

УДК 330.3 + 332.1

ПРОБЛЕМА ВИЗНАЧЕННЯ ПРІОРИТЕТНИХ НАПРЯМІВ РОЗВИТКУ НАНОТЕХНОЛОГІЙ В РАМКАХ ПРІОРИТЕТІВ РОЗВИТКУ НАУКИ І ТЕХНІКИ В УКРАЇНІ

МАТЮШЕНКО Ігор Юрійович

кандидат технічних наук, професор

Сьогодні практично усі розвинені держави світу (США, Євросоюз, Японія, Південна Корея, Китай, Індія, Росія) вбачають в нанотехнологіях (N) разом з біотехнологіями (B), інформаційними (I) та когнітивними (C) технологіями чи не головний інструмент, за допомогою якого можна буде вирішити недалекому майбутньому основні глобальні проблеми людства, а саме: депопуляцію і старіння населення; нестачу продовольства; екологічні проблеми і захист навколишнього середовища; вичерпання природних ресурсів і нову енергетику; перехід до нового технологічного укладу. А конвергенція NBIC-технологій дозволить значно прискорити розвиток соціальної сфери і підняти її на якісно новий рівень.

В Україні також проводяться фундаментальні і прикладні дослідження в сфері нанотехнологій у таких напрямках, як: медицина (зокрема, венерологія), біологія, сільське господарство, екологія, енергетика, промисловість, освоєння космосу, кібернетика, електроніка та інші [1]. В той же час, **пріоритети** цих досліджень потребують уточнення відповідно до глобальних проблем, які необхідно вирішувати будь-якій країні, в тому числі і з урахуванням національної специфіки прояву цих проблем, а також відповідно до наявного потенціалу і можливостей проведення нанотехнологічних досліджень.

Крім того, порівняно низька результативність виконання українських програм у попередні роки з погляду комерціалізації результатів досліджень суттєво уповільнюють формування шостого технологічного укладу і не дозволяють швидко й ефективно підвищити конкурентоспроможність й інвестиційну привабливість держави у світі та реформувати на цій основі українську економіку в цілому.

Історію прийняття в Україні законодавчих актів, що визначали б пріоритетні напрями розвитку науки і техніки, можна викласти таким чином [2]:

- 1) у 1991 році був прийнятий Закон України «Про основи державної політики у сфері науки і науково-технічної діяльності» [3], який заклав основи державної політики в науково-технологічній сфері, визначив основні механізми її формування і реалізації;
- 2) у 2001 р. було прийнято Закон України «Про пріоритетні напрями науки і техніки» [4] з новими пріоритетами і в якому було прописано механізм реалізації цих пріоритетів – через систему державних

науково-технічних програм з пріоритетних напрямів розвитку науки і техніки;

- 3) з 2004 р. до 2006 р. виконання «Державної програми прогнозування науково-технологічного та інноваційного розвитку на 2004 – 2006 рр.» дозволило сформулювати ієрархію науково-технічних та інноваційних пріоритетів на довго-, середньо- та короткострокову перспективу [5 – 7];
- 4) у 2007 р. була затверджена і виконувалась «Державна програма прогнозування науково-технологічного розвитку на 2008 – 2012 рр.» [8], виконання першого етапу якої на базі УкрІНТЕІ дозволило відпрацювати технологію виявлення та уточнення технологій за пріоритетними напрямками розвитку науки і техніки [9 – 10];
- 5) у червні 2010 р. Верховна Рада України прийняла нову редакцію Закону України «Про пріоритетні напрями розвитку науки і техніки» [11];
- 6) у вересні 2011 р. було прийнято Постанову Кабінету Міністрів України «Про затвердження переліку пріоритетних тематичних напрямів наукових досліджень і науково-технічних розробок на період до 2015 року» від 07 вересня 2011 року № 942 [12].

В табл. 1 представлено порівняння пріоритетних напрямів розвитку науки і техніки, що були затверджені у відповідних редакціях цього закону та у вказаній Постанові Кабінету Міністрів України.

Як видно з табл.1, затверджені пріоритети тільки в редакції 2011 року мають достатню ступінь деталізації, важливість яких визнана на рівні Кабінету Міністрів України. Крім того, у цій таблиці виділені ті пріоритети, які безпосередньо пов'язані з NBIC-технологіями та їх конвергенцією, що утворюють ядро майбутнього шостого технологічного укладу.

Постановою Бюро Президії НАН України від 31.01.08 №23 [13] було затверджено Перелік найважливіших напрямів наукових досліджень і розробок, відповідність яких глобальним проблемам людства наведено в табл. 2.

В цьому переліку (табл. 2) за напрямком наукових досліджень «Наноматеріали і нанотехнології» було визнано за пріоритетні розробки у таких сферах, як: «Наноструктурні матеріали з заданими властивостями, технологічне обладнання»; «Наноелектроніка»; «Нанохімічні та нанобіологічні технології».

