

УДК 330.352

**К.В. Павлов, д.э.н., проф.**

*Камский институт гуманитарных и инженерных технологий*

## **СТАТИСТИЧЕСКОЕ ИЗМЕРЕНИЕ РАЗВИТИЯ НАНОЭКОНОМИКИ**

*В статье обосновывается целесообразность формирования системы показателей, характеризующих развитие наноэкономики, а также рассматриваются конкретные показатели, входящие в эту систему, и в различных аспектах отображающих процесс создания современной nanoиндустрии.*

**Ключевые слова:** *развитие наноэкономики, система показателей, nanoиндустрия, nanoуровень.*

**Постановка проблемы и анализ последних публикаций.** Современное социально-экономическое развитие передовых государств во многом определяется эффективным использованием факторов и ресурсов НТП. Доля технологических инноваций в объеме ВВП развитых стран составляет от 70 до 90 %. Причем огромное значение в последнее время придается развитию нанотехнологий – научно-технологическому направлению, сформировавшемуся на стыке физики, химии, биологии, медицины и материаловедения. По оценкам, в обозримом будущем нанотехнологии способны будут совершить в обществе переворот, по своим масштабам превышающий даже последствия широкого распространения компьютеров.

Наноиндустрия занимается производством материалов и изделий сверхмалых размеров на основе изучения свойств различных веществ на молекулярном и атомарном уровнях.

В метрической системе нанометр (нм) – а именно от этого слова произошла приставка «нано» в термине «нанотехнология» – соответствует миллимикрону (а это единица измерения длины, равная одной миллиардной метра или  $10^9$ ). Для сравнения, толщина человеческого волоса в среднем равна 50 тыс. нм [6, С. 44].

И хотя в настоящее время исчерпывающего определения понятия «нанотехнология» пока не существует, по аналогии с микро- и нанотехнологиями оперируют величиной доли метра. В целом, под нанотехнологиями обычно понимают совокупность методов и приемов, обеспечивающих возможность контролируемым образом

создавать и модифицировать объекты, включающие компоненты размером не более 100 нм хотя бы в одном измерении и, в результате этого, получившие принципиально новые качества, позволяющие осуществлять их интеграцию в полноценно функционирующие системы большего масштаба. В более широком смысле, к нанотехнологиям относят также еще и методы диагностики и исследования такого рода объектов.

Кроме нанотехнологий, при рассмотрении вопроса о развитии nanoиндустрии следует учесть также развитие наноматериалов и наносистемной техники, являющихся составными элементами nanoиндустрии [3, С. 297]. Наноматериалы – это материалы, содержащие структурные элементы, геометрический размер которых хотя бы в одном измерении не превышает 100 нм, и благодаря этому обладающие качественно новыми свойствами, в том числе с заданными функциональными и эксплуатационными характеристиками.

Под наносистемной техникой обычно понимают созданные полностью или частично на основе наноматериалов и нанотехнологий функционально законченные системы и устройства, характеристики которых кардинальным образом отличаются от характеристик систем и устройств аналогичного назначения, созданных по традиционным технологиям. Таким образом, nanoиндустрия – это вид деятельности по созданию продукции на основе нанотехнологий, наноматериалов и наносистемной техники.

Говоря о развитии nanoиндустрии, следует иметь ввиду, что в этом случае предполагается рассмотрение широчайшего спектра разнообразных и не всегда напрямую связанных между собой проблем в различных областях науки и техники, где уже используются соответствующие технологии и методы. И хотя поэтому нанотехнологии целесообразно рассматривать не как единое целое, а больше всего лишь как обобщенное понятие, следует признать, что nanoиндустрия в целом оказывает революционизирующее воздействие на развитие информационных и телекоммуникационных технологий, биотехнологий, средств безопасности и ряда других. В результате, за последние годы десятки стран приняли национальные программы развития nanoиндустрии в качестве высшего национального приоритета. Среди них такие развитые государства, как США, Япония, Германия, Франция, Китай и ряд других.

