

О ТЕРМИНОЛОГИИ, СТАНДАРТИЗАЦИИ И КЛАССИФИКАЦИИ В ОБЛАСТИ НАНОТЕХНОЛОГИЙ И НАНОМАТЕРИАЛОВ

В.Г. Удовицкий

*Научный физико-технологический центр МОН и НАН Украины (Харьков)
Украина*

Поступила в редакцию 07.11.2008

Важное значение для развития нанотехнологий имеет создание единой международно признанной терминологии и определений в этой широкой междисциплинарной области. В статье выполнен обзор работ и достигнутых результатов по созданию и международной стандартизации терминологии, касающейся нанотехнологий и наноматериалов. Также рассмотрены вопросы совершенствования систем классификации патентов и разного рода публикаций в этом новом научно-техническом направлении.

ВВЕДЕНИЕ

Конец прошлого и начало нынешнего века ознаменовались бурным ростом интереса к нанотехнологиям и значительным ростом инвестиций в их развитие. Сейчас практически во всех развитых странах приняты и реализуются национальные программы развития нанотехнологий. О нанотехнологиях говорится очень много и на самых различных уровнях, начиная от ученых, и заканчивая разговорами на бытовом уровне между людьми, весьма далекими от науки. Тема развития нанотехнологий часто поднимается в средствах массовой информации и в выступлениях политиков самого высокого уровня, включая президентов и премьер-министров. При этом говорится о начале новой научно-технической (нанотехнологической) революции и XXI век называют веком нанотехнологий и т.д.

Но что же понимают под часто употребляемым термином “нанотехнологии”? Даже предварительный анализ публикаций и выступлений, касающихся нанотехнологий, показывает, что содержание данного термина в них часто бывает очень разным, а то и вовсе непонятным даже тому, кто его использует. Это хорошо иллюстрируется ставшей уже крылатой фразой бывшего премьера российского правительства М.Фрадкова, сказанная им на заседании правительства, посвященном развитию данного направления в России: – “Половина из присутствующих не знает, что такое нанотехнологии, но знает, что без них жить нельзя” [1]. Это откровенное признание является довольно типичным примером познаний о нанотехнологиях, характерным для

многих политиков, говорящих о них. Однако анализ публикаций в научных журналах, касающихся нанотехнологий, показывает, что в зависимости от основного научного направления автора (физика, химия, биология, электроника, медицина и т.д.) каждый из них часто понимает данный термин по-разному. В работе [2] отмечается, что если задать вопрос о том, что такое нанотехнология случайно выбранной группе респондентов, включающих инженеров, ученых, инвесторов, руководителей общества, то можно получить очень широкий набор ответов. Академик РАН В.М. Бузник в своем выступлении на II-й Всероссийской конференции по наноматериалам справедливо отмечал, что под нанотехнологиями каждый часто понимает то, что ему удобно [3]. Бесспорным является вывод о том, что сейчас даже в кругу специалистов имеет место терминологическая неопределенность, которая усложняет возможности профессионального общения и взаимопонимания как между представителями различных наук, так и специалистами из разных стран.

Слово “термин” происходит от латинского “Terminus” – имени древнегреческого бога, который считался покровителем границ и межевых знаков. Сейчас в переводе с латинского “terminus” означает “граница”, “предел”. Поэтому слово “термин” подразумевает ограниченность, обособленность использования. Известный писатель Бернард Шоу в свое время с присущим ему остроумием определял терминологию как “заговор посвященных”, подчеркивая тем самым замкнутый,

резко ограниченный круг распространения специальной лексики, которая доступна лишь избранным, посвященным в специфику той или иной отрасли научного знания [4].

На этапе начального развития любого нового научного направления одной из приоритетных является проблема становления единой адекватной терминологии (терминологическая проблема). Решение терминологической проблемы очень важно и актуально сейчас для успешного развития нанотехнологического направления, в особенности из-за его междисциплинарного характера, большой социальной значимости и вызванного им нынешнего информационного взрыва. При этом следует учитывать и особенность развития нанотехнологического направления на современном этапе. Если раньше основной задачей терминологии при развитии какого-либо нового научного направления была задача обеспечения коммуникации в рамках отдельных научных областей (в среде сравнительно небольшого круга специалистов, состоящих в “заговоре посвященных”), то в данном случае стоит задача обеспечения коммуникации в широких границах с включением различных социальных слоев общества, не занимающихся наукой. Это значит, что такая терминология помимо узкоспециальных, понятных только специалистам, терминов, должна содержать также и общеупотребительные термины, понятные даже на бытовом уровне.

