

7. Шинкаренко В. Г. Економічна безпека автотранспортних підприємств та їхня роль у роботі господарського комплексу країни / В. Г. Шинкаренко // *Восточно-європейський журнал передових технологій* – Том 4, № 8(40). – 2009. – С. 48-51.

8. Близнюк А.О. Аналіз стану системи управління економічною безпекою підприємств автотранспортної галузі / А. О. Близнюк / *Проблеми і перспективи розвитку підприємництва: Зб. наук. праць ХНАДУ*. – № 3 (10). – 2015. – Х.: ХНАДУ, 2015. – С. 121-125.

9. Пащенко Ю.Є. Транспортно-дорожній комплекс України в процесах міжнародної інтеграції : монографія / Ю. Є. Пащенко, О. І. Никифорок; НАН України по вивч. продукт. сил України. – Ніжин: Аспект-Поліграф, 2008. – 192 с.

10. *Транспорт і зв'язок України – 2014: стат. зб. / Державний комітет статистики України*. – Київ, 2015. – 204 с.

Стаття надійшла: 18.02.2016 р.

Рецензент: д.е.н., доц. Горювий Д.А.

УДК 330.341.1 : 332.146.2 (477.8)

JEL Classification: O 32

НАНОТЕХНОЛОГІЇ ЯК ПЕРСПЕКТИВНИЙ НАПРЯМ РОЗВИТКУ ТЕХНОЛОГО-СИНГУЛЯРНОЇ ЕКОНОМІЧНОЇ СИСТЕМИ КАРПАТСЬКОГО РЕГІОНУ

Антохов А.А., к.е.н., доцент

Чернівецький національний університет ім. Юрія Федьковича

Анотація. У статті узагальнено поточні та перспективні досягнення досліджень нанотехнологій у глобальному масштабі. Вказано, що нанотехнологічний напрям у сучасному світі лише починає розвиватись, однак його перспективність з погляду настання технологічного-сингулярного переходу є дуже актуальною. Проаналізовані сфери використання нанотехнологій і визначені поточні та перспективні досягнення в сфері нанотехнологій. Розвиток сфери нанотехнологій у Карпатському регіоні залишається на невисокому рівні. Тому, практичні дії щодо розвитку сфери нанотехнологій повинні здійснюватись згідно концепції технологічного-сингулярних регіональних економічних систем. Визначено, що основні досягнення використання нанотехнологій неперервно оновлюються та нестоять на місці. Виявлено досягнення вітчизняної нанонауки і наноіндустрії, а також досвід розробок нанотехнологій у Карпатському регіоні. Обґрунтовано необхідність розвитку нанотехнологій з виявленням характеру їх впливу на морфологію технологічного-сингулярних регіональних економічних систем. Визначено характер впливу розвитку нанотехнологічного напрямку на розвиток технологічного-сингулярних регіональних економічних систем. Доведено, що для Карпатського регіону, як потенційного просторового утворення цільового розвитку технологічного-сингулярної регіональної економічної системи, можливості посилення нанотехнологічного напрямку є доволі високими. Однак це вимагає застосування певних регулюючих заходів, серед яких виділено: концептуально-стратегічне і нормативно-правове визначення перспективності розвитку нанотехнологій в Україні; наукове обґрунтування просторової пріоритетності цільової підтримки розвитку нанотехнологій; наукове обґрунтування пріоритетної (базової) сфери розвитку нанотехнологій з подальшим поширенням досвіду на суміжні сфери з можливістю поступового розвитку нанонауки і наноіндустрії. Вказано, що необхідно стратегічно означити пріоритети інноваційного розвитку економіки з вагомістю в даних процесах нанотехнологічного напрямку, проте з урахуванням обмежених ресурсних можливостей держави. Запропоновано пріоритети розвитку сфери нанотехнологій у Карпатському регіоні з окресленням загальнонаціональних стратегічних орієнтирів.

Ключові слова: нанотехнології, технологічно-сингулярна регіональна економічна система, нанонаука, наноіндустрія, інноваційний розвиток.