Так, в Китає, наприклад, в останнє час працює близько 800 компаній, які займаються впровадженням нанотехнологій, а також більше 100 профільних науково-дослідницьких інститутів, абсолютна більшість з яких орієнтована на задоволення потреб оборонно-промислового комплексу цієї країни. Інші розвинені держави також виділяють великі кошти на оборонні розробки в сфері нанотехнологій. Росія за показником обсягу сумарних витрат на розвиток наноіндустрії знаходиться в числі лідерів, причому, в більш ніж 20 суб'єктах Російської Федерації існують великі центри розвитку нанотехнологій (наприклад, в таких містах, як Белгород, Іжевськ, Чебоксари і т. д.). Разом з тим, однією з найбільш важливих проблем в цій сфері в національній економіці є проблема масового впровадження винаходів і патентів, отриманих при створенні наноматеріалів і нанотехнологій. Такого роду проблеми, як відомо, є однією з ключових в сфері НІОКР в Росії ще з радянських часів (свого роду ахіллесової п'ятою цієї сфери). Іншою важливою проблемою ефективного розвитку наноіндустрії є нерозробтаність системи статистичного обліку розвитку наноіндустрії.

Слід також зазначити, що нерідко замість терміна «система наноіндустрії» використовують термін «нано економіка», причому під нано економікою ми розуміємо систему виробничих відносин, пов'язаних з виробництвом і використанням нанотехнологій, наноматеріалів і наносистемної техніки. Правда, існує і інший варіант використання терміна «нано економіка». Так, Г.Клейнер виділяє 5 ієрархічних рівнів: мега-, макро-, мезо-, мікро- і нано рівень, а також відповідні економічні дисципліни: міжнародна економіка, макроекономіка, мезоекономіка, мікроекономіка і нано економіка [2, С. 81]. На нано рівні предметом дослідження економічної теорії стають відносини єдиного розподілу і кооперації праці окремих працівників, конкуренції і монополії індивідів на знання, навички і вміння всередині професійних груп, формування і реалізація цінності і корисності їх праці. Таким чином, об'єктом нано економіки в такому її розумінні є окремий індивід, фізична особа. На наш погляд, обидва підходи мають право на існування, але в подальшому ми будемо дотримуватися першого варіанта. Крім члена кореспондента РАН Г.Клейнера, проблемами розвитку наноіндустрії також цікавилися і

занимаются такие известные ученые России и Украины, как академики НАН Украины Н.Г. Чумаченко и А.И. Амоша, профессора В.И. Ляшенко, М.И. Шишкин, А.С. Флерова и ряд других.

**Постановка задания.** Для эффективного развития наноэкономики большое значение имеет разработка и создание системы показателей, в различных аспектах характеризующих современное состояние и динамические параметры развития nanoиндустрии. Причем речь идет о создании именно системы показателей, когда используется комплексный подход и учитываются, по крайней мере, все основные аспекты и элементы формирования и развития наноэкономики. Разумеется, в этой системе обязательно должен быть раздел, в котором рассматриваются показатели, характеризующие развитие наноэкономики как в целом, так и на разных уровнях управленческой иерархии: на мировом и международном уровнях, на национальном, отраслевом и региональном уровнях, а также на уровне отдельного предприятия (организации) и его отдельных структурных подразделений.

Здесь, прежде всего, речь идет о таких показателях, как суммарный объем разработки и использования nanoизделий, выраженный в стоимостных и натуральных единицах измерения, а также суммарные затраты на создание и внедрение такого рода изделий на разных уровнях управленческой иерархии. Кроме этого, в эту группу показателей обязательно должны войти показатели, характеризующие удельный вес, долю стоимости nanoизделий в общей стоимости продукции, которую выпускает данный хозяйствующий субъект. Следует также включить показатели, характеризующие социально-экономическую эффективность использования нанопродукции и nanoиндустрии в целом – как общие показатели эффективности, так и частные показатели (производительность труда, фондоотдачу, материалоемкость, капиталоемкость и пр.).

**Основной материал исследования.** Весьма важный показатель – это показатель наукоёмкости, характеризующий технологию и отображающий степень ее связи с научными исследованиями и разработками. В данном случае, под технологией следует понимать совокупность методов и приемов, применяемых на всех стадиях разработки и изготовления определенного вида изделия [4, С. 62]. Под наукоёмкой технологией понимается такая технология, которая включает в себя объемы опытных работ, превышающих средние значения этого показателя технологий в определенной сфере

экономики и чаще всего наукоёмкость рассматривается в сфере обрабатывающей промышленности [5, С. 7]. Для нанозделий оценивать их наукоёмкость крайне важно.

Наукоёмкость отрасли обычно измеряется как отношение общих расходов к расходам сбыта, а также как отношение объемов сбыта к численности ученых, инженеров и техников, занятых в данной отрасли. Наукоёмкая продукция – это изделие, в себестоимости которой расходы на НИОКР выше, чем в среднем по отраслям данной сферы хозяйства.

