

О.Д. Стадник,

кандидат фізико-математичних наук, доцент

І.О. Мороз,

доктор педагогічних наук, професор

Ю.О. Шкурдода,

кандидат фізико-математичних наук, доцент

О.В. Яременко,

кандидат фізико-математичних наук, доцент

(Сумський державний педагогічний

університет імені А.С.Макаренка)

РОЗВИТОК НАНООСВІТИ – ОДИН ІЗ ЧИННИКІВ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ПЕРЕХОДУ НА ШОСТИЙ ТЕХНОЛОГІЧНИЙ УКЛАД

Постановка проблеми. На початку ХХІ ст. нанотехнології стали стратегічним напрямком науково-технологічного розвитку провідних країн світу. Поряд з інформаційними технологіями та біотехнологіями вони, спираючись на досягнення фізики, хімії, біології, електроніки та інших наук, багато в чому будуть визначати технологічний рівень 21 століття.

Сучасний етап розвитку цивілізації безпосередньо пов'язаний з її переходом до нового технологічного укладу, який базується на досягненнях одного з ключових пріоритетів науково-технологічного прогресу - нанотехнології.

Одним з критеріїв успішного освоєння нових технологій, свого роду індикатором перспектив економічного та технологічного зростання держави є такий показник, як частка технологічних укладів в економіці (табл.1). Як видно із цієї таблиці, економіка України, на жаль, не в лідерах навіть п'ятого технологічного укладу. Причинами цього є обмеженість фінансування довготермінових нанотехнологічних програм та проектів, відсутність державної нанотехнологічної мережі, проблема підготовки відповідних кадрів, відставання освітніх програм і методичних розробок для ВНЗ та загальноосвітніх шкіл, відсутність різноманітних методичних джерел для

Табл.1. Частка технологічних укладів в економіці деяких країн [1]

Країна	Технологічні уклади та їх частка в економіці			
	III	IV	V	VI
США	-	20 %	60 %	5 %
Росія	30%	50%	10%	-
Україна	57,9 %	38 %	4 %	0,1 %

популяризації знань про сучасний стан розвитку нанотехнологій, про властивості нанооб'єктів та можливе їх практичне застосування, включаючи застосування на діючих виробництвах регіону.

Аналіз досліджень і публікацій показує, що у цій новій галузі немає шаблонів діяльності. Нову модель підтримки освітніх ініціатив пропонує, наприклад, американське аерокосмічне агентство «NASA», надаючи фінансування, технологічні інструменти і сервіси для проектних команд з цікавими ідеями для навчання «STEM» (скорочення від англ. «Science, technology, engineering and math» - наука, технологія, інженерія та математика). Це дозволяє корпорації не тільки вирішувати завдання професійної підготовки фахівців, а й вести активну профорієнтацію - залучати талановиту молодь [2].

У США створена Національна мережа нанотехнологічної інфраструктури (англ. National Nanotechnology Infrastructure Network, NNIN) - інтегроване партнерство науково-дослідних організацій, що працюють в області нанотехнологій. Воно підтримується і фінансується Національним науковим фондом (NSF). Усі учасники партнерства надають можливість стороннім дослідникам у галузі нанотехнологій використовувати сучасне обладнання, що обслуговується висококваліфікованими фахівцями [3].

Для вирішення задач наноосвіти у США створений національний освітній центр і розробляються спеціальні закони розвитку наноосвіти. У систему наноосвіти США задіяно 500 університетів [4,5].

Національна наукова Асоціація учителів США опублікувала ряд підручників та посібників, у тому числі і для загальноосвітніх закладів. Розробляються навчальні ресурси для підтримки двосеместрового курсу нанотехнологій для середньої школи.

Розвинуті держави світу, наукові установи, окремі науковці в останні роки активізували роботу по формуванню інфраструктури розвитку нанотехнологій [2-10].

Проте в Україні, не дивлячись на відому Постанову Кабінету Міністрів України, на наш погляд, існує значне відставання не лише у випуску конкурентоздатної продукції нового покоління, а й у підготовці фахівців у галузі нанотехнологій, оснащенні сучасних наукових лабораторій, розробці відповідного методичного забезпечення для шкіл та вузів [11, 12].

Метою даної статті є аналіз можливостей залучення науково-методичного потенціалу профільних ВНЗ та їх підрозділів до створення нанотехнологічних центрів, які в перспективі сприяли б випуску вітчизняними підприємствами продукції нового - шостого технологічного укладу.