У провідних країнах – технологічних лідерах світу (зокрема у США, Японії, Німеччині, що посідають перші три місця у світовій нанотехнологічній гонці, а також загалом в ЄС та Росії) велику увагу уряди приділяють вибору і достатньому фінансуванню пріоритетних напрямів розвитку нанотехнологій, як основної базисної технології нового технологічного укладу, що активно формується у цих країнах. Так, «Національна нанотехнологічна ініціатива» у США сьогодні включає 11 цілей і пріоритетів, що постійно переоцінюються; Стратегією розвитку нанотехнологій у Японії визначено сьогодні 10 пріоритетів; міжгалузєва програма «Наноініціатива 2010» у Німеччині має 7 пріоритетів; 6-та і 7-ма Рамкові програми ЄС та Європейська стратегія роз-

Таблиця 1
Співставлення пріоритетних напрямів розвитку науки і техніки, затверджених в редакціях Закону України «Про пріоритетні напрями розвитку науки і техніки» 1992, 2001 та 2010 рр. та Постанові КМУ № 942 від 07.09.11 р.

№ пп	1992 р.	2001 р.	2010 р.	2011 р.
1	2	3	4	5
1.	Відсутні	Фундаментальні дослідження з найбільш важливих проблем розвитку науково-технічного, соціально-економічного, суспільно-політичного, людського потенціалу для забезпечення конкурентоспроможності України та сталого розвитку суспільства і держави:	Фундаментальні наукові дослідження з найбільш важливих проблем розвитку науково-технічного, соціально-економічного, суспільно-політичного, людського потенціалу для забезпечення конкурентоспроможності України у світі та сталого розвитку суспільства і держави	Фундаментальні наукові дослідження з найбільш важливих проблем розвитку науково-технічного, соціально-економічного, суспільно-політичного, людського потенціалу для забезпечення конкурентоспроможності України та сталого розвитку суспільства і держави: 1. Найважливіші проблеми фізико-математичних і технічних наук; 2. Фундаментальні проблеми сучасного матеріалознавства; 3. Найважливіші проблеми хімії та розвитку хімічних технологій; 4. Фундаментальні проблеми наук про життя та розвиток біотехнологій; 5. Фундаментальні дослідження з актуальних проблем суспільних та гуманітарних наук.
2.	Перспективні інформаційні технології, прилади комплексної автоматизації, системи зв'язку	Нові комп'ютерні засоби і технології інформатизації суспільства	Інформаційні та комунікаційні технології	Інформаційні та комунікаційні технології: 1. Нові апаратні рішення для перспективних засобів обчислювальної техніки, інформаційних та комунікаційних технологій; 2. Інтелектуальні інформаційні та інформаційно-аналітичні технології. Інтегровані системи баз даних та знань. Національні інформаційні ресурси; 3. Суперкомп'ютерні програмно-технічні засоби, телекомунікаційні мережі та системи. Грід- та клауд-технології; 4. Технології та засоби розробки програмних продуктів і системи; 5. Технології та засоби математичного моделювання, оптимізації та системного аналізу розв'язання надскладних завдань державного значення; 6. Технології та інструментальні засоби електронного урядування. Інформаційно-аналітичні системи, системи підтримки прийняття рішень. Ситуаційні центри; 7. Технології та засоби захисту інформації.
3.	Екологічно чиста енергетика та ресурсозберігаючі технології	Найновіші технології і ресурсозберігаючі технології в енергетиці, промисловості і агропромисловому комплексі	Енергетика та енергоефективність	Енергетика та енергоефективність: 1. Технології ефективного енергозабезпечення будівель і споруд; 2. Технології електроенергетики; 3. Технології атомної енергетики; 4. Технології енергетичного машинобудування; 5. Технології використання нових видів палива, скидних енергоресурсів, відновлюваних та альтернативних джерел енергії. Теплонасосні технології; 6. Нанотехнології створення нового покоління мастильних матеріалів для промисловості. Технології та засоби експертно-аналітичного контролю якості моторних палив (автомобільних бензинів та дизельного палива згідно з вимогами «Євро-4», «Євро-5»; скрапленого нафтового газу і біопалива); 7. Способи застосування сучасного енергоменеджменту. Технології забезпечення енергобезпеки.
4.	Виробництво, переробка та збереження сільськогосподарської продукції			

Закінчення табл. 1

1	2	3	4	5
5.	Охорона навколишнього природного середовища	Збереження навколишнього середовища, усталений розвиток	Рациональне природокористування	<p>Рациональне природокористування:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Технології сталого використання, збереження і збагачення біоресурсів та покращення їх якості і безпеки, збереження біорізноманіття; 2. Технології моделювання та прогнозування стану навколишнього природного середовища; 3. Технології утилізації та видалення побутових і промислових відходів; 4. Технології рационального водокористування, підвищення ефективності очищення стічних вод та запобігання забрудненню водних об'єктів; 5. Технології очищення та запобігання забрудненню атмосферного повітря; 6. Технології рационального використання ґрунтів і збереження їх родючості; 7. Технології виявлення і оцінки корисних копалин, їх рационального екологічно безпечної видобування; 8. Перспективні технології агропромислового комплексу та переробної промисловості.
6.	Здоров'я людини	Найновіші біотехнології; діагностика і методи лікування найбільш розповсюджених захворювань	Науки про життя, нові технології профілактики та лікування	<p>Науки про життя, нові технології профілактики та лікування найпоширеніших захворювань:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Цільові дослідження з питань гармонізації системи «людина – світ» та створення новітніх технологій покращення якості життя; 2. Створення стандартів і технологій запровадження здорового способу життя, технології підвищення якості та безпеки продуктів харчування; 3. Проблеми розвитку особистості, суспільства, демографія та соціально-економічна політика; 4. Геномні технології в біомедицині та сільському господарстві; 5. Молекулярні біотехнології створення нових організмів та продуктів для сільського господарства, фармацевтичної та харчової промисловості; 6. Конструювання та технології створення нових лікарських засобів на основі спрямованого дизайну біологічно активних речовин та використання наноматеріалів; 7. Технології створення молекулярно-діагностичних систем та терапевтичних засобів, ферментних та бактеріальних препаратів.
7.	Нові речовини та матеріали	Нові речовини і матеріали	Нові речовини і матеріали	<p>Нові речовини і матеріали:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Цільові дослідження щодо отримання нових матеріалів, їх з'єднання і оброблення; 2. Створення та застосування технологій отримання, зварювання, з'єднання та оброблення конструкційних, функціональних і композиційних матеріалів; 3. Створення та застосування нанотехнологій і технологій наноматеріалів; 4. Створення та застосування технологій отримання нових речовин хімічного виробництва.