Динамику наноэкономики характеризуют такие показатели, как рост и прирост нанопродукции, темп роста и темп ее прироста. Структурные изменения характеризуются таким показателем, как изменение доли стоимости нанопродукции в общей стоимости выпускаемой продукции данным хозяйствующим субъектом (предприятием, отраслью, регионом, народнохозяйственным комплексом в целом).

Любое промышленное изделие характеризуется определенным уровнем качества, которое в настоящее время является одной из важнейших характеристик степени конкурентоспособности продукции. Повышение качества особенно актуально для отечественных товаров в настоящее время, когда российская экономика пытается осуществить переход от экономики сырьевого типа к развитой современной инновационной экономике. Формирование и развитие nanoиндустрии является одним из ключевых направлений реализации такого рода перехода, в связи с чем, вопрос об оценке уровня качества нанозделий стоит особенно остро.

Важнейшим аспектом качества продукции является ее надежность, т. е. свойство изделия сохранять во времени в определенных границах значения всех показателей, характеризующих способность осуществлять определенные функции в конкретных режимах и в условиях использования, технического обслуживания, ремонтов, хранения и перевозки.

Надежность является важным свойством нанопродукции, поэтому показатели надежности относятся к основным показателям, характеризующим качество продукции. Они отображают способность нанопродукта с течением времени реализовать требуемые функции в заданной системе. Эти показатели характеризуют особенности безотказности, долговечности, ремонтпригодности и сохраняемости.

Безотказность представляет собой способность нанопродукта постоянно сохранять работоспособность в течение определенного периода времени или отдельной наработки, которая проявляется в возможности безотказной деятельности. Ремонтпригодность – это свойство нанопродукции, которое состоит в приспособленности его к предупреждению и выявлению причин появления отказов, повреждений и ликвидации их последствий в результате проведения ремонтов и технического обслуживания. Восстановление нанопродукции обуславливается средним временем восстановления до определенной величины показателя качества и степенью возобновления. Под сохраняемостью понимается способность наноизделия сохранять исправное и работоспособное, годное к использованию и эксплуатации состояние в течение времени после хранения и перевозки.

Средний срок сохраняемости и назначенный срок хранения являются показателями сохраняемости. Долговечность – способность нанопродукции сберечь работоспособность до наступления предельного состояния при установленном сроке технического обслуживания и ремонта. Средний ресурс и средний срок службы являются показателями долговечности, причем понятие «ресурс» используется при характеристике долговечности по наработке изделия, а «срок службы» – при характеристике долговечности по календарному периоду времени. При этом, выделяют единичный показатель надежности, который характеризует одно из качеств наноизделия и комплексный показатель, характеризующий несколько качеств, составляющих надежность нанопродукции.

Важно определять также показатели технологичности нанопродукции. К наиболее важным показателям из этой группы относятся такие, как удельная материалоемкость наноизделия, его удельная трудоемкость изготовления, удельная энергоемкость изготовления и эксплуатации наноизделия, а также средняя оперативная длительность технического обслуживания данного наноизделия. В целом, показатели технологичности выражают обобщенную характеристику рациональности примененных в продукции конструкторских и технологических решений и наилучшее распределение расходов на всех стадиях жизненного цикла нанопродукции.

Актуальна проблема статистической оценки технологичности не только наноизделия в целом, но и составных наноэлементов в сложной

конструкции. Технологичность конструкции – это свойство, отражающее, насколько четко учитываются требования имеющейся технологии и системы освоения производства, транспортировки и технического обслуживания изделия. Технологичная конструкция обеспечивает минимизацию длительности производственной деятельности и расходов материалов на всех фазах жизненного цикла продукта.

К основным показателям технологичности конструкции, в которой имеются наноэлементы, можно отнести следующие: удельный вес нанодеталей в их общем количестве в данном изделии, коэффициент межпроектной унификации (т. е. заимствования) наноэлементов устройства, коэффициент унификации технологичности нанопроцессов и ряд других.

