

---

МЕЖГОСУДАРСТВЕННЫЙ СОВЕТ ПО СТАНДАРТИЗАЦИИ, МЕТРОЛОГИИ И СЕРТИФИКАЦИИ  
(МГС)

INTERSTATE COUNCIL FOR STANDARDIZATION, METROLOGY AND CERTIFICATION  
(ISC)

---

МЕЖГОСУДАРСТВЕННЫЙ  
СТАНДАРТ

**ГОСТ**  
**ISO/TS 80004-8—**  
**2016**

---

# НАНОТЕХНОЛОГИИ

Часть 8

**Процессы нанотехнологического производства**

**Термины и определения**

(ISO/TS 80004-8:2013, Nanotechnologies — Vocabulary — Part 8:  
Nanomanufacturing processes, IDT)

Издание официальное



Москва  
Стандартинформ  
2020

## Предисловие

Цели, основные принципы и общие правила проведения работ по межгосударственной стандартизации установлены ГОСТ 1.0 «Межгосударственная система стандартизации. Основные положения» и ГОСТ 1.2 «Межгосударственная система стандартизации. Стандарты межгосударственные, правила и рекомендации по межгосударственной стандартизации. Правила разработки, принятия, обновления и отмены»

### Сведения о стандарте

1 ПОДГОТОВЛЕН Федеральным государственным унитарным предприятием «Всероссийский научно-исследовательский институт стандартизации и сертификации в машиностроении» (ВНИИНМАШ) на основе собственного перевода на русский язык англоязычной версии документа, указанного в пункте 5

2 ВНЕСЕН Межгосударственным техническим комитетом по стандартизации МТК 441 «Нанотехнологии»

3 ПРИНЯТ Межгосударственным советом по стандартизации, метрологии и сертификации (протокол от 25 октября 2016 г. № 92-П)

За принятие проголосовали:

| Краткое наименование страны<br>по МК (ИСО 3166) 004—97 | Код страны<br>по МК (ИСО 3166) 004—97 | Сокращенное наименование национального органа<br>по стандартизации |
|--------------------------------------------------------|---------------------------------------|--------------------------------------------------------------------|
| Беларусь                                               | BY                                    | Госстандарт Республики Беларусь                                    |
| Киргизия                                               | KG                                    | Кыргызстандарт                                                     |
| Россия                                                 | RU                                    | Росстандарт                                                        |
| Таджикистан                                            | TJ                                    | Таджикстандарт                                                     |

4 Приказом Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии от 9 ноября 2016 г. № 1648-ст межгосударственный стандарт ГОСТ ISO/TS 80004-8—2016 введен в действие в качестве национального стандарта Российской Федерации с 1 июля 2017 г.

5 Настоящий стандарт идентичен международному документу ISO/TS 80004-8:2013 «Нанотехнологии. Словарь. Часть 8. Процессы нанопроизводства» («Nanotechnologies — Vocabulary — Part 8: Nanomanufacturing processes», IDT).

Наименование настоящего стандарта изменено относительно наименования указанного международного документа для приведения в соответствие с ГОСТ 1.5 (подраздел 3.6).

Международный документ разработан Техническим комитетом по стандартизации ISO/TC 229 «Нанотехнологии» Международной организации по стандартизации (ISO).

Стандарт подготовлен на основе применения ГОСТ Р 56662—2015/ISO/TS 80004-8:2013\*

6 ВВЕДЕН ВПЕРВЫЕ

7 ПЕРЕИЗДАНИЕ. Август 2020 г.

\* Приказом Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии от 9 ноября 2016 г. № 1648-ст ГОСТ Р 56662—2015/ISO/TS 80004-8:2013 отменен с 1 июля 2017 г.

*Информация о введении в действие (прекращении действия) настоящего стандарта и изменений к нему на территории указанных выше государств публикуется в указателях национальных стандартов, издаваемых в этих государствах, а также в сети Интернет на сайтах соответствующих национальных органов по стандартизации.*

*В случае пересмотра, изменения или отмены настоящего стандарта соответствующая информация будет опубликована на официальном интернет-сайте Межгосударственного совета по стандартизации, метрологии и сертификации в каталоге «Межгосударственные стандарты»*

© ISO, 2013 — Все права сохраняются  
© Стандартиформ, оформление, 2016, 2020



В Российской Федерации настоящий стандарт не может быть полностью или частично воспроизведен, тиражирован и распространен в качестве официального издания без разрешения Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии

## Содержание

|                                                                                                                                                                                           |    |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| 1 Область применения . . . . .                                                                                                                                                            | 1  |
| 2 Термины и определения понятий, установленные в других стандартах серии ISO/TS 80004 . . . . .                                                                                           | 1  |
| 3 Термины и определения основных понятий, относящихся к процессам нанотехнологического производства . . . . .                                                                             | 3  |
| 4 Термины и определения понятий, относящихся к процессам направленной сборки . . . . .                                                                                                    | 4  |
| 5 Термины и определения понятий, относящихся к процессам самосборки . . . . .                                                                                                             | 4  |
| 6 Термины и определения понятий, относящихся к процессам синтеза наноматериалов . . . . .                                                                                                 | 5  |
| 6.1 Термины и определения понятий, относящихся к процессам физического осаждения из газовой фазы . . . . .                                                                                | 5  |
| 6.2 Термины и определения понятий, относящихся к процессам химического осаждения из газовой фазы . . . . .                                                                                | 6  |
| 6.3 Термины и определения понятий, относящихся к физическим методам синтеза в жидкой фазе . . . . .                                                                                       | 7  |
| 6.4 Термины и определения понятий, относящихся к химическим методам синтеза в жидкой фазе . . . . .                                                                                       | 7  |
| 6.5 Термины и определения понятий, относящихся к физическим методам синтеза в твердой фазе . . . . .                                                                                      | 8  |
| 6.6 Термины и определения понятий, относящихся к химическим методам синтеза в твердой фазе . . . . .                                                                                      | 10 |
| 7 Термины и определения понятий, относящихся к процессам изготовления продукции . . . . .                                                                                                 | 10 |
| 7.1 Термины и определения понятий, относящихся к процессам литографии в нанодиапазоне . . . . .                                                                                           | 10 |
| 7.2 Термины и определения понятий, относящихся к процессам осаждения . . . . .                                                                                                            | 13 |
| 7.3 Термины и определения понятий, относящихся к процессам травления . . . . .                                                                                                            | 15 |
| 7.4 Термины и определения понятий, относящихся к процессам печати и нанесения покрытий . . . . .                                                                                          | 18 |
| Приложение А (справочное) Классификация процессов синтеза в зависимости от применения исходных наноматериалов или нанообъектов, применяемых для производства конечной продукции . . . . . | 19 |
| Алфавитный указатель терминов на русском языке . . . . .                                                                                                                                  | 22 |
| Алфавитный указатель эквивалентов терминов на английском языке . . . . .                                                                                                                  | 27 |
| Библиография . . . . .                                                                                                                                                                    | 32 |



## Введение

Нанотехнологическое производство — это применение научных открытий и новых знаний в области нанотехнологий для изготовления продукции наноиндустрии.

Продвижение нанотехнологий из научных лабораторий в массовое производство требует тщательного изучения стадий жизненного цикла продукции наноиндустрии, включая разработку и постановку продукции на производство, ее надежность и качество, управление производственными процессами и их контроль, а также вопросов обеспечения безопасности при производстве, поставке, применении и утилизации продукции наноиндустрии для сотрудников предприятий, потребителей и окружающей среды. В рамках нанотехнологического производства осуществляется освоение в промышленных масштабах процессов самосборки и направленной самосборки, синтеза наноматериалов и изготовления на их основе продукции, например, с применением литографии или биологических процессов. В нанотехнологическом производстве применяют технологии «снизу вверх» и «сверху вниз», позволяющие изготавливать объекты или системы объектов на молекулярном уровне с последующим их встраиванием в более крупные объекты или системы объектов.

Объекты и материалы при их преобразовании с помощью нанотехнологий изменяют свои свойства. Свойства конечной продукции наноиндустрии зависят от совокупности свойств нанообъектов и наноматериалов, использованных при ее изготовлении.

В настоящий стандарт не включены термины и определения понятий, относящихся к процессам нанотехнологического производства, основанным на применении законов биологии в нанотехнологиях. Однако, учитывая быстрое развитие нанобиотехнологий, в дальнейшем настоящий стандарт будет дополнен новыми терминами или будет разработан отдельный стандарт серии ISO 80004, включающий термины и определения понятий, относящихся к процессам обработки биологических наноматериалов и применению законов биологии при производстве новых наноматериалов. Также будут установлены термины и определения понятий, относящихся к другим развивающимся отраслям наноиндустрии, например, к изготовлению нанокomпозиционных материалов и электронных устройств на рулонах из гибкого пластика или металлической фольги (изготовление roll-to-roll).

Понятие «нанотехнологическое производство» следует отличать от понятия «наноизготовление», так как понятие «нанотехнологическое производство» включает не только способы изготовления наноматериалов, в том числе синтез, но и методы их обработки.

Настоящий стандарт устанавливает термины и определения понятий, относящихся к процессам, применяемым на стадиях разработки и постановки продукции на производство, например, к синтезу наноматериалов с заданными свойствами. Наноматериалы изготавливают как продукцию производственно-технического назначения для выпуска конечной продукции, например, наноматериалы применяют при производстве композиционных материалов или в качестве компонентов различных систем или устройств. Процессы нанотехнологического производства являются большой и разнообразной группой производственных процессов, применяемых в следующих отраслях:

- полупроводниковая промышленность (цель которой — создание микропроцессоров меньшего размера, более эффективных и быстродействующих, с элементами размером менее 100 нм);
- производство электроники и телекоммуникационного оборудования;
- аэрокосмическая и оборонная промышленность;
- энергетика и транспорт;
- химическая промышленность, включая производство пластмассы и керамики;
- лесная, деревообрабатывающая и целлюлозно-бумажная промышленность;
- пищевая промышленность и производство упаковки для пищевых продуктов;
- биомедицина, биотехнологии и фармацевтическая промышленность;
- биологическая рекультивация;
- легкая и парфюмерно-косметическая промышленность, включая производство одежды и товаров личной гигиены.

Ежегодно в обращение на мировой рынок поступают тысячи тонн наноматериалов, применяемых в вышеуказанных отраслях, например, технический углерод и коллоидный диоксид кремния. В ближайшем будущем будут разработаны новые наноматериалы, которые внесут существенные изменения в развитие таких отраслей, как биотехнологии, технологии очистки воды и энергетика.

В настоящем стандарте термины и определения понятий объединены в разделы и подразделы, относящиеся к определенной группе или подгруппе процессов нанотехнологического производства. Раздел 6 состоит из подразделов, включающих термины и определения понятий, относящихся к про-

цессам нанотехнологического производства в зависимости от агрегатного состояния исходного материала. Например, на этапе, предшествующем изготовлению наночастиц, исходный материал находится в газовой/жидкой/твердой фазе, при этом агрегатное состояние материала подложки и вспомогательных материалов в данной классификации процессов не учитывают. В качестве примера можно привести термин «формирование нановолокон по механизму роста «пар — жидкость — кристалл», который в настоящем стандарте помещен в подраздел 6.2 «Термины и определения понятий, относящихся к процессам химического осаждения из газовой фазы», так как исходным материалом в данном процессе является газообразное углеродное вещество. Вспомогательный материал — частицы железа, содержащиеся в растворе (жидкий катализатор), адсорбируют на своей поверхности исходный газообразный материал до уровня перенасыщения, формируя углеродные нановолокна. Классификация процессов синтеза в зависимости от применения исходных наноматериалов или нанообъектов, применяемых для производства конечной продукции, приведена в приложении А.

Стандартизованные термины, относящиеся к процессам нанотехнологического производства, позволяют обеспечить взаимопонимание между организациями и отдельными специалистами из разных стран, будут способствовать скорейшему переходу нанотехнологий из научно-исследовательских лабораторий к серийному выпуску и коммерциализации продукции наноиндустрии.

Сведения о ранее разработанной терминологии, относящейся к нанотехнологическому производству, представлены в библиографии [1].

Установленные в настоящем стандарте термины расположены в систематизированном порядке, отражающем систему понятий в области нанотехнологий, относящихся к процессам нанотехнологического производства.

Для каждого понятия установлен один стандартизованный термин.

Термины-синонимы приведены в качестве справочных данных и не являются стандартизованными.

Помета, указывающая на область применения многозначного термина, приведена в круглых скобках светлым шрифтом после термина. Помета не является частью термина.

Приведенные определения можно при необходимости изменять, вводя в них произвольные признаки, раскрывая значения используемых в них терминов, указывая объекты, относящиеся к определенному понятию. Изменения не должны нарушать объем и содержание понятий, определенных в настоящем стандарте.

В стандарте приведены иноязычные эквиваленты стандартизованных терминов на английском языке.