Відповідність найважливіших напрямів наукових досліджень та розробок НАН України глобальним проблемам людства

№ пп	Глобальна проблема людства	Напрямок наукових досліджень	Розробки
1	2	3	4
1.	Депопуляція і старіння населення	1. Новітні біо-технології для охорони здоров'я, фармакології та АПК	1.1. Клітинні та молекулярні технології для медицини та сільського господарства; 1.2. Генноінженерні технології з використанням рекомбінантних білків для діагностики та лікування інфекційних та інших поширених захворювань; 1.3. Методи молекулярної діагностики спадкових та злоякісних захворювань; 1.4. Нове покоління лікарських препаратів для профілактики та лікування серцево-судинних, неврологічних й інфекційних захворювань; 1.5. Створення системи виявлення та моніторингу генетично модифікованих організмів на ринку України; 1.6. Створення ефективної системи протидії біоагрозам різноманітного походження, а саме: біобезпека, пов'язана з ліками, епідеміями, проявами біотероризму
2.	Нестача продовольства	2. Високопродуктивне сільське господарство	2.1. Генетика і селекція високопродуктивних сільськогосподарських культур і тварин; 2.2. Економіко-правові проблеми забезпечення ефективного агропромислового виробництва та розвитку сільських територій; 2.3. Якісна і безпечна продукція рослинництва і тваринництва для продуктів харчування і промислової сировини; 2.4. Системи дистанційного моніторингу стану ґрунтів і посівів сільськогосподарських культур
3.	Екологічні проблеми	3. Рациональне використання природно-ресурсного потенціалу	3.1. Наукове забезпечення ефективних методів і технологій пошуку, суттєвого збільшення розвіданості запасів та екологічно безпечного видобутку корисних копалин в Україні; 3.2. Розробка та впровадження засад екологічної політики держави на принципах сталого розвитку; 3.3. Збереження біотичного та ландшафтного різноманіття і подальша розбудова національної екологічної мережі; 3.4. Прогнозування змін клімату на системній основі та виконання Україною зобов'язань за Кіотським протоколом до Рамкової конвенції ООН про зміну клімату; 3.5. Проблеми поводження з відходами та розробка і впровадження засад екологічно чистого виробництва
4.	Енергетика та енергозбереження; вичерпання запасів ряду видів сировини і палива	4.1. Паливно-енергетичний комплекс та енергозбереження	4.1.1. Економіко-правове забезпечення розвитку енергетики; 4.1.2. Проблеми інтеграції об'єднаної енергетичної системи України в трансєвропейську енергетичну систему; 4.1.3. Комплексна модернізація комунальної теплоенергетики; 4.1.4. Ефективне використання та подовження ресурсу газотранспортної системи; 4.1.5. Енергоощадні твердотільні джерела світла; 4.1.6. Підвищення надійності та подовження ресурсу енергетичного обладнання та систем; 4.1.7. Нетрадиційні та відновлювані джерела енергії
		4.2. Ядерна енергетика	4.2.1. Подовження ресурсу служби, модернізація, реконструкція ядерних енергоблоків з метою підвищення їх безпеки і ефективної експлуатації; 4.2.2. Створення елементів ядерно-паливного циклу України; 4.2.3. Поводження з відпрацьованим ядерним паливом і радіоактивними відходами; 4.2.4. Нові ядерно-енергетичні джерела енергії з високою ефективністю і гарантованою керованістю
		5.1. Наноматеріали і нанотехнології	5.1.1. Наноструктурні матеріали з заданими властивостями, технологічне обладнання; 5.1.2. Наноелектроніка; 5.1.3. Нанохімічні та нанобіологічні технології
		5.2. Інформаційні технології та ресурси	5.2.1. Впровадження грідтехнологій на базі інформаційно-обчислювальної мережі для потреб медицини, фармакології, генетичної інженерії, досліджень у галузі фізики високих енергій та астрофізики; 5.2.2. Теорія, моделі, методи і технічні засоби оптимізації та системного аналізу для вирішення задач трансобчислювальної складності (екологія, функціонування ринкової економіки, демографічні процеси);

