

ТЕХНИЧЕСКИЙ ОТЧЁТ

**ISO/TR
11360**

Первое издание
2010-07-15

Нанотехнологии. Методология классификации и категоризации наноматериалов

iTeh STANDARD PREVIEW
(standards.iteh.ai)

*Nanotechnologies — Methodology for the classification and
categorization of nanomaterials*

ISO/TR 11360:2010

<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/9b20476e-a0ca-43a6-91e7-3a1910809c15/iso-tr-11360-2010>

Ответственность за подготовку русской версии несёт GOST R
(Российская Федерация) в соответствии со статьёй 18.1 Устава



Ссылочный номер
ISO/TR 11360:2010(R)

© ISO 2010

Отказ от ответственности при работе в PDF

Настоящий файл PDF может содержать интегрированные шрифты. В соответствии с условиями лицензирования, принятыми фирмой Adobe, этот файл можно распечатать или вывести на экран, но его нельзя изменить, пока не будет получена лицензия на загрузку интегрированных шрифтов в компьютер, на котором ведется редактирование. В случае загрузки настоящего файла заинтересованные стороны принимают на себя ответственность за соблюдение лицензионных условий фирмы Adobe. Центральный секретариат ISO не несет никакой ответственности в этом отношении.

Adobe – торговый знак фирмы Adobe Systems Incorporated.

Подробности, относящиеся к программным продуктам, использованным для создания настоящего файла PDF, можно найти в рубрике General Info файла; параметры создания PDF были оптимизированы для печати. Были приняты во внимание все меры предосторожности с тем, чтобы обеспечить пригодность настоящего файла для использования комитетами-членами ISO. В редких случаях возникновения проблемы, связанной со сказанным выше, просьба проинформировать Центральный секретариат по адресу, приведенному ниже.

iTeh STANDARD PREVIEW
(standards.iteh.ai)

[ISO/TR 11360:2010](https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/9b20476e-a0ca-43a6-91e7-3a1910809c15/iso-tr-11360-2010)

<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/9b20476e-a0ca-43a6-91e7-3a1910809c15/iso-tr-11360-2010>



ДОКУМЕНТ ЗАЩИЩЁН АВТОРСКИМ ПРАВОМ

© ISO 2010

Все права сохраняются. Если не указано иное, никакую часть настоящей публикации нельзя копировать или использовать в какой-либо форме или каким-либо электронным или механическим способом, включая фотокопии и микрофильмы, без предварительного письменного согласия ISO по адресу, указанному ниже, или членом ISO в стране регистрации пребывания.

ISO copyright office
Case postale 56 • CH-1211 Geneva 20
Tel. + 41 22 749 01 11
Fax + 41 22 749 09 47
E-mail copyright@iso.org
Web www.iso.org

Опубликовано в Швейцарии

Содержание

Страница

Предисловие	iv
Введение	v
1 Область применения	1
2 Структура дерева нанотехнологий	1
3 Подробное описание дерева нанотехнологий	2
4 Заключение	3
Библиография	25

iTeh STANDARD PREVIEW
(standards.iteh.ai)

ISO/TR 11360:2010

<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/9b20476e-a0ca-43a6-91e7-3a1910809c15/iso-tr-11360-2010>

Предисловие

Международная организация по стандартизации (ISO) является всемирной федерацией национальных организаций по стандартизации (комитетов-членов ISO). Разработка международных стандартов обычно осуществляется техническими комитетами ISO. Каждый комитет-член, заинтересованный в деятельности, для которой был создан технический комитет, имеет право быть представленным в этом комитете. Международные правительственные и неправительственные организации, имеющие связи с ISO, также принимают участие в работах. ISO работает в тесном сотрудничестве с Международной электротехнической комиссией (IEC) по всем вопросам стандартизации в области электротехники.

Международные стандарты разрабатываются в соответствии с правилами, установленными в Директивах ISO/IEC, Часть 2.