NANOTECHNOLOGY AS PROMISING DIRECTIONS OF DEVELOPMENT OF TECHNOLOGICAL AND SINGULAR ECONOMIC SYSTEM OF THE CARPATHIAN REGION

Andriy Antohov, PhD in Economics, Associate Professor
Yuriy Fedkovych Chernivtsi National University

Summary. The article summarizes current and future achievements of nanotechnology research on a global scale. It is indicated that the direction of nanotechnology in the modern world is just beginning to develop, but its prospects in terms of technological and singular offensive transition is very important. Analyzed areas of use of

nanotechnology and identified current and future developments in the field of nanotechnology. The development of nanotechnologies in the Carpathian region is still low. Therefore, practical steps for the development of nanotechnologies should be undertaken according to the concept of techno-singular regional economic systems. It is determined that the main achievements of the use of nanotechnology is continuously being updated and do not stand in place. Identified the achievements of national nanoscience and nanotechnology, as well as experience in the development of nanotechnology in the Carpathian region. The necessity of development of nanotechnology with the identification of the nature of their influence on the morphology of the technological-singular regional economic systems. Defined the character of nanotechnology impact directly on the development of technological and singular regional economies. It is proved that for the Carpathian region, as a potential spatial formation target the development of technological and singular the regional economic system, opportunities to strengthen the nanotechnology business are quite high. However, this requires the use of certain regulatory measures, among which are highlighted: conceptual, strategic and regulatory definition of the prospects of nanotechnology development in Ukraine; scientific justification spatial priority target support development of nanotechnology; scientific justification priority (basic) areas of nanotechnology, followed by distribution of experience in related areas with the possibility of gradual development of nanoscience and nanotechnology. It is specified that it is necessary to strategically define the priorities of innovative development of economy with weight in the processes of nanotechnological areas, however, given the limited resource capabilities of the state. Proposed priorities for the development of nanotechnologies in the Carpathian region with the description of the national strategic reference points.

Keywords: nanotechnology, technology-singular regional economic system, nanoscience, nanotechnology, innovative development.

Постановка проблеми. Наукове обґрунтування цільового розвитку технолого-сингулярних регіональних економічних систем у вітчизняних умовах є складним завданням – у силу кризового стану національної економіки, тривалого формалізму децентралізації державного управління та створення рівних умов для розвитку регіонів. Окрім того, проявляються вкрай негативні тенденції щодо глобалістичних позицій України за показниками інноваційного розвитку. Однак, на наше глибоке переконання, новітній вектор інноваційного розвитку економіки України повинен передбачати формування технолого-сингулярних регіональних економічних систем як прогресивних осередків інтелектуалізації суспільства та інноваційної діяльності. Такий шлях уможливіть інноваційний прорив економіки України та мобілізації значних ресурсних можливостей інноваційного розвитку окремих регіонів, що характеризуються порівняно кращим потенціалом продукування інновацій.

Розвиток технолого-сингулярних регіональних економічних систем передбачає організацію їх структури, які визначається діяльнісною, трансферною та інституціональною основою. Діяльнісну основу формують сфери інтелектуалізації суспільства і сфери інноваційної діяльності. Вони можуть здійснювати свою діяльність за такими напрямками, як інформаційні, комп'ютерні, мережеві, автоматизовані, роботизовані технології, «штучний інтелект», енергозберігаючі та екотехнології, біо- і нанотехнології. З-поміж визначених технологічних напрямів виділені *нанотехнології*. Окрема увага на дані технології з позиції обґрунтування можливостей розвитку технолого-сингулярних регіональних економічних систем зумовлена їх перспективністю та суміжністю до всіх технологічних напрямів.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Проблематика розвитку нанотехнологій в Україні стає все більш популярною серед українських вчених. Однак з позиції розвитку регіональної економіки вона розкривається слабо. Тут варто виділити окремі напрацювання таких вчених-економістів, як Р. Байцар, І. Біла, В. Лещишена, І. Матюшенко, С. Силантьєв, В. Сігова, О. Ткачова, Т. Черницька Т. Швед, А. Щедрін та ін.

Невирішені складові загальної проблеми. Фундаментальний рівень досліджень нанотехнологій представлений в працях переважно зарубіжних дослідників і є недостатнім в Україні. З'ясування стану розвитку нанотехнологій у вітчизняній економіці потребує подальшого дослідження, особливо в питаннях виділення проблем та аналізу перспектив їх розвитку в Україні, та в процесі формування технолого-сингулярного етапу розвитку економіки країни, що і визначає наукову новизну даної статті.

Мета статті. Метою даної статті є визначення теоретичних засад та практичних рекомендацій стосовно розвитку нанотехнологічного напрямку як пріоритету формування технолого-сингулярної економічної системи Карпатського регіону.