Учитывая, что в развитии наноиндустрии в России в настоящее время одним из наименее эффективных звеньев является серийное, массовое производство наноизделий, большое значение имеет разработка показателей стандартизации и унификации нанопродукции, отражающих степень применения стандартных, унифицированных и неповторимых компонентов в составе продукта. Напомним, что стандартизация – это система разработки и определение требований, норм, правил, характеристик, выраженных в стандартах как обязательных, так и рекомендуемых для выполнения при производстве продукции. Стандартизация является очень значительным фактором повышения качества продукции и ускорения НТП на разных уровнях общественной иерархии. Унификация является одним из методов стандартизации и под унификацией понимается приведение объектов одинакового конструктивного назначения к единой форме по определенным качествам и рациональное снижение количества этих объектов на основе сведений об их эффективном использовании. При унификации определяют наименьшее необходимое, но достаточное количество типов, разновидностей, типоразмеров, компонентов, деталей, имеющих высокие показатели качества и взаимозаменяемости. Вследствие стандартизации и унификации появляются единые требования к качеству наноизделий, охране и условиям труда работников на предприятиях.

К показателям стандартизации и унификации относятся коэффициенты применяемости, повторяемости составных частей наноизделия, унификации изделий, нового оригинального конструирования, серийности, экономической эффективности

стандартизації нанооб'єкта. Помімо даних показателів також розраховуються коефіцієнти повторюваності і уніфікації по конструктивним компонентам. Таким образом, показателі стандартизації і уніфікації характеризують насиченість товару звичайними, уніфікованими компонентами, якими є входять в нього конструкції, пристрої, агрегати, комплекти і пр. Одним з найважливіших напрямків і методів стандартизації є агрегування, під яким розуміється спосіб створення машин, установок, конструкцій, вузлів, апаратів і інших виробів з уніфікованих агрегатів, встановлюваних в вироби в різному кількості і в різних комбінаціях.

Більше значення має розробка показателів, що характеризують інноваційну активність соціально-економічних систем на різних рівнях управлінської ієрархії. Так, рівень інноваційної активності відображає показувач часткового ваги підприємств і організацій (в регіоні, в галузі, в національній економіці в цілому), що здійснюють технологічні, організаційні і маркетингові інновації в сфері наноіндустрії в загальному числі підприємств і організацій. Для часткового підприємства аналогічний показувач відображається в визначенні частки цехів і інших структурних підрозділів підприємства, що здійснюють наноінновації, в загальному числі (як в загальному числі інноваційно активних підрозділів, так і частковий вага в цілому). Крім цього показувача, рівень інноваційної активності і насиченості ринку нанопродукцією також характеризує показувач часткового ваги нанотоварів, робіт і послуг в загальному обсязі інноваційних товарів, робіт і послуг, а також в загальному обсязі відвантажених товарів, виконаних робіт і послуг організацій.

Цілюсообразно розраховувати і інтенсивність витрат на технологічні наноінновації в формі відношення витрат на технологічні наноінновації до обсягу відвантажених товарів і виконаних робіт. Для більш детального аналізу важливо визначити частковий вага малих, середніх і великих підприємств, що здійснюють наноінновації, в загальному числі відповідно малих, середніх і великих підприємств. Слід також розраховувати показувачі часткового ваги експорту і імпорту нанотоварів і нанотехнологій в загальному обсязі відповідно експорту і імпорту.

Ще однією важливою групою показувачів є показувачі, що характеризують результативність і ефективність наноіндустрії в



отрасли, в регионе и в национальной экономике в целом. К ним относятся показатели окупаемости затрат на наноинновации (под этим показателем понимается отношение объема нанотоваров, работ и услуг к сумме затрат на исследования, разработки и приобретение наноинноваций), выпуска нанопродукции в среднем на душу населения, отношения числа передовых использованных нанотехнологий к числу созданных нанотехнологий, а также показатель отношения нанотоваров, работ и услуг к числу инновационно-активных предприятий. Некоторые исследования свидетельствуют о том, что в большинстве регионов России, например, связь между инновационным развитием и эффективностью территориального воспроизводства весьма слабо выражена [1, С. 129].

Обострение экологических проблем обуславливает необходимость статистического учета степени вредного влияния на окружающую среду, возникающего при производстве, применении и эксплуатации наноизделия. Для количественной оценки используют показатели экологичности продукции, которое является одним из основных свойств, обуславливающих уровень ее качества. К основным показателям экологичности нанопродукции относятся такие показатели, как содержание вредных примесей в нанопродуктах, выбросы вредных веществ в окружающую среду в следствии нанопроизводств, оценка уровня шума, вибрации, радиоактивного загрязнения окружающей среды (научное направление, в рамках которого исследуются вопросы влияния развития наноиндустрии на состояние окружающей среды, можно назвать наноэкологией).