1	2	3	4
5.	Відставання від провідних країн світу в переході до нового технологічного укладу, уповільнення науково-технічного прогресу		5.2.3. Розробка конкурентоспроможного програмного забезпечення для комп'ютерних технологій та систем; захист інформації у комп'ютерних системах; 5.2.4. Управління складними системами; методи та засоби підтримки інформаційно-аналітичної діяльності та прийняття рішень державними органами управління; 5.2.5. Розвиток національних інформаційних ресурсів та освоєння світових джерел наукової інформації
		5.3. Нові матеріали, методи їх з'єднання та обробки	5.3.1. Конструкційні металеві та композиційні матеріали для важкого, транспортного, хімічного і енергетичного машинобудування, авіаційної та космічної техніки; 5.3.2. Функціональні матеріали для електроніки, приладобудування та медицини; 5.3.3. Матеріали для породоруйнівного і ріжучого інструменту 5.3.4. Матеріали для джерел струму і водневої енергетики; 5.3.5. Ресурсо- та енергозберігаючі технології виробництва і з'єднання матеріалів; 5.3.6. Інженерія поверхні; 5.3.7. Методи і засоби технічної діагностики матеріалів і конструкцій тривалої експлуатації (мости, газотранспортні системи, ємності для нафто- та газозбереження); 5.3.8. Сорбційні матеріали широкого призначення; 5.3.9. Речовини та матеріали для побутової хімії та харчової промисловості
		5.4. Машинобудування та приладобудування	5.4.1. Виробництво сучасної ракетно-космічної та авіаційної техніки, суден і електровозів нового покоління; 5.4.2. Диспетчерські системи, системи локації в різних середовищах; 5.4.3. Побутова і комунальна електронна техніка та технологічні процеси виготовлення її елементів; 5.4.4. Лазерна техніка та обладнання, технологічні процеси їх застосування; 5.4.5. Діагностичні та лікувальні програмно-технічні комплекси; 5.4.6. Бурове нафтогазове обладнання

витку нанотехнологій до 2013 р. визначили 3 основних напрями (6-та програма) та ще 3 перспективних напрямів створення європейських спільних платформ (7-ма програма) у нанодослідженнях; Федеральна цільова програма «Розвиток інфраструктури наноіндустрії у РФ на 2008 – 2010 рр.» та Стратегія розвитку наноіндустрії в РФ (перший етап – 2007 – 2011 рр.) визначили 8 основних напрямків нанодосліджень в Росії.

У 2003 р. Національна Академія Наук України (НАНУ) започаткувала цільову комплексну програму фундаментальних досліджень «Наноструктурні системи, наноматеріали, нанотехнології» (ЦКПФД) за 13-ма (з 2007 р. – за 14-ма) напрямками теоретичного та експериментального вивчення наносистем та з 4-х розділів: «Фізика та діагностика нанорозмірних систем», «Хімія наноматеріалів та наноструктур», «Технології наноматеріалів», «Біонаносистеми» [14], а з 2010 р. почала виконуватись Державна цільова науково-технічна програма «Нанотехнології та наноматеріали» на 2010 – 2014 рр. (ДЦНТП) у 9-ти найважливіших напрямках нанодосліджень [15, 16].

У табл. 3 наведено співставлення основних пріоритетних напрямів розвитку нанотехнологій в цих країнах з глобальними проблемами людства [17 – 24].

Як видно з табл. 3, напрямки нанодосліджень і відповідних інноваційних рішень в провідних країнах світу практично збігаються. Причому основні дослідження ведуться поки що в напрямках створення і вдосконалення

технологічної бази наноіндустрії, що в майбутньому дозволить створити достатній технологічний рівень для вирішення на новому якісному рівні таких проблем людства, як: депопуляція і старіння населення; нестача продовольства; екологічні проблеми і захист навколишнього середовища.

Слід зазначити, що в Україні неодноразово намагалися провести прогнозування найбільш перспективних з точки зору комерціалізації напрямів науково-технічних досліджень у сфері нанотехнологій. Так, в результаті виконання «Державної програми прогнозування науково-технологічного та інноваційного розвитку у 2004 – 2006 рр.» було визначено перелік актуальних напрямів інноваційної діяльності, зокрема у сфері нанотехнологій, найбільш результативних у середньостроковій перспективі (до 5 років), а також перелік найважливіших досліджень, в тому числі нанодосліджень, які можуть серйозно вплинути на економічний і соціальний розвиток України у довгостроковій перспективі (15 – 20 років) [5 – 7]. Саме в той період, у 2006 р., в рамках Національної нанотехнологічної ініціативи США також було проведено опитування експертів на тему коротко-, середньо- і довгострокових нанотехнологічних програмних пріоритетів і можливої тематики проектів НДДКР [19, с.127]. У табл. 4 подано співвідношення коротко-, середньо- і довгострокових пріоритетів нанодосліджень у США і в Україні та відповідність їх глобальним проблемам людства.