Завданнями поставлено:

- охарактеризувати поточні та перспективні досягнення досліджень нанотехнологій у глобальному масштабі;
- виявити досягнення вітчизняної нанонауки і nanoіндустрії, а також досвід розробок нанотехнологій у Карпатському регіоні;
- обґрунтувати необхідність розвитку нанотехнологій з виявленням характеру їх впливу на морфологію технолого-сингулярних регіональних економічних систем;
- запропонувати пріоритети розвитку сфери нанотехнологій у Карпатському регіоні з окресленням загальнонаціональних стратегічних орієнтирів.

Виклад основного матеріалу дослідження. Нанотехнології розробляють на стику таких нанонаук, як колоїдна хімія, колоїдна фізика, молекулярна біологія, мікроелектроніка [1]. Перспективність нанотехнологій у майбутньому доводить їх визначення: нанотехнології можна означити як технології, основані на маніпуляції окремими атомами і молекулами для побудови структур із наперед заданими властивостями [1]. Нанотехнології охоплюють науку, техніку і технології, котрі здійснюються на нанорівні, що становить приблизно від 1 до 100 нанометрів (одна мільярдна частка метра) [2].

Нанотехнологічний напрям у сучасному світі лише починає розвиватись, однак його перспективність з погляду настання технолого-сингулярного переходу є дуже високою. Дослідження з використання нанотехнологій у різних сферах уже сьогодні дають конкретні результати. Хоча поки здебільшого вони є дуже вартісними, однак це незворотній процес поступового їх поширення і здешевлення за умов виправдання нового функціонального призначення. Щоб розуміти необхідність та перспективність розвитку нанотехнологій, слід розглянути можливості їх *використання у різних сферах* (табл. 1). Використання нанотехнологій змінює світові тенденції розвитку в напрямі значного розширення можливостей у широкому колі галузей економіки: споживчих продуктів, фармацевтики, фармакології, будівництва, авіації, аеронавтики та космонавтики, енергетики, хімії, оборони, транспорту та ін. [3, с. 153-154].

Таблиця 1 – Сфери використання нанотехнологій: поточні та перспективні досягнення*

№	Сфера	Основні досягнення	Перспективи розвитку
1	Медицина	Наноконтейнери цільової доставки ліків до уражених органів; нановипромінювачі для знищення зл�якісних пухлин; поступове створення «карти» людського організму на молекулярному та атомному рівнях; діагностика історії та визначення ймовірності захворювання на основі розшифрування генетичного коду	Розвиток наномедицини; використання мікроскопічних датчиків у крові з сигналом про захворювання, ризик радіаційного випромінювання та інших небезпек для життя і здоров'я; використання ДНК-чипів, редагування генів та ДНК для уникнення спадкових хвороб
2	Фармацевтика і фармакологія	Створення ліків з нанорозмірними матеріалами; створення наноматеріалів, необхідних при лікуванні опіків і ран, у стоматології та косметології	Потрапляння вакцин безпосередньо в необхідне місце, ліки для лікування невиліковних зараз хвороб
3	Автоматизовані, комп'ютерні, роботизовані технології	Мінітюаризація комп'ютерів, створення нанотранзисторів, нанопроцесорів для нанокomp'ютерів у майбутньому; розроблення технології використання ниток ДНК для створення нанороботів та збереження інформації	Створення нанокomp'ютерів; функціонування нанороботів (молекулярних, наноботів) з метою здійснення молекулярної хірургії, інших досліджень на молекулярному й атомному рівнях
4	Військово-оборонний комплекс	Використання нанотрубок з рекордною міцністю на розтягування; використання наносенсорів; створення новітніх боеприпасів на основі нанотехнологій; створення захисних засобів дуже сильної міцності з неорганічною фулереноподібною наноструктурою, рідиною «поліетиленгліколь»	Використання нанороботів у військових, розвідувальних цілях; створення так званого «розумному пилу»; створення матеріалів з властивістю «невидимості»
5	Енергетика	Використання тонкоплівкових сонячних батарей; використання нанороботів для фільтрації води та інших рідин; ство-	Використання нанороботів для знищення наслідків старих забруднень; використання 3D