Кроме экологических показателей при разработке системы показателей, характеризующих формирование и развитие наноэкономики, следует рассмотреть вопрос о целесообразности создания других групп показателей, таких, как, например, эргономические, эстетические и иные группы показателей. Эргономические показатели отображают удобство и комфорт использования нанопродукции. Так, психологические показатели применяются при установлении соответствия наноизделия возможностям восприятия и переработки информации, а также психологическим качествам человека. Другая разновидность эргономических показателей – антропометрические показатели применяются при установлении соответствия конструкции изделия величине, форме и массе человеческого тела и его отдельных составляющих, входящих в контакт с наноизделием. К этой категории

относятся также гигиенические, физиологические и психофизиологические показатели.

Так гигиенические показатели используются при установлении соответствия нанои изделия гигиеническим заявкам жизнедеятельности и работоспособности человека при реакции его с изделием. Иначе говоря, гигиенические показатели определяют соответствие изделия санитарно-гигиеническим нормам.

Физиологические показатели применяются при установлении соответствия нанои изделия физиологическим особенностям человека и функционированию его органов чувств (например, соответствие устройства нанои изделия силовым и скоростным особенностям человека или соответствие конструкции нанои изделия зрительным и психофизиологическим особенностям человека).

Эстетические показатели нанопродукции характеризуют ее эстетическое воздействие на человека. Показатели этой группы связаны с комплексным качеством – эстетичностью, воздействующим на восприятие человеком нанопродукции с точки зрения ее внешнего вида. Это качество определяется такими простыми признаками, как форма, гармония, композиция, стиль и т. д.

В соответствии с этим, эстетические показатели характеризуют соответствие нанои изделия окружающей среде, стилю, информационно-художественное оформление нанопродукции, ее гармоничность и выразительность, оригинальность дизайна упаковки и пр.

**Выводы.** Перечисленные группы системы показателей отображают, на наш взгляд, основные аспекты процесса формирования и развития наноэкономики (в этой связи эту систему можно назвать системой нанопоказателей). В систему нанопоказателей, таким образом, следует включить следующие разделы: общий раздел, раздел динамики нанопоказателей, раздел, характеризующий качество, уровень стандартизации и унификации нанопродукции, раздел эффективности и инновационной активности наноиндустрии, а также разделы, характеризующие экологичность, эргономические и эстетические свойства нанопродукции. Однако сказанное совсем не означает, что со временем система показателей, характеризующих наноиндустрию, не претерпит существенных изменений и в нее не будут добавлены новые разделы показателей. В заключении также следует добавить, что показатели всех перечисленных групп следует рассматривать на разных уровнях управленческой иерархии: мега-, макро-, мезо-, микро- и миниуровне. Данная система показателей

может стать элементом формирующихся в настоящее время в России национальной и региональных инновационных систем. Предложенная система показателей может быть использована для осуществления анализа современного состояния и определения перспектив развития наноэкономики не только в России, но и в других странах, в том числе в Украине.

### **Список использованной литературы:**

1. *Иванова М.В.* Региональное инновационное пространство: особенности развития экономики знаний в регионах России. Апатиты / *М.В. Иванова*. – Изд-во Кольского научного центра РАН, 2012. – 173 с.
2. *Клейнер Г.* Наноэкономика / *Г.Клейнер* // Вопросы экономики. – 2004. – № 12. – С. 70–93.
3. Наноэкономика в славянских странах СНГ : Серия : Экономическое славяноведение / *В.И. Ляшенко, К.В. Павлов, М.И. Шишкин*. – Ижевск : КнигоГрад, 2011. – 348 с.
4. *Перевалов Ю.В.* Инновационное предпринимательство и проблемы технологического развития / *Ю.В. Перевалов* // Общество и экономика. – 1997. – № 7. – С. 18–84.
5. *Федулова Л.И.* Экономическая природа технологий и технологического развития / *Л.И. Федулова* // Экономическая теория. – 2006. – № 3. – С. 3–19.
6. *Флерова А.* О государственном регулировании инновационного развития в области наноматериалов и нанотехнологий в России / *А.Флерова* // Инвестиции в России. – 2006. – № 8. – С. 41–47.

ПАВЛОВ Константин Викторович – доктор экономических наук, профессор, заведующий кафедрой экономики Камского института гуманитарных и инженерных технологий.

Научные интересы:

- модернизация и инновационное развитие российской экономики.

Тел.: 8(3412)42–07–05.

E-mail: kvp\_ruk@mail.ru.

Статья поступила в редакцию 31.07.2013