



МЕЖДУНАРОДНЫЙ ПОДХОД К НАНО-ТЕРМИНОЛОГИИ

С.Хохлявин
a102L@email.ru

Терминология имеет ключевое значение для выработки единого подхода к пониманию сущности и развития нанотехнологий [1], причем гармонизация понятийного аппарата с международными подходами, несомненно, будет способствовать усилению интеграции российской науки в мировое научно-технологическое пространство.

Усилия первой совместной рабочей группы двух профильных технических комитетов ИСО/ТК229 и МЭК/ТК113 направлены на унификацию терминологии и классификации наноматериалов. Результаты этой работы получают признание в странах, стремящихся стать лидерами наноиндустрии. (Членство в ИСО/ТК229 имеют уже 45 стран, из них 11 – статус наблюдателей.)

Первый международный словарь по нанообъектам ISO/TS 27687:2008 за три года после издания получил статус национального в 28 странах: 24 из них – страны единой Европы, государства Азии (Япония, Южная Корея) и Африки (ЮАР, Египет).

Новейший словарь ISO/TS 80004-1:2010, содержащий 14 терминов общего характера, был издан 15 октября прошлого года и уже получил национальный статус в пяти европейских странах: Дании, Нидерландах, Франции, Германии и Великобритании. Новый словарь для углеродных нанообъектов ISO/TS 80004-3:2010 за год, прошедший после его издания, тоже стал национальным в этих же странах Европы, а также в Чехии, ЮАР

и в Индонезии. Часть из наиболее широко применяемых терминов, включенных в словарь, представлена в таблице.

Впрочем, в ряде таких стран, как Китай, США, Иран, также стремящихся к унификации терминологии, упор делается на издание собственных нанотехнологических словарей, в которых, впрочем, используются и международные подходы. Каждый из них отражает национальный консенсус, достигнутый внутри страны по вопросам того, что следует относить к нанотерминологии. Например, китайский словарь GB/T 19619-2004 включает 67 дефиниций, новый иранский ISIRI 12098-2010 – 49, а американский ASTM E2456-06 – всего 13.

Интересен опыт Великобритании, где наряду с национальными версиями всех международных словарей продолжает быть востребован пользователями и национальный словарь PAS 71:2011, второе издание которого вышло 31 августа этого года и включает свыше 150 дефиниций. Его комплексный и хорошо структурированный подход к терминологии остается, как и раньше, примером и ориентиром для других стран.


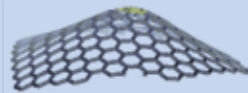
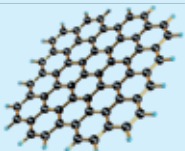
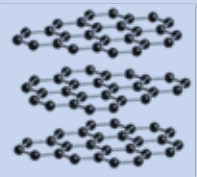
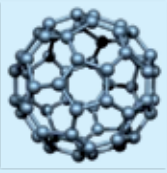
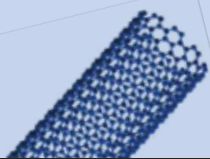
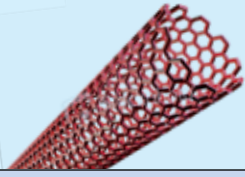

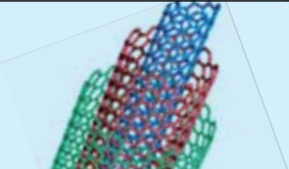
России, к сожалению, в вопросах терминологии приходится догонять другие страны, так как ее участие в международной и европейской стандартизации по-прежнему незначительно. Первым шагом в этих вопросах была публикация в 2009 году словаря [2], однако так и не ставшего национальным стандартом¹. Следующий шаг – планируемая публикация стандарта ГОСТ Р ИСО/ТУ 27687, проект которого обсуждается с октября прошлого года² и который будет представлять собой аутентичный текст первого международного словаря по нанообъектам. Правда, в 2012 году этот словарь, содержащий 15 терминов (наночастица, нанопластина, нанотрубка, нановолокно, нанопровод, квантовая точка и другие), скорее всего, будет пересмотрен, расширен и включен в серию под обозначением ISO/TS80004-2.

¹ Уведомление о разработке проекта ГОСТ Р "Нанотехнологии. Термины и определения" размещено на web-сайте Ростехрегулирования 02.03.2009 г. (разработчик – НИЦПВ).

² Уведомление о разработке проекта размещено на web-сайте Росстандарта 19.10.2010 г. (разработчик – ВНИИМАШ).