Целью настоящей работы является изучение истории появления и эволюции понятийного содержания основных терминов нанотехнологического направления, в частности, “нанотехнология” и “наноматериалы”, а также проводимых работ и уже достигнутых результатов по международной стандартизации терминологии и классификации патентов и публикаций, касающихся данного направления.

ИСТОРИЯ ПОЯВЛЕНИЯ И ПЕРВОНАЧАЛЬНОЕ СОДЕРЖАНИЕ ТЕРМИНОВ “НАНОТЕХНОЛОГИЯ” И “НАНОМАТЕРИАЛЫ”

Термин “нанотехнология” образован путем присоединения приставки “нано” к термину

“технология”. Неопределенностей в понимании приставки “нано” в данном термине не возникает. Формально эта десятичная приставка обозначает одну миллиардную часть какой-либо величины, т.е. множитель 10^{-9} . В наноматериалах и нанотехнологиях имеется в виду одна миллиардная часть основной единицы длины в метрической системе – метра. В греческом языке, с другой стороны, слово “nanos” переводится как “карлик”, т.е. также подразумевается маленький размер. Вместе с тем, для термина “технология” (от греч. techne – искусство, мастерство, умение и греч. logia – изучение) имеется ряд определений, несколько различающиеся по широте подходов к его пониманию. Рассмотрим типичные из них, наиболее часто цитируемые в русскоязычной литературе. Согласно [5] технологией называется совокупность методов обработки, изготовления, изменения состояния, свойств, формы сырья, материала или полуфабриката, осуществляемых в процессе производства продукции. Значительно более широкая трактовка данного термина дается в Большой Советской Энциклопедии [6], где технология трактуется как:

- совокупность приемов и способов получения, обработки или переработки сырья, материалов, полуфабрикатов или изделий, осуществляемых в различных отраслях промышленности, строительстве и т. д.;
- научная дисциплина, разрабатывающая такие приемы и способы;
- сами операции добычи, обработки, переработки, хранения, которые являются основной составной частью производственного процесса;
- описание производственных процессов, инструкции по их выполнению, технологические правила, требования.

Видно, что если в первом из приведенных примеров суть технологии сводится к материальному производству, т.е. непосредственно к производственным процессам, то второе определение включает также научную деятельность, т.е. процессы и результаты разного рода нематериальной умственной деятельности. Вторая трактовка лучше соответствует реалиям нынешнего времени, когда появляется много новых технологий немате-

риального производства, например, компьютерные, информационные и т.д. Представленные выше два подхода к пониманию термина “технология” (узкий и широкий) часто прослеживаются и в понимании различными авторами производного от него термина “нанотехнология”.

В англоязычной терминологии используется термин “nanotechnology(ies)”. Пророком развития нанотехнологий считают американского физика, лауреата Нобелевской премии Р. Фейнмана, который 29 декабря 1959 г. прочитал знаменитую лекцию под названием: “Внизу полным-полно места. Приглашение в новый мир физики” [7], в которой он, в частности, говорил: “При переходе к изучению самых маленьких объектов мы сталкиваемся со многими разнообразными явлениями, создающими новые возможности. Поведение отдельных атомов подчиняется законам квантовой механики и не имеет аналогов в макроскопическом масштабе, поэтому “внизу” мы будем постоянно наблюдать новые закономерности и эффекты, предполагающие новые варианты использования”. В этой же лекции отмечалась принципиальная возможность и непротиворечивость законам физики создание объектов путем манипуляции отдельными атомами, т.е. был предсказан один из основных методов нанотехнологии, который сейчас именуется “снизу-вверх” (bottom-up). Многие физики отнеслись тогда к такой идее как к очередной шутке мистера Фейнмана, который считался среди коллег и друзей большим шутником. Однако термин “nanotechnology” по сложившемуся в настоящее время единому мнению впервые был использован японским профессором Норио Танигучи (Norio Taniguchi) в 1974 году в ставшем сейчас также знаменитом докладе “Об основной концепции нанотехнологии” [8]. В данной работе автор, говоря о методах сверхточной обработки материалов, отмечал, что нанотехнология включает в себя, прежде всего производство, разделение и консолидацию материалов путем воздействия на отдельные атомы или молекулы.

Дальнейший рост интереса к нанотехнологиям и развитие терминологии этого направления возникли после открытия уже в 80-х



Рис. 1. Фотографии Р. Фейнмана (1918-1988), Н. Танигучи (1912-1999) и Г. Глейтера.