В стандарте приведен алфавитный указатель терминов на русском языке, а также алфавитный указатель эквивалентов терминов на английском языке.

Стандартизованные термины набраны полужирным шрифтом, их краткие формы, представленные аббревиатурой, и иноязычные эквиваленты — светлым, синонимы — курсивом.

**Поправка к ГОСТ ISO/TS 80004-8—2016 Нанотехнологии. Часть 8. Процессы нанотехнологического производства. Термины и определения**

| В каком месте                     | Напечатано | Должно быть |    |                                        |
|-----------------------------------|------------|-------------|----|----------------------------------------|
| Предисловие. Таблица согласования | —          | Туркмения   | ТМ | Главгосслужба<br>«Туркменстандартлары» |

(ИУС № 1 2023 г.)

## НАНОТЕХНОЛОГИИ

## Часть 8

## Процессы нанотехнологического производства

## Термины и определения

Nanotechnologies. Part 8. Nanomanufacturing processes.  
Terms and definitions

Дата введения — 2017—07—01

## 1 Область применения

Настоящий стандарт является частью серии стандартов ISO/TS 80004 и устанавливает термины и определения понятий в области нанотехнологий, относящихся к процессам нанотехнологического производства.

Не все процессы, термины и определения которых установлены в настоящем стандарте, осуществляют в нанодиапазоне. В зависимости от возможностей управления такими процессами для изготовления продукции в качестве исходных материалов применяют и наноматериалы, и обычные материалы.

Настоящий стандарт не распространяется на оборудование, вспомогательные материалы и методы контроля, применяемые в процессах нанотехнологического производства.

## 2 Термины и определения понятий, установленные в других стандартах серии ISO/TS 80004

В настоящем разделе приведены термины и определения, установленные в других стандартах серии ISO/TS 80004, необходимые для понимания текста настоящего стандарта.

## 2.1

|                                                                              |                         |
|------------------------------------------------------------------------------|-------------------------|
| <b>углеродная нанотрубка</b> ; УНТ: Нанотрубка (2.9), состоящая из углерода. | carbon nanotube;<br>CNT |
|------------------------------------------------------------------------------|-------------------------|

Примечание — Углеродные нанотрубки обычно состоят из свернутых слоев графена, в том числе одностенные углеродные нанотрубки и многостенные углеродные нанотрубки.

[ISO/TS 80004-3:2010, статья 4.3]

## 2.2

|                                                                                                                                                                       |               |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------|
| <b>нанокомпозиционный материал</b> ; нанокompозит: Твердое вещество, состоящее из двух или более разделенных фаз, из которых одна или более являются наноматериалами. | nanocomposite |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------|

## Примечания

1 Нанокompозит не содержит газовую наноматериальную фазу. Газовую наноматериальную фазу содержит нанопористый материал.

2 Материал, наноматериальная фаза которого получена только методом осаждения, не является нанокompозиционным.

[ISO/TS 80004-4:2011, статья 3.2]

## 2.3

**нановолокно:** Нанообъект, линейные размеры которого по двум измерениям находятся в нанодиапазоне (2.7), а по третьему измерению значительно больше. nanofibre

## Примечания

- 1 Нановолокно может быть гибким или жестким.
- 2 Два сходных линейных размера по двум измерениям не должны отличаться друг от друга более чем в три раза, а размеры по третьему измерению должны превосходить размеры по первым двум измерениям более чем в три раза.
- 3 Наибольший линейный размер может находиться вне нанодиапазона (2.7).

[ISO/TS 27687:2008, статья 4.3]

## 2.4

**наноматериал:** Твердый или жидкий материал, полностью или частично состоящий из структурных элементов, размер которых хотя бы по одному измерению находится в нанодиапазоне (2.7). nanomaterial

## Примечания

- 1 Наноматериал является общим термином для таких понятий, как «совокупность нанообъектов» (2.5) и «наноструктурированный материал» (2.8).
- 2 См. также «технический наноматериал», «промышленный наноматериал» и «побочный наноматериал».

[ISO/TS 80004-1:2010, статья 2.4]

## 2.5

**нанообъект:** Материальный объект, линейные размеры которого по одному, двум или трем измерениям находятся в нанодиапазоне (2.7). nano-object

Примечание — Данный термин распространяется на все дискретные объекты, линейные размеры которых находятся в нанодиапазоне.

[ISO/TS 80004-1:2010, статья 2.5]

## 2.6

**наночастица:** Нанообъект (2.5), линейные размеры которого по всем трем измерениям находятся в нанодиапазоне (2.7). nanoparticle

Примечание — Если по одному или двум измерениям размеры нанообъекта (2.5) значительно больше, чем по третьему измерению (как правило, более чем в три раза), то вместо термина «наночастица» можно использовать термины «нановолокно» (2.3) или «нанопластина».

[ISO/TS 27687:2008, статья 4.1]

## 2.7

**нанодиапазон:** Диапазон линейных размеров приблизительно от 1 до 100 нм. nanoscale

## Примечания

- 1 Верхнюю границу этого диапазона принято считать приблизительной, так как в основном уникальные свойства нанообъектов за ней не проявляются.
- 2 Нижнее предельное значение в этом определении (приблизительно 1 нм) введено для того, чтобы исключить из рассмотрения в качестве нанообъектов (2.5) или элементов наноструктур отдельные атомы или небольшие группы атомов.

[ISO/TS 80004-1:2010, статья 2.1]

## 2.8

**наноструктурированный материал:** Материал, имеющий внутреннюю или поверхностную наноструктуру. nanostructured material

**Примечание** — Настоящее определение не исключает наличия у нанобъекта (2.5) внутренней или поверхностной структуры. Рекомендуется применять термин «нанобъект» к элементу наноструктурированного материала, если его линейные размеры по одному, двум или трем измерениям находятся в нанодиапазоне. [ISO/TS 80004-4:2011, статья 2.11]

## 2.9

|                                                                                |          |
|--------------------------------------------------------------------------------|----------|
| <b>нанотрубка:</b> Полое нановолокно (2.3).<br>[ISO/TS 27687:2008, статья 4.4] | nanotube |
|--------------------------------------------------------------------------------|----------|

### 3 Термины и определения основных понятий, относящихся к процессам нанотехнологического производства

**3.1 нанотехнологическое производство «снизу вверх»:** Технология, основанная на применении атомов, молекул и/или нанобъектов в качестве исходного материала для формирования более крупных и функционально сложных структур или конструкций различных объектов. bottom up nanomanufacturing

**3.2 соосаждение:** Осаждение одновременно двух или более исходных материалов. co-deposition

**Примечание** — К основным методам соосаждения относят: вакуумное напыление, термическое напыление, электроосаждение и осаждение твердых частиц суспензии.

**3.3 истирание:** Процесс дробления или измельчения исходного материала с целью уменьшения размеров его частиц. comminution

**3.4 направленная сборка (нанотехнологии):** Процесс формирования конструкций объекта в соответствии с заданным шаблоном, основанный на применении управляемых внешних воздействий к исходным нанобъектам. directed assembly

**3.5 направленная самосборка:** Процесс самосборки (3.11) в соответствии с заданным шаблоном, происходящий под управляемыми внешними воздействиями. directed self-assembly

**Примечание** — Процесс направленной самосборки может происходить под действием приложенного силового поля, сил потока жидкости, введенного в исходное вещество химического реагента или по заданному шаблону.

**3.6 литография:** Процесс формирования структуры объекта или рельефного изображения путем воспроизведения заданного шаблона на подложке. lithography

**Примечание** — Шаблон изготавливают из материала, чувствительного к излучению, и осуществляют его перенос на подложку для формирования нужной структуры методами контактной печати или прямой записи.

**3.7 многослойное осаждение:** Процесс получения композиционных материалов со слоистой структурой путем последовательного осаждения на подложку двух или более исходных материалов. multilayer deposition

**3.8 нанотехнологическое изготовление:** Совокупность действий, направленных на преднамеренное изготовление объектов, устройств или их элементов, размеры которых находятся в нанодиапазоне (2.7), для коммерческих целей. nanofabrication

## 3.9

|                                                                                                                                                                                                                                             |                   |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------|
| <b>нанотехнологическое производство:</b> Преднамеренный синтез, изготовление или контроль наноматериалов, а также отдельные этапы процесса изготовления в нанодиапазоне (2.7) для коммерческих целей.<br>[ISO/TS 80004-1:2010, статья 2.11] | nanomanufacturing |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------|



## 3.10

|                                                                                                                                                                                                                                                                |                           |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------|
| <b>процесс нанотехнологического производства:</b> Совокупность мероприятий, направленных на преднамеренный синтез, изготовление или контроль наноматериалов (2.4), а также отдельные этапы процесса изготовления в нанодиапазоне (2.7) для коммерческих целей. | nanomanufacturing process |
| [ISO/TS 80004-1:2010, статья 2.12]                                                                                                                                                                                                                             |                           |

|                                                                                                                                                                                 |                           |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------|
| <b>3.11 самосборка:</b> Автономный процесс формирования структуры объекта в результате взаимодействия компонентов исходной структуры объекта.                                   | self-assembly             |
| <b>3.12 функционализация поверхности:</b> Процесс придания поверхности объекта заданных химических или физических свойств путем химического или физико-химического воздействия. | surface functionalization |
| <b>3.13 нанотехнологическое производство «сверху вниз»:</b> Технология получения нанообъектов из макроскопических объектов.                                                     | top-down                  |

#### 4 Термины и определения понятий, относящихся к процессам направленной сборки

|                                                                                                                                                                                                                                 |                               |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------|
| <b>4.1 сборка в электростатическом поле</b> (нанотехнологии): Процесс изменения направления или положения нанообъектов, являющихся элементами устройства или материала, под действием сил электростатического поля.             | electrostatic driven assembly |
| <b>4.2 распределение в потоке жидкости</b> (нанотехнологии): Процесс изменения направления или положения нанообъектов, являющихся элементами устройства или материала, под действием сил потока жидкости.                       | fluidic alignment             |
| <b>4.3 иерархическая сборка</b> (нанотехнологии): Технология, основанная на применении более одного процесса нанотехнологического производства (3.9) для управления сборкой объекта, осуществляемой в любой последовательности. | hierarchical assembly         |
| <b>4.4 сборка в магнитном поле</b> (нанотехнологии): Процесс изготовления объектов в соответствии с заданным шаблоном в нанодиапазоне (2.7) под действием сил магнитного поля.                                                  | magnetic driven assembly      |
| <b>4.5 сборка с учетом формы наночастиц</b> (нанотехнологии): Процесс получения заданной структуры или конфигурации объекта, основанный на применении наночастиц (2.6) определенной геометрической формы.                       | shape-based assembly          |
| <b>4.6 супрамолекулярная сборка:</b> Процесс сборки объекта из молекул или наночастиц (2.6) за счет нековалентных связей.                                                                                                       | supramolecular assembly       |
| <b>4.7 перенос «поверхность — поверхность»</b> (нанотехнологии): Процесс перемещения наночастиц (2.6) или объектов с поверхности одной подложки, на которой они были сформированы или собраны, на поверхность другой подложки.  | surface-to-surface transfer   |

#### 5 Термины и определения понятий, относящихся к процессам самосборки

|                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |                           |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------|
| <b>5.1 коллоидная кристаллизация</b> (нанотехнологии): Процесс получения вещества, состоящего из плотно расположенных по отношению друг к другу элементов, упорядоченных в периодические пространственные структуры, путем седиментации наночастиц (2.6) из раствора с образованием твердого осадка. | colloidal crystallization |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------|

**5.2 графоэпитаксия** (нанотехнологии): Процесс направленной самосборки (3.5) на поверхности объектов, имеющей неоднородности, размеры которых находятся в нанодиапазоне (2.7). graphioepitaxy

**Примечание** — К понятию «графоэпитаксия» относят процессы последовательного формирования пленок с одинаковой или отличной структурой на поверхности одной и той же кристаллической подложки.