Некоторые термины из русского и нового международного словаря ISO/TS 80004-3:2010

Термин	Изображение	Словарь ISO/TS 80004-3:2010	Российский словарь [2]
Нанолуковица (nanooion) [п.2.8]		Сферическая наночастица с концентрической множественной структурой раковины	-
Наноконус (nanoscone) [п.2.9]		Нановолокно или наночастица в форме конуса	-
Графен (graphene) [п.2.11]		Отдельный слой из атомов углерода, каждый из которых в сотовойидной структуре связан с тремя соседними	Слой атомов углерода, соединенных sp ² связями в гексагональную двухмерную кристаллическую решетку
Графит (graphite) [п.2.12]		Аллотропная форма углерода из слоев графена, расположенных параллельно друг другу в трехмерном, кристаллическом и вытянутом порядке	-
Фуллерен (fullerene) [п.4.1]		Молекула, состоящая из четного числа атомов углерода, формирующих закрытую (подобно клетке) полициклическую систему из 12 соединенных пятичленных колец и остальных шестичленных колец	Аллотропная молекулярная форма углерода, в которой атомы расположены в вершинах правильных шести- и пятиугольников, покрывающих поверхность сферы или сфероида
Углеродная нанотрубка (carbon nanotube, CNT) [п.4.3]		Нанотрубка, состоящая из углерода	Нанотрубка, состоящая из углерода
Одностенная углеродная нанотрубка (single-wall carbon nanotube, SWCNT) [п.4.4]		Углеродная нанотрубка (УНТ), состоящая из одного единственного цилиндрического слоя графена	УНТ, образованная сворачиванием в цилиндрическую поверхность плоскости графита, состоящей из правильных шестиугольников
Хиральный вектор одностенной углеродной нанотрубки (chiral vector of SWCNT) [п.4.5]		Обозначение вектора, используемого в описании геликоидальной структуры одностенной УНТ	-
Мультистенная углеродная нанотрубка (multiwall carbon nanotube, MWCNT) [п.4.6]		УНТ из вложенных, концентрических или почти концентрических слоев графена с расстояниями между слоями, подобными графиту	УНТ со структурой типа вложенных цилиндров различного диаметра, шестигранных призм или намотанной плоскости (свиток)

СТАНДАРТИЗАЦИЯ

Новые словари

В 2011 году продолжена разработка специализированных тематических словарей из новой серии [3]. В мае в С.-Петербурге проходило 12-е пленарное заседание ИСО/ТК229, по результатам которого объявлено о начале финального голосования по двум новым словарям серии (оба планируется издать до конца октября):

Первый словарь – **ISO/TS 80004-5:2011 "Нанотехнологии – Словарь – Часть 5: Нано-био интерфейс"** будет содержать ключевые термины фундаментального характера: нанобиотехнология, бионанотехнология, нанотоксикология, биоиницированная (биоподраздражительная) нанотехнология, нанобиосопряженный.

Разработчики словаря из седьмой подгруппы (JWG1-PG7) при формулировании терминологии, затрагивающей интерфейс nano/bio, исходили из того, что нет необходимости включать в словарь термины с хорошо определенными дефинициями из молекулярной биологии, связанные с биомолекулярными аспектами. Кроме того, хотя область этого словаря и может включать квантовые точки, используемые для рассмотрения биологических объектов, существующая терминология физической химии и молекулярной биологии вполне пригодна и достаточна для описания таких объектов.

Второй словарь – **ISO/TS 80004-7:2011 "Нанотехнологии – Словарь – Часть 7: Здравоохранение – Диагностика и терапия"**. В него не будет включена терминология, описывающая биологические аспекты использования наноматериалов и влияние наномедицинских исследований на здоровье, безопасность и окружающую среду. Хотелось бы отметить, что часть таких терминов содержит и российский словарь [2], причем их формулировки мало отличаются, например:

- нановмешательство/nanointervention;
 - наноноситель/nanocarrier;
 - нанокапсула/nanocapsule;
 - нанопинцет/nanotweezer.
- Среди терминов, впервые предложенных данным словарем:
- "хитрый" нано-объект/stealth nano-object;
 - сенсор нанопоры/nanopore sensor;
 - наноигла/nanoneedle;
 - нанопористая мембрана/nanoporous membrane;
 - наноямка/nanopit;
 - наноканал/nanochannel.

В начале года начато обсуждение одного из ключевых и важнейших словарей **ISO/TS 80004-6 "Нанотехнологии – Словарь – Часть 6: Аппаратура и измерения в нанодиапазоне"**, призванного унифицировать на международном уровне терминологию, которая повсеместно используется в большей части нанотехнологических исследований.

Этот словарь будет включать свыше 90 наиболее широко применяемых терминов, причем лишь малая их часть уже стандартизована на международном уровне (ISO 18115-2:2010, ISO 15900:2009). Разработчики предлагают сгруппировать терминологию по шести категориям (см. рисунок).

Часть указанных терминов уже включена в российский словарь (Раздел 5 "Методы и средства исследования нанообъектов") [2].