годах прошлого века сканирующей туннельной (1981 г.), а затем и атомно-силовой микроскопии (1986 г.), которые позволили на практике реализовать идею видеть и манипулировать отдельными атомами и молекулами. Затем появились книги Ерика Дрекслера [9, 10], в которых он высказал свое понимание нанотехнологии, а также идею создания малых и больших структур путем атомной или помолекулярной сборки с помощью нанороботов, в частности, ассемблеров и репликаторов.

Создание, исследование свойств и практическое применение различных наноматериалов (nanomaterials) сейчас является одной из главных задач развития нанотехнологического направления. Очень часто в различных программах, проектах, публикациях и т.д. термины “нанотехнология” и “наноматериалы” используются одновременно и наравне, что подтверждает важность и значимость проблемы наноматериалов в нанотехнологической тематике. Термин “наноматериалы” также является составным (нано+материалы). В узком смысле слова термин “материал” понимается как сырье, т.е. то, из чего можно произвести какой-либо осязаемый продукт, а в широком смысле данное понятие включает также нематериальные результаты умственной деятельности, например, различного рода информационный материал. В этом смысле в термине “наноматериалы” термин “материал” используется в узком смысле, т.е. подразумевает только материальные продукты, но чаще всего уже не как сырье, а как конечный целевой продукт, с требуемыми свойствами.

Впервые в научный обиход термин “наноматериалы” был введен Г. Глейтером (сначала как нанокристаллические материалы, потом наноструктурные, а также нанофазные,

нанокompозитные и т. д.). Им же была обоснована концепция появления новых свойств у таких материалов, основывающаяся на значительном влиянии роли межзеренных границ и других поверхностей раздела в них [11 – 13]. Термин “наноматериалы” является объединяющим и включает в себя большую группу различных материалов (наноструктурные, нанофазные, нанопористые, нанокompозитные и т.д., а также нанопорошки, нанотрубки, нанокапсулы, нановолокна, наночастицы, нанопленки и т.д.). Характерным признаком всех таких материалов является наличие в них основных структурных элементов (кристаллитов, пор, волокон, слоев и т.п.), величина которых, по крайней мере хотя бы в одном измерении, не превышает т.н. нанотехнологического предела – 100 нм. Выше уже отмечалось, что сейчас практически во всех развитых странах приняты и реализуются национальные программы развития нанотехнологий. Рассмотрим, какое содержание вкладывается и как определяются основные термины нанотехнологического направления в официальных документах ряда государств-лидеров в развитии нанотехнологий.

ТЕРМИНЫ “НАНОТЕХНОЛОГИЯ” И “НАНОМАТЕРИАЛЫ” В ОФИЦИАЛЬНЫХ ДОКУМЕНТАХ РЯДА ГОСУДАРСТВ-ЛИДЕРОВ В РАЗВИТИИ НАНОТЕХНОЛОГИЙ

В конце прошлого века в развитых странах (Япония, США, Германия, Великобритания и др.) активизировались научные и технологические исследования с объектами нанометровых размеров. Изначально такие исследования велись в рамках различных проектов и не были объединены единым нанотехнологическим проектом. В Японии особую роль сыграл созданный правительством еще в 1981г. и не афишировавшийся тогда проект широких междисциплинарных исследований, направленных на создание новых высоких технологий (ERATO, Exploratory Research for Advanced Technology). Поняв большую важность и перспективность работ на атомно-молекулярном уровне, японцы затем разработали и реализовали ряд новых проектов,

посвященных научным исследованиям и разработкам в области различных нанонаук и нанотехнологий. Широкую известность получил, в частности, проект под названием Aono Atomcraft Project [14]. Следует отметить, что в англоязычной терминологии, в частности, в США, принято различать, и используются одинаково часто два термина – “нанонаука” (nanoscience) и “нанотехнология” (nanotechnology). Таким образом, делается раздел между фундаментальными научными исследованиями и работами, хотя и имеющими научный характер, но преследующими утилитарные внедренческие цели. В период 1996-1998 годов США, ощутив большую перспективу и потенциальные возможности нового направления, поставили своей целью стать мировым лидером в области нанонаук и нанотехнологий. Для этого в 2000 г. у них была разработана и принята обширная программа с наивысшим уровнем государственного приоритета – Национальная нанотехнологическая инициатива (ННИ, National Nanotechnology Initiative) [15]. Важной частью любой программы является определение ее объекта, т.е. того, чего она касается. Во всех редакциях ННИ и основывающихся на ней многих других официальных документах имеется раздел под названием: “Что такое нанотехнология?”. Майкл Роко, один из непосредственных разработчиков ННИ США, отмечает, что для достижения единого понимания и признания определения нанотехнологии еще в период 1987–1989 г. по данному вопросу были проведены широкие консультации между экспертами из разных стран [16]. Хотя единого общего определения не было выработано (его не существует и сейчас, что понятно, исходя из широкой междисциплинарности – прим. автора), но достигнуто общее мнение, что любое из определений должно обязательно отображать, как минимум, три следующих характерных особенности нанотехнологий:

- 1) размеры материальных структур, являющихся объектами нанотехнологий, должны находиться в диапазоне от размеров отдельных атомов или молекул до величины 100 нм;
- 2) способность выполнения измерений (контроля), манипулирования и разного рода

преобразований в указанном выше диапазоне размеров;

- 3) использование новых свойств и функций, проявляющихся в указанном диапазоне размеров.

Исходя из этого, в официальных документах США, касающихся развития нанотехнологий(й), в настоящее время дается следующее их определение [17].

Нанотехнологией является понимание и контроль материи (материальных объектов – прим. автора) с размерами в диапазоне, приблизительно от 1 до 100 нм, в котором уникальные явления способны обеспечить новые применения. Затрагивая нанофизику, инженерную и технологию, нанотехнология включает отображение, измерение, моделирование и манипулирование материей в указанном диапазоне размеров.

В Великобритании термины “нанофизика” и “нанотехнологии” трактуются следующим образом [18].

Нанофизикой является изучение явлений и манипулирование материалами на атомном, молекулярном и макромолекулярном уровнях (scales), где свойства существенно отличаются по сравнению с макроуровнем.

Нанотехнологией является разработка, характеристика, производство и применение структур, устройств и систем посредством контроля формы и размеров в нанометровом диапазоне. В Германии также принята правительственная программа развития нанотехнологий [19], в которой нанотехнологии дается такое определение.

Нанотехнологией является исследование, применение и производство структур, молекулярных материалов и систем с размером или точностью производства менее 100 нм. Указанный диапазон размеров отдельных системных компонентов позволяет получить новые функции и свойства для улучшения уже существующих продуктов и применений, или разработки новых (продуктов и применений).

Даже эти приведенные примеры определений показывают некоторые различия в них. По мере развития нанотехнологий и увеличения количества выпускаемой и реализуемой продукции, созданной на их основе,

очень важным станет выработка единой международно признанной, терминологии, методик оценки потребительских свойств, качества и безопасности такой продукции, т.е. актуальность проблемы стандартизации в области нанотехнологий по мере их развития будет только возрастать. Рассмотрим основные направления проводимых работ и уже достигнутые результаты по международной стандартизации в области нанотехнологий, в частности, касающиеся терминологии.

ОСНОВНЫЕ ОРГАНИЗАЦИИ, НАПРАВЛЕНИЯ ПРОВОДИМЫХ РАБОТ И УЖЕ ДОСТИГНУТЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ПО МЕЖДУНАРОДНОЙ СТАНДАРТИЗАЦИИ В ОБЛАСТИ НАНОТЕХНОЛОГИЙ

Разработка стандартов, касающихся нанотехнологий, сейчас ведется во многих странах. Уже введенные, а также разрабатываемые стандарты, имеют различные уровни действия: корпоративный; отраслевой; национальный; региональный (распространяется на группу стран какого-либо региона, например, Европы), а также международный. Вся работа по стандартизации в области нанотехнологий ведется специально создаваемыми для этого компетентными организациями – группами, комитетами, институтами и пр. Основываясь на анализе имеющихся публикаций [20 – 27], приведем краткий перечень таких организаций (по хронологии создания) и основных нормативных документов, уже разработанных к настоящему времени, а также находящихся в стадии разработки.

- В Китае в декабре 2003 г. была создана объединенная рабочая группа по стандартизации наноматериалов (*United Working up for Nanomaterials standardization*). В течение года, к декабрю 2004 г., в Китае было опубликовано уже 7 национальных нанотехнологических стандартов.
- Европейским комитетом по стандартизации (CEN) в марте 2004 г. создана рабочая группа по нанотехнологии (CEN/BTWG 166 ‘Nanotechnology’).
- В структуре Британского института стандартов (BSI) в июне 2004 г. создан комитет по нанотехнологиям (NTI/1). К настоящему времени BSI по нанотехнологичес-

кой тематике уже разработано и опубликовано 6 терминологических стандартов и 3 руководящих нормативных документа.