**5.3 ионно-лучевое модифицирование поверхности** (нанотехнологии): Процесс изменения поверхности объекта пучком ускоренных ионов с целью формирования на ней неоднородностей, в том числе размерами в нанодиапазоне (2.7). ion beam surface reconstruction

**5.4 формирование пленки Ленгмюра — Блоджетт**: Процесс получения молекулярного монослоя на границе раздела двух сред (газовой и жидкой) с помощью специальной кюветы, разработанный Ирвингом Ленгмюром и Катариной Блоджетт. Langmuir — Blodgett film formation

**5.5 перенос пленки Ленгмюра — Блоджетт**: Процесс перемещения молекулярного монослоя, сформированного на границе раздела двух сред (газовой и жидкой), на твердую поверхность путем погружения в жидкость с данным монослоем и последующего извлечения из нее твердой подложки. Langmuir — Blodgett film transfer

**5.6 послойное электростатическое осаждение**: Процесс последовательного нанесения на поверхность подложки слоев полимерных материалов с противоположными знаками электрических зарядов. layer-by-layer deposition; LbL deposition

**5.7 модулированное осаждение веществ**: Процесс формирования чередующихся слоев двух или более веществ путем последовательного осаждения из газовой фазы каждого из исходных веществ на заданных участках подложки. modulated elemental reacted method

**5.8 самосборка монослоя**: Процесс формирования упорядоченного молекулярного слоя вещества, осаждаемого на твердую подложку из жидкой или газовой фазы под воздействием сил молекулярного сцепления с поверхностью подложки и сил слабого межмолекулярного взаимодействия. self-assembled monolayer formation; SAM formation

**5.9 механизм роста пленки Странского — Крастанова; механизм «послойного-плюс-островкового» роста пленки**: Процесс формирования пленки на подложке, начинающийся с образования двухмерного слоя и завершающийся образованием на нем групп связанных между собой атомов (островков). Stranski — Krastanow growth

## 6 Термины и определения понятий, относящихся к процессам синтеза наноматериалов

### 6.1 Термины и определения понятий, относящихся к процессам физического осаждения из газовой фазы

**6.1.1 холодное газодинамическое напыление**: Процесс получения покрытия из холодных и ускоренных частиц или наночастиц напыляемого порошка, при соударении которых с подложкой происходит их соединение, с применением сверхзвуковой струи инертного газа. cold gas dynamic spraying

**6.1.2 электронно-лучевое испарение**: Процесс получения материала путем преобразования исходного материала в газообразное состояние под воздействием потока электронов в условиях высокого или сверхвысокого вакуума и последующего осаждения материала на подложку. electron-beam evaporation

#### 6.1.3 Термины и определения понятий, относящихся к процессам электроискрового осаждения

**6.1.3.1 электроискровое осаждение**: Процесс получения покрытий импульсно-дуговой микросваркой, основанный на изменении физико-химических свойств поверхности под воздействием импульсных искровых разрядов, сопровождаемых отделением от обрабатываемого электрода вещества и переходом его на обрабатываемую поверхность (катод). electro-spark deposition



**6.1.4 Термины и определения понятий, относящихся к процессам высушивания вещества**

- 6.1.4.1 сублимационная сушка:** Процесс обезвоживания вещества или удаления из него растворителя путем быстрого замораживания вещества и дальнейшего выпаривания затвердевших воды или растворителя в условиях вакуума. freeze drying
- 6.1.4.2 распылительная сушка:** Процесс получения сухого порошка из жидкости или суспензии, основанный на впрыскивании капель жидкости или суспензии в поток нагретого до необходимой температуры газа и последующем осаждении твердых частиц. spray drying
- 6.1.5 быстрое расширение сверхкритических растворов:** Процесс извлечения вещества, основанный на распылении исходного вещества при температуре и давлении выше критических точек и последующем осаждении нанообъектов (2.5). supercritical expansion
- 6.1.6 суспензионное термическое напыление:** Процесс получения покрытия термическим напылением (7.2.16), в котором в качестве исходного материала применяют суспензию. suspension combustion thermal spray
- 6.1.7 электрический взрыв проволоки:** Процесс получения наночастиц (2.6) путем испарения исходного полупроводникового или проводникового материала в виде проволоки под действием импульса электрического тока высокой плотности с последующей конденсацией наночастиц. wire electric explosion
- 6.1.8 испарение:** Процесс перехода вещества из твердой или жидкой фазы в газовую или плазменную фазы. vaporization

**Примечания**

- 1 Процесс испарения применяют для осаждения материала на подложку. Процесс испарения лежит в основе процессов физического осаждения из газовой фазы (ФОГФ) [7].
- 2 Процессы ФОГФ в условиях высокого вакуума происходят при давлении в диапазоне от  $10^{-6}$  до  $10^{-9}$  торр, в условиях сверхвысокого вакуума — при давлении ниже  $10^{-9}$  торр.

**6.2 Термины и определения понятий, относящихся к процессам химического осаждения из газовой фазы****6.2.1 Термины и определения понятий, относящихся к процессам осаждения в условиях воздействия пламени****6.2.1.1**

|                                                                                                                                                                                                                                                 |                             |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------|
| <b>экзотермическое разложение жидкого вещества:</b> Процесс получения твердого агрегированного материала, в том числе наноматериала (2.4), осаждаемого на подложку в результате экзотермической реакции окисления раствора исходного материала. | liquid precursor combustion |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------|

[ISO 19353, статья 3.3, определение термина изменено]

- 6.2.1.2 плазменное распыление:** Процесс получения твердого агрегированного материала, в том числе наноматериала (2.4), осаждаемого на подложку, с применением плазменной струи, образованной источником ионизированного газа. plasma spray
- 6.2.1.3 пиролиз аэрозоля:** Процесс получения твердого агрегированного материала, в том числе наноматериала (2.4), осаждаемого на подложку в результате сжигания или нагревания до заданной температуры распыляемого исходного материала в виде аэрозоля. pyrogenesis
- 6.2.1.4 плазменное распыление жидкого вещества:** Процесс получения твердого агрегированного материала, в том числе наноматериала (2.4), осаждаемого на подложку в результате воздействия струи термической (равновесной) плазмы на распыляемый раствор исходного материала и его последующего охлаждения. solution precursor plasma spray

|                                                                                                                                                                                                                                                                                  |                                                       |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------|
| 6.2.1.5 <b>термическое разложение жидкого вещества:</b> Процесс получения твердого агрегированного материала, в том числе наноматериала (2.4), осаждаемого на подложку в результате нагревания до заданной температуры распыляемого исходного жидкого материала.                 | thermal spray<br>pyrolysis                            |
| 6.2.2 <b>термическое разложение в трубчатой печи:</b> Химическое осаждение из газовой фазы (7.2.3), осуществляемое в трубчатой печи при заданной и контролируемой температуре поверхности подложки с исходным материалом.                                                        | hot wall<br>tubular reaction                          |
| 6.2.3 <b>термическое разложение инфракрасным излучением:</b> Процесс получения твердого материала, состоящего в том числе из наночастиц (2.6), осаждаемого на подложку в результате нагревания инфракрасным излучением до заданной температуры исходного газообразного вещества. | photothermal<br>synthesis                             |
| 6.2.4 <b>формирование нановолокон по механизму роста «пар — жидкость — кристалл»;</b> ПЖК: Процесс получения на подложке нановолокон (2.3) из исходного газообразного материала с применением жидкого катализатора.                                                              | vapour-liquid-solid<br>nanofibre<br>synthesis;<br>VLS |

**Примечание** — Формирование нановолокон по механизму роста «пар — жидкость — кристалл» происходит при наличии на кончиках формирующихся нановолокон капель жидкого катализатора, адсорбирующего исходный газообразный материал до уровня перенасыщения, из которого в дальнейшем происходит рост нановолокон.

### 6.3 Термины и определения понятий, относящихся к физическим методам синтеза в жидкой фазе

|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |                                                |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------|
| 6.3.1 <b>электропрядение:</b> Процесс вытягивания волокон из исходного жидкого материала под действием сил электрического поля.                                                                                                                                                                                                 | electrospinning                                |
| 6.3.2 <b>интеркаляционная полимеризация in-situ:</b> Процесс получения нанокомпозиата (2.2), основанный на введении мономера в исходный слоистый неорганический материал и последующей его полимеризации.                                                                                                                       | <i>in-situ</i> intercalative<br>polymerization |
| 6.3.3 <b>диспергирование нанодисперсной системы:</b> Процесс получения наносuspensions, основанный на предотвращении или замедлении скорости осаждения наночастиц (2.6) за счет внутреннего или внешнего воздействия (например, сил молекулярного взаимодействия, электрического поля или наличия лиганд) на исходный материал. | nanoparticle<br>dispersion                     |
| 6.3.5 <b>литье керамической ленты:</b> Процесс получения керамической ленты путем заполнения поверхности подложки, имеющей заданные формы и размеры, макроскопическим слоем суспензии из керамического материала.                                                                                                               | tape casting                                   |

**Примечание** — Макроскопический слой может содержать наночастицы (2.6).

|                                                                                                                                                                                                                                                              |                  |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------|
| 6.3.6 <b>мокрый помол в шаровой мельнице:</b> Процесс получения суспензии измельчением (6.5.6) исходного материала под действием ударов движущихся шаров, изготовленных из материала, имеющего более высокий показатель твердости, и с добавлением жидкости. | wet ball milling |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------|

### 6.4 Термины и определения понятий, относящихся к химическим методам синтеза в жидкой фазе

|                                                                                                                                                                                                                            |                                 |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------|
| 6.4.1 <b>кислотный гидролиз целлюлозы:</b> Химическая реакция с применением кислоты, в процессе которой происходит извлечение нанокристаллической целлюлозы из целлюлозы.                                                  | acid hydrolysis<br>of cellulose |
| 6.4.2 <b>осаждение наночастиц из раствора:</b> Процесс получения наночастиц (2.6) в результате протекания химических реакций в растворе с возможностью влияния на размеры получаемых частиц за счет кинетических факторов. | nanoparticle<br>precipitation   |

**6.4.3 быстрая конденсация неорганических материалов:** Процесс получения атомарно гладкой и плотной пленки из исходного металлоорганического материала методом центробежного осаждения (7.2.17) и последующего отверждения на подложке при заданной температуре.

prompt inorganic  
condensation

**6.4.4 синтез в обратных мицеллах:** Процесс формирования наночастиц (2.6) требуемых размеров и формы в растворе исходного материала с применением соответствующего реагента, основанный на образовании в ядре мицеллы наночастиц, рост которых ограничен оболочкой мицеллы.

reverse micelle  
process

**6.4.5 золь-гель-технология:** Процесс получения материалов путем преобразования исходного раствора или суспензии (золя) в коллоидную систему (гель), состоящую из жидкой дисперсионной среды, заключенной в пространственную сетку, образованную соединившимися частицами дисперсной фазы.

sol-gel processing

**6.4.6 матричный синтез; темплатный синтез:** Процесс получения наноматериала путем самосборки, происходящий с добавлением в исходный материал поверхностно-активного вещества, молекулы которого выступают в качестве структурообразующего агента, и формирование структурных элементов размерами в нанодиапазоне (2.7) при последующем отверждении этого материала.

surfactant  
templating

**Пример — силикатные и алюмосиликатные материалы с «самоформирующейся структурой» (структурой типа МСМ-41).**

**6.4.7 метод Стобера:** Процесс получения наночастиц силикатного материала из тетраалкилортосиликата, который подвергают гидролизу путем его обработки спиртом и аммиаком.

Stober process

**Примечание** — Термин «метод Стобера» — это наименование золь-гель-технологии (6.4.5), применяемой для получения диоксида кремния.

## **6.5 Термины и определения понятий, относящихся к физическим методам синтеза в твердой фазе**

### **6.5.1 Термины и определения понятий, относящихся к процессам блок-сополимеризации**

**6.5.1.1 блок-сополимеризация:** Процесс получения блок-сополимерного материала, основанный на формировании чередующихся двухмерных (2D) или трехмерных (3D) структур из блоков различных несовместимых полимерных цепей.

block copolymer  
phase  
segregation

**6.5.1.2 наноструктурирование блок-сополимера:** Процесс формирования наноструктур в блок-сополимерном материале путем добавления в определенную его фазу соответствующего вещества.

block copolymer  
templating

**6.5.2 диспергирование глины в жидкой полимерной матрице:** Процесс получения композиционного материала с полимерной матрицей путем смешивания частиц глины с жидким полимерным материалом и последующего его отверждения.

clay dispersion

**6.5.3 холодное прессование (нанотехнологии):** Процесс обработки материала давлением с целью его уплотнения за счет уменьшения расстояния между частицами материала до размеров нанодиапазона (2.7), происходящий без нагревания.

cold pressing

**6.5.4 непрерывная обработка полосового проката металла сдвигом; НОППС:** Процесс улучшения механических свойств металла за счет изменения размеров его зерен в результате интенсивного пластического деформирования при вальцовке со сдвигом, происходящий без значительных изменений габаритных размеров исходного материала.

conshearing  
continuous  
confined strip  
shearing;  
C2S2

**Примечание** — Метод НОППС позволяет получать материалы и изделия из них с улучшенными механическими свойствами.

**6.5.5 расстекловывание** (нанотехнологии): Процесс кристаллизации исходного материала, имеющего стекловидную консистенцию, происходящий с образованием в нем нанообъектов и/или пустот, размеры которых находятся в нанодиапазоне (2.7). devitrification

**6.5.6 измельчение** (нанотехнологии): Процесс получения наночастиц (2.6) механическим истиранием исходного вещества с применением материала, имеющего более высокий показатель твердости. grinding

**6.5.7 высокоскоростная микрообработка:** Процесс изготовления двухмерного или трехмерного прецизионного изделия путем отделения изделия в качестве части от исходной заготовки или вырезания изделия на поверхности исходной заготовки с помощью специального инструмента при скорости вращения шпинделя более 30 000 об/мин. high-speed micromachining

#### Примечания

1 Прецизионные изделия получают в процессе микрообработки за счет высокой скорости (от 30 000 до 100 000 об/мин) вращения шпинделя.