Виклад основного матеріалу. Нанотехнологія - це сукупність методів і прийомів, що забезпечують контрольовані об'єкти, які включають компоненти від 1 до 100 нм. У Технічному комітеті ISO / ТК 229 під нанотехнологіями розуміють наступне [13, 14]:

1. Знання та управління процесами, як правило, в масштабі 1 нм, але не виключаючи масштаб менше 100 нм в одному, або більше вимірах, коли проявляється розмірний ефект.
2. Використання властивостей об'єктів і матеріалів у нанометровому масштабі, які відрізняються від властивостей вільних атомів або молекул, а також від об'ємних властивостей речовини, що складається з цих атомів або молекул, для створення більш досконалих матеріалів, приладів, систем, що реалізують ці властивості.

Нанонауки не є спеціальною галуззю знань, дослідження у цій галузі ведуться у фізиці, хімії, біології, а також на стику багатьох наук.

Можна виділити найважливіші напрямки нанотехнологій:

- молекулярний дизайн. Препарування і синтез нових молекул в сильно неоднорідних електромагнітних полях;
- матеріалознавство. Створення нових матеріалів із заданими властивостями;
- приладобудування. Створення скануючих тунельних мікроскопів, атомно-силових мікроскопів, магнітних силових мікроскопів, мініатюрних надчутливих датчиків, нанороботів;
- електроніка. Конструювання нанометрової елементної бази для ЕОМ наступного покоління;
- медицина. Проектування наноінструментарію для знищення вірусів, локального "ремонт" органів, високоточної доставки ліків у певні місця живого організму;
- керовані ядерні реакції. Наноприскорювачі частинок, нестатистичні ядерні реакції.

Наноіндустрії - це інтегрований міжгалузевий та міждисциплінарний комплекс бізнес-структур, промислових, наукових, освітніх, фінансових та інших підприємств різних форм власності, що забезпечують і здійснюють цілеспрямовану діяльність з розробки та комерціалізації нанотехнологій.

Базовими компонентами інфраструктури наноіндустрії являються:

- міжнародні та національні науково-виробничі кластери;
- центри колективного користування;
- науково - освітні центри;
- лабораторні навчально-освітні центри.

Відомо, що технологічний уклад являє собою цілісне і стійке утворення, в рамках якого здійснюється замкнутий цикл, що починається з отримання первинних ресурсів і закінчується випуском кінцевих продуктів. Технологічні уклади - це комплекси, що відображають рівень розвитку індустріального та переходу до постіндустріального технологічного способу виробництва [9].

Відомий дослідник М.Д. Кондратьєв, наприклад, стверджував, що науково-технічна революція розвивається хвилеподібно, і кожний цикл триває приблизно 45-60 років [15].

Соціально-економічний розвиток провідних країн передбачає концентрацією зусиль на формуванні спеціальних інструментів, що дають можливість поєднувати науку, виробництво і державне управління у різних сферах економіки і промисловості. Одним з таких інструментів щодо розв'язання зазначеного завдання є створення технологічних платформ. Уперше вони широко почали застосовуватися у Європейському Союзі.

Перехід від однієї групи технологій до іншої називається технологічними розривами. Виникає розрив між S-подібними кривими і починає формуватись нова S-подібна крива, але на базі нових знань. У цей період зароджується та інтенсивно розвиваються базові компоненти нового технологічного укладу, які опираються на новітні досягнення науки та технологій.

Ядро шостого технологічного укладу включає:

- нанoeлектроніку;
- нанофотоніку;
- наноматеріали та наноструктуровані покриття;
- нансистемну техніку;
- біотехнологію;
- нанобіотехнологію;
- інформаційні технології;
- когнітивні науки;
- соціогуманітарні технології;
- конвергенцію нано-, біо-, інфо- і когнітивних технологій.

Очевидно, що і в нашій країні настав час розробки та затвердження Плану дій щодо поліпшення якості фізико-математичної та природничої освіти шляхом включення в освітні технології нанотехнологічної компоненти. Повинна реалізуватись міжпредметна компетентність – здатність студента та учня застосовувати, щодо міжпредметного кола проблем, знання, уміння,

навички, способи діяльності, які належать до певного кола навчальних предметів і освітніх галузей. Ще остаточно не вирішене також питання про те – хто і як, у якому курсі повинен здійснювати таку міжпредметну діяльність у школі та ВНЗ.

Досягнення поставлених завдань розвитку наноіндустрії неможливе без участі науковців, які працюють у ВНЗ. На першому етапі включення в освітні технології нанотехнологічної компоненти доцільно розробити та забезпечити ресурсами Програму розвитку міжвузівської нанотехнологічної мережі, її підключення до галузевих, державної і світових нанотехнологічних мереж.

Міжвузівська нанотехнологічна мережа могла б об'єднати організації різних форм власності, що забезпечують і здійснюють скоординовану діяльність з розробки і комерціалізації нанотехнології та підготовки кадрів для потреб реального виробництва у кожному регіоні.