№	Сфера	Основні досягнення	Перспективи розвитку
		рення на основі обробки вугілля рідкого палива; розвиток органічної електроніки з перетворенням енергії Сонця, реалізацією органічних фотовольтаїчних пристроїв; дослідження нанорозмірної плівки органічних напівпровідникових матеріалів	принтерів для виготовлення гнучких сонячних фотоелементів; забезпечення дуже великої енергоємності акумуляторів
6	Харчова промисловість	Використання наноструктурованих, нанокапсульованих інгредієнтів, форм харчових речовин, добавок для харчових продуктів; використання наноконкомпозиторів для пакування	Повсюдне використання наноконкомпонент з метою покращення смаку, поліпшення біодоступності, антимікробної активності, користі для здоров'я; використання наноконкомпозиторів для пакування продуктів, що біорозкладаються
7	Сільське господарство	Вироблення нанопрепаратів для позакореневого підживлення, регуляції росту і захисту рослин, передпосівної обробки та захисту насіння, регуляції росту тварин і птиці, поліпшення якості кормів	Виробництво сільськогосподарської продукції без участі традиційних продуцентів; зменшення території, зайнятої для вирощування сільськогосподарських культур
8	Легка промисловість	Використання нанотехнологій для покращення властивостей тканин; виробництво функціональних стрейчбагатощарових тканин; розроблення одягу з вбудованими нанодатчиками; розроблення технології Nano-Sphere, що забезпечує функції самоочищення та брудовідштовхування	Можливість індивідуалізованих модифікацій поверхні тканини; повсюдне використання нанодягу і нанотекстилю
9	Будівництво	Розроблення спеціальних добавок (наноініціаторів), які значно покращують механічні властивості будівельних матеріалів; покращення експлуатаційних властивостей будівельних конструкцій за рахунок використання нанопорошків; використання пінобетону і пінометалу; реалізація «лотос-ефекту» (самоочищення за рахунок застосування діоксиду кремнію) і біоцидних матеріалів; створення нанотехнології синтезу наночасток срібла в розчинах і в адсорбованому стані з антимікробною дією	Розробка унікальних, індивідуалізованих архітектурних ансамблів з використанням технологій «невидимості», додаткового утеплення; нанотехнологічна основа будівель з високим рівнем безпеки (невразливістю до пожеж і т.д.), неординарними формами
10	Транспорт	Поширення електромобілів з використанням нанотехнологій в акумуляторах; покращення асфальтового покриття за рахунок додавання нанопорошків; розроблення автомобільних каталізаторів, здатних ловити летючі органічні залишки вихлопних газів; використання нанокаталізаторів для очистки пального; поширення техніки освітлення з використанням світлових діодів	Використання автомобілів, що можуть самоуправлятися, самоочищатись, з повною безпекою і автономним живленням від сонячної енергії; побудова багатопверхових доріг з використанням наноматеріалів і наноконкомпозиторів
11	Авіація, аеронавтика, космонавтика	Використання технологій «невидимості» для літаків; розробка «космічного ліфта» (без ракетного запуску в космос); подовження габаритних розмірів та подовження можливостей перебування у космосі космічних апаратів за рахунок використання наноматеріалів; виведення наносупутників на орбіту Землі	Використання можливостей «космічного ліфта»; спрямування наносупутників у різні пункти призначення космосу зі зменшенням затрат на їх запуск

* Складено автором на основі джерел: [4, с. 14-15; 5, с. 201-226; 6, с. 49; 7, с. 56-57; 1; 8; 9; 10, с. 212; 11; 12]

Більшість наведених прикладів існуючих нанотехнологічних розробок насправді можуть використовуватись у різних сферах. Зокрема все тіснішою стає інтеграція досліджень використання нанотехнологій і роботизованих механізмів. Завдяки цьому стає реалістичною масовість використання нанороботів. Значну функціональну поширеність мають технології «невидимості» і т.д. Реальність винайдення нових нанотехнологій вимагає міждисциплінарних досліджень із залученням значних фінансових та інтелектуально-трудових ресурсів.

Основні досягнення використання нанотехнологій неперервно оновлюються. Їх приклади можна розширювати, адже дослідження у даній діяльній площині проводяться дуже активно. Наведені у табл. 1 приклади доводять різносферність та стратегічну перспективність використання нанотехнологій, які фактично можуть сформувати новий порядок організації людської життєдіяльності. З цього приводу часто можна зустріти різні застереження наслідків таких розробок. Аргументи проти ризиків можна будувати за двома базовими напрямками:

1) регульованість процесів нанодосліджень з узгодженістю на рівні міжнародних організацій та високим рівнем експериментальної апробації в обмежених просторових масштабах;

2) дія принципу «печерної людини», про який говорить М. Кайку. Даний принцип спрацьовує, коли «виникає конфлікт між сучасними технологіями і прагненнями наших примітивних предків... які завжди беруть гору» [5, с. 31]. Даний принцип ускладнює прийняття сучасним суспільством нанотехнологічних відкриттів. Схожі побоювання у фахівців та вчених виникали і в епоху інформаційних змін. Як пише М. Кайку, сьогодні ми спостерігаємо «постійне змагання між High Tech і High Touch, тобто між тим, щоб сидіти в кріслі перед телевізором, і тим, щоб безпосередньо доторкатися до того, що нас оточує; саме тому в епоху кіберпростору й віртуальної реальності ми досі маємо живий театр, рок-концерти, папір і туризм» [5, с. 33]. Так само і щодо нанотехнологій. Навіть у випадку їх винайдення, масовість поширення не обов'язково може відбутись – за рахунок дії принципу «печерної людини».