2 Виды высокоскоростной микрообработки: лазерная, электронно-лучевая, ультразвуковая, фрезерование, обработка ионным пучком. Для выполнения высокоскоростной микрообработки применяют оборудование с числовым программным управлением (ЧПУ).

3 Скорость вращения шпинделя устанавливают в зависимости от применяемого вида микрообработки.

**6.5.8 ионная имплантация:** Процесс изменения свойств поверхности объекта путем ее разрушения или перекристаллизации под воздействием ионного пучка. ion implantation

#### 6.5.9 Термины и определения понятий, относящихся к процессам измельчения

**6.5.9.1 криогенное измельчение:** Измельчение (6.5.6) при криогенной температуре (то есть температуре ниже  $-150\text{ }^{\circ}\text{C}$  или 123 K). cryogenic milling

##### 6.5.9.2

**сухой помол в шаровой мельнице** (нанотехнологии): Процесс получения материала, содержащего наночастицы (2.6), измельчением и смешиванием исходных материалов различного химического и гранулометрического составов под действием ударов движущихся шаров, изготовленных из материала, имеющего более высокий показатель твердости, и последующим нагреванием до температуры спекания. [ISO 11074:2005, статья 4.6.2, ISO 3252:1999, статья 1303, определение и наименование термина изменены] dry ball milling

**6.5.10 многократная штамповка с кручением:** Процесс улучшения свойств металла за счет уменьшения его зерен до размеров нанодиапазона (2.7) в результате интенсивного пластического деформирования, происходящего при неоднократном последовательном повторении операций сжатия заготовки в виде листового проката между двумя пуансонами, имеющих рельефную поверхность, и вращения пуансонов на заданный угол, с последующей обработкой заготовки ковкой или вальцовкой. multi-pass coin forging

**6.5.11 осаждение в соответствии с нанотаблон:** Процесс формирования объекта заданной формы, в том числе с замкнутым внутренним пространством, путем осаждения исходных наноструктурированных материалов (2.8) или наночастиц (2.6) из жидкой или газовой фазы на подложку. nanotemplated growth

**6.5.12 диспергирование наночастиц в жидкой полимерной матрице:** Процесс получения композиционного материала с полимерной матрицей путем смешивания наночастиц (2.6) исходного вещества с жидким полимерным материалом и последующего его отверждения. polymer nanoparticle dispersion

#### 6.5.13 Термины и определения понятий, относящихся к процессам спекания

**6.5.13.1 горячее прессование:** Процесс получения металлического материала формованием металлического порошка в пресс-форме под воздействием давления и температуры, превышающей температуру рекристаллизации основного компонента. hot pressing



Примечание — Процесс горячего прессования проводят при давлении выше 50 МПа и температуре 2400 °C.

#### 6.5.13.2

|                                                                                                                                                                                                                                         |                        |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------|
| <b>спекание наночастиц:</b> Процесс соединения наночастиц путем термической обработки исходного материала, в процессе которой происходит активизация взаимодействия наночастиц вследствие движения атомов внутри и между наночастицами. | nanoparticle sintering |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------|

[ISO 836:2001, определение термина приведено из статьи 120]

|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |                        |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------|
| <b>6.5.13.3 электроимпульсное плазменное спекание:</b> Процесс уплотнения порошка проводникового или полупроводникового материала, помещенного в пресс-форму под воздействием давления, нагреванием со скоростью до 1000 К/мин путем пропускания через него импульса постоянного тока и последующим охлаждением со скоростью до 1000 К/мин, без изменения размеров зерен. | spark plasma sintering |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------|

### 6.6 Термины и определения понятий, относящихся к химическим методам синтеза в твердой фазе

|                                                                                                                                                                                                                                                                                  |                                         |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------|
| <b>6.6.1 прививочная блок-сополимеризация; дериватизация блок-сополимеров:</b> Процесс модификации твердого блок-сополимерного материала путем добавления соответствующего вещества, атомы или молекулы которого взаимодействуют только с одной фазой модифицируемого материала. | block copolymer chemical derivatization |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------|

|                                                                                                                                                                                                                    |                             |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------|
| <b>6.6.2 анодное окисление металла (нанотехнологии):</b> Процесс получения неметаллического неорганического покрытия на металлической подложке (аноде) электрохимическим способом с контролем образования нанопор. | electrochemical anodization |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------|

Примечание — Термин «анодное окисление металла» является синонимом термина «анодное травление».

|                                                                                                                                                |               |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------|
| <b>6.6.3 интеркалирование:</b> Процесс обратимого встраивания атомов или молекул одного вещества в кристаллическую структуру другого вещества. | intercalation |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------|

|                                                                                                                                                                                                                                                      |                   |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------|
| <b>6.6.4 синтез двухфазных наноконпозиционных материалов:</b> Процесс получения наноконпозиционного материала, состоящего из двух разделенных фаз, путем нагревания и быстрого охлаждения до заданных температур исходной смеси из двух компонентов. | two-phase methods |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------|

## 7 Термины и определения понятий, относящихся к процессам изготовления продукции

### 7.1 Термины и определения понятий, относящихся к процессам литографии в нанодиапазоне

|                                                                                                                                                                                                                                                                              |                |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------|
| <b>7.1.1 трехмерная литография; 3D-литография:</b> Процесс формирования структуры объекта, линейные размеры которой или ее составных частей по одному, двум или трем измерениям могут находиться в нанодиапазоне (2.7), путем воспроизведения заданного шаблона на подложке. | 3D lithography |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------|

|                                                                                                                                                            |                     |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------|
| <b>7.1.2 аддитивная печать:</b> Процесс формирования рельефного изображения послойным нанесением материала на подложку в соответствии с заданным шаблоном. | additive processing |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------|

Примечание — В случае применения резиста в качестве шаблона различают два вида аддитивной печати: обратная литография и аддитивная печать с применением трафарета. В процессе обратной литографии на резист наносят слой материала, из которого необходимо сформировать рисунок, а затем удаляют резист таким образом, чтобы нанесенный материал остался в отверстиях, не защищенных резистом, а материал, попавший на резист, убирается вместе с ним. В процессе аддитивной печати с применением шаблона материал только добавляют в отверстия, не защищенные резистом [допускается применять совместно с процессом электроосаждения (7.2.7)].

**7.1.3 блок-сополимерная литография:** Процесс формирования рельефного изображения из наночастиц материала, оставшихся на подложке после удаления полимерного шаблона, полученного за счет микрофазного расслоения диблок-сополимеров.

block copolymer  
lithography

**7.1.4 литография с коллоидно-кристаллическим шаблоном:** Процесс формирования заданного объекта методами осаждения или травления в соответствии с шаблоном, представляющим собой двухмерную (2D) или трехмерную (3D) структуру из частиц коллоидного кристалла.

colloidal crystal  
template  
lithography

**7.1.5 фотолитография в глубоком ультрафиолете;** ФГУ: Процесс формирования рельефного изображения в слое фоторезиста путем воспроизведения заданного шаблона с помощью ультрафиолетового излучения в диапазоне длин волн от 100 до 280 нм.

deep ultraviolet  
lithography;  
DUV

7.1.6

**перьевая нанолитография:** Процесс формирования рельефного изображения размерами менее 100 нм в соответствии с заданным шаблоном путем переноса специального материала на подложку с помощью зонда атомно-силового микроскопа, происходящего за счет диффузии через водный мениск между поверхностью подложки и зондом.

dip-pen  
nanolithography

#### Примечания

1 На острие зонда атомно-силового микроскопа наносят молекулы или наночастицы (2.6) специального материала и переносят их на подложку, формируя рельефное изображение, состоящее из одного или нескольких слоев наносимого материала.

2 Dip-Pen Nanolithography — торговая марка чернил, выпускаемых компанией NanoInk Inc. Данные сведения приведены как пример для правильного понимания текста настоящего стандарта. В стандартах Международной организации по стандартизации (ИСО) термин dip-pen nanolithography не обозначает понятие «чернила». Термин «перьевая нанолитография» допускается применять для обозначения аналогичной продукции.

[ISO 18115-2:2010, статья 6.40]

**7.1.7 электронно-лучевая литография:** Процесс формирования рельефного изображения в слое резиста путем воспроизведения заданного шаблона с помощью фокусированного электронного пучка.

electron-beam  
lithography

**7.1.8 фотолитография в экстремальном ультрафиолете;** ФЭУ: Процесс формирования рельефного изображения в слое фоторезиста путем воспроизведения заданного шаблона с помощью ультрафиолетового излучения в диапазоне длин волн от 10 до 20 нм.

extreme  
ultra-  
violet  
lithography;  
EUV

**Примечание** — В оборудовании для фотолитографии в экстремальном ультрафиолете используют системы специальных зеркал.

**7.1.9 ионно-лучевая литография:** Процесс формирования рельефного изображения в слое резиста путем воспроизведения заданного шаблона с помощью фокусированного ионного пучка.

focused ion-beam  
lithography;  
FIB

**7.1.10 иммерсионная оптическая литография:** Литография (3.6) с повышенной разрешающей способностью, полученной за счет заполнения воздушного промежутка между последней линзой объектива микроскопа и пленкой фоторезиста жидкостью с соответствующим показателем преломления.

immersion optics

**7.1.11 интерференционная литография:** Процесс формирования рельефного изображения размерами в нанодиапазоне (2.7) путем соответствующей обработки облученного резиста, на поверхности которого с помощью дифракционных решеток получена интерференционная картина.

interference  
lithography



- 7.1.12 ионно-стимулированное осаждение:** Процесс формирования структуры объекта или рельефного изображения путем увеличения концентрации молекул осаждаемого материала на заданных участках подложки с помощью фокусированного ионного пучка. ion induced deposition
- 7.1.13 ионно-стимулированное травление:** Процесс формирования структуры объекта или рельефного изображения путем уменьшения концентрации молекул на заданных участках обрабатываемого материала, покрывающего подложку, с помощью фокусированного ионного пучка. ion induced etching
- 7.1.14 ионно-проекционная литография:** Процесс получения рельефного изображения размерами в нанодиапазоне (2.7) в слое резиста путем воспроизведения заданного шаблона с помощью пучка ускоренных ионов. ion projection lithography
- 7.1.15 микроконтактная печать:** Вид мягкой литографии (7.1.25), в которой шаблон после нанесения на него чернил вдавливают в слой материала, покрывающего подложку. micro-contact printing
- Примечание** — Точность воспроизведения изображения зависит от особенностей поверхности подложки и материала, используемого в качестве чернил.
- 7.1.16 микрожидкостная печать:** Процесс получения рельефного изображения путем нанесения жидкого материала на поверхность подложки с помощью печатной головки с каналами, размеры которых находятся в микро- или нанодиапазоне (2.7), и последующего его отверждения при заданной температуре. microfluidic deposition
- 7.1.17 нанотиснение:** Процесс получения рельефного изображения путем вдавливания шаблона с заданным рисунком, размеры которого находятся в нанодиапазоне (2.7), в слой резиста, покрывающего подложку. nano-embossing
- Примечания**
- 1 Термин «нанотиснение» также распространяется на процесс формирования трехмерных наноструктур.
  - 2 При нанотиснении физические свойства материала резиста не изменяются. Процесс нанотиснения отличается от процесса нанопечатной литографии тем, что получаемое изображение в слое резиста не требует дополнительной обработки.
- 7.1.18 нанопечатная литография; НПЧ:** Процесс получения рельефного изображения путем вдавливания шаблона (обычно называемого клише, штамп, маска или трафарет) с заданным рисунком, размеры элементов которого находятся в нанодиапазоне (2.7), в слой резиста, покрывающего подложку, и последующего его отверждения при заданной температуре или под воздействием светового излучения. nano-imprint lithography; NIL
- Примечания**
- 1 Нанопечатную литографию относят к процессам печати, а не к процессам литографии (3.6), так как получаемое изображение зависит от формы и рельефа шаблона.
  - 2 Нанопечатную литографию различают по видам материалов, используемых в качестве резиста. Резист из термопластичного полимерного материала сначала нагревают до температуры плавления, а затем надавливают на него шаблоном. Резист из термореактивного материала сначала используют в жидком виде, прикладывая к нему шаблон, а потом нагревают до температуры его отверждения. На негативном фоторезисте изображение формируют с помощью светового излучения и прозрачного шаблона. Процессы нанопечатной литографии с использованием фоторезистов некоторые специалисты называют «оптическим импринтингом», «оптическим наноимпринтингом» или «печатной литографией «шаг-вспышка».
- 7.1.19 естественная литография:** Процесс формирования структуры объекта или рельефного изображения путем воспроизведения шаблона, происходящий в природе. natural lithography

**Пример** — Полосы, образованные на коллагеновых волокнах соединительной ткани, или структуры, сформированные из нитей рибонуклеиновой кислоты (РНК).