Інфраструктурна база наноіндустрії, враховуючи складність завдань і обмеженість ресурсів, могла б створюватися у мережевому форматі, тобто не для окремих підприємств і організацій, а у вигляді сукупності організацій різних організаційно-правових форм, що ведуть підготовку кадрів в області нанотехнологій, виконують фундаментальні та прикладні дослідження, здійснюють розробки і комерціалізацію технологій. Дієвим інструментом досягнення мети профільними ВНЗ могла б бути Дорожня карта розвитку та комерціалізації нанотехнологій.

При цьому, профільні ВНЗ, або їх підрозділи, проявивши освітню ініціативу, могли б стати головною науковою організацією з наступними функціями:

- здійснення наукового та методичного забезпечення, координація досліджень і розробок для формування технологічної бази у рамках Програми розвитку нанотехнологій;
- проведення експертизи досягнутих результатів учасниками нанотехнологічної мережі та визначення можливості їх промислового освоєння;
- координації проектів міжнародної науково-технічної співпраці;

- забезпечення взаємодії з головними організаціями галузей з питань наукових досліджень, комерціалізації технологій, організації серійного виробництва;
- здійснення наукового і методичного забезпечення системи підготовки фахівців у галузі нанотехнологій.

Другий етап робіт з розвитку інфраструктури, науково-освітньої та кадрової діяльності включає:

- створення науково-освітніх центрів ВНЗ, що забезпечують підготовку, перепідготовку та підвищення кваліфікації фахівців на основі широкої інтеграції навчального процесу, наукових досліджень і розробок у галузі нанотехнологій;
- оснащення ВНЗ, що беруть участь у підготовці наукових і науково-педагогічних кадрів для установ вищої професійної освіти, наукових організацій, підприємств та галузей економіки в області нанотехнологій, сучасним спеціальним науково-технологічним обладнанням;
- систему науково-методичного та організаційно-методичного забезпечення безперервного освітнього циклу у галузі нанотехнологій;
- комплекс нових освітніх технологій та інструментальних засобів.

Висновки.

1. Розвиток наноосвіти в державі повинен розпочинатись за підтримки координуючої дії профільних ВНЗ та їх підрозділів, фінансової підтримки держави та діючих виробництв кожного регіону і, звичайно, з адаптування світового досвіду країн, які вже випускають конкурентоздатну продукцію нового - шостого технологічного укладу.
2. Першочерговим завданням становлення нанотехнологічної освіти є створення та відповідне оснащення науково-освітніх нанотехнологічних центрів ВНЗ, що забезпечують підготовку, перепідготовку та підвищення кваліфікації фахівців.
3. Одним із перспективних інструментів досягнення мети – швидкий перехід країни до шостого технологічного укладу, є розробка вузівськими фахівцями та

«виробничниками» окремих регіонів країни Дорожньої карти розвитку та комерціалізації нанотехнологій.

ЛІТЕРАТУРА

1. Василенко В. Технологические уклады в контексте стремления экономических систем к идеальности [Электронный ресурс] / В. Василенко // Соціально-економічні проблеми і держава. — 2013. — Вип. 1 (8). — С. 65-72. - Режим доступа до журн.: <http://sepd.tntu.edu.ua/images/stories/pdf/2013/13vvoski.pdf>
2. NASA Science, Technology, Engineering and Math (STEM).//<http://mars.jpl.nasa.gov/participate/students/STEM-job-career-role-models/>
3. National Nanotechnology Infrastructure Network. Serving Nanoscale Science, Engineering & Technology. <http://www.nnin.org/>.
4. National Center for Learning and Teaching in Nanoscale Science and Engineering (NCLT). – Electronic resource: http://www.nano.gov/html/edu/home_edu.html.
5. Nanotechnology in the Schools Act (110th Congress 2007 – 2008).– Electronic resource: <http://www.govtrack.us/congress/bill>.
6. N. Taniguchi. On the Basic Concept of 'Nano-Technology. // Proc. Intl. Conf. Prod. London, Part II, British Society of Precision Engineering. (1974).
7. The White House, “National Nanotechnology Initiative: Leading to the Next Industrial Revolution,” press release, January 21, 2000.
8. "Программа развития nanoиндустрии в Российской Федерации до 2015 года" (одобрено Правительством РФ 17.01.2008).
9. Глазьев С. Ю., Харитонов В. В. Нанотехнологии как ключевой фактор нового технологического уклада в экономике: монография. – М.:Тривант, 2009.– 304 с.
10. Каблов Е. Н. Шестой технологический уклад // Наука и жизнь. – 2010. – №4.