- Американским национальным институтом стандартов (ANSI) в августе 2004 г. создана Группа по стандартам для нанотехнологий (Nanotechnology Standards Panel).
- В американской международной добровольной организации, разрабатывающей и издающей стандарты для материалов, продуктов, систем и услуг, ASTM International (American Society for Testing and Materials) в январе 2005 г. создан комитет E56 для разработки различных стандартов в области нанотехнологий. В настоящее время уже опубликовано ряд стандартов. Непосредственно вопросов стандартизации терминологии касается стандарт E2456-06 “Терминология для нанотехнологий”.
- В Международной организации по стандартизации (International Organization for Standardization, ISO), объединяющей сейчас 157 национальных организаций стандартизации [24], в июне 2005 г. создан технический комитет по разработке стандартов для нанотехнологий (ISO TC229). Рабочая группа 1 данного комитета (ISO TC229/WG1) занимается разработкой терминологических стандартов. Первым изданным является стандарт ISO/TS 27687 “Нанотехнологии – Терминология и определения для нанообъектов – наночастицы, нановолокна, нанопластины” (Nanotechnologies – Terminology and definitions for nano-objects – nanoparticle, nanofibre, and nanoplate).
- В Европейском комитете по стандартизации (CEN, European Committee for Standardization), объединяющей сейчас 30 национальных организаций стандартизации [25, 26], в мае 2005 г. создан технический комитет по нанотехнологиям CEN/TC 352 – Nanotechnologies, работающий в тесной координации с упомянутым выше ISO TC229.
- Международная электротехническая комиссия (International Electrotechnical Commission, IEC), являющаяся крупной меж-

дународной организацией по стандартизации в области электрических, электронных и смежных технологий, в мае 2006 г. создала комитет по нанотехнологиям – TC 113 [27], который также работает в тесном сотрудничестве с ISO TC229.

В Украине вопросы стандартизации, в том числе и терминологии, находятся в ведении Государственного комитета стандартизации, метрологии и сертификации (Держстандарт України). Непосредственная работа по разработке и нормированию украинскоязычной терминологии, а также гармонизации ее с международными терминологическими стандартами, ведется в Техническом комитете по стандартизации научно-технической терминологии (ТК СНТТ) [28] и в Комитете научной терминологии, созданном в структуре НАН Украины, а также в ряде других организаций ведомственного уровня. Естественно, что работа по созданию и совершенствованию украинской терминологии проводится в сотрудничестве со специалистами-лингвистами, в частности, из Института украинского языка и Института языковедения имени А.П. Потебни НАН Украины.

Украинские терминологические стандарты в области нанотехнологий и наноматериалов еще не созданы, однако уже разработаны и введены в действие ряд стандартов, обеспечивающие нормативную базу и методическую основу для решения этой и аналогичных задач [29 – 31]. Поэтому, учитывая то, что одним из главных принципов при разработке и стандартизации украинской терминологии является принцип ее максимального соответствия и гармонизации с международными стандартами, прежде всего, стандартами ISO, специалисты, работающие в рассматриваемой области науки и техники, должны пользоваться понятиями и терминами, нормированными в международных стандартах.

ВОПРОСЫ СИСТЕМАТИЗАЦИИ И КЛАССИФИКАЦИИ ПАТЕНТОВ И ПУБЛИКАЦИЙ

В связи со значительным возрастанием интереса и инвестиций в развитие нанотехнологий в последние годы наблюдается также бурный рост патентов и разного рода публи-

каций в данной области. Их рост такой стремительный, что часто даже говорят об информационном буме, взрыве и т.п.

На рис. 2 приведен график динамики роста суммарного количества публикаций.

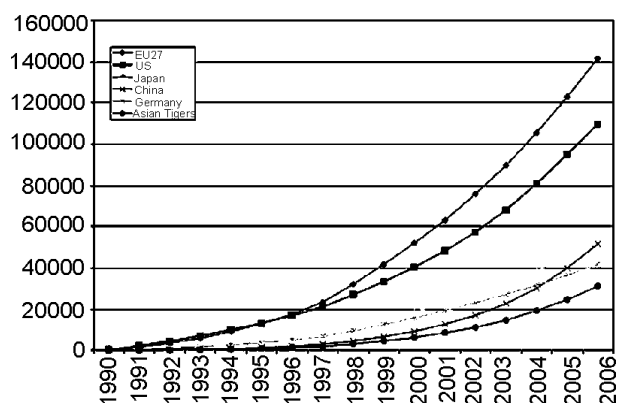


Рис. 2. Динамика роста суммарного количества публикаций, касающихся нанотехнологий, в ряде отдельных стран и группе стран (EU27-страны Евросоюза, Asian Tigers – Южная Корея, Сингапур, Тайвань).