**Примечание** — Термин «естественная литография» относят к процессам, в которых воспроизведение изображения происходит с помощью шаблона без применения фокусированного пучка излучения [12].

**7.1.20 фотолитография; оптическая литография:** Процесс получения изображения на подложке путем облучения фоторезиста, покрывающего подложку, электромагнитным излучением через заданный шаблон.

photolithography;  
optical litho-  
graphy

**Примечание** — Как правило, для изготовления шаблона используют материал фоторезиста.

**7.1.21 фазоконтрастная фотолитография:** Процесс получения изображения размерами в нанодиапазоне (2.7) и улучшенным разрешением путем облучения фоторезиста, покрывающего подложку, электромагнитным излучением через шаблон (фотошаблон) со структурой, сдвигающей фазу проходящего излучения.

phase-contrast  
photolithography

**7.1.22 плазменная литография:** Процесс формирования рельефного изображения размерами в нанодиапазоне (2.7) путем облучения фоторезиста, покрывающего подложку, оптическим излучением через шаблон (представляющий собой металлическую плазмонную линзу), обеспечивающий возникновение ближнеполевого возбуждения, вызывающего изменения в фоторезисте.

plasmonic  
lithography

**7.1.23 рисование с помощью сканирующего зондового микроскопа:** Процесс получения рельефного изображения, заключающийся в изменении заданных участков поверхности подложки острием сканирующего зондового микроскопа (СЗМ) с чернилами или без них.

scanning force  
probe writing

**7.1.24 химическое осаждение из газовой фазы с применением сканирующего туннельного микроскопа; ХОГФ СТМ:** Процесс получения рельефного изображения размерами в нанодиапазоне (2.7) с помощью сканирующего туннельного микроскопа (СТМ), в котором нанесение материала на подложку происходит за счет химического осаждения из газовой фазы, происходящего под действием электрического напряжения.

scanning tunnel-  
ling  
microscope  
chemical vapour  
deposition;  
STM CVD

**7.1.25 мягкая литография:** Процесс получения изображения, заключающийся в нанесении оттиска на подложку шаблоном, изготовленным из мягких материалов (например, эластомерных материалов).

soft lithography

**7.1.27 субтрактивная обработка:** Процесс получения изображения, заключающийся в избирательном удалении участков материала резиста в соответствии с заданным шаблоном.

subtractive  
processing

**7.1.28 рентгеновская литография:** Процесс формирования рельефного изображения в слое фоторезиста путем воспроизведения заданного шаблона с помощью рентгеновского излучения.

x-ray lithography

**Примечание** — Пучок рентгеновского излучения трудно сфокусировать на участке, размеры которого находятся в нанодиапазоне (2.7) [в отличие от фотолитографии в экстремальном ультрафиолете (7.1.8)], поэтому термин «рентгеновская литография» применяют для процесса печати, выполняемого с помощью специального шаблона с проницаемыми и непроницаемыми для рентгеновского излучения участками. Шаблон представляет собой мембрану, изготовленную из материала с низким поглощением рентгеновского излучения, с нанесенным на нее изображением из материала с высоким поглощением рентгеновского излучения, например, из металла. Как правило, для изготовления шаблона используют материал фоторезиста.

## 7.2 Термины и определения понятий, относящихся к процессам осаждения

### 7.2.1

**адсорбция:** Удержание молекул газа, жидкости или растворенного вещества поверхностным слоем твердого или жидкого тела, с которым они контактируют, за счет физических или химических взаимодействий.

adsorption

[ISO 14532:2001, статья 2.2.2.7]

**7.2.2 атомно-слоевое осаждение; АСО:** Процесс получения однородных конформных пленок путем циклического осаждения исходных материалов на подложку в ходе самоограниченных химических реакций, позволяющих контролировать толщину нанесенного слоя.

atomic layer  
deposition;  
ALD

Примечание — В процессе АСО цикл осаждения исходных материалов, который должен включать не менее двух последовательных химических реакций, повторяют несколько раз до получения пленок нужной толщины.

## 7.2.3

|                                                                                                                                                                                                                            |                                    |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------|
| <b>химическое осаждение из газовой фазы; ХОГФ:</b> Процесс получения пленок или порошков в результате термических реакций разложения и/или взаимодействия одного или нескольких исходных газообразных веществ на подложке. | chemical vapour deposition;<br>CVD |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------|

[ISO 2080:2008, статья 2.2, определение термина изменено]

|                                                                                                                                                                                      |                                               |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------|
| <b>7.2.4 каталитическое химическое осаждение из газовой фазы; КХОГФ:</b> Процесс ХОГФ (7.2.3), основанный на термическом разложении газообразных веществ с применением катализатора. | catalytic chemical vapour deposition;<br>CCVD |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------|

## Примечания

1 Процесс КХОГФ применяют для получения углеродных нанотрубок (2.9) из исходных углеводородных материалов (например, метан) с использованием катализаторов, например, железо (Fe), никель (Ni) или кобальт (Co).  
2 Термин «каталитическое химическое осаждение из газовой фазы» относят к терминам, обозначающим процессы катализа.

|                                                                                                                                                                                          |                      |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------|
| <b>7.2.5 нанесение покрытия кластерным пучком:</b> Процесс получения структурированной пленки путем осаждения наночастиц (2.6) на подложку с использованием источника кластерного пучка. | cluster beam coating |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------|

|                                                                                                                                                                    |             |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------|
| <b>7.2.6 нанесение покрытия методом погружения:</b> Процесс получения пленки путем погружения подложки в специальный раствор и ее последующего извлечения из него. | dip coating |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------|

|                                                                                                                                                                                                                                |                                      |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------|
| <b>7.2.7 электроосаждение; электролитическое осаждение:</b> Процесс получения покрытия путем осаждения ионов материала на поверхности электрода в специальном растворе в результате реакции электрохимического восстановления. | electrodeposition;<br>electroplating |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------|

|                                                                                                                                                                                                                                                                                |                        |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------|
| <b>7.2.8 осаждение методом химического восстановления:</b> Процесс получения покрытия путем автокаталитического осаждения ионов материала из специального раствора в результате реакции взаимодействия ионов материала с растворенным восстановителем на поверхности подложки. | electroless deposition |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------|

|                                                                                                                                                                                               |               |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------|
| <b>7.2.9 электрораспыление:</b> Процесс получения твердого материала, осаждаемого на подложку, в результате диспергирования исходного материала через сопло, к которому приложено напряжение. | electro-spray |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------|

|                                                                                                                                                                                                                                                      |             |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------|
| <b>7.2.10 выпаривание:</b> Процесс получения твердого материала, осаждаемого на подложку, в результате испарения исходного материала при нагревании до заданной температуры в условиях высокого или сверхвысокого вакуума и последующего охлаждения. | evaporation |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------|

|                                                                                                                                                                                                                                                                                       |                                  |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------|
| <b>7.2.11 осаждение фокусированным электронным пучком; ОФЭП:</b> Химическое осаждение из газовой фазы (7.2.3) с применением фокусированного (концентрированного) потока электронов для осаждения молекул исходного газообразного материала на заданных участках поверхности подложки. | focused electron-beam deposition |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------|

|                                                                                                                                                                                                                                                        |                                     |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------|
| <b>7.2.12 осаждение фокусированным ионным пучком; ОФИП:</b> Химическое осаждение из газовой фазы (7.2.3) с применением фокусированного потока ионов для осаждения молекул исходного газообразного материала на заданных участках поверхности подложки. | focused ion-beam deposition;<br>FIB |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------|

**Примечание** — ОФИП применяют, например, для осаждения газообразного карбонила вольфрама  $W(CO)_6$ . В вакуумной камере под воздействием ионного пучка газообразный карбонил вольфрама разлагают на летучие и нелетучие компоненты; нелетучий компонент, вольфрам, в результате химической адсорбции оседает на подложку. ОФИП применяют также для осаждения других металлических материалов, например, платины. Осажденный таким способом металлический материал можно использовать в качестве временного слоя для защиты объекта от разрушающего воздействия ионного пучка.

**7.2.13 молекулярно-лучевая эпитаксия:** Процесс получения монокристаллической пленки путем испарения и последующего осаждения атомов или молекул исходного материала (материалов) на монокристаллическую подложку в условиях высокого или сверхвысокого вакуума. molecular beam epitaxy

#### Примечания

1 Специальное отверстие в оборудовании для молекулярно-лучевой эпитаксии, через которое происходит перенос газообразного исходного материала из зоны испарения в зону высокого или сверхвысокого вакуума, предназначено для формирования соответствующих молекулярных пучков.

2 Методом молекулярно-лучевой эпитаксии, например используя арсенид индия (InAs) и подложку из арсенида галлия (GaAs), получают структуры размером в нанодиапазоне (2.7).

3 См. библиографию [13].

#### 7.2.14

|                                                                                                                                                                             |                                    |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------|
| <b>физическое осаждение из газовой фазы; ФОГФ:</b> Процесс нанесения покрытия испарением исходного материала с последующей его конденсацией на подложке в условиях вакуума. | physical vapour deposition;<br>PVD |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------|

[ISO 2080, статья 2.12]

**7.2.15 послойное электростатическое осаждение полиэлектrolитов:** Процесс получения покрытия путем последовательного нанесения на поверхность подложки слоев полиэлектrolитов с противоположными знаками электрических зарядов. polyelectrolyte layer-by-layer; LbL

**7.2.16 термическое напыление** (нанотехнологии): Процесс получения покрытия из наночастиц (2.6) напыляемого материала, при соударении которых с подложкой происходит их соединение, с применением плазменной струи или в результате сгорания примесей напыляемого материала. thermal spray

**7.2.17 центробежное осаждение:** Процесс получения пленки осаждением из жидкого исходного материала твердой дисперсной фазы на вращающуюся подложку под действием центробежных сил. spin coating

**7.2.18 осаждение распылением:** Процесс получения покрытия из исходного жидкого материала, преобразованного соплом в аэрозоль и нанесенного на поверхность подложки. spray deposition

**7.2.19 осаждение напылением:** Физическое осаждение из газовой фазы (7.2.14) с применением источника высокоэнергичных частиц, бомбардирующих исходный материал (мишень), для перемещения атомов исходного материала на поверхность подложки. sputter deposition

**7.2.20 полимеризация на поверхности:** Процесс получения полимерной пленки на поверхности подложки из газовой или жидкой фазы исходного мономера. surface polymerization

### 7.3 Термины и определения понятий, относящихся к процессам травления

**7.3.1 анизотропное травление:** Процесс управляемого удаления поверхностного слоя материала с подложки, происходящий в вертикальном направлении со скоростью выше, чем в горизонтальном направлении. anisotropic etching



- 7.3.2 Бош-травление; пассивационное травление:** Процесс управляемого удаления поверхностного слоя материала с подложки неоднократным чередованием циклов травления и пассивации, обеспечивающих формирование почти вертикальных элементов структуры объекта. Bosch etching
- 7.3.3 химическое травление:** Процесс управляемого удаления поверхностного слоя материала с подложки под действием химических веществ. chemical etching
- Примечание** — В процессе химического травления применяют жидкие (жидкостное травление) или газообразные (сухое травление) химические вещества.
- 7.3.4 химическое ионно-лучевое травление:** Процесс управляемого удаления поверхностного слоя материала с подложки пучком ионов химически активного газа. chemically assisted ion beam etching
- 7.3.5 криогенное травление:** Процесс управляемого удаления поверхностного слоя материала с подложки путем ее охлаждения до температуры 163 К или ниже, при которой возможно формирование почти вертикальных элементов структуры объекта. cryogenic etching
- Примечание** — Температура 163 К или ниже замедляет скорость химических реакций в процессе травления. Бомбардирующие поверхность материала ионы, выбивая частицы с заданных участков, формируют вертикальные элементы структуры объекта.
- 7.3.6 кристаллографическое травление:** Процесс управляемого удаления поверхностного слоя материала с подложки, происходящий с разной скоростью по различным кристаллографическим направлениям. crystallographic etching
- 7.3.7 глубокое реактивное ионное травление; ГРИТ:** Процесс анизотропного травления (7.3.1), применяемый для получения на подложке структур, элементы которых имеют заданное соотношение геометрических размеров. deep reactive ion etching; DRIE

**Пример — Отверстия и канавки с вертикальными стенками.**

**Примечание** — К глубокому реактивному ионному травлению относят Бош-травление (7.3.2) и криогенное травление (7.3.5).

- 7.3.8 сухое озоление:** Вид химического травления (7.3.3) с применением газообразных химических веществ, в процессе которого происходит преобразование материала в области, подвергаемой травлению, в летучее удаляемое соединение. dry-ashing

**Пример — Удаление с подложки шаблона из фоторезиста с применением кислорода.**

- 7.3.9 сухое травление:** Процесс управляемого удаления поверхностного слоя материала с подложки с применением частично ионизированных газов. dry-etching
- 7.3.10 травление фокусированным ионным пучком; ТФИП:** Процесс управляемого удаления поверхностного слоя материала с подложки потоком ионов, сфокусированным на заданном участке с помощью системы электростатических линз. focused ion-beam etching; FIB

**Примечания**

1 Травление осуществляют распылением материала с заданных участков подложки ионным пучком. Воздействуя ионным пучком на поверхность подложки, можно получить рельефное изображение. В процессе ТФИП получают изображения с разрешением от 1 до 100 нм.