Таким чином, у глобальному вимірі, за рахунок досягнень провідних країн світу, нанотехнологічний прогрес набуває стрімкого характеру. В *Україні* практика продукування нанотехнологій наразі є обмеженою, хоча потенціал даного напрямку є дуже високим. Низка інститутів активно працює в сфері нанотехнологій. Серед них ті, що входять до структури НАН України – Інститут електрозварювання ім. Є.О. Патона, Інститут металофізики ім. Г.В. Курдюмова (головний виконавець профільної програми наукових досліджень НАН України), Інститут фізики, Інститут фізики напівпровідників ім. В.Є. Лашкарьова, Інститут магнетизму, НТК «Інститут монокристалів», Інститут хімії поверхні ім. О.О. Чуйка, Інститут експериментальної патології, онкології і радіобіології ім. Р.Є. Кавецького та ін.. Окремі зі згаданих інститутів чи їх філії розташовані у Карпатському регіоні. Зокрема у м. Львів – Інститут фізики НАН України. Серед програм НАН України наразі реалізується програма під назвою «Фундаментальні проблеми створення нових наноматеріалів і нанотехнологій». Певні доробки у сфері нанотехнологій здійснюються профільними інститутами. Наприклад, дослідження щодо використання нанотехнологій у легкій промисловості проводять на базі Київського національного університету технологій і дизайну та Хмельницького національного університету. У 2011 році на базі НТУУ «Київський політехнічний інститут» створено Науково-навчальний центр «Наноелектроніка і нанотехнології».

Нажаль, більшість державних ініціатив у сфері підтримки розвитку нанотехнологій є доволі формальними. Так, до 2014 року діяла Державна цільова науково-технічна програма «Нанотехнології та наноматеріали» на 2010-2014 роки. Однак, реалізація її заходів здійснюється лише частково через брак державного фінансування: з початку реалізації фактичний обсяг фінансування з державного бюджету склав 115971,0 тис. грн., що становить 6,3% від обсягу, запланованого програмою (1847100,0 тис. грн.); у 2010 році було профінансовано лише 10,3% від запланованого обсягу фінансування (37155,0 тис. грн.); у 2011 році – 10,1% (39799,0 тис. грн.); у 2012 році – 9,5 % (39017,0 тис. грн.) [13].

Таким чином, науковий осередок продукування нанотехнологій в Україні просто зубожіє. Поступово розвивається комерційний сектор нанотехнологій. Для прикладу, в грудні 2009 року з приватної ініціативи за підтримки президента Національної академії наук України, академіка Б. Патона створено ТОВ «Нано Технології в Медицині» для виконання передових досліджень і розробок в області нано- і нанобіотехнологій, спрямованих на створення інноваційних лікарських препаратів та систем діагностики. Однак

реальної статистики кількості приватних структур, які здійснюють свою діяльність у сфері нанотехнологій, немає.

Розвиток сфери нанотехнологій у *Карпатському регіоні* залишається на невисокому рівні. Хоча академічні та освітні установи декларують свої значні наробки у даній сфері, практичні втілення їх залишаються слабкими в силу незадовільної матеріально-технічної бази та розриву співпраці з комерційним середовищем (чи практичною його відсутністю). Порівняно кращі досягнення належать Львівській області. Зокрема в 2011 році у м. Львів відкрили першу в Україні виробничу дільницю Науково-виробничого концерну «Наука» з промислового виробництва наногетероструктур різного призначення, необхідних для світлодіодів. Безумовно основним науковим осередком продукування нанотехнологій у Карпатському регіоні повинен залишатись Інститут фізики НАН України та активно залучатись у реалізацію проектів з інститутами інших сфер. Із залученням профільних структур НУ «Львівська політехніка» та Львівського національного університету імені Івана Франка у 2015 році проводиться дві потужні міжнародні конференції з питань нанотехнологій і наноматеріалів (одна з них – уже вчетверте). Таку співпрацю слід і надалі розвивати і посилювати.