Основная задача технических комитетов состоит в подготовке международных стандартов. Проекты международных стандартов, одобренные техническими комитетами, рассылаются комитетам-членам на голосование. Их опубликование в качестве международных стандартов требует одобрения, по меньшей мере, 75 % комитетов-членов, принимающих участие в голосовании.

В исключительных случаях, когда технический комитет собрал данные, отличающиеся по характеру от обычно публикуемых в виде международного стандарта (например характеризующих "современный технический уровень"), он может принять решение простым большинством голосов участвующих в голосовании членов комитета о публикации технического отчета. Технический отчет является информативным документом и не должен пересматриваться до установленной даты, после которой он считается недействительным или потерявшим значение.

Следует иметь в виду, что некоторые элементы этого документа могут быть объектом патентных прав. ISO не должен нести ответственность за идентификацию какого-либо одного или всех патентных прав.

ISO/TR 11360 был подготовлен Техническим комитетом ISO/TC 229, *Нанотехнологии*.

Введение

Существование широкого диапазона наноматериалов с различными физическими, химическими, механическими, оптическими, магнитными, и биологическими свойствами, а также различными внутренними/внешними структурами, выдвигает на первый план важность разработки систем их классификации, на основании которых эти материалы могут быть логично распределены по категориям. Данный Технический отчёт предлагает всеобъемлющую методологию классификации и категоризации различных наноматериалов. Эта система классификации, называемая здесь деревом нанотехнологий, рассматривая в наибольшей степени базовые и общие элементы в качестве основного ствола такого дерева, проводит также дифференциацию наноматериалов с точки зрения их внутренних/внешних структур, их химической природы, и их физических, механических, биологических и других характеристик.

Классификация и категоризация наноматериалов с систематическим подходом, включающим логическую иерархию между их различными секторами, может быть полезна для широкого круга научных и инженерных дисциплин, применяемых в исследованиях, промышленности, и управлении. Имея ввиду различные обоснования и требования, возможны значительно различающиеся представления и предположения, связанные с возникающими научными концепциями. Результатом этого может быть плохая взаимосвязь и недостаток взаимодействия между различными системами, дублирование усилий различных групп, стремящихся определить концепции и стандарты, соответствующие различным направлениям работ. Распространение в обществе представления о дереве нанотехнологий выгодно промышленности, потребителям и регулирующим организациям, позволяя создавать ясные и полезные взаимосвязи. Система классификации дерева нанотехнологий может быть использована для применения концепций нанотехнологий в данном контексте, позволяя определить взаимосвязи между концепциями. Такой подход предоставляет пользователям возможность структурированной оценки методов нанотехнологии и облегчает общее понимание её основных концепций.

<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/9b20476e-a0ca-43a6-91e7->

Данный Технический отчёт представляет собой общее описание существующих в настоящий момент представлений о структуре и взаимосвязях в этой развивающейся области. Он содержит текущие данные в рассматриваемой области в конкретный момент времени, которые могут быть пересмотрены при дальнейшем развитии. Эти данные основаны на иллюстративном подходе к развивающимся взаимосвязям и представлениям, а не на исчерпывающем исследовании возможных методов классификации наноматериалов. Он не исключает другие достаточно обоснованные методы классификации, которые могут быть разработаны в настоящее время или в будущем в области нанотехнологий.

Данная классификация объектной области нанотехнологий распределяет концепции доменов по соответствующим категориям и показывает взаимосвязи между концепциями. Первичная задача состоит в идентификации таких концепций, которые могут помочь при правильной категоризации объектных доменов. Данная система имеет несколько целей. Основные задачи и возможности предлагаемого дерева нанотехнологий могут быть суммированы следующим образом:

- a) предоставление базовой системы классификации различных типов наноматериалов;
- b) указание необходимых стандартных методик описания характеристик наноматериалов, представляющих интерес (должно быть выполнено в ISO/TC 229/WG 2);
- c) обеспечение идентификации важнейших характеристик/свойств конкретных наноматериалов в научных журналах и в патентах, с помощью поисковой машины базы данных путём предоставления необходимых ключевых слов для использования Рабочими Группами ISO/TC 229, включая работу ISO/TC 229/WG 4 по техническим условиям на материалы;
- d) обеспечение разработки “структуры номенклатуры” требующейся для создания логической и систематической терминологии в области наноматериалов.