Таблиця 3

Співставлення основних пріоритетних напрямів розвитку нанотехнологій в США, Японії, Німеччині, а також в ЄС, Росії та в Україні з глобальними проблемами людства

№ пп	Глобальна проблема людства	США, «Національна нанотехнологічна ініціатива (NNI)»	Японія, «Стратегія розвитку нанотехнологій»	Німеччина, «Наноініціатива 2010»	ЄС, 6-та і 7-ма Рамкові програми	Росія, ФЦП «Розвиток інфраструктури нанотехнологій у РФ на 2008 – 2010 рр.»	Україна	
							ЦКПОД «Наноструктурні системи, наноматеріали, нанотехнології»	ДЦНТП «Нанотехнології та наноматеріали» 2010 – 2014 рр
1	2	3	4	5	6	7	8	9
1.	Депопуляція і старіння населення	1. Нанобіосистеми і медицина; 2. Проблеми охорони здоров'я	1. Нанобіологія	1. Нанобіологія	1. Інтегрування нанотехнологій для підвищення якості й безпеки життя; 2. Європейська платформа в наномедицині	1. Нанобіотехнології	I. Біонаносистеми: 1. Біонаноматеріали: синтез та властивості	–
2.	Нестача продовольства	–	– « –	– « –	1. Біотехнології	– « –	– « –	–
3.	Екологічні проблеми	1. Проблеми екології, розробка інструментарію для досліджень в сфері екології та токсичності	1. Наноматеріали для захисту навколишнього середовища	–	1. Створення систем контролю за безпекою і відходами виробництва; 2. Виявлення небезпечного впливу нанотехнологій на людину та довкілля	–	–	1. Наноматеріали та нанотехнології для захисту навколишнього природного середовища
4.	Енергетика та енергозбереження;	–	1. Наноматеріали для енергетики	–	–	1. Функціональні наноматеріали для енергетики	–	1. Нанотехнології для енергетики
5.	Відставання від провідних країн світу в переході до нового технологічного укладу, уповільнення науково-технічного прогресу	1. Фундаментальні дослідження наномасштабних явищ і процесів; 2. Проектування гнучко структурованих матеріалів і ефективне нановиробництво; 3. Дослідження наноструктур і складних наносистем;	1. Моделювання наноматеріалів; 2. Нанообробка, формування і технології виготовлення; 3. Технології синтезу речовин і матеріалів; 4. Нові матеріали з контрольованою наноструктурою; 5. Нанопристрої і нанодатчики;	1. Наноелектроніка; 2. Наноматеріали; 3. Оптика; 4. Мікросистеми; 5. Комунікації 6. Інше	1. Міждисциплінарні фундаментальні дослідження нових явищ, що обумовлені розміром наноструктур; 2. Фундаментальні й прикладні дослідження багатфункціональних матеріалів дизайні і технології виготовлення; 4. Створення інтелектуальних систем виробництва матеріалів і пристроїв, гібридних матеріалів; 5. Створення європейської платформи в наноелектроніці; 6. Системи безпеки	1. Наноелектроніка; 2. Композитні наноматеріали; 3. Наноінженерія; 4. Функціональні наноматеріали для космічної техніки; 5. Конструкційні наноматеріали; 6. Нанотехнології для систем безпеки	II. Фізика та діагностика нанорозмірних систем: 1. Нанофізика і наноелектроніка 2. Діагностика наносистем; 3. Електронна, атомна будова і властивості наноструктурних матеріалів;	1. Отримання нових знань щодо особливостей фізичних, хімічних, біологічних і більш складних процесів синтезу та атомного складання наносистем; 2. Наноелектроніка; 3. Наноінженерія;

Закінчення табл. 3

1	2	3	4	5	6	7	8	9
		<p>4. Силіконова наноелектроніка;</p> <p>5. Наноструктури, метроструктури й наноструктури</p> <p>6. Освіта і соціальні проблеми розвитку нанотехнологій</p> <p>7. Проблеми безпеки</p>	<p>6. Наноелектроніка (NEMS) та її технології;</p> <p>7. Технології вимірювання у нанорозмірному діапазоні й нанорозмірному аналізі;</p> <p>8. Нанонаука для безпечного й стабільного суспільства</p>				<p>4. Фізика напівпровідникових наноструктур.</p> <p>III. Хімія наноматеріалів та наноструктур:</p> <p>1. Синтез і формування наноструктур;</p> <p>2. Колоїдні нанорозмірні системи;</p> <p>3. Атомно-молекулярна архітектура наноструктур</p> <p>4. Фізико-хімія поверхневих явищ, супрамолекулярна хімія.</p> <p>IV. Технології наноматеріалів:</p> <p>1. Технологія багатифункціональних матеріалів;</p> <p>2. Фізика і технологія наноматеріалів в екстремальних умовах;</p> <p>3. Тонкоплівні нанотехнології з'єднання неорганічних матеріалів;</p> <p>4. Інформаційне забезпечення робіт з вказаних проблем</p>	<p>4. Функціональні конструкційні наноматеріали;</p> <p>5. Колоїдні нанотехнології;</p> <p>6. Нанотехнології для каталізу та хімічної промисловості;</p> <p>7. Нанотехнології спеціального призначення</p>

Співвідношення пріоритетної тематики нанодосліджень у США і в Україні та відповідність їх глобальним проблемам людства у 2006 р.