В следующем году будет продолжена работа над другими словарями серии (в настоящее время по ним идут интенсивные консультации экспертов рабочих групп):

- ISO/TS 80004-4 (наноструктурированные материалы);
- ISO/TS 80004-8 (нанопроцессы изготовления).

Перспективная разработка
Унификация и стандартизация терминологии тесно связана



Категории терминов в словаре ISO/TS 80004-6 для измерений в нанодиапазоне



с классификацией нанобъектов. Поддержку пользователям в этом призван оказать технический отчет ISO/TR 14786 "Нанотехнологии – Рамочная структура для модели номенклатуры нанобъектов", который будет носить справочный, информационный характер и пока имеет статус "утвержденной рабочей темы" (AWI). Работу по проекту ведут эксперты первой подгруппы (JWG1/TG1), возглавляемой Э.Аткинсон (Канада) и М.Маррапезе (США), поскольку в августе 2009 года именно эти страны выступили с предложением о его разработке.

В данном случае термин "номенклатура" – это система присвоения наименований, обеспечивающая минимальный набор описываемых признаков (дескрипторов) для идентификации объекта. Она позволит легко идентифицировать нанобъекты и обеспечит поддержку научным кругам, промышленности и правительственным органам в их деятельности по коммерциализации нанотехнологий. Для научного сообщества такая система идентификации нанобъектов может помочь при исследовании значимых взаимосвязей между свойствами нанобъектов и взаимовлиянием, а также облегчить воспроизводимость экспериментальных данных, исключить дублирование, облегчить патентную защиту.

Большинство исследователей полагается на международные системы классификации химических веществ, в частности, Международного союза чистой и прикладной химии (IUPAC) и Chemical Abstracts Service (CAS). Определенные усилия в этой области предпринимаются со стороны рабочей группы по произведенным наноматериалам (Working Party on Manufactured Nanomaterials, WPMN) Организации экономического сотрудничества и развития (OECD). Разработчики новой системы исходят из 10 предпосылок.

1. Система должна отличать нанобъекты от подобных или от объектов большего масштаба.
2. Не должны предусматриваться различные названия для нанобъектов, имеющих идентичные свойства, поведение, токсичность и молекулярный состав; они не должны быть настолько широкими, чтобы одно название охватывало множество нанобъектов с большим диапазоном свойств, поведения или токсичности.
3. Должен обеспечиваться минимальный набор описываемых признаков, из которых осведомленный специалист может понять химический и структурный состав нанобъекта.
4. Для индексации и управления необходимо наличие простой числовой или алфавитно-цифровой идентификации.
5. Для облегчения интеграции разработка должна быть схожа с существующими системами классификации.
6. Система должна быть приспособлена для описания еще неоткрытых нанобъектов.
7. Система должна быть универсальной.
8. Должны существовать методы, позволяющие измерить параметр номенклатуры; они должны быть приемлемыми для обозначения описательного признака.
9. Правила присвоения наименований должны быть простыми и ясными, чтобы разные пользователи были способны получать одни и те же результаты.
10. Поскольку нанотехнологии непрерывно развиваются, система должна быть гибкой и способной включать новые материалы.

Документ разрабатывается вслед за изданными в прошлом году техническими отчетами (Technical Report, TR), функционально примыкающими к словарям ИСО/МЭК серии 80004:

- ISO/TR12802:2010 (концептуальный фундамент и общий рамочный подход для разработки словарей этой серии) [3].
- ISO/TR11360:2010 (методология для классификации наноматериалов) [4].

Значение, которое придадут вопросам нанотерминологии и классификации первая совместная рабочая группа (JWG1), позволяет надеяться, что пользователи во всем мире будут располагать набором стандартов, основанных на консенсусе разных стран.

Несомненно, предлагаемые подходы должны использоваться и в России.

Автор выражает искреннюю признательность Б.Хайдону (B.Naydon), секретарю первой совместной рабочей группы, за любезно предоставленные материалы по проблемам международной нанотерминологии и оказанную тем самым неоценимую помощь в подготовке и написании данной статьи.

Литература

1. Алфимов М.В., Гохберг Л.М., Фурсов К.С. Нанотехнологии: определения и классификация. – Российские нанотехнологии, 2010, т.5, № 7, 8, с.8–15.
2. Нанотехнологии, метрология, стандартизация и сертификация в терминах и определениях./Под ред. М.В.Ковальчука, П.А.Тодуа. – М.: Техносфера, 2009.
3. С.Хохлявин. К единой терминологической базе нанотехнологий. – Наноиндустрия, 2010, № 5, с.90–97.
4. С.Хохлявин. Стандарты ИСО: от классификации наноматериалов до нанотоксикологии. – Наноиндустрия, 2011, № 2, с.62–66.