистора стали обличчям ХХ сторіччя. Розвиток нанотехнологій в найближчі десятиріччя стане однією з основних рушійних сил нової науково-технічної революції, яка викличе суттєві зміни у багатьох галузях промисловості й енергетики, будівництва і сільського господарства, медицини і охорони довкілля, військової техніки і повсякденного побуту.

Нанотехнології дають можливість здійснювати маніпуляції з речовиною на рівні одного нанометра, що фактично означає керування фізичними, хімічними і біологічними процесами на атомарному і молекулярному рівнях.

Вже сьогодні на основі нанотехнологій створено нові лазери, високоселективні наноструктурні каталізатори, нанопокриття лопаток газових турбін, ефективні присадки до ракетного палива, селективні адсорбенти для фармацевтичної галузі, зносостійкі головки магнітних дисків, нові лакофарбувальні матеріали і косметичні товари. Нанотехнології та наноматеріали в недалекому майбутньому знайдуть ще ширше застосування в енергетиці, технологіях створення нових поколінь авіаційно-космічних апаратів, засобів наземного і супутникового зв'язку та збереження і передачі інформації, систем безпеки і оборони, в біотехнології і фармацевтичній промисловості. 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.

Широкомасштабні нанотехнологічні розробки почали проводитися в більшості розвинених країн з початку 1990-х років шляхом фінансування багатьох спеціалізованих програм. Сьогодні такі програми мають більше 50 країн, а щорічні світові обсяги інвестицій в

нанотехнології вже обчислюються мільярдами доларів і мають стійку тенденцію до зростання. Світовими лідерами за об'ємами інвестицій в нанотехнології є США, Японія, Росія. В цих країнах сконцентровано більше половини світового обсягу інвестицій. Згідно з аналітичними даними Американського національного наукового фонду (NSF) уряди і промислові кола розвинених країн очікують у найближчі 10–15 років бурхливе зростання ринку нанотехнологічних матеріалів, приладів та іншої продукції з виходом на 1 мільярд дол./рік.

З метою координації і підтримки робіт у сфері нанотехнологій Президією НАН України в 2003 р. започатковано цільову комплексну програму фундаментальних досліджень «Наноструктурні системи, наноматеріали, нанотехнології», виконавцями якої на кінцевому етапі (2007-2009 рр.) стали 40 академічних установ семи відділень НАН України. Дослідження проводились за 14 найважливішими напрямками теоретичного та експериментального вивчення наносистем, а також розроблялись методи та технології їх створення. Це, зокрема, роботи в галузі нанофізики і наноелектроніки, діагностики наносистем, фізико-неорганічної хімії і електрохімії, фізики і хімії поверхні, тонкоплівкових і порошкових технологій, з'єднання і зварювання елементів конструкцій, каталізу, фізики і хімії колоїдів, атомних кластерів та сорбентів різного призначення, фізики металів і сплавів з нанорозмірною структурою, біосенсорики тощо.

Реалізація Програми виявила масштаби та можливості вчених НАН України в розвитку науки про наносистеми та технології їх створення. Досягнення науковців свідчать про наявність в НАН України потужного інтелектуального потенціалу, здатного на високому рівні забезпечити при створенні необхідних умов фундаментальні та прикладні дослідження, технологічні й конструкторські розробки.

Подальший розвиток науки про наносистеми і створення на цій основі прогресивних нанотехнологій потребують подальшого здійснення фундаментальних і прикладних робіт у рамках цільової комплексної програми фундаментальних досліджень НАН України «Фундаментальні проблеми наноструктурних систем, наноматеріалів, нанотехнологій».

Аналіз причин виникнення проблеми та обґрунтування необхідності її розв'язання програмним методом

Зараз в Україні наростаючими темпами поглиблюється розрив між системою досліджень і розробок та ринком нанотехнологічної продукції, який обумовлений низкою причин, що мають системний характер і ускладнюють залучення інвестицій, а саме:

- нерозвиненість нанотехнологічної та інноваційної інфраструктури, відсутність досвіду комерціалізації технологій та розробок;

- необхідність масового оновлення експериментальної бази наукових установ, розробки і придбання унікального та коштовного виробничого устаткування;

- відсутність достатнього фінансування складних наукоємних проектів.

Додатковими специфічним причинами є:

- висока вартість розробок у галузі нанотехнологій, впроваджень, тривалий період виведення продукції на ринок, високі ризики для економічних суб'єктів при неочевидній вигоді;

- міждисциплінарність досліджень і багатоаспектність прикладного застосування створюваних нанотехнологій.

Зазначене диктує необхідність створення в НАН України нанотехнологічної інфраструктури як сукупності різноманітних організацій, що виконують фундаментальні та прикладні дослідження, здійснюють розробки і технології і діяльність яких фінансується державою.