У решти областях досвід продукування нанотехнологій залишається слабким. В Івано-Франківській області, для прикладу, на базі Прикарпатського національного університету створено Науково-освітній центр «Наноматеріали в пристроях генерації та накопичення енергії», однак на їхньому офіційному веб-ресурсі останнє висвітлення діяльності датується ще 2010 роком. Потенціал Закарпатської області у створенні нанотехнологій виявляється хіба в окремих розробках на базі Ужгородського національного університету, а Чернівецької – Чернівецького національного університету ім. Юрія Федьковича (зокрема кафедри оптики, що на інженерно-технічному факультеті).

Зважаючи, що науково-освітні установи, особливо профільні академічні, у своєму кадровому складі мають здебільшого осіб старшого віку, а їх матеріально-технічна база невпинно старіє, очікувати від даного осередку нанотехнологічного прориву не варто. Єдине, в що така ситуація може трансформуватись, це подальший «відтік мізків» та «еміграція ідей».

Незважаючи на задовільну ситуацію щодо продукування нанотехнологій у Карпатському регіоні, його потенціал у цьому напрямі є значним. Практичні дії щодо розвитку сфери нанотехнологій повинні здійснюватись згідно *концепції технолого-сингулярних регіональних економічних систем*. Щоб довести ефективність такого концепту з прицілом на нанотехнологічний напрям, необхідно науково обґрунтувати – як нанотехнології вплинуть на морфологію таких систем і яким чином їх треба розвивати. Визначений на рис. 1 характер впливу носить узагальнений характер. Однак він відображає, наскільки цільове стимулювання нанотехнологічного напрямку може сприяти інноватизації економіки з формуванням сприятливих передумов розвитку технолого-сингулярної регіональної економічної системи.



Рисунок 1 – Характер впливу розвитку нанотехнологічного напрямку на морфологію технолого-сингулярних регіональних економічних систем*

* Складено автором

Таким чином, розвиток нанотехнологічного напрямку в структурі технолого-сингулярної регіональної економічної системи є стратегічною детермінантою інновації суспільних та економічних процесів, у тому числі інших сфер господарювання. Для регіонів України це шанс мобілізувати інтелектуально-трудова потенціал та реанімувати наукові школи досліджень у тих галузях знань, що мають пряме відношення до розвитку нанотехнологій – фізики, хімії, електроніки, біології, медицини.

Для Карпатського регіону, як потенційного просторового утворення цільового розвитку технолого-сингулярної регіональної економічної системи, можливості посилення нанотехнологічного напрямку є доволі високими. Однак це вимагає застосування певних *регулюючих заходів* з поетапним впровадженням:

1. Концептуально-стратегічне і нормативно-правове визначення перспективності розвитку нанотехнологій в Україні.

2. Наукове обґрунтування просторової пріоритетності цільової підтримки розвитку нанотехнологій.

3. Наукове обґрунтування пріоритетної (базової) сфери розвитку нанотехнологій з подальшим поширенням досвіду на суміжні сфери з можливістю поступового розвитку нанонауки і наноіндустрії.

Проблемним аспектом розвитку нанотехнологій в Україні залишається вже перший етап. Вище говорилося, що реалізація Державної цільової науково-технічної програми «Нанотехнології та наноматеріали» на 2010-2014 роки була задовільна. На фоні такого «провалу» розпочалась робота з розробки проекту закону України «Про державне стимулювання розвитку вітчизняної наноіндустрії». З 2012 року Державним агентством з інвестицій та управління національними проектами розроблене попереднє техніко-економічне обґрунтування національного проекту «Технополіс» – створення інфраструктури інноваційного розвитку та високих технологій». Зрозуміло, що коли бюджетні кошти в державі дуже обмежені, говорити про реалізацію державних цільових програм є недоцільним. Однак необхідно стратегічно означити пріоритети інноваційного розвитку економіки з вагомістю в даних процесах нанотехнологічного напрямку, проте з урахуванням обмежених ресурсних можливостей держави. Це означає, що акцент має бути зроблений на мобілізаційні механізми із залученням іноземного капіталу – фінансового, технологічного, людського. Поки в Законі України «Про пріоритетні напрями інноваційної діяльності в Україні» серед стратегічних пріоритетів визначено «освоєння нових технологій виробництва матеріалів, їх оброблення і з'єднання, створення індустрії наноматеріалів та нанотехнологій», однак реальних кроків з дотримання даного напрямку не прослідковується [14]. Залишаються лиш поодинокі ініціативи інноваційного розвитку, як от у Львівській області створення індустріального парку із залученням інвестицій компанії з Нідерландів.