11. Постанова Кабінету Міністрів України від 28 жовтня 2009 р. N 1231 Про затвердження Державної цільової науково-технічної програми "Нанотехнології та наноматеріали" на 2010 - 2014 роки.
12. Смалько О.А. Вивчення новинок галузі нанотехнологій у вузівських інформатичних курсах / О.А.Смалько // Науковий часопис Національного педагогічного університету імені М. П. Драгоманова. Серія 2, Комп'ютерно-орієнтовані системи навчання : збірник наукових праць / Нац. пед. ун-т ім. М. П. Драгоманова; редкол. В. П. Андрущенко (голова) [та ін.]. - К. : Вид-во НПУ ім. М. П. Драгоманова, 2010.- . Вип. 8(15). - С.125-129.
13. С. Хохлявин. Стандарты ИСО: от классификации наноматериалов до токсикологии. // Наноиндустрия, №2, 2011. с. 62-66.
14. ISO —Technical committees — TC 229 — Nanotechnologies.
15. Кондратьев Н.Д. Большие циклы конъюнктуры и теория предвидения: избранные труды. / Н.Д. Кондратьев (Под ред. академика РАН Л.И. Абалкина)— М.: Экономика, 2002. – 767 с.

Стадник Олександр Дмитрович, Мороз Іван Олексійович, Шкурдода Юрій Олексійович, Яременко Олексій Васильович. Розвиток нааноосвіти – один з чинників забезпечення переходу на шостий технологічний уклад.

Аналізується зв'язок технологічного рівня розвитку держав з рівнем розвитку інфраструктури нанотехнологій. Обґрунтовується програма дій по створенню вузівських нанотехнологічних науково-освітніх центрів та розробки Дорожньої карти з залученням спеціалістів підприємств регіону, яка у перспективі може пришвидшити перехід країни до шостого технологічного укладу.

Ключові слова: нанотехнології, технологічний уклад, науково-освітні центри нанотехнологій, нааноосвіта.

Стадник Александр Дмитриевич, Мороз Иван Алексеевич, Шкурдода Юрий Алексеевич, Яременко Алексей Васильевич. Развитие

нанообразования – один из факторов обеспечения перехода на шестой технологический уклад.

Анализируется связь технологического уровня развития государств с уровнем развития инфраструктуры нанотехнологий. Обосновывается программа действий по созданию вузовских нанотехнологических научно-образовательных центров и разработки Дорожной карты с привлечением специалистов предприятий региона, которая в перспективе может ускорить переход страны к шестому технологическому укладу.

Ключевые слова: нанотехнологии, технологический уклад, научно-образовательные центры нанотехнологий, нанообразование.

Aleksandr Stadnik, Ivan Moroz, Yurii Shkurdoda, Aleksey Yaremenko.
Development of nano education - one of the factors for the transition to the sixth technological order.

The relationship of the technological level of the level of infrastructure development of nanotechnology. Substantiates the Programme of Action for the creation of university nanotechnology research and education centers and the development of the Roadmap with the involvement of enterprises in the region, which has the potential to accelerate the country's transition to the sixth technological order.

Keywords: *nanotechnology, technological structure, scientific and educational centers of nanotechnology, nanoeducation.*

Annotation

Alexander Stadnik, Ivan Moroz, Yuri Shkurdoda, Aleksey Yaremenko.
Development of nano education - one of the factors for the transition to the sixth technological order.

Nanotechnology education in Ukraine is considered in the context of its impact on the technological level of the country's economy. Formed the problem of analysis of the possibilities of scientific and methodological potential of specialized

universities for the creation of regional centers of nanotechnology. These centers are designed to promote the sixth technological order in the future production of the enterprises production. Emphases core of the new technological order, which includes nanoelectronics, nanomaterials, nanobiotechnology, information and other advanced technologies.

The problems of infrastructure development in each region of the nanotechnology industry is expected to decide from development and resource programs to ensure inter-university nanotechnology network. Such a network would bring together the interests of various forms of property, enter into sectoral, national and international nanotechnology network. The parent organization of such a network could act profile institution in the region, to coordinate the activities, to train personnel for the needs of production in the region, organized the process of commercialization of nanotechnology developments in the domestic and foreign markets. Infrastructure development of nanotechnology in the region associated with a landmark to improve the quality of scientific and educational activities of specialized universities.

To do this, create a scientific and educational centers, which not only provide training and retraining, but also carry out scientific research on the orders of organizations. Nanotechnology centers specialized universities regions are additionally equipped with modern devices and special equipment. Develop scientific and methodological information, training manuals for teachers, students and schoolchildren, like the experience of technologically and economically developed countries. They will address the development of methods for the formation of interdisciplinary knowledge and skills of their application for sectoral and cross-sectoral objectives. Conclusions about the stages of development of nanostructures in the regions through the establishment and operation of competitive specialized centers, the creation of university nanotechnology network, development of a new tool - the Development and Commercialization of Nanotechnology Roadmap.