Для реалізації цих завдань необхідно застосовувати програмно-цільовий підхід, що забезпечить збалансованість і послідовність рішень, розстановку пріоритетів і створення ефективного механізму координації робіт.

Мета Програми та терміни її виконання

Головною метою Програми є розвиток фундаментальних і найбільш пріоритетних прикладних досліджень у галузі створення нових наноматеріалів, наносистем і нанотехнологій, формування сучасної академічної нанотехнологічної мережі, її інтегрування у світову науку, розв'язання за її допомогою важливих економічних, соціальних і екологічних проблем, що існують в Україні.

Концептуально Програма передбачає об'єднання наукових та виробничих академічних колективів з метою створення науково-технологічної бази для випуску конкурентоспроможної нанопродукції.

Для здійснення вказаної мети потрібно виконати такі завдання:

- забезпечити спеціальним експериментальним, діагностичним, метрологічним, науково-технологічним і виробничим устаткуванням установи, які проводять роботи в галузі нанотехнологій, забезпечити їх ефективну експлуатацію;

- розробити нові технології отримання наноматеріалів та створити на їх основі нові прилади та пристрої;

- створити на базі нових фізичних принципів академічну експериментально-технологічну базу для діагностики наносистем;
- створити і підтримувати функціонування системи обміну інформацією між організаціями, що входять до складу нанотехнологічної мережі, для підвищення ефективності їх діяльності, комерціалізації та популяризації знань у галузі нанотехнологій;
- забезпечити підготовку фахівців, здатних ефективно виконувати наукові та виробничі завдання в галузі нанотехнологій.

Строк виконання Програми: 2010-2014 рр.

Очікувані результати виконання Програми

Цільова комплексна програма фундаментальних досліджень НАН України «Фундаментальні проблеми наноструктурних систем, наноматеріалів, нанотехнологій» спрямована на дослідження наноматеріалів і наносистем, створення основ сучасних нанотехнологій, формування нанотехнологічної мережі в Україні, а також на вирішення питання підготовки наукових кадрів. Фундаментальні дослідження дозволять розширити фізико-хімічні уявлення про квантоворозмірні ефекти, особливості структури і властивості нанорозмірних систем, завдяки чому будуть створені основи сучасних нанотехнологій в Україні. В результаті реалізації завдань програми будуть:

- встановлені механізми утворення наносистем і наноматеріалів різного рівня складності – атомних кластерів і фрактальних агрегатів, фулеренів і нанотрубок, гетероструктур і плівок, покриттів і об'ємних наноматеріалів, біонаноматеріалів і наноматеріалів медичного призначення;

- досліджені електричні, оптичні, магнітні властивості матеріалів наноелектроніки, фотоніки, спінтроніки, засобів відображення інформації; розроблені фізичні принципи дії приладів нового покоління з використанням наноматеріалів багатофункціонального призначення;

- розроблені методи діагностики структурно-морфологічних, фрактальних, динамічних та фізико-хімічних властивостей наносистем різного рівня топологічного упорядкування; створені технологічні та діагностичні бази даних, розвинуті прецизійні фізичні, хімічні та біологічні методи дослідження наносистем і наноматеріалів з використанням центрів колективного користування;

- визначені структурні параметри та фізико-хімічні властивості нанооб'єктів, вивчені функціональні взаємозв'язки «хімічний склад – будова – властивості – технологія» з метою отримання фундаментальних знань з наступним практичним їх використанням;

- розроблені фізико-хімічні основи новітніх наукоємних технологій синтезу і консолідації нових класів неорганічних, органічних і гібридних наноструктурних матеріалів, моделювання та оптимізація процесів їх формування;
- створені наукові засади зварювання різнорідних матеріалів з використанням наноприсадок, технологічних процесів електронно-променевого осадження твердих високодемпфівальних покриттів на конструкційні матеріали;
- розроблені фізичні основи створення нового покоління деформованих матеріалів, що мають підвищені експлуатаційні характеристики, шляхом формування в них наноструктурного стану;
- створена технологія синтезу надтвердих наноструктурних покриттів методом плазмової іонної імплантації і осадження в умовах однонаправленого росту за механізмом «плазма – тверде тіло»;
- розроблені основи технологій синтезу наноструктурованих біоактивних керамічних матеріалів і композитів, які забезпечуватимуть відновлення кісткової тканини; створені нові методики одержання нанокомпозитів комбінованої дії для цільової терапії онкозахворювань;
- здійснюватись постійний моніторинг світових досягнень, створена база даних публікацій з наносистем, наноструктурних матеріалів та нанотехнологій; опубліковані результати виконання програми у вигляді звітів, періодичних видань як друкованих, так і в мережі Internet;
- стимульовані процеси залучення студентів вищих навчальних закладів, аспірантів і молодих учених України до участі у виконанні завдань програми.