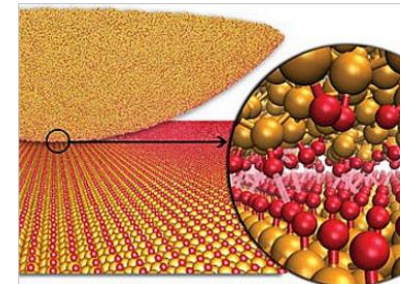
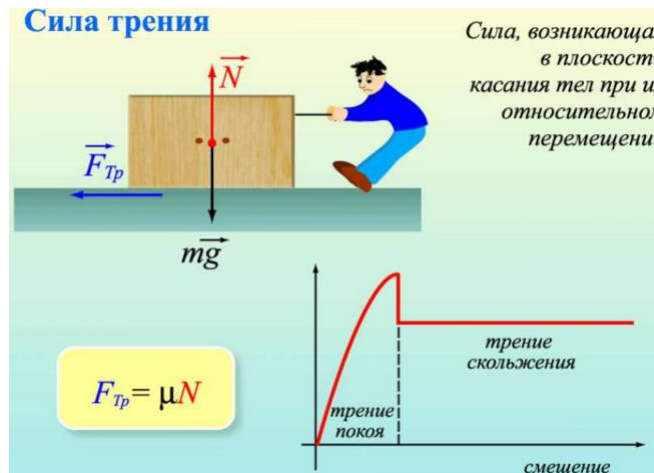
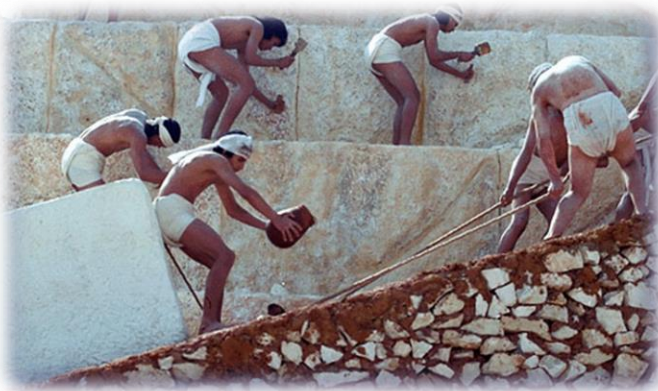


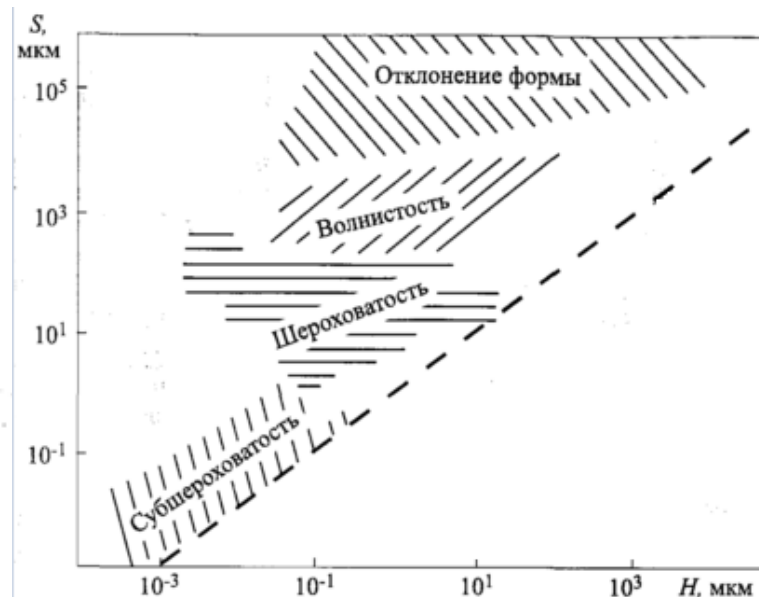
Триботехника

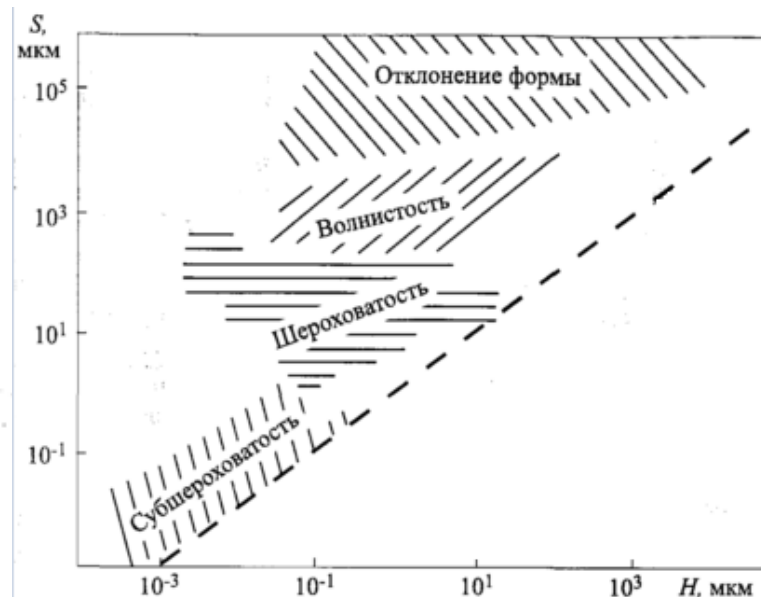
Лекция на тему: «Поверхность и поверхностные явления»

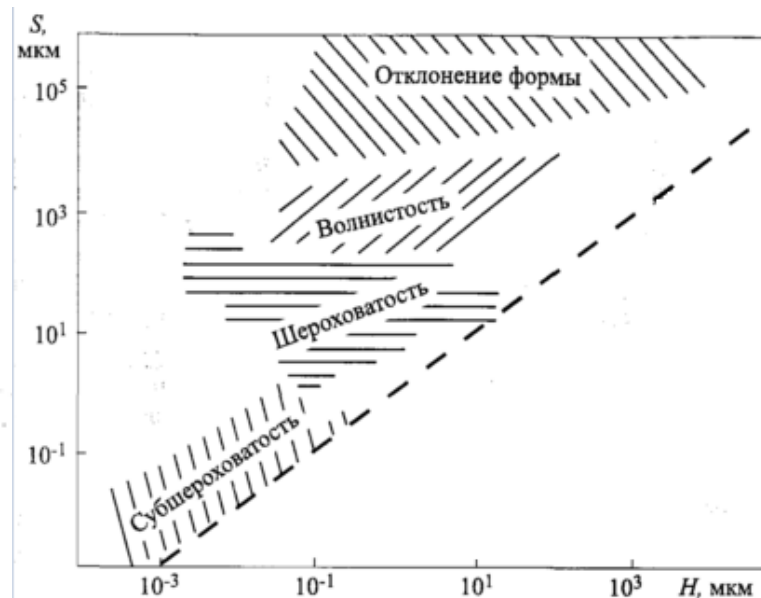
Корнаев Алексей Валерьевич

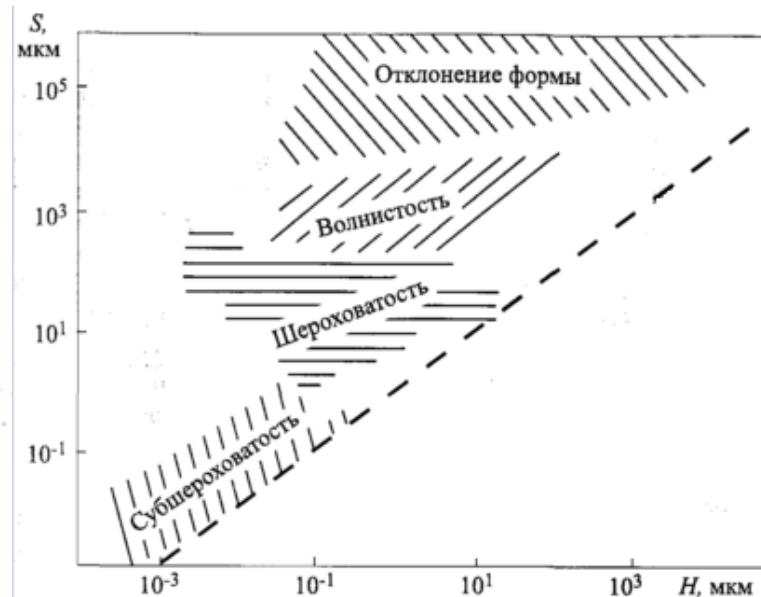














1. Геометрические параметры поверхности

Параметрический подход описания шероховатости.

Среднее арифметическое отклонение профиля R_a :

$$R_a = \int_0^l |z(x)| dx \quad R_a = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n |z_i|$$

Средняя высота неровностей по 10 точкам (5 впадин + 5 выступов) R_z :

$$R_z = \frac{1}{5} \left(\sum_{i=1}^5 |zh_i| + \sum_{i=1}^5 |zl_i| \right)$$

Наибольшая высота профиля R_{max} измеряется расстоянием между линией впадин и выступов.

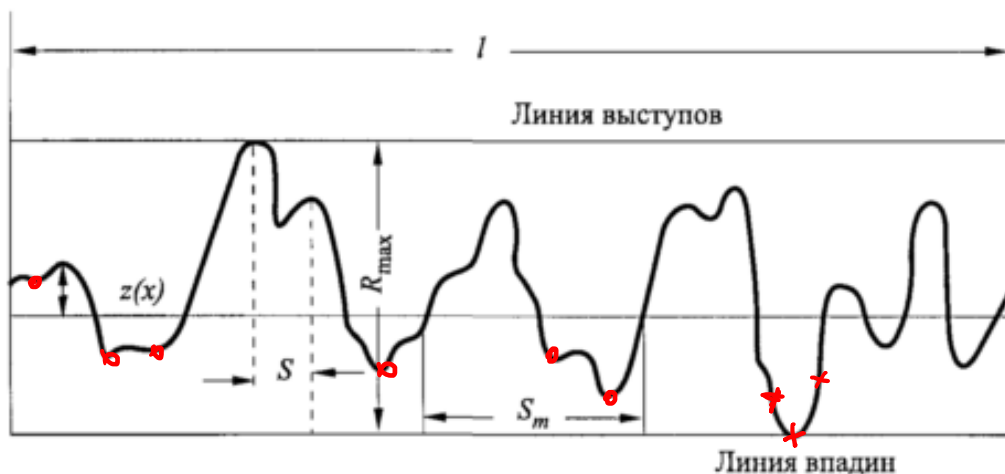