Нормативно-правова основа розвитку нанотехнологій в Україні вимагає комплексного розроблення. Це доволі складний процес, адже структура законодавства щодо життєвого циклу нанопродуктів складається з восьми частин: наукові дослідження та розробки; виробництво наноматеріалів; постачання наноматеріалів; використання наноматеріалів як сировини або всередині інших речовин для виробництва товарів; постачання та продаж кінцевої продукції; комерційне та промислове використання продукції; використання продукції на споживчому ринку; кінцеве призначення нанопродукції [3, с. 156]. Незважаючи на складність нормативно-правового регулювання, комплекс таких нормативів повинен поступово розроблятися, щоб створити правові можливості розвитку нанотехнологічного напрямку в окремих просторових обмеженнях.

Окрім належного нормативно-правового регулювання і стратегічного обґрунтування на макрорівні, розвиток нанотехнологічного напрямку технолого-сингулярної економічної системи Карпатського регіону слід підтримувати комплексом заходів.

Висновок. Враховуючи світовий досвід і ресурсні можливості в Україні, вважаємо, що *пріоритетами* регулюючих впливів у Карпатському регіоні повинні бути наступні:

- 1) створення Регіональної нанотехнологічної ініціативи за прототипом структури США. Даний інститут повинен мати власний фонд, ресурси котрого спрямовувались би на пріоритетні нанотехнологічні сфери. Для Карпатського регіону – це фармацевтика, хімічна промисловість, мікроелектроніка, твердотільна електроніка, оптоелектроніка, тим паче дані сфери є серед лідерів-споживачів нанотехнологій у світі;

- 2) підвищення кваліфікації фахівців, що вже працюють у визначених сферах, зокрема зайнятих науково-дослідною діяльністю; підготовка фахівців для наноіндустрії;

3) формування інституційної основи розвитку нанотехнологій; створення мереж науково-дослідних центрів нанотехнологій та новітніх матеріалів (за досвідом Франції); використання соціального капіталу, організація міжпрофесійних взаємодій;

4) залучення венчурних нанотехнологічних інвестиційних компаній, що є практикою розвинених країн; створення мотиваційного середовища розвитку наноіндустрії;

5) створення вітчизняних нанотехнологічних компаній, зокрема за методом spin-off, який є типовим щодо виводу нових компаній на ринок [3, с. 155]. Таким чином, можна залучити ресурси іноземних нанотехнологічних компаній, пропонуючи для них нові перспективні напрями досліджень;

6) організація співпраці представників вітчизняної нанонауки, а також суб'єктів наноіндустрії з міжнародними дослідницькими мережами ЄС. ЄС визначив десять сфер наукових досліджень, які є пріоритетними при наданні фінансової підтримки та в яких зосереджено діяльність дослідницьких мереж, і серед них – нанонаука, нанотехнології, нові матеріали та технології виробництва [15, с. 7]. Серед українських вчених слід активізувати участь у мережах досконалості, до складу якої входять дослідники принаймні з 3-х країн-членів ЄС або так званих асоційованих країн (у тому числі, України); найчастіше таку мережу утворюють шестеро науковців з різних країн; обсяги фінансування таких мереж коливаються від 1 до 6 млн. євро на рік і виділяються на період, що не перевищує 7 років [15, с. 8];

7) використання можливостей співпраці представників нанонауки та суб'єктів нанобізнесу в рамках реалізації програми «Горизонт-2020»; залучення потенціалу іноземних наукових фондів CRDF, NATO, FP7, DFG, DAAD та ін.;

8) поглиблення місткості регіонального споживчого ринку з формуванням достатнього рівня споживчої інноваційної культури населення і з подальшою її трансформацією в продукуючий тип;

9) посилення промоції технолого-сингулярних можливостей регіону та сфер розвитку нанотехнологій; щорічне проведення Міжнародного форуму з питань використання нанотехнологій у м. Львів як моноцентричного ядра технолого-сингулярної економічної системи Карпатського регіону.

Визначені заходи повинні лягти в основу довгострокової стратегії інноваційного розвитку економіки Карпатського регіону як технолого-сингулярної системи. Нанотехнологічний напрям може стати тією діяльнісною основою досягнення технолого-сингулярних цілей, що спроможна забезпечити стрімкий інноваційний розвиток знанемістких сфер та, що головне, призупинити процес колосальних інтелектуально-трудоових втрат у формі демотивації якісної науково-дослідної діяльності та еміграційних установок інтелектуальної еліти, особливо науковців тих сфер, що мають найбільше значення для нанотехнологічного напрямку.