№ пп	Глобальна проблема людства	Пріоритетна тематика у США			Пріоритетні теми в Україні	
		Короткострокові (1 – 5 років)	Середньострокові (5 – 10 років)	Довгострокові (10 – 20 років)	Середньострокові (до 5 років)	Довгострокові (15 – 20 років)
1.	Депопуляція і старіння населення	1. Мобільне медичне діагностичне устаткування	1. Цільова лікарська терапія; 2. Ефективна медична візуалізація	1. Постачання лікарських препаратів через клітинні стінки; 2. Нейронне протезування при лікуванні паралічів, сліпоти тощо	1. Освоєння нанотехнології в медичній діагностиці, у тому числі для рентгенівських томографів	1. Розробка нанобіотехнологій і розвиток матеріалознавства для медицини (біоматеріали, сумісні з людським організмом) 2. Розробка нових приладів, пристроїв діагностичних систем
2.	Нестача продовольства	–	–	–	–	–
3.	Екологічні проблеми	1. Наномембрани і фільтри для очищення й опріснення води	1. Технології із зв'язування вуглецю при очищенні емісій	–	–	–
4.	Енергетика та енергозбереження	1. Перезаряджальні батареї із тривалим терміном дії	1. Високоєфективні сонячні елементи (фотоелементи) за доступними цінами; 2. Удосконалені паливні елементи; 3. Ефективні технології для одержання водню з води	1. Перетворення енергії термічних і хімічних джерел	1. Створення наноструктурних композитів альтернативної енергетики, наприклад, сонячні батареї-суперконденсатори, оксидні паливні осередки	–
5.	Відставання від провідних країн світу в переході до нового технологічного укладу, уповільнення науково-технічного прогресу	1. Нанокompозиційні матеріали з високим співвідношенням міцність / вага, покращеними показниками твердості й інших характеристик; 2. Удосконалені каталізатори, що зменшують вміст дорогоцінних металів в емульсіях; 3. Швидореагуючі, селективні, надійні надпровідникові хімічні й біологічні сенсори	–	1. Молекулярна електроніка	1. Освоєння нанотехнології в оптоелектроніці	1. Розробка нанопристроїв, нанороботів (наноботів), у тому числі для хірургічних операцій у судинах і окремих клітинах організму

Вказані дослідження були продовжені фахівцями УкрІНТЕІ в рамках виконання Державної програми прогнозування науково-технологічного розвитку України на 2008 – 2012 рр., [8 – 10]. За результатами опитувань експертів було визначено за пріоритетним напрямом «Нанотехнології та нові матеріали» 15 нанотехнологій (що становить 27% всіх відібраних), які в першу чергу викликають інтерес у підприємців і промисловців. З переліку цих тех-

нологій Науково-технічна рада Державної програми схвалила 6 технологій як критичні.

У табл. 5 приведено співставлення прогнозу реалізації критичних технологій у США і Японії на 20 років, що був зроблений у 2006 році, та переліку критичних технологій за напрямом «Нанотехнології та нові матеріали», визначеного експертами в Україні [19, с. 214 – 219], а також визначено відповідність їх глобальним проблемам людства.

Таблиця 5

Співвідношення прогнозу критичних технологій у США і Японії на 20 років з прогнозним переліком критичних нанотехнологій, найбільш перспективних для комерціалізації в Україні у 2008 – 2012 рр.

№ пп	Глобальна проблема людства	Прогнозні критичні технології у США та Японії на 20 років			Перспективні технології в Україні	
		Напрямок	Сфера застосування	Терміни появи та масової реалізації	Критичні	Інші перспективні
1	2	3	4	5	6	7
1.	Депопуляція і старіння населення	1. Діагностичні системи на основі біочипів, що можуть з високою точністю діагностувати схильність до захворювання раком та інш. й забезпечувати інформацією про необхідну обробку протягом дуже короткого часу; 2. Створення систем наносіть, керованих ззовні й здатних доставляти ліки й гени в задані клітини в тілі людини	Нанотехнологія матеріалів, нанобіологія Нанотехнологія матеріалів, нанобіологія	2012 – 2020 2013 - 2022	1. Методи отримання наночасток із функціональною поверхнею, придатною для приєднання антитіл; 2. Технологія створення флуоресцентних нанозондів для моніторингу фізіологічного стану біологічних об'єктів	–
2.	Нестача продовольства	–	–	–	–	–
3.	Екологічні проблеми	1. Виробництво водню за допомогою фотокаталітичного розкладання води під дією сонячного світла	Нанотехнологія матеріалів, матеріали енергетики, екологічно безпечні	2013 – 2022	–	–
4	Енергетика та енергозбереження	1. Великогабаритні сонячні батареї на основі аморфного кремнію з ефективністю більше 20%	Нанотехнологія матеріалів, нові матеріали з контролем на нанорівні	2012 – 2020	–	–
5	Відставання від провідних країн світу в переході до нового технологічного укладу, уповільнення науково-технічного прогресу	1. Надпрецизійні технології з погрішністю в ангстрем, що досягається з використанням нових промислових технологій (іонна, електронна, лазерна); 2. Технології формування з нанометровою точністю; 3. Технології тривимірного атомно-молекулярного збирання;	Виробництво, нанобробка, мікробробка матеріалів; Нанотехнологія матеріалів, нанобробка; Нанотехнологія матеріалів	2012 – 2018 2012 – 2019 2013 – 2020	1. Застосування гідротермального способу отримання нанопористого вуглецю при високому тиску; 2. Використання потужного лазерного випромінювання для цілеспрямованої модифікації нанопористих матеріалів TiO_2 , SiO_2 ;	