Настоящий Технический отчёт разрабатывался в течение того же периода времени, когда выполнялось развитие терминологической иерархии, управляющей созданием определений в логическом порядке их приоритетов. Это неизбежно приводило к возникновению различий в структурном представлении полей. “Дерево нанотехнологий” разрабатывалось с учётом требований согласования с научными представлениями, лежащими в основе нанотехнологии, что становится ясно в данном Техническом отчёте. В отличие от этого, типы иерархии применяемой в нанотехнологиях терминологии структурированы в соответствии с логическими требованиями языка и необходимостью взаимного согласования определений в рамках этих структур. Тем не менее, всесторонняя методология классификации и категоризации различных наноматериалов, предлагаемая в настоящем Техническом отчёте, предусматривает соответствие со структурой терминологии в ISO/TC 229. Оба подхода имеют свои соответствующие правила и обоснования построения и структуры и предназначаются для различных целей и потребностей. Их единственная общая характеристика состоит в том, что они оба будут развиваться с течением времени.

В настоящем Техническом отчёте не предусматривается определение терминов в соответствии с параллельно продолжающейся работой по разработке терминов, указанной выше. Термины, утверждённые в ISO/TC 229/WG 1 приведены на Рисунке 2 курсивом.

iTeh STANDARD PREVIEW (standards.iteh.ai)

[ISO/TR 11360:2010](https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/9b20476e-a0ca-43a6-91e7-3a1910809c15/iso-tr-11360-2010)

<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/9b20476e-a0ca-43a6-91e7-3a1910809c15/iso-tr-11360-2010>

Нанотехнологии. Методология классификации и категоризации наноматериалов

1 Область применения

В настоящем Техническом отчёте описывается система классификации, называемая “деревом нанотехнологий”, на основе которой может быть присвоена категория широкому диапазону базисных наноматериалов, включая нанобъекты, наноструктуры и нанокомпозиты, имеющие широкое разнообразие различных физических, химических, магнитных и биологических характеристик.

Однако представленная в настоящем Техническом отчёте система классификации не охватывает полностью весь диапазон наноматериалов.

2 Структура дерева нанотехнологий

Учитывая неоспоримую роль размеров при формировании различных характеристик этих материалов, в представленном здесь дереве нанотехнологий размер используется в качестве основного элемента классификации параметров на первом этапе. На основании данных обзоров литературы в Ссылках [1] - [10], присваивание размера наноматериалам может рассматриваться согласно двум альтернативным методологиям:

- a) методология, основанная на пространственных размерах;
- b) методология, основанная на квантовых ограничениях (QC).

Методология, основанная на пространственных размерах, рассматривает любые внешние размеры материала в наномасштабе (между 1 нм и 100 нм) в качестве размера, причём размеры больше 100 нм не учитываются. Следовательно, если например два внешних размера материала соответствуют наномасштабу, а третий размер больше 100 нм, материал рассматривается как двумерный (2D) материал.

Методология, основанная на квантовых ограничениях, учитывает тот факт, что когда размер твёрдого материала становится сравнимым с длиной волны частиц, взаимодействующих с такой системой, свободные носители будут ограничены. Такая система называется имеющей “квантовые ограничения”.

Необходимо отметить, что при сравнении их друг с другом обе эти методологии имеют определённые преимущества и недостатки. Например, в случае модели квантового ограничения определение размеров требует использования информации о поведении электронной волновой функции, которая обычно не доступна достаточно легко вне научного сообщества. С другой стороны, присваивание точного размера, ниже которого квантовые ограничения будут играть доминирующую роль в различных материалах, также непростая задача. Более того, применение такой методологии к комплексным наноматериалам, например нанокомпозитам или мезопористым плёнкам и слоям, может быть затруднительным. На основании этой модели интерпретация нулевых размеров для квантовых точек более реальна.