Перелік посилань:

1. Нанотехнології : Вікіпедія. Вільна енциклопедія [Електронний ресурс]. – Режим доступу : <https://uk.wikipedia.org/wiki/Нанотехнології>

2. What is Nanotechnology? : National Nanotechnology Initiative [Electronic resource]. – Mode of access : <http://www.nano.gov/nanotech-101/what/definition>

3. Силантьєв С. О. Галузь нанотехнологій – тенденції розвитку до 2015 року / С. О. Силантьєв // Вчені записки : зб. наук. праць / М-во освіти і науки України, ДВНЗ «Київський нац. екон. ун-т ім. Вадима Гетьмана» ; [редкол. : А. Ф. Павленко (відп. ред.) та ін.]. – К. : КНЕУ, 2009. – № 11. – С. 153-160.

4. Готра З. Ю. Органічна електроніка : стан та перспективи розвитку / З. Ю. Готра // Фізико-технологічні проблеми радіотехнічних пристроїв, засобів телекомунікацій, нано- та мікроелектроніки : матеріали 1-ої Всеукр. наук.-практ. конф., 13-15 жовт. 2011 р., Чернівці, Україна. – Чернівці, 2011. – С. 13-16.

5. Кайку М. Фізика майбутнього / Мічіо Кайку ; переклад з англ. Анжела Кам'янець. – Львів : Літопис, 2013. – 432 с.

6. Кузнєцов Г. Нанотехнології в харчовій промисловості. Частина 1 : що це і навіщо? / Геннадій Кузнєцов // Превентивна медицина. – 2013. – № 8 (104). – С. 48-50.

7. Матвейцова Д. С. Нанотехнології у виробництві текстильних матеріалів / Д. С. Матвейцова, С.А. Карван, О. А. Параска // Вісник Хмельницького національного університету. Технічні науки. – 2014. – № 5. – С. 55-60.

8. Нанотехнології для сільського господарства : NanoMedTech [Електронний ресурс]. – Режим доступу : <http://www.nanomedtech.ua/ua/%D0%94%D0%BE%D1%81%D0%BB%D1%96%D0%B4%D0%B6%D0%B5%D0%BD%D0%BD%D1%8F/34>

9. Bainbridge W. S. *Nanoconvergence : The Unity of Nanoscience, Biotechnology, Information Technology and Cognitive Science* / W. S. Bainbridge. – Prentice Hall, 2007. – 272 p.

10. Силаков К. И. *Нанотехнологии в медицине* / К. И. Силаков, Т. Т. Силакова // *Вісник Національного технічного університету України ; Київський політехнічний інститут. Серія : Радіотехніка. Радіоапаратобудування.* – 2012. – № 49 : *Научная библиотека КиберЛенинка [Електронний ресурс].* – Режим доступу : <http://cyberleninka.ru/article/n/nanotehnologii-v-meditsine-3>

11. Сігова В. І. *Нанотехнології в військовій техніці* / В. І. Сігова : *Nauka.zinet.info. Интеллект-портал [Електронний ресурс].* – Режим доступу : <http://nauka.zinet.info/27/sigova.php>

12. Сігова В. І. *Нанотехнології у будівництві і архітектурі* / В. І. Сігова, Г. В. Крот // *Науковий часопис НПУ імені М. П. Драгоманова. Серія № 5. Педагогічні науки : реалії та перспективи. Випуск 31 : збірник наукових праць / за ред. проф. М. С. Корця.* – К. : Вид-во НПУ імені М. П. Драгоманова, 2012. – С. 245-249.

13. *Інституційні засади формування інноваційної моделі розвитку у промисловості України / Аналітична записка // Національний інститут стратегічних досліджень при Президентові України [Електронний ресурс].* – Режим доступу : <http://www.niss.gov.ua/articles/1300/>

14. *Про пріоритетні напрями інноваційної діяльності в Україні : Закон України від 8.09.2011 року № 3715-VI : Законодавство України [Електронний ресурс].* – Режим доступу : <http://zakon4.rada.gov.ua/laws/show/3715-17>

15. *Європейські дослідницькі мережі / Девід Регечі, Максиміліан Фьодінгер.* – Київ, ТОВ «АДЕФ-Україна», 2011. – 118 с.

Стаття надійшла: 22.01.2016 р.

Рецензент: д.держ. упр., проф. Маліков В.В.