2 ТФИП относят к видам ионно-лучевого фрезерования.



**7.3.11 травление плазмой высокой плотности:** Плазменное травление (7.3.18) потоком ионов плотностью от  $10^{11}$  до  $10^{12}$  ион/см<sup>3</sup> с применением источника ионов на основе электронно-циклотронного резонанса, геликонового источника плазмы, магнетрона или источника индуктивно связанной плазмы. high-density plasma etching

**Примечание** — В зависимости от цели процесса с помощью плазмы осуществляют травление или осаждение. Подложка в реакторе должна быть расположена соответственно осуществляемому процессу.

**7.3.12 травление индуктивно связанной плазмой;** ТИСП: Плазменное травление (7.3.18) с применением источника индуктивно связанной плазмы, в котором происходит образование плазмы внутри разрядной камеры, горелки или иного реактора при приложении высокочастотного переменного магнитного поля. inductive coupled plasma; ICP

**7.3.13 ионно-лучевое травление;** *ионно-лучевое фрезерование:* Процесс управляемого удаления поверхностного слоя материала с подложки потоком ионов, полученным с помощью источника плазмы. ion beam etching; ion beam milling

**7.3.14 изотропное травление:** Процесс управляемого удаления поверхностного слоя материала с подложки, происходящий с одинаковой скоростью по всем пространственным направлениям. isotropic etching

**7.3.15 лазерная абляция:** Процесс управляемого удаления поверхностного слоя материала с подложки лазерным импульсом. laser ablation

**Примечание** — Лазерную абляцию применяют для формирования неоднородностей размерами в нанодиапазоне (2.7) на поверхности материала, покрывающего подложку.

**7.3.16 травление световым излучением;** *фотохимическое травление:* Процесс управляемого удаления поверхностного слоя материала с подложки световым излучением. light-assisted etching; photochemical etching

**Примечание** — Методом травления световым излучением обрабатывают светочувствительные материалы в специальных условиях с применением химических веществ. Структура и форма получаемого изображения зависят от применяемого шаблона, через который облучают фоторезист, покрывающий подложку. Данный метод применяют, например, для получения требуемой структуры поверхности пористого кремния, обладающего люминесцентными свойствами.

**7.3.17 физическое травление;** *травление распылением:* Процесс управляемого удаления поверхностного слоя материала с подложки путем его распыления под действием кинетической энергии ионов инертного газа (например, аргона). physical etching; sputter etching

**Примечание** — Физическое травление относят к анизотропным и неизбирательным процессам травления.

**7.3.18 плазменное травление:** Сухое травление (7.3.9) компонентами плазмы — ионами и электронами, образованными в результате электрического разряда в газовой среде. plasma etching

#### Примечания

1 К понятию «оборудование для плазменного травления» относят реактор с плазмой и двумя емкостными электродами, в который помещают материал, подлежащий травлению.

2 В процессе плазменного травления участвуют радикалы, электроны и ионы. Радикалы вступают в химическую реакцию с поверхностными атомами обрабатываемого материала и удаляют поверхностные слои в результате образования летучих продуктов реакции. Электроны и ионы активируют эту реакцию, увеличивая скорость травления.

**7.3.19 травление по трекам излучения:** Процесс управляемого удаления поверхностного слоя материала с подложки химическими веществами для формирования узких каналов из системы пор (треков), образованных после облучения (бомбардировки) частицами или тяжелыми ионами. radiation track etching

**Пример** — *Пористые полимеры, в которых узкие каналы образованы предварительным облучением и последующей обработкой избирательным растворителем.*

**7.3.20 реактивное ионное травление;** РИТ: Плазменное травление (7.3.18) потоком заряженных ионов плазмы, ускоренных отрицательным потенциалом напряжения, возникающим в результате подачи на электрод, на котором размещена подложка, высокочастотного напряжения относительно изолированных стенок реактора. reactive ion etching;  
RIE

**Примечание** — Поток заряженных ионов плазмы генерируют в специальных условиях (при заданных значениях давления и напряженности электромагнитного поля). Высокоэнергичные ионы бомбардируют поверхность материала подложки, а свободные радикалы вступают в химическую реакцию с поверхностными атомами материала подложки, удаляя поверхностные слои. По сравнению с жидкостным травлением (7.3.22), которое относят к изотропным процессам травления, РИТ позволяет осуществлять удаление материала с подложки по различным пространственным направлениям и с разной скоростью.

**7.3.21 избирательное травление:** Процесс управляемого удаления поверхностного слоя материала с подложки, происходящий с различной скоростью на разных участках поверхности с различным химическим составом. selective etching

**Пример** — *Водные растворы под воздействием высокочастотных электромагнитных полей удаляют с подложки оксид кремния (SiO<sub>2</sub>) и не удаляют кремний.*

**7.3.22 жидкостное травление:** Процесс управляемого удаления поверхностного слоя материала с подложки под действием жидких химических веществ. wet etching

#### **7.4 Термины и определения понятий, относящихся к процессам печати и нанесения покрытий**

**7.4.1 тиснение; импринтинг:** Процесс получения рельефного изображения путем вдавливания шаблона с заданным рисунком в слой обрабатываемого материала. embossing;  
imprinting

**7.4.2 формирование многослойной пленки** (нанотехнологии): Процесс получения многослойной пленки путем соединения вальцовкой нескольких отдельных пленок на подложке. multilayer film process

**7.4.3 осаждение нановолокон:** Процесс получения покрытия или структуры объекта осаждением нановолокон (2.3) из раствора на подложку или ее заданные участки. nanofibre precipitation

**7.4.4 напыление наночастиц:** Процесс получения покрытия из наночастиц (2.6), при соударении которых с подложкой происходит их соединение, с применением распыляемого раствора, плазмы, кластерного пучка или из другого источника наночастиц. nanoparticle spray coating

**Приложение А**  
**(справочное)**

**Классификация процессов синтеза в зависимости от применения  
исходных наноматериалов или нанообъектов,  
применяемых для производства конечной продукции**

| Группа процессов                     | Подгруппа процессов                      | Процесс                                                     | Процесс с применением нано-объектов | Процесс наноструктурирования материала |
|--------------------------------------|------------------------------------------|-------------------------------------------------------------|-------------------------------------|----------------------------------------|
| Физическое осаждение из газовой фазы |                                          | Холодное газодинамическое напыление                         |                                     | √                                      |
|                                      |                                          | Электронно-лучевое испарение                                | √                                   |                                        |
|                                      | Электроискровое осаждение                | Электроискровое осаждение                                   | √                                   |                                        |
|                                      |                                          | Термическое разложение инфракрасным излучением              | √                                   |                                        |
|                                      |                                          | Плазменное распыление жидкого вещества                      |                                     | √                                      |
|                                      |                                          | Напыление                                                   | √                                   |                                        |
|                                      | Высушивание вещества                     | Сублимационная сушка                                        | √                                   |                                        |
|                                      | Высушивание вещества                     | Распылительная сушка                                        | √                                   |                                        |
|                                      |                                          | Быстрое расширение сверхкритических растворов               | √                                   |                                        |
|                                      |                                          | Суспензионное термическое напыление                         | √                                   |                                        |
|                                      |                                          | Электрический взрыв проволоки                               | √                                   |                                        |
|                                      |                                          | Испарение                                                   | √                                   |                                        |
| Химическое осаждение из газовой фазы |                                          | Атомно-слоевое осаждение (АСО)                              |                                     | √                                      |
|                                      |                                          | Химическое осаждение из газовой фазы (ХОГФ)                 | √                                   | √                                      |
|                                      |                                          | Каталитическое химическое осаждение из газовой фазы (КХОГФ) | √                                   | √                                      |
|                                      | Осаждение в условиях воздействия пламени | Экзотермическое разложение жидкого вещества                 | √                                   | √                                      |
|                                      | Осаждение в условиях воздействия пламени | Плазменное распыление                                       | √                                   |                                        |
|                                      | Осаждение в условиях воздействия пламени | Пиролиз аэрозоля                                            | √                                   | √                                      |

Продолжение таблицы

| Группа процессов                         | Подгруппа процессов                      | Процесс                                                                       | Процесс с применением нано-объектов | Процесс наноструктурирования материала |
|------------------------------------------|------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------|----------------------------------------|
| Химическое осаждение из газовой фазы     | Осаждение в условиях воздействия пламени | Термическое разложение жидкого вещества                                       | √                                   | √                                      |
|                                          |                                          | Графозпитаксия                                                                |                                     | √                                      |
|                                          |                                          | Термическое разложение в трубчатой печи                                       | √                                   | √                                      |
|                                          |                                          | Термическое разложение инфракрасным излучением                                | √                                   |                                        |
|                                          |                                          | Термическое распыление жидкого вещества                                       | √                                   | √                                      |
|                                          |                                          | Формирование нановолокон по механизму роста «пар — жидкость — кристалл» (ПЖК) | √                                   |                                        |
| Физические методы синтеза в жидкой фазе  |                                          | Истирание                                                                     | √                                   | √                                      |
|                                          |                                          | Электропрядение                                                               | √                                   | √                                      |
|                                          |                                          | Интеркаляционная полимеризация in-situ                                        | √                                   | √                                      |
|                                          |                                          | Диспергирование нанодисперсной системы                                        | √                                   |                                        |
|                                          |                                          | Литье керамической ленты                                                      |                                     | √                                      |
|                                          | Мокрое измельчение                       | Мокрый помол в шаровой мельнице                                               | √                                   | √                                      |
| Химические методы синтеза в жидкой фазе  |                                          | Кислотный гидролиз целлюлозы                                                  | √                                   |                                        |
|                                          |                                          | Осаждение наночастиц из раствора                                              | √                                   |                                        |
|                                          |                                          | Быстрая конденсация неорганических материалов                                 | √                                   |                                        |
|                                          |                                          | Синтез в обратных мицеллах                                                    | √                                   | √                                      |
|                                          |                                          | Золь-гель-технология                                                          | √                                   | √                                      |
|                                          |                                          | Матричный синтез                                                              | √                                   |                                        |
|                                          |                                          | Метод Стобера                                                                 | √                                   | √                                      |
| Физические методы синтеза в твердой фазе | Интенсивное пластическое деформирование  | Непрерывная обработка полосового проката металла сдвигом                      |                                     | √                                      |
|                                          | Блок-сополимеризация                     | Прививочная блок-сополимеризация                                              |                                     | √                                      |
|                                          | Блок-сополимеризация                     | Блок-сополимеризация                                                          |                                     | √                                      |
|                                          | Блок-сополимеризация                     | Наноструктурирование блок-сополимера                                          |                                     | √                                      |
|                                          |                                          | Холодное прессование                                                          |                                     | √                                      |

Окончание таблицы

| Группа процессов                         | Подгруппа процессов | Процесс                                                  | Процесс с применением нано-объектов | Процесс наноструктурирования материала |
|------------------------------------------|---------------------|----------------------------------------------------------|-------------------------------------|----------------------------------------|
| Физические методы синтеза в твердой фазе |                     | Непрерывная обработка полосового проката металла сдвигом |                                     | √                                      |
|                                          |                     | Расстекловывание                                         |                                     | √                                      |
|                                          |                     | Измельчение                                              | √                                   |                                        |
|                                          |                     | Высокоскоростная микрообработка                          |                                     | √                                      |
|                                          |                     | Ионная имплантация                                       |                                     | √                                      |
|                                          | Измельчение         | Криогенное измельчение                                   | √                                   |                                        |
|                                          |                     | Сухой помол в шаровой мельнице                           | √                                   |                                        |
|                                          |                     | Многократная штамповка с кручением                       | √                                   |                                        |
|                                          |                     | Осаждение в соответствии с наношаблоном                  | √                                   | √                                      |
|                                          | Спекание            | Горячее прессование                                      |                                     | √                                      |
|                                          |                     | Спекание наночастиц                                      | √                                   |                                        |
|                                          |                     | Электроимпульсное плазменное спекание                    | √                                   | √                                      |
| Химические методы синтеза в твердой фазе |                     | Диспергирование глины в жидкой полимерной матрице        |                                     | √                                      |
|                                          |                     | Анодное окисление металла                                |                                     | √                                      |
|                                          |                     | Интеркалирование                                         | √                                   | √                                      |
|                                          |                     | Диспергирование наночастиц в жидкой полимерной матрице   |                                     | √                                      |
|                                          |                     | Синтез двухфазных нанокomпозиционных материалов          |                                     | √                                      |