В случае методологии размеров, хотя описанные выше трудности не присутствуют сами по себе при присваивании размеров, такая система не реализует очень важный эффект квантового ограничения, который оказывает несомненно замечательное влияние на различные свойства наноматериалов. Размерный подход является предпочтительным методом, выбранным в настоящем Техническом отчёте. Необходимо повторно отметить, что дерево нанотехнологий, представленное здесь, может не

включать весь диапазон наноматериалов, но при использовании в данной системе классификации систематического подхода возможно дальнейшее развитие и применение дополнительных этапов принятого метода, направленных на решение этих важных задач.

Рисунок 1 иллюстрирует различные части дерева нанотехнологий. Как показано на Рисунке 1, оно состоит из четырёх основных колонок. После классификации различных наноматериалов на основании их размеров в первой колонке, они последовательно подразделяются на основании их внутренних/внешних структур в следующей колонке. Далее, на следующем этапе, происходит дальнейшее деление в соответствии с их химической природой/идентичностью, за которыми следует различное поведение и характеристики (например электронные, химические, механические, биологические). К этому следует добавить, что информация относительно коммерческого применения, возможного для конкретных материалов исходя из их выявленных свойств, может быть дополнительно разработана в аналогичном формате дерева нанотехнологий.

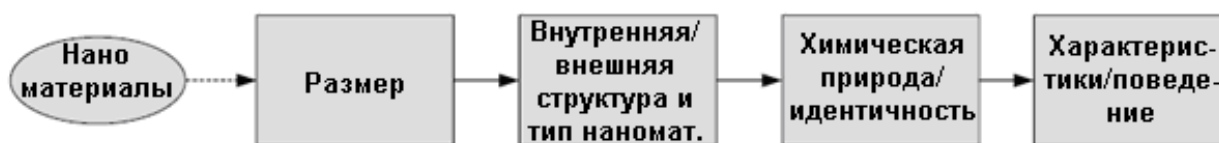


Рисунок 1 — Упрощённая схема дерева нанотехнологий, основанная на размерном подходе

3 Подробное описание дерева нанотехнологий

На Рисунке 2 проиллюстрированы первые две колонки дерева нанотехнологий (обозначенные как C1 и C2). В колонке C1 наноматериалы классифицированы как 1D, 2D и 3D. В колонке C2 каждая из этих колонок подразделяется на одно- или многокомпонентные нанообъекты или наноструктурные материалы. Здесь под многокомпонентным нанообъектом подразумевается объект, состоящий из зон или областей, имеющих поддающиеся идентификации локальные химические и структурные флуктуации. Далее, имеющие наноструктуру типа 1D, 2D и 3D материалы могут также относиться к наноструктурам, состоящим из нанообъектов типа 1D, 2D и 3D или содержащих некоторое количество дискретных параметров в наномасштабе. Кроме того, различные типы нанообъектов и наноструктур представлены в присвоенных им позициях в следующей дополнительной колонке C2S на Рисунке 2. Показанные здесь варианты являются просто ограниченными типичными примерами заполнения колонок. Для целей будущего развития использованы репрезентативные прямоугольники (пунктирные линии показывают места возможного расширения дерева нанообъектов в будущем). Кроме того, как уже отмечалось, на основании методологии размеров (D), дифференциация между нанообъектами 1D, 2D и 3D связана с размерами. Учитывая это для упрощения другие варианты (такие как 2D нанопластины или 3D нанотрубки) не показаны на этом этапе на дереве нанотехнологий.