1	2	3	4	5	6	7
		4. Технології збирання і створення устаткування із надмалим зношуванням; 5. Технології виготовлення матеріалів з інноваційними функціями і властивостями із застосуванням керованих маніпуляцій на нанорівні атомно-молекулярного збирання або структури матеріалу, 6. Розробка нових систем озброєння і безпеки на основі нанотехнологій	Нанотехнологія, нанобробка, нанозбирання Нанотехнологія, нанобробка, нанозбирання	2013 – 2021 2018 – 2028 2013 – 2020	3. Дослідно-виробнича технологія виготовлення вуглецевих наноструктурних композитів; 4. Оптимізована технологія отримання наноструктур на основі сполук AIVBVI для пристроїв нового покоління	1. Нанокompозиційні градієнтні композиційні покриття (гальванопорошкова металургія); 2. Порошкова металургія з використанням нанотехнологій; 3. Технологія отримання плівкових наноструктурних OD, 1D, 2D надпровідникових матеріалів; 4. Відновлення металевих оксидів нанорозмірним порошком карбиду кремнію; 5. Отримання оптичної кераміки, нанокompозитів із люмінісцентних наночасток методами пресування та синтезу в матрицях; 6. Дослідно-виробнича технологія виготовлення вуглецевих наноструктурних композитів; 7. Технологія виробництва оксидних нанопорошків та керамічних виробів для роботи в агресивних середовищах; 8. Одержання і застосування наноматеріалів на основі діоксиду титану

З даних табл. 5 видно, що з відібраних українськими експертами 15 нанотехнологій, що мають потенціал комерціалізації і викликають інтерес у підприємців, навіть ті 6 критичних технологій, які можуть претендувати на бюджетне фінансування, задовольняють деякі потреби у вирішенні тільки двох глобальних проблем людства – депопуляція і старіння населення та перехід до нового технологічного укладу. Такі проблеми як нестача продовольства, екологічні проблеми і захист навколишнього середовища, вичерпання природних ресурсів і нова енергетика, залишаються поза увагою українських науковців.

Таким чином, можна зробити такі висновки:

1. Існуюча практика визначення загальнодержавних пріоритетів розвитку науки і техніки в Україні тільки у 2011 р. набула більш-менш конкретних форм.

Затверджені у 2011 р. пріоритети мають більш чіткі форми, але їх все ще забагато для того, щоб сконцентрувати невеликі обсяги бюджетних коштів на дійсно найважливіших напрямках досліджень, що покликані вирішувати нагальні проблеми людства і специфічні проблеми, які стоять перед Україною;

2. Визначення державою пріоритетних напрямів наукових досліджень у сфері нанотехнологій відповідно до найважливіших (глобальних) проблем людства, які безпосередньо відносяться й до України, надасть можливість управління відповідними дослідженнями, дозволить раціонально витратити бюджетні кошти саме на вирішення найбільш актуальних проблем суспільства, а не потурати науковим закладам, що нав'язують державі свою тематику досліджень.

дзень, до якої вони вже звикли за багато років і яка, зазвичай, вже мало відповідає потребам і держави, і суспільства;

3. Необхідна розробка Стратегії розвитку нанотехнологій в Україні у відповідності з глобальними проблемами людства, створення Національної програми розвитку нанотехнологій в Україні, в якій будуть ув'язані чіткі пріоритети наукових досліджень, забезпечення фінансуванням (за етапами робіт), організаційна підтримка держави, механізми впровадження у підприємницький сектор, критерії результативності заходів та підзвітність відповідальних виконавців перед урядом (за бюджетне фінансування) та підприємцями (за позабюджетні кошти);
4. Існує необхідність у створенні Консультативних робочих груп як із співробітників НАН України та інших наукових закладів, так і за участю незалежних експертів, які мають певний досвід роботи у визначеному напрямку досліджень, для аналізу поточного виконання програм розвитку нанотехнологій, складання прогнозів і уточнення пріоритетів розвитку нанотехнологій