Алфавитный указатель терминов  
на русском языке

|                                                        |         |
|--------------------------------------------------------|---------|
| абляция лазерная                                       | 7.3.15  |
| адсорбция                                              | 7.2.1   |
| АСО                                                    | 7.2.2   |
| блок-сополимеризация                                   | 6.5.1.1 |
| блок-сополимеризация прививочная                       | 6.6.1   |
| Бош-травление                                          | 7.3.2   |
| взрыв проволоки электрический                          | 6.1.7   |
| выпаривание                                            | 7.2.10  |
| гидролиз целлюлозы кислотный                           | 6.4.1   |
| графоэпитаксия                                         | 5.2     |
| ГРИТ                                                   | 7.3.7   |
| <i>derivatization блок-сополимеров</i>                 | 6.6.1   |
| диспергирование глины в жидкой полимерной матрице      | 6.5.2   |
| диспергирование нанодисперсной системы                 | 6.3.3   |
| диспергирование наночастиц в жидкой полимерной матрице | 6.5.12  |
| золь-гель-технология                                   | 6.4.5   |
| изготовление нанотехнологическое                       | 3.8     |
| измельчение                                            | 6.5.6   |
| измельчение криогенное                                 | 6.5.9.1 |
| имплантация ионная                                     | 6.5.8   |
| <i>imprinting</i>                                      | 7.4.1   |
| интеркалирование                                       | 6.6.3   |
| испарение                                              | 6.1.8   |
| испарение электронно-лучевое                           | 6.1.2   |
| истирание                                              | 3.3     |
| конденсация неорганических материалов быстрая          | 6.4.3   |
| кристаллизация коллоидная                              | 5.1     |
| КХОГФ                                                  | 7.2.4   |
| литография                                             | 3.6     |
| литография блок-сополимерная                           | 7.1.3   |
| литография естественная                                | 7.1.19  |
| литография интерференционная                           | 7.1.11  |
| литография ионно-лучевая                               | 7.1.9   |
| литография ионно-проекционная                          | 7.1.14  |
| литография мягкая                                      | 7.1.25  |
| литография нанопечатная                                | 7.1.18  |
| <i>литография оптическая</i>                           | 7.1.20  |
| литография оптическая иммерсионная                     | 7.10    |
| литография плазменная                                  | 7.1.22  |
| литография рентгеновская                               | 7.1.28  |

|                                                                                        |         |
|----------------------------------------------------------------------------------------|---------|
| литография с коллоидно-кристаллическим шаблоном                                        | 7.1.4   |
| литография трехмерная                                                                  | 7.1.1   |
| литография электронно-лучевая                                                          | 7.1.7   |
| литье керамической ленты                                                               | 6.3.5   |
| материал нанокomпозиционный                                                            | 2.2     |
| материал наноструктурированный                                                         | 2.8     |
| метод Стобера                                                                          | 6.4.7   |
| микрообработка высокоскоростная                                                        | 6.5.7   |
| <i>механизм «послойного-плюс-островкового» роста пленки</i>                            | 5.9     |
| механизм роста пленки Странского — Крастанова                                          | 5.9     |
| модифицирование поверхности ионно-лучевое                                              | 5.3     |
| нанесение покрытия кластерным пучком                                                   | 7.2.5   |
| нанесение покрытия методом погружения                                                  | 7.2.6   |
| нановолокно                                                                            | 2.3     |
| нанодиапазон                                                                           | 2.7     |
| нанокomпозит                                                                           | 2.2     |
| нанолитография перьевая                                                                | 7.1.6   |
| наноматериал                                                                           | 2.4     |
| нанообъект                                                                             | 2.5     |
| наноструктурирование блок-сополимера                                                   | 6.5.1.2 |
| нанотиснение                                                                           | 7.1.17  |
| нанотрубка                                                                             | 2.9     |
| нанотрубка углеродная                                                                  | 2.1     |
| наночастица                                                                            | 2.6     |
| напыление газодинамическое холодное                                                    | 6.1.1   |
| напыление наночастиц                                                                   | 7.4.4   |
| напыление термическое                                                                  | 7.2.16  |
| напыление термическое суспензионное                                                    | 6.1.6   |
| НОППС                                                                                  | 6.5.4   |
| НПЧ                                                                                    | 7.1.18  |
| обработка полосового проката металла сдвигом непрерывная                               | 6.5.4   |
| обработка субтрактивная                                                                | 7.1.27  |
| озоление сухое                                                                         | 7.3.8   |
| окисление металла анодное                                                              | 6.6.2   |
| осаждение атомно-слоевое                                                               | 7.2.2   |
| осаждение веществ модулированное                                                       | 5.7     |
| осаждение в соответствии с наношаблоном                                                | 6.5.11  |
| осаждение из газовой фазы физическое                                                   | 7.2.14  |
| осаждение из газовой фазы химическое                                                   | 7.2.3   |
| осаждение из газовой фазы химическое каталитическое                                    | 7.2.4   |
| осаждение из газовой фазы химическое с применением сканирующего туннельного микроскопа | 7.1.24  |
| осаждение ионно-стимулированное                                                        | 7.1.12  |
| осаждение методом химического восстановления                                           | 7.2.8   |
| осаждение многослойное                                                                 | 3.7     |

|                                                         |          |
|---------------------------------------------------------|----------|
| осаждение нановолокон                                   | 7.4.3    |
| осаждение наночастиц из раствора                        | 6.4.2    |
| осаждение напылением                                    | 7.2.19   |
| осаждение распылением                                   | 7.2.18   |
| осаждение фокусированным ионным пучком                  | 7.2.12   |
| осаждение фокусированным электронным пучком             | 7.2.11   |
| осаждение центробежное                                  | 7.2.17   |
| осаждение электроискровое                               | 6.1.3.1  |
| <i>осаждение электролитическое</i>                      | 7.2.7    |
| осаждение электростатическое послойное                  | 5.6      |
| осаждение электростатическое полиэлектролитов послойное | 7.2.15   |
| ОФИП                                                    | 7.2.12   |
| ОФЭП                                                    | 7.2.11   |
| перенос пленки Ленгмюра — Блджетт                       | 5.5      |
| перенос «поверхность — поверхность»                     | 4.7      |
| печать аддитивная                                       | 7.1.2    |
| печать микрожидкостная                                  | 7.1.16   |
| печать микроконтактная                                  | 7.1.15   |
| ПЖК                                                     | 6.2.4    |
| пиролиз аэрозоля                                        | 6.2.1.3  |
| полимеризация интеркаляционная in-situ                  | 6.3.2    |
| полимеризация на поверхности                            | 7.2.20   |
| помол в шаровой мельнице мокрый                         | 6.3.6    |
| помол в шаровой мельнице сухой                          | 6.5.9.2  |
| прессование горячее                                     | 6.5.13.1 |
| прессование холодное                                    | 6.5.3    |
| производство нанотехнологическое                        | 3.9      |
| производство нанотехнологическое «сверху вниз»          | 3.13     |
| производство нанотехнологическое «снизу вверх»          | 3.1      |
| процесс нанотехнологического производства               | 3.10     |
| разложение в трубчатой печи термическое                 | 6.2.2    |
| разложение жидкого вещества термическое                 | 6.2.1.5  |
| разложение жидкого вещества экзотермическое             | 6.2.1.1  |
| разложение инфракрасным излучением термическое          | 6.2.3    |
| распределение в потоке жидкости                         | 4.2      |
| распыление плазменное                                   | 6.2.1.2  |
| распыление жидкого вещества плазменное                  | 6.2.1.4  |
| расстекловывание                                        | 6.5.5    |
| расширение сверхкритических растворов быстрое           | 6.1.5    |
| рисование с помощью сканирующего зондового микроскопа   | 7.1.23   |
| РИТ                                                     | 7.3.20   |
| самосборка                                              | 3.11     |
| самосборка монослоя                                     | 5.8      |
| самосборка направленная                                 | 3.5      |

|                                                 |          |
|-------------------------------------------------|----------|
| сборка иерархическая                            | 4.3      |
| сборка в магнитном поле                         | 4.4      |
| сборка в электростатическом поле                | 4.1      |
| сборка направленная                             | 3.4      |
| сборка супрамолекулярная                        | 4.6      |
| сборка с учетом формы наночастиц                | 4.5      |
| синтез в обратных мицеллах                      | 6.4.4    |
| синтез двухфазных нанокомпозиционных материалов | 6.6.4    |
| синтез матричный                                | 6.4.6    |
| <i>синтез темплатный</i>                        | 6.4.6    |
| соосаждение                                     | 3.2      |
| спекание наночастиц                             | 6.5.13.2 |
| спекание плазменное электроимпульсное           | 6.5.13.3 |
| сушка сублимационная                            | 6.1.4.1  |
| сушка распылительная                            | 6.1.4.2  |
| тиснение                                        | 7.4.1    |
| ТИСП                                            | 7.3.12   |
| травление анизотропное                          | 7.3.1    |
| травление жидкостное                            | 7.3.22   |
| травление избирательное                         | 7.3.21   |
| травление изотропное                            | 7.3.14   |
| травление индуктивно связанной плазмой          | 7.3.12   |
| травление ионное реактивное                     | 7.3.20   |
| травление ионно-лучевое                         | 7.3.13   |
| травление ионно-лучевое химическое              | 7.3.4    |
| травление ионно-стимулированное                 | 7.1.13   |
| травление криогенное                            | 7.3.5    |
| травление кристаллографическое                  | 7.3.6    |
| <i>травление пассивационное</i>                 | 7.3.2    |
| травление плазменное                            | 7.3.18   |
| травление плазмой высокой плотности             | 7.3.11   |
| травление по трекам излучения                   | 7.3.19   |
| <i>травление распылением</i>                    | 7.3.17   |
| травление реактивное ионное глубокое            | 7.3.7    |
| травление световым излучением                   | 7.3.16   |
| травление сухое                                 | 7.3.9    |
| травление физическое                            | 7.3.17   |
| травление фокусированным ионным пучком          | 7.3.10   |
| <i>травление фотохимическое</i>                 | 7.3.16   |
| травление химическое                            | 7.3.3    |
| ТФИП                                            | 7.3.10   |
| УНТ                                             | 2.1      |
| ФГУ                                             | 7.1.5    |
| ФОГФ                                            | 7.2.14   |

|                                                                                |        |
|--------------------------------------------------------------------------------|--------|
| <b>формирование многослойной пленки</b>                                        | 7.4.2  |
| <b>формирование нановолокон по механизму роста «пар — жидкость — кристалл»</b> | 6.2.4  |
| <b>формирование пленки Ленгмюра — Блоджетт</b>                                 | 5.4    |
| <b>фотолитография</b>                                                          | 7.1.20 |
| <b>фотолитография в глубоком ультрафиолете</b>                                 | 7.1.5  |
| <b>фотолитография в экстремальном ультрафиолете</b>                            | 7.1.8  |
| <b>фотолитография фазоконтрастная</b>                                          | 7.1.21 |
| <i>фрезерование ионно-лучевое</i>                                              | 7.3.13 |
| <b>функционализация поверхности</b>                                            | 3.12   |
| <b>ФЭУ</b>                                                                     | 7.1.8  |
| <b>ХОГФ</b>                                                                    | 7.2.3  |
| <b>ХОГФ СТМ</b>                                                                | 7.1.24 |
| <b>штамповка с кручением многократная</b>                                      | 6.5.10 |
| <b>электроосаждение</b>                                                        | 7.2.7  |
| <b>электропрядение</b>                                                         | 6.3.1  |
| <b>электрораспыление</b>                                                       | 7.2.9  |
| <b>эпитаксия молекулярно-лучевая</b>                                           | 7.2.13 |
| <i>3D-литография</i>                                                           | 7.1.1  |