На рис. 3 – патентов, касающихся нанотехнологий, в ряде отдельных стран и группе стран [32, 33]. В таких условиях огромное значение приобретает систематизация имеющейся и появляющейся информации на основе четких систем классификации различных видов информации, которые сейчас также активно совершенствуются. Кратко рассмотрим основные нововведения в наиболее широко используемых системах классификаций публикаций и патентов.

- Универсальная десятичная классификация (УДК, Universal Decimal Classification, UDC).

В выпуске 4-ом бюллетеня изменений в 2006 г. опубликовано добавление в УДК класса 620.3 со следующим текстом: 620.3 Нанотехнология – этот класс предназначен для вопросов общего характера. Отдельные технологии помещать в классы соответств-

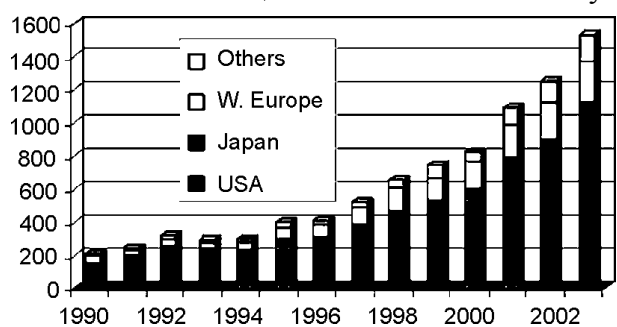


Рис. 3. Динамика суммарного роста патентов, касающихся нанотехнологий, в ряде отдельных стран и группе стран.

ющих отраслевых технологий. Нанометровый масштаб технологий и объектов (в существующих классах) следует подчеркивать общим определителем этого масштаба, который в 2004 г. введен в эталон УДК: -022.532 (наноразмерный).

- Международная патентная классификация (МПК, International Patent Classification, IPC). В рамках МПК в 2000 г. был введен специальный класс B82 “Нанотехнология” [34,35], который содержит две основные группы для классифицирования и поиска изобретений, касающихся характеристики наноструктур (B82В 1/00), их изготовления или обработки (B82В 3/00). Однако введение первой редакции этого класса лишь частично решило проблему и теперь ведется работа по созданию новой, детально разработанной версии класса B82 МПК.
- В Европейской патентной классификации (European classification, ECLA), учитывая тесную связь отдельных видов нанотехнологий с существующими макротехнологиями, было принято решение существенно не пересматривать уже сложившуюся классификационную систему, а разработать новый раздел Y: Нанотехнология классификации ECLA [34, 35]. Его рубрики не имеют самостоятельного статуса, а используются в качестве специальной метки для документов, которые уже где-либо проклассифицированы. Коды этого раздела не могут заменять рубрики других разделов А – Н. Новый раздел классификации Y содержит следующие рубрики: Y01N2 нанобиотехнология; Y01N4 нанотехнология для обработки, хранения и передачи информации; Y01N6 нанотехнология для материалов и науки о поверхности; Y01N8 нанотехнология для взаимодействия, обнаружения (определения, sensing прим. автора) и исполнения; Y01N10 нанооптика; Y01N12 наноманетизм.
- В системе патентной классификации США (USA patent classification system “Classification Order 1850”) введен новый класс 977 “нанотехнология” (Class 977 Nanotechnology) [34 – 36], в котором очень подробно и тщательно классифицированы

все возможные разделы данного направления.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Успешное развитие нового междисциплинарного научно-технического направления, связанного с нанотехнологиями, в значительной мере зависит от создания единой, стандартизованной и международно признанной терминологии в данной области. Это необходимо для эффективного профессионального общения и взаимопонимания как между представителями различных наук, так и специалистами различных стран. Выполненный анализ публикаций показал, что работы по решению терминологической проблемы, начиная с 2004 г., значительно активизировались как в отдельных странах, так и на международном уровне. В настоящее время уже введен в действие ряд международных терминологических стандартов, а многие находятся в разработке. Активно ведется также работа по совершенствованию международных систем классификации патентов и разного рода публикаций в области нанотехнологий. Украинские терминологические стандарты в области нанотехнологий еще не созданы, поэтому все специалисты, работающие и публикующиеся в области нанотехнологий, должны изучать и придерживаться стандартизованной на международном уровне терминологии и принятых систем классификации.