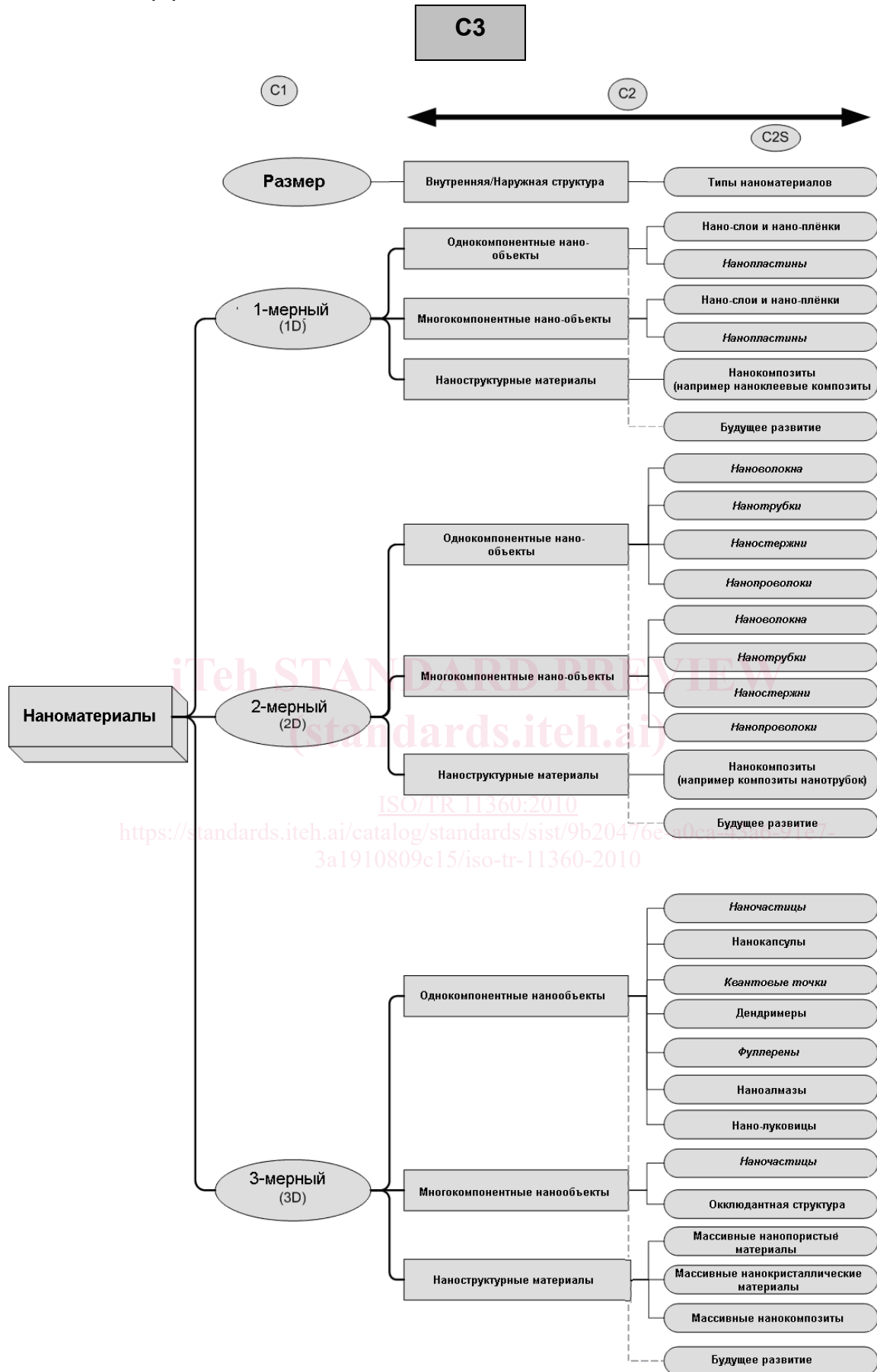
На рисунках 3 и 4 показаны также колонки C3 и C4 дерева нанотехнологий, соответственно. На Рисунке 3, приведена колонка C3, содержащая классификацию предварительно подразделённых нанообъектов и наноструктур исходя из их химической идентичности/природы. Учитывая эти характеристики, они разделены на подгруппы, соответствующие металлическим, керамическим, синтетическим или природным полимерам, полуметаллам, основанным на углероде и органическим материалам (см. Рисунок 3). Такая дифференциация подчёркивает тот факт, что влияние химической природы или типа связи на общие свойства наноматериалов также нельзя не учитывать, помимо влияния размеров. Необходимо отметить, что композитные наноматериалы могут содержать по крайней мере две или более компоненты из колонки C3. Учитывая это, различные типы нанокомпозитов, состоящих из различных типов нанообъектов и наноструктур, имеющих различные размерные параметры и химические свойства, включённых в известную матрицу, могут рассматриваться как представленные ячейкой нанокомпозитов перед колонкой C3. Например дисперсия 1D наноглины (керамический нанообъект) в полимерной матрице может рассматриваться как 1D нанокомпозит керамики/полимера. В другом случае, дисперсию 2D TiO₂ в качестве керамического нанообъекта в органической матрице (см. ссылку [11]) можно считать 2D нанокомпозитом керамики/органического материала. Тем не менее, возможно, что могут существовать