**Алфавитный указатель эквивалентов терминов  
на английском языке**

|                                                |         |
|------------------------------------------------|---------|
| acid hydrolysis of cellulose                   | 6.4.1   |
| additive processing                            | 7.1.2   |
| adsorption                                     | 7.2.1   |
| ALD                                            | 7.2.2   |
| anisotropic etching                            | 7.3.1   |
| atomic layer deposition                        | 7.2.2   |
| block copolymer chemical derivatization        | 6.6.1   |
| block copolymer lithography                    | 7.1.3   |
| block copolymer phase segregation              | 6.5.1.1 |
| block copolymer templating                     | 6.5.1.2 |
| Bosch etching                                  | 7.3.2   |
| bottom up nanomanufacturing                    | 3.1     |
| carbon nanotube                                | 2.1     |
| catalytic chemical vapour deposition           | 7.2.4   |
| CCVD                                           | 7.2.4   |
| chemical etching                               | 7.3.3   |
| chemical vapour deposition                     | 7.2.3   |
| chemically assisted ion beam etching           | 7.3.4   |
| clay dispersion                                | 6.5.2   |
| cluster beam coating                           | 7.2.5   |
| CNT                                            | 2.1     |
| co-deposition                                  | 3.2     |
| cold gas dynamic spraying                      | 6.1.1   |
| cold pressing                                  | 6.5.3   |
| colloidal crystal template lithography         | 7.1.4   |
| colloidal crystallization                      | 5.1     |
| communion                                      | 3.3     |
| conshearing continuous confined strip shearing | 6.5.4   |
| cryogenic etching                              | 7.3.5   |
| cryogenic milling                              | 6.5.9.1 |
| crystallographic etching                       | 7.3.6   |
| CVD                                            | 7.2.3   |
| C2S2                                           | 6.5.4   |
| deep reactive ion etching                      | 7.3.7   |
| deep ultraviolet lithography                   | 7.1.5   |
| devitrification                                | 6.5.5   |
| dip coating                                    | 7.2.6   |
| dip-pen nanolithography                        | 7.1.6   |
| directed assembly                              | 3.4     |
| directed self-assembly                         | 3.5     |
| DRIE                                           | 7.3.7   |

|                                             |          |
|---------------------------------------------|----------|
| dry-ashing                                  | 7.3.8    |
| dry ball milling                            | 6.5.9.2  |
| dry-etching                                 | 7.3.9    |
| DUV                                         | 7.1.5    |
| electron-beam evaporation                   | 6.1.2    |
| electron-beam lithography                   | 7.1.7    |
| electrochemical anodization                 | 6.6.2    |
| electrodeposition                           | 7.2.7    |
| electroless deposition                      | 7.2.8    |
| electroplating                              | 7.2.7    |
| electro-spark deposition                    | 6.1.3.1  |
| electrospinning                             | 6.3.1    |
| electro-spray                               | 7.2.9    |
| electrostatic driven assembly               | 4.1      |
| embossing                                   | 7.4.1    |
| EUV                                         | 7.1.8    |
| evaporation                                 | 7.2.10   |
| extreme ultraviolet lithography             | 7.1.8    |
| FIB                                         | 7.1.9    |
| FIB                                         | 7.2.12   |
| FIB                                         | 7.3.10   |
| fluidic alignment                           | 4.2      |
| focused electron-beam deposition            | 7.2.11   |
| focused ion-beam deposition                 | 7.2.12   |
| focused ion-beam etching                    | 7.3.10   |
| focused ion-beam lithography                | 7.1.9    |
| freeze drying                               | 6.1.4.1  |
| graphioepitaxy                              | 5.2      |
| grinding                                    | 6.5.6    |
| hierarchical assembly                       | 4.3      |
| high-density plasma etching                 | 7.3.11   |
| high-speed micromachining                   | 6.5.7    |
| hot pressing                                | 6.5.13.1 |
| hot wall tubular reaction                   | 6.2.2    |
| ICP                                         | 7.3.12   |
| immersion optics                            | 7.1.10   |
| imprinting                                  | 7.4.1    |
| inductive coupled plasma                    | 7.3.12   |
| <i>in-situ</i> intercalative polymerization | 6.3.2    |
| intercalation                               | 6.6.3    |
| interference lithography                    | 7.1.11   |
| ion beam etching                            | 7.3.13   |
| ion beam milling                            | 7.3.13   |
| ion beam surface reconstruction             | 5.3      |

|                                    |          |
|------------------------------------|----------|
| ion implantation                   | 6.5.8    |
| ion induced deposition             | 7.1.12   |
| ion induced etching                | 7.1.13   |
| ion projection lithography         | 7.1.14   |
| isotropic etching                  | 7.3.14   |
| Langmuir — Blodgett film formation | 5.4      |
| Langmuir — Blodgett film transfer  | 5.5      |
| laser ablation                     | 7.3.15   |
| layer-by-layer deposition          | 5.6      |
| LbL                                | 7.2.15   |
| LbL deposition                     | 5.6      |
| light-assisted etching             | 7.3.16   |
| liquid precursor combustion        | 6.2.1.1  |
| lithography                        | 3.6      |
| magnetic driven assembly           | 4.4      |
| micro-contact printing             | 7.1.15   |
| microfluidic deposition            | 7.1.16   |
| modulated elemental reacted method | 5.7      |
| molecular beam epitaxy             | 7.2.13   |
| multilayer deposition              | 3.7      |
| multilayer film process            | 7.4.2    |
| multi-pass coin forging            | 6.5.10   |
| nanocomposite                      | 2.2      |
| nano-embossing                     | 7.1.17   |
| nanofabrication                    | 3.8      |
| nanofibre                          | 2.3      |
| nanofibre precipitation            | 7.4.3    |
| nano-imprint lithography           | 7.1.18   |
| nanomanufacturing                  | 3.9      |
| nanomanufacturing process          | 3.10     |
| nanomaterial                       | 2.4      |
| nano-object                        | 2.5      |
| nanoparticle                       | 2.6      |
| nanoparticle dispersion            | 6.3.3    |
| nanoparticle precipitation         | 6.4.2    |
| nanoparticle sintering             | 6.5.13.2 |
| nanoparticle spray coating         | 7.4.4    |
| nanoscale                          | 2.7      |
| nanostuctured material             | 2.8      |
| nanotemplated growth               | 6.5.11   |
| nanotube                           | 2.9      |
| natural lithography                | 7.1.19   |
| NIL                                | 7.1.18   |
| optical lithography                | 7.1.20   |

|                                                          |          |
|----------------------------------------------------------|----------|
| phase-contrast photolithography                          | 7.1.21   |
| photochemical etching                                    | 7.3.16   |
| photolithography                                         | 7.1.20   |
| photothermal synthesis                                   | 6.2.3    |
| physical etching                                         | 7.3.17   |
| physical vapour deposition                               | 7.2.14   |
| plasma etching                                           | 7.3.18   |
| plasma spray                                             | 6.2.1.2  |
| plasmonic lithography                                    | 7.1.22   |
| polyelectrolyte layer-by-layer                           | 7.2.15   |
| polymer nanoparticle dispersion                          | 6.5.12   |
| prompt inorganic condensation                            | 6.4.3    |
| PVD                                                      | 7.2.14   |
| pyrogenesis                                              | 6.2.1.3  |
| radiation track etching                                  | 7.3.19   |
| reactive ion etching                                     | 7.3.20   |
| reverse micelle process                                  | 6.4.4    |
| RIE                                                      | 7.3.20   |
| SAM formation                                            | 5.8      |
| scanning force probe writing                             | 7.1.23   |
| scanning tunneling microscope chemical vapour deposition | 7.1.24   |
| selective etching                                        | 7.3.21   |
| self-assembled monolayer formation                       | 5.8      |
| self-assembly                                            | 3.11     |
| shape-based assembly                                     | 4.5      |
| soft lithography                                         | 7.1.25   |
| sol-gel processing                                       | 6.4.5    |
| solution precursor plasma spray                          | 6.2.1.4  |
| spark plasma sintering                                   | 6.5.13.3 |
| spin coating                                             | 7.2.17   |
| spray deposition                                         | 7.2.18   |
| spray drying                                             | 6.1.4.2  |
| sputter deposition                                       | 7.2.19   |
| sputter etching                                          | 7.3.17   |
| STM CVD                                                  | 7.1.24   |
| Stober process                                           | 6.4.7    |
| Stranski — Krastanow growth                              | 5.9      |
| subtractive processing                                   | 7.1.27   |
| supercritical expansion                                  | 6.1.5    |
| supramolecular assembly                                  | 4.6      |
| surface functionalization                                | 3.12     |
| surface polymerization                                   | 7.2.20   |
| surface-to-surface transfer                              | 4.7      |
| surfactant templating                                    | 6.4.6    |

|                                         |         |
|-----------------------------------------|---------|
| suspension combustion thermal spray     | 6.1.6   |
| tape casting                            | 6.3.5   |
| thermal spray                           | 7.2.16  |
| thermal spray pyrolysis                 | 6.2.1.5 |
| top-down nanomanufacturing              | 3.13    |
| two-phase methods                       | 6.6.4   |
| vaporization                            | 6.1.8   |
| vapour-liquid-solid nanofibre synthesis | 6.2.4   |
| VLS                                     | 6.2.4   |
| wet ball milling                        | 6.3.6   |
| wet etching                             | 7.3.22  |
| wire electric explosion                 | 6.1.7   |
| x-ray lithography                       | 7.1.28  |
| 3D lithography                          | 7.1.1   |

## Библиография

- |      |                                                                                  |                                                                                                                                                                                                       |
|------|----------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| [1]  | BSI PAS 135                                                                      | Terminology for nanofabrication (Терминология нанопроизводства)                                                                                                                                       |
| [2]  | ISO/TS 80004-6                                                                   | Nanotechnologies — Vocabulary — Part 6: Nano-object characterization (Нанотехнологии. Часть 6. Характеристики нанообъектов. Термины и определения)                                                    |
| [3]  | ISO/TS 80004-3:2010                                                              | Nanotechnologies — Vocabulary — Part 3: Carbon nano-objects (Нанотехнологии. Словарь. Часть 3. Углеродные нанообъекты)                                                                                |
| [4]  | ISO/TS 80004-4:2011                                                              | Nanotechnologies — Vocabulary — Part 4: Nanostructured materials (Нанотехнологии. Словарь. Часть 4. Материалы с наноструктурой)                                                                       |
| [5]  | ISO/TS 27687:2008 <sup>1)</sup>                                                  | Nanotechnologies — Terminology and definitions for nano-objects — Nanoparticle, nanofibre and nanoplate (Нанотехнологии. Термины и определения нанообъектов. Наночастица, нановолокно и нанопластина) |
| [6]  | ISO/TS 80004-1:2010                                                              | Nanotechnologies — Vocabulary — Part 1: Core terms (Нанотехнологии. Словарь. Часть 1. Основные термины)                                                                                               |
| [7]  | ISO 2080:2008                                                                    | Metallic and other inorganic coatings — Surface treatment, metallic and other inorganic coatings — Vocabulary (Металлические и другие неорганические покрытия. Поверхностная обработка. Словарь)      |
| [8]  | ISO 19353                                                                        | Safety of machinery — Fire prevention and protection (Безопасность машин. Предотвращение пожаров и защита от них)                                                                                     |
| [9]  | ISO 11074:2005 <sup>2)</sup>                                                     | Soil quality — Vocabulary (Качество почвы. Словарь)                                                                                                                                                   |
| [10] | ISO 3252:1999 <sup>3)</sup>                                                      | Powder metallurgy — Vocabulary (Порошковая металлургия. Словарь)                                                                                                                                      |
| [11] | ISO 836:2001                                                                     | Terminology for refractories (Материалы огнеупорные. Терминология)                                                                                                                                    |
| [12] | Appl.Phys. Lett. 1982, 41 pp. 377—379                                            |                                                                                                                                                                                                       |
| [13] | McGraw-Hill Dictionary of Scientific and Technical Terms, 6th ed. September 2002 |                                                                                                                                                                                                       |

---

<sup>1)</sup> Заменен на ISO/TS 80004-2:2015.

<sup>2)</sup> Заменен на ISO 11074:2015.

<sup>3)</sup> Заменен на ISO 3252:2019.



---

УДК 53.04:006.354

МКС 01.040.07,  
07.030

Ключевые слова: нанотехнологии, процессы нанотехнологического производства, нанообъект, наночастица

---

Редактор переиздания *Д.А. Кожемяк*  
Технический редактор *В.Н. Прусакова*  
Корректор *М.И. Першина*  
Компьютерная верстка *А.Н. Золотаревой*

Сдано в набор 24.08.2020. Подписано в печать 17.09.2020. Формат 60×84<sup>1</sup>/<sub>8</sub>. Гарнитура Ариал.  
Усл. печ. л. 4,65. Уч.-изд. л. 4,21.

Подготовлено на основе электронной версии, предоставленной разработчиком стандарта

---

Создано в единичном исполнении во ФГУП «СТАНДАРТИНФОРМ» для комплектования Федерального  
информационного фонда стандартов, 117418 Москва, Нахимовский пр-т, д. 31, к. 2.  
[www.gostinfo.ru](http://www.gostinfo.ru) [info@gostinfo.ru](mailto:info@gostinfo.ru)

Поправка к ГОСТ ISO/TS 80004-8—2016 Нанотехнологии. Часть 8. Процессы нанотехнологического производства. Термины и определения

| В каком месте                     | Напечатано | Должно быть |    |                                     |
|-----------------------------------|------------|-------------|----|-------------------------------------|
| Предисловие. Таблица согласования | —          | Туркмения   | ТМ | Главгосслужба «Туркменстандартлары» |

(ИУС № 1 2023 г.)