ЛИТЕРАТУРА

1. Лесков С. Нанотехнологии: человек берет пример с Творца [Электронный ресурс]/Сергей Лесков. – с офиц. сайта Федерального агентства по науке и инновациям Минобрнауки РФ. – Режим доступа: <http://www.fasi.gov.ru/news/press/879/>.
2. Harper T. What is Nanotechnology? [Electronic resource] Nanotechnology. – 2003. – Vol. 14, № 1. – Mode access: <http://www.iop.org/EJ/abstract/0957-4484/14/1/001/>.
3. Весна нанотехнологического образования: круглый стол “Образование в области наноматериалов и нанотехнологий” на конференции NANO2007 [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.fnm.msu.ru/documents/12/NovosibirskConf.pdf>.
4. Володина, М.Н. Когнитивно-информационная природа термина и терминологическая номинация. – М.: Изд-во МГУ, 2000. – 128 с.
5. Советский энциклопедический словарь/Гл. ред. А. М. Прохоров. – М.: СЭ, 1989. – 1660 с.
6. Большая советская энциклопедия: [Текст]/гл. ред. А.М. Прохоров. – М.: СЭ, 1970 – 1981. – Т. 25: Струнино-Тихорецк, 1976. – 600 с.
7. Feynman, R.P. There’s Plenty of Room at the Bottom. An Invitation to Enter a New Field of Physics//Engineering and Science. – 1960. – Vol. 23, № 5. – P. 22-36.
8. Taniguchi N. On the Basic Concept of Nanotechnology//Proc. Int. Conf. Prod. Eng., Part 2. – Tokyo. – 1974. – P. 18-23.
9. Drexler, K.E. Engines of Creation: The Coming Era of Nanotechnology. – New York etc.: Anchor Books, 1986. – 298 p.
10. Drexler, K.E., Nanosystems. Molecular Machinery, Manufacturing, and Computation. – New York.: Wiley, 1992. – 560 p.
11. Gleiter, H. Deformation of Polycrystals: Mechanisms and microstructures//Proc. of 2nd RISO Symposium on Metallurgy and Materials Science. – Roskilde. – 1981. – P. 15-21.
12. Gleiter, H. Nanostructured Materials: basic concepts and microstructure//Acta Materialia. – 2000. – Vol. 48, № 1. – P. 1-29.
13. Андриевский, Р.Н. Наноматериалы: концепция и современные проблемы//Рос. хим. журн. – 2002. – Т. 46, № 5. – С. 50-56.
14. Japan’s ERATO and PRESTO Basic Research Programs [Electronic resource]/International Technology Research Institute. Final report. – 1996. – 172 p. – Mode access: <http://www.wtec.org/pdf/erato.pdf>.
15. National Nanotechnology Initiative: The Initiative and Its Implementation Plan [Electronic resource]/ National Science and Technology Council (NSTC). – Washington, 2000. – Mode access: http://www.wtec.org/loyola/nano/IWGN_Implementation.Plan/nni.implementation.plan.pdf.
16. Roco, M.C. National Nanotechnology Initiative – Past, Present, Future: Handbook on Nanoscience, Engineering and Technology, 2nd ed., Taylor and Francis. – 2007. – P. 3.1-3.26.
17. The National Nanotechnology Initiative. Strategic Plan [Electronic resource]/National Science and Technology Council (NSTC). – 2007. – 45 p. – Mode access: http://www.ostp.gov/galleries/default-file/NNI_Strategic_Plan_2007_Final.pdf.
18. Nanoscience and nanotechnologies: opportunities and uncertainties [Electronic resource]/The Royal Society & The Royal Academy of Engineering, Final Report. – 2004. – 107 p. – Mode access: <http://www.nanotec.org.uk/report/Nano-%20report%202004%20fin.pdf>.
19. Nano-Initiative – Action Plan 2010 [Electronic resource]/Federal Ministry of Education and Research, Bonn, Berlin, 2007. – 32 p. – Mode access:

- http://www.bmbf.de/pub/nano_initiative_action_plan_2010.pdf.
20. Berger, M. Nanotechnology standards [Electronic resource]. – Copyright 2008, Nanowerk LLC. – Mode access: <http://www.nanowerk.com/spotlight/spotid=5736.php>.
 21. Willis C. Nanotechnology. The terminology challenge//ISO Focus. – 2007. – № 4. – P. 26-27.
 22. Hideo Shindo Nanotechnology Standardization in Japan [Electronic resource]//Magazines & Newsletters – ASTM Standardization News. – 2005. – Mode access: http://www.astm.org/SNEWS/JULY_2005/shindo_jul05.html.
 23. NTI/1 “Nanotechnologies” – Committee Activities [Electronic resource]/Mode access: <http://www.bsi-global.com/en/Standards-and-Publications/Industry-Sectors/Nanotechnologies/Committee-Activities/>.
 24. International Organization for Standardization: ISO members [Electronic resource]/Mode access: http://www.iso.org/iso/about/iso_members.htm.
 25. European Committee for Standardization [Electronic resource]/From Wikipedia. – Mode access: http://en.wikipedia.org/wiki/European_Committee_for_Standardization.
 26. Phelps T.A. Introduction to European standardization of Nanotechnologies (CEN/TC 352) [Electronic resource]/Trudy A. Phelps: ENTA Nanotechnology policy and planning meeting 15 Nov. – 2006. – Mode access: <http://www.euronanotrade.com/news/CENTC%20352.pdf>.
 27. Bennet, H.S. Nanotechnology: Perspectives from the IEC TC 113 on Nanotechnology. [Electronic resource]: The Second Tri-National Work Shop on Standards for Nanotechnology, Gaithersburg, 2008. – Mode access: http://www.mel.nist.gov/tripdf/NIST/15_Bennett-IEC-TC-113-for-Tri-National-06Feb08_final.pdf.
 28. Рицар Б. Стандартизація української термінології та її гармонізація з міжнародною – головний чинник утвердження державності України//Стандартизація, сертифікація, якість. – 2001. – № 1. – С.30-32.
 29. Термінологічна робота. Гармонізування понять та термінів: ДСТУ ISO 860-99. – К.: Держстандарт України, 1999. – 8 с.
 30. Засади і правила розроблення стандартів на терміни та визначення понять: ДСТУ 3966, – К.: Держстандарт України, 2000.– 32 с.
 31. Термінологічна робота. Словник термінів. Ч. 1. Теорія та використання: ДСТУ ISO 1087-1:2007. – К.: Держстандарт України, 2007. – 28 с.
 32. Youtie J. Nanotechnology publications and citations by leading countries and blocs//J. Nanopart. Res. – 2008. – Vol. 10, № 6. – P. 981-986.
 33. Huang Z. International Nanotechnology Development in 2003: Country, Institution, and Technology Field Analysis based on USPTO Patent Database//J. Nanopart. Res. – 2004.– Vol. 6, № 4. – P. 325-354.
 34. Негуляев Г.А. Нанотехнологии: проблемы патентования и экспертизы//Патенты и лицензии. – 2007. – № 12. – С. 18-24.
 35. Leydesdorff L. Nanotechnology as a Field of Science: Its Delineation in Terms of Journals and Patents//Scientometrics. – 2007. – Vol. 70, № 3. – P. 693-713.
 36. Class 977, Nanotechnology [Electronic resource]/United States Patent and Trademark Office. – Mode access: <http://www.uspto.gov/web/patents/classification/uspc977/sched977.htm>.

**ПРО ТЕРМІНОЛОГІЮ,
СТАНДАРТИЗАЦІЮ ТА КЛАСИФІКАЦІЮ
В ГАЛУЗІ НАНОТЕХНОЛОГІЙ ТА
НАНОМАТЕРІАЛІВ
В.Г. Удовіцький**

Важливе значення для розвитку нанотехнологій має створення єдиних та визнаних на міжнародному рівні термінології і визначень в цій широкій міждисциплінарній галузі. В статті виконано огляд робіт та досягнутих результатів по створенню та міжнародній стандартизації термінології, яка стосується нанотехнологій та наноматеріалів. Також розглянуто питання удосконалення систем класифікації патентів та різного роду публікацій в цьому новому науково-технічному напрямку.

**ABOUT TERMINOLOGY, STANDARDIZATION AND CLASSIFICATION
IN THE FIELD OF NANOTECHNOLOGIES
AND NANOMATERIALS
V.G. Udovitskiy**

An important role for the development of nanotechnologies belongs to creating uniform and international recognized terminology and definitions in this new broad interdisciplinary field. This paper reviews the works and their results on creating and the international standardization of terminology for nanotechnologies and nanomaterials. The works, concerning improving classification systems for nanotechnology and nanomaterials-related patents and different kind of publications in this new scientific and technical direction, are considered also.