некоторые материалы, которые в настоящее время не могут быть классифицированы в рамках дерева нанотехнологий.

Четвёртая колонка (C4) дерева нанотехнологий на Рисунке 4 показывает различные соответствующие физические, механические, химические, биологические и комбинированные характеристики наноматериалов. Они были выбраны на основании их представления в литературе, понимания их параметров, которые могут быть вероятно усилены или повышены при использовании нанотехнологий, и их значимости в науке о материалах. Таким образом, для классификации конкретных нанообъектов и наноструктур могут быть использованы их ключевые свойства. Физические свойства, которые необходимо учитывать, включают магнитные, электрические, оптические, тепловые и акустические характеристики. Кроме того, следующие комбинированные характеристики также учитываются при каталогизации наноматериалов: магнито-оптические, электро-оптические, пьезоэлектрические, термоэлектрические, пирозлектрические и электромагнитные. Эти вышеупомянутые свойства затем дополнительно подразделяются (на подкатегории), на основании различных поддающихся измерению характеристик и параметров. Они представлены на Рисунках 5 - 27. Однако цель данного Технического отчёта состоит не только в фактической оценке каждой из индивидуальных характеристик в настоящее время, но в большей степени в классификации самих наноматериалов. В настоящее время общепризнано, что классификация по качественным признакам часто может потребовать разработки общей терминологии и необходимых методов испытаний, позволяющих выполнить классификацию. Даже относительно простой вопрос измерения размера наночастиц представляет большие трудности с этой точки зрения. Таким образом, для полной реализации потенциальных возможностей данной схемы классификации всё ещё необходима разработка соответствующих определений и стандартизованных методик измерения.

4 Заключение

Как отмечено ранее, дерево нанотехнологий показывает текущий уровень понимания структуры и взаимосвязей наноматериалов, и предоставляет средства для их классификации. Дерево нанотехнологий использует размеры и ключевые функциональные характеристики для описания различий между наноматериалами и взаимосвязей между ними. Полезность такой системы информации состоит, например, в том, что она позволяет каждому пользователю найти коммерческие применения, основанные на одной или более характеристике, свойственной данной подкатегории, и объединить эту информацию с типом наноматериала(ов), классифицированных как соответствующие этому свойству или характеристике. Она также полезна для использования в качестве перечня различных типов наноматериалов, способствуя пониманию типов продукции, которые находят применение и учитываются при разработке стандартов. С этой точки зрения дерево нанотехнологий является также средством коммуникации. Дерево нанотехнологий должно пересматриваться и расширяться по мере развития в этой области, не препятствуя использованию других полностью обоснованных систем классификации в области нанотехнологии.



ПРИМЕЧАНИЕ Суб-колонка C2S содержит примеры типичных наноматериалов, которые могут быть классифицированы на основе размеров, внутренней и наружной структуры.

