**Лекция 1**

**Наноэлектроника** — область [электроники](https://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%AD%D0%BB%D0%B5%D0%BA%D1%82%D1%80%D0%BE%D0%BD%D0%B8%D0%BA%D0%B0), занимающаяся разработкой физических и технологических основ создания [интегральных электронных схем](https://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%98%D0%BD%D1%82%D0%B5%D0%B3%D1%80%D0%B0%D0%BB%D1%8C%D0%BD%D0%B0%D1%8F_%D1%81%D1%85%D0%B5%D0%BC%D0%B0) с характерными топологическими размерами [элементов](https://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%AD%D0%BB%D0%B5%D0%BA%D1%82%D1%80%D0%BE%D0%BD%D0%B8%D0%BA%D0%B0) менее 100 [нанометров](https://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%9D%D0%B0%D0%BD%D0%BE%D0%BC%D0%B5%D1%82%D1%80).

Термин «наноэлектроника» логически связан с термином «[микроэлектроника](https://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%9C%D0%B8%D0%BA%D1%80%D0%BE%D1%8D%D0%BB%D0%B5%D0%BA%D1%82%D1%80%D0%BE%D0%BD%D0%B8%D0%BA%D0%B0)» и отражает переход современной [полупроводниковой](https://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%9F%D0%BE%D0%BB%D1%83%D0%BF%D1%80%D0%BE%D0%B2%D0%BE%D0%B4%D0%BD%D0%B8%D0%BA) электроники от элементов с характерным размером в микронной и субмикронной области к элементам с размером в нанометровой области. Этот процесс развития технологии отражает эмпирический [закон Мура](https://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%97%D0%B0%D0%BA%D0%BE%D0%BD_%D0%9C%D1%83%D1%80%D0%B0), который гласит, что количество транзисторов на кристалле удваивается каждые полтора-два года.

Однако принципиально новая особенность наноэлектроники связана с тем, что для элементов таких размеров начинают преобладать квантовые эффекты. Появляется новая номенклатура свойств, открываются новые заманчивые перспективы их использования. Если при переходе от микро- к наноэлектронике квантовые эффекты во многом являются паразитными, (например, работе классического [транзистора](https://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%A2%D1%80%D0%B0%D0%BD%D0%B7%D0%B8%D1%81%D1%82%D0%BE%D1%80) при уменьшении размеров начинает мешать [туннелирование носителей заряда](https://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%A2%D1%83%D0%BD%D0%BD%D0%B5%D0%BB%D1%8C%D0%BD%D1%8B%D0%B9_%D1%8D%D1%84%D1%84%D0%B5%D0%BA%D1%82" \o "Туннельный эффект)), то электроника, использующая квантовые эффекты, — это уже основа новой, так называемой наногетероструктурной электроники.

**Основные задачи наноэлектроники**

* разработка физических основ работы активных приборов с нанометровыми размерами, в первую очередь квантовых;
* разработка физических основ технологических процессов;
* разработка самих приборов и технологий их изготовления;
* разработка интегральных схем с нанометровыми технологическими размерами и изделий электроники на основе наноэлектронной элементной базы.

**Наноматериалы** — материалы, созданные с использованием [наночастиц](https://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%9D%D0%B0%D0%BD%D0%BE%D1%87%D0%B0%D1%81%D1%82%D0%B8%D1%86%D0%B0" \o "Наночастица) и/или посредством [нанотехнологий](https://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%9D%D0%B0%D0%BD%D0%BE%D1%82%D0%B5%D1%85%D0%BD%D0%BE%D0%BB%D0%BE%D0%B3%D0%B8%D1%8F" \o "Нанотехнология), обладающие какими-либо уникальными свойствами, обусловленными присутствием этих частиц в материале. К наноматериалам относят объекты, один из характерных размеров которых лежит в интервале от 1 до 100 [н](https://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%9F%D1%80%D0%B8%D1%81%D1%82%D0%B0%D0%B2%D0%BA%D0%B8_%D0%A1%D0%98" \o "Приставки СИ)[м](https://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%9C%D0%B5%D1%82%D1%80)[[1]](https://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%9D%D0%B0%D0%BD%D0%BE%D0%BC%D0%B0%D1%82%D0%B5%D1%80%D0%B8%D0%B0%D0%BB#cite_note-1). Способы получения наноматериалов можно разделить на две группы:

* «сборка из атомов»
* «[диспергирование](https://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%94%D0%B8%D1%81%D0%BF%D0%B5%D1%80%D0%B3%D0%B8%D1%80%D0%BE%D0%B2%D0%B0%D0%BD%D0%B8%D0%B5) макроскопических материалов».

Согласно 7-й Международной конференции по нанотехнологиям (Висбаден, 2004)[[2]](https://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%9D%D0%B0%D0%BD%D0%BE%D0%BC%D0%B0%D1%82%D0%B5%D1%80%D0%B8%D0%B0%D0%BB#cite_note-2) выделяют следующие типы наноматериалов:

* [нанопористые структуры](https://ru.wikipedia.org/w/index.php?title=%D0%9D%D0%B0%D0%BD%D0%BE%D0%BF%D0%BE%D1%80%D0%B8%D1%81%D1%82%D0%B0%D1%8F_%D1%81%D1%82%D1%80%D1%83%D0%BA%D1%82%D1%83%D1%80%D0%B0&action=edit&redlink=1)
* [наночастицы](https://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%9D%D0%B0%D0%BD%D0%BE%D1%87%D0%B0%D1%81%D1%82%D0%B8%D1%86%D0%B0)
* [нанотрубки](https://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%9D%D0%B0%D0%BD%D0%BE%D1%82%D1%80%D1%83%D0%B1%D0%BA%D0%B8) и [нановолокна](https://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%9D%D0%B0%D0%BD%D0%BE%D0%B2%D0%BE%D0%BB%D0%BE%D0%BA%D0%BD%D0%BE" \o "Нановолокно)
* [нанодисперсии](https://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%9D%D0%B0%D0%BD%D0%BE%D0%B4%D0%B8%D1%81%D0%BF%D0%B5%D1%80%D1%81%D0%B8%D1%8F) (коллоиды)
* [наноструктурированные поверхности и пленки](https://ru.wikipedia.org/w/index.php?title=%D0%9D%D0%B0%D0%BD%D0%BE%D1%81%D1%82%D1%80%D1%83%D0%BA%D1%82%D1%83%D1%80%D0%B8%D1%80%D0%BE%D0%B2%D0%B0%D0%BD%D0%BD%D1%8B%D0%B5_%D0%BF%D0%BE%D0%B2%D0%B5%D1%80%D1%85%D0%BD%D0%BE%D1%81%D1%82%D0%B8_%D0%B8_%D0%BF%D0%BB%D0%B5%D0%BD%D0%BA%D0%B8&action=edit&redlink=1)
* [нанокристаллы](https://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%9D%D0%B0%D0%BD%D0%BE%D0%BA%D1%80%D0%B8%D1%81%D1%82%D0%B0%D0%BB%D0%BB) и [нанокластеры](https://ru.wikipedia.org/w/index.php?title=%D0%9D%D0%B0%D0%BD%D0%BE%D0%BA%D0%BB%D0%B0%D1%81%D1%82%D0%B5%D1%80&action=edit&redlink=1" \o "Нанокластер (страница отсутствует)).

Сами наноматериалы делят *по назначению* на:

* Функциональные
* [Композиционные](https://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%9A%D0%BE%D0%BC%D0%BF%D0%BE%D0%B7%D0%B8%D1%86%D0%B8%D0%BE%D0%BD%D0%BD%D1%8B%D0%B9_%D0%BC%D0%B0%D1%82%D0%B5%D1%80%D0%B8%D0%B0%D0%BB)
* Конструкционные.

*По количеству измерений*:

* нульмерные/ квазинульмерные ([квантовые точки](https://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%9A%D0%B2%D0%B0%D0%BD%D1%82%D0%BE%D0%B2%D0%B0%D1%8F_%D1%82%D0%BE%D1%87%D0%BA%D0%B0), сфероидные [наночастицы](https://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%9D%D0%B0%D0%BD%D0%BE%D1%87%D0%B0%D1%81%D1%82%D0%B8%D1%86%D0%B0" \o "Наночастица));
* одномерные/ квазиодномерные ([квантовые проводники](https://ru.wikipedia.org/w/index.php?title=%D0%AD%D0%BB%D0%B5%D0%BA%D1%82%D1%80%D0%BE%D0%BD%D0%BD%D1%8B%D0%B5_%D0%BD%D0%B0%D0%BD%D0%BE%D1%8D%D0%BB%D0%B5%D0%BC%D0%B5%D0%BD%D1%82%D1%8B&action=edit&redlink=1), [нанотрубки](https://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%9D%D0%B0%D0%BD%D0%BE%D1%82%D1%80%D1%83%D0%B1%D0%BA%D0%B8" \o "Нанотрубки));
* двумерные/квазидвумерные ([тонкие пленки](https://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%A2%D0%BE%D0%BD%D0%BA%D0%B8%D0%B5_%D0%BF%D0%BB%D1%91%D0%BD%D0%BA%D0%B8), поверхности разделов);
* трехмерные/квазитрехмерные (многослойные структуры с наноразмерными дислокациями, сверхрешетки, [нанокластеры](https://ru.wikipedia.org/w/index.php?title=%D0%9D%D0%B0%D0%BD%D0%BE%D0%BA%D0%BB%D0%B0%D1%81%D1%82%D0%B5%D1%80&action=edit&redlink=1" \o "Нанокластер (страница отсутствует))).[[3]](https://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%9D%D0%B0%D0%BD%D0%BE%D0%BC%D0%B0%D1%82%D0%B5%D1%80%D0%B8%D0%B0%D0%BB#cite_note-stm2016-3)

Свойства наноматериалов, как правило, отличаются от аналогичных материалов в массивном состоянии. Например, у наноматериалов можно наблюдать изменение магнитных, тепло- и электропроводных свойств. Для особо мелких материалов можно заметить изменение температуры плавления в сторону её уменьшения.

Для наноматериалов актуальна проблема их хранения и транспортировки. Обладая развитой поверхностью, материалы очень активны и охотно взаимодействуют с окружающей средой, прежде всего это касается металлических наноматериалов. Применение наноматериалов пока не очень широко развито, поскольку подробное их изучение только началось и сейчас идет накопление знаний об этих материалах. В генной инженерии [векторы на основе наноматериалов](https://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%92%D0%B5%D0%BA%D1%82%D0%BE%D1%80%D1%8B_%D0%BD%D0%B0_%D0%BE%D1%81%D0%BD%D0%BE%D0%B2%D0%B5_%D0%BD%D0%B0%D0%BD%D0%BE%D0%BC%D0%B0%D1%82%D0%B5%D1%80%D0%B8%D0%B0%D0%BB%D0%BE%D0%B2) используются для доставки биологически активных веществ в [клетки](https://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%9A%D0%BB%D0%B5%D1%82%D0%BA%D0%B0).