Література

1. Бойко Н. М. Особливості розвитку нанотехнологій в Україні / Матеріали XV міжнародної науково-практичної конференції «Проблеми і перспективи інноваційного розвитку економіки: Регіональне інноваційне розвиток: політика, управління, законодавство», 13 – 18.09.10, Алушта, 2010. – С. 28 – 31.
2. Матюшенко І. Ю. Співвідношення глобальних проблем людства, пріоритетів науково-технічної діяльності та національних проектів в Україні / Научний інформаційний журнал «Бізнес Інформ» – Х.: ІД «ІНЖЕК», 2011. – № 4. – С. 7 – 11.
3. Закон України «Про основи державної політики у сфері науки і науково-технічної діяльності» від 13 грудня 1991 року № 1977 // Збірник законодавчих і нормативних актів України в сфері науки і науково-технічної діяльності. – К.: УкрІНТЕІ, 1997. – С.1630.
4. Закон України «Про пріоритетні напрями розвитку науки і техніки» від 11 липня 2001 року № 2623-III // Відомості Верховної Ради України, 2001. – № 48. – С. 253
5. Маліцький Б. А., Попович О. С., Соловійов В. П. Перспективні напрями науково-технологічного та інноваційного розвитку України (Результати першого етапу прогнозно-аналітичного дослідження в рамках Державної програми прогнозування науково-технологічного та інноваційного розвитку на 2004 – 2006 роки). – К.: Фенікс, 2006. – 208 с.
6. Маліцький Б. А., Попович О. С., Онопрієнко М. В. Обґрунтування системи науково-технологічних та інноваційних пріоритетів на основі «форсайтних» досліджень. – К.: Фенікс, 2008. – 86 с.
7. Зведений прогноз науково-технологічного та інноваційного розвитку України на найближчі 5 років та наступне десятиліття. – К.: Фенікс, 2007. – 152с.
8. Постанова Кабінету Міністрів України «Про Державну програму прогнозування науково-технологічного розвитку в Україні на 2008 – 2012 рр.» від 11.09.2007 р. №1118.
9. Кваша Т. К. Державна програма прогнозування науково-технологічного розвитку на 2008 – 2009 рр.: підсумки 2008-го / Т. К. Кваша, Л. А. Мусіна, Т. В. Писаренко // Світ. – 2009. – №17–18.
10. Якимчук А. В., Кваша Т. К. Результати виконання I етапу Державної програми прогнозування науково-технологічного розвитку на 2008 – 2012 рр. / А. В. Якимчук, Т. К. Кваша // Матеріали П'ятої міжнародної науково-практичної конференції 2–3 квітня 2009 р.: Зб.наук. статей. – Львів: ЛьвЦНТЕІ, 2009. – С. 70 – 74.
11. Закон України «Про внесення змін до закону України «Про пріоритетні напрями розвитку науки і техніки» від 01 червня 2010 року № 2296-VI .
12. Постанова Кабінету Міністрів України «Про затвердження переліку пріоритетних тематичних напрямів наукових досліджень і науково-технічних розробок на період до 2015 року» від 07 вересня 2011 року № 942 // Урядовий кур'єр, № , 2011.
13. Постанова Бюро Президії НАН України від 31.01.08 №23 «Перелік найважливіших напрямів наукових досліджень і розробок» – Режим доступу: [http://www.nas.gov.ua/infrastructure/Legaltexts/Research Topics/2008](http://www.nas.gov.ua/infrastructure/Legaltexts/Research%20Topics/2008) – Назва з екрану.
14. Структура Комплексної програми фундаментальних досліджень «Наноструктурні системи, наноматеріали та нанотехнології за напрямками у період 2003 – 2006 рр. – Режим доступу: http://www.nanotech.nas.gov.ua/2003_2006/Pages/default.aspx – Назва з екрану
15. Постанова КМУ від 28.10.09 р. № 1231 «Про затвердження Державної цільової науково-технічної програми «Нанотехнології та наноматеріали» на 2010 – 2014 рр. – Режим доступу: <http://zakon.nau.ua/doc/?code=1231-2009-%EF> – Назва з екрану.
16. Концепція Державної цільової науково-технічної програми «Нанотехнології та наноматеріали» на 2010 – 2014 рр. – Режим доступу: <http://www.nano.nas.gov.ua/UA/nasu/nanoprogramms/Pages/WorkingGroup.aspx> – Назва з екрану.
17. Киселев В.Н. Інноваційна політика в області нанотехнологій: опыт США и ЕС / В. Н. Киселев, Д. А. Рубвальтер, О. В. Руденский – Режим доступа: <http://www.portalnano.ru/print/ms/ip>
18. Рагуля А. В., Крячек В. М. Развитие нанонаук и нанотехнологий в Украине на перспективу до 2020 г. // Наука і наукознавство. – 2006. - № 3. – С.43 – 49.
19. Нанотехнології у XXI столітті: стратегічні пріоритети та ринкові підходи до впровадження / Г. О. Андрощук, А. В. Якимчук, Н. В. Березняк та ін.: монографія. – К.: УкрІНТЕІ, 2011. – 275 с.
20. Матюшенко І. Ю. Общие перспективы развития нанотехнологий / Социально-экономическое развитие Украины и ее регионов: проблемы науки и практики 2011: Монография. – Х.: ФЛП Александрова К. М., ІД «ІНЖЕК», 2011. – С. 79 – 128.
21. Матюшенко І. Ю. Перспективи розвитку і комерціалізації нанотехнологій в Україні / Ліберманівські читання 2011: економічна спадщина та сучасні проблеми: Монографія. – Х.: ФОП Павленко О. Г., ВД «ІНЖЕК», 2011. – С. 306 – 331.
22. Матюшенко І. Ю., Вовк В. А., Моисеєнко Ю. М. Перспективи розвитку нанотехнологій в Росії / Научний інформаційний журнал «Бізнес Інформ» – Х.: ІД «ІНЖЕК», 2011. – №6. – С. 17 – 25.
23. Матюшенко І. Ю., Моисеєнко Ю. М. Направления развития нанотехнологий в странах Евросоюза и Японии / Научний інформаційний журнал «Бізнес Інформ» – Х. – 2011. – №7(2). – С. 43 – 50.

24. Матюшенко И. Ю., Моисеенко Ю. М. Развитие нанотехнологий в США / Проблемы и перспективы инновационного развития экономики: Материалы XVI Между-народной научно-практической конференции, Алушта, 12 – 16 сентября 2011 г.

/ НАНУ, Центр исследований научно-технического потенциала и истории науки им. Г. М. Доброва НАН Украины, Творческий союз НИО Крыма. – Симферополь: «ИТ АРИАЛ», 2011 – С. 424 – 443.