Рисунок 2 — Колонки классификации наноматериалов, основанной на размерах, внутренней и внешней структуре

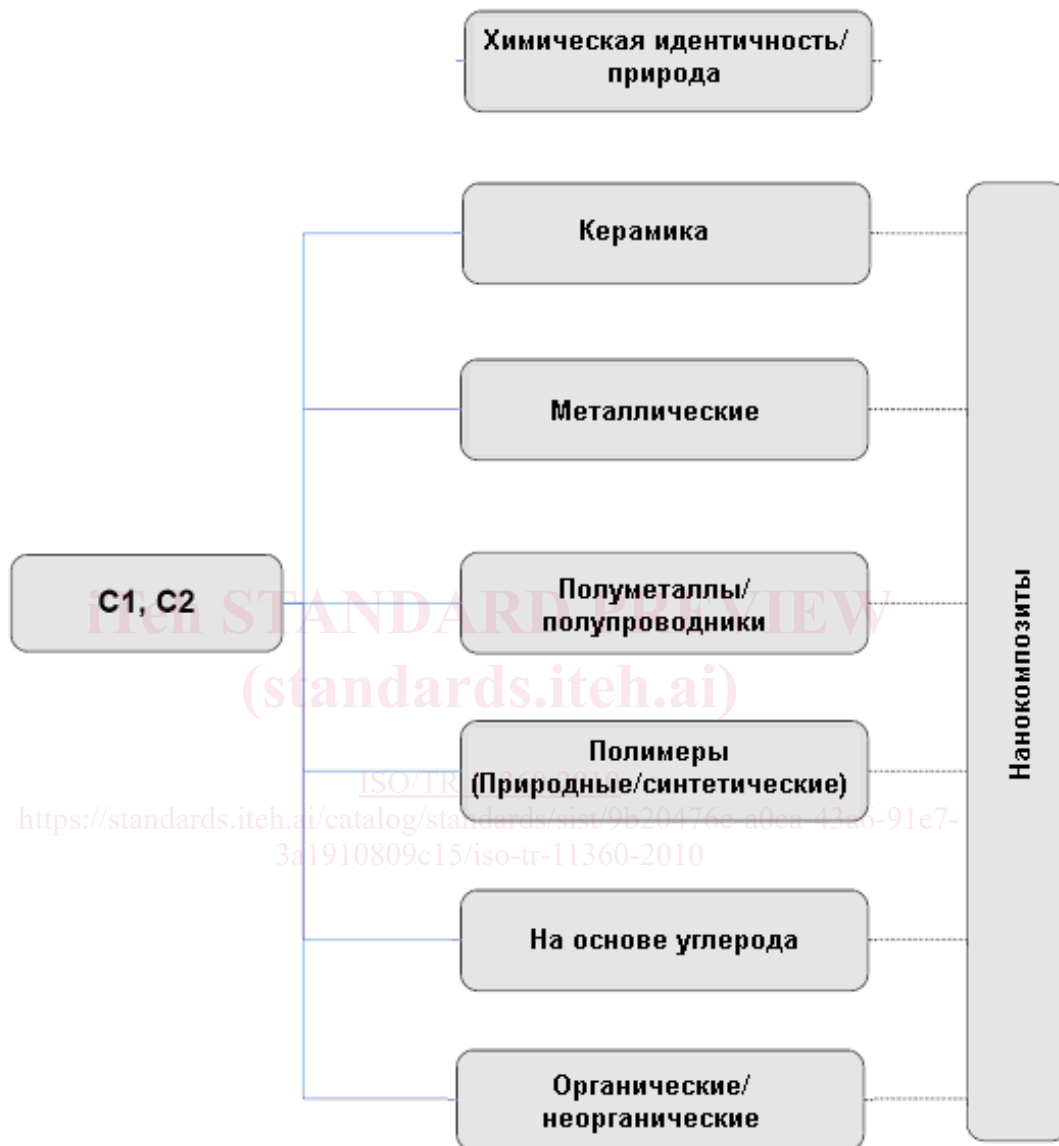
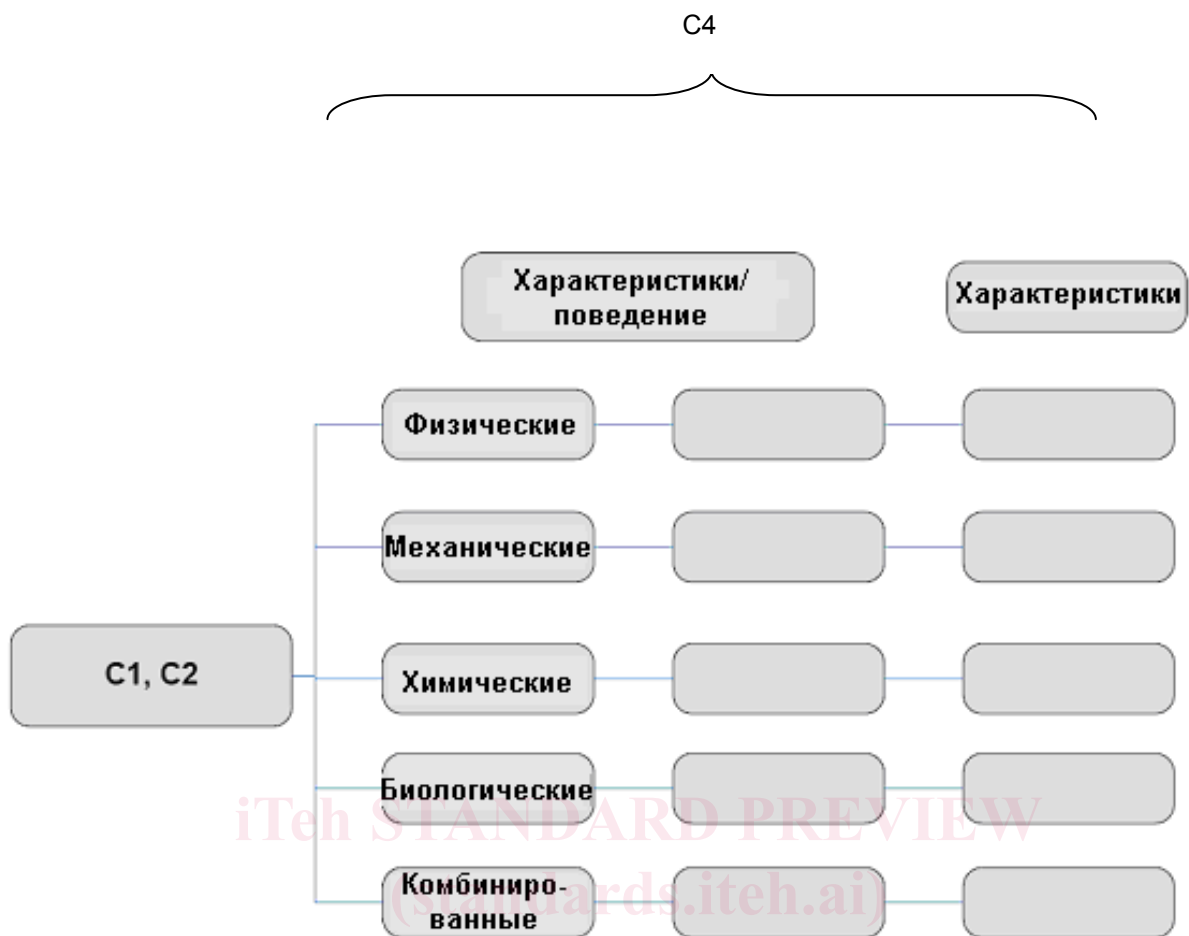


Рисунок 3 — Дальнейшая классификация колонок С1 и С2 по химической идентичности/свойствам



iTeh STANDARD PREVIEW
(standards.iteh.ai)

[ISO/TR 11360:2010](https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/9b20476e-a0ca-43a6-91e7-3a1910809c15/iso-tr-11360-2010)

<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/9b20476e-a0ca-43a6-91e7-3a1910809c15/iso-tr-11360-2010>

Рисунок 4 — Дальнейшая классификация колонок C1, C2 и C3 по свойствам/поведению и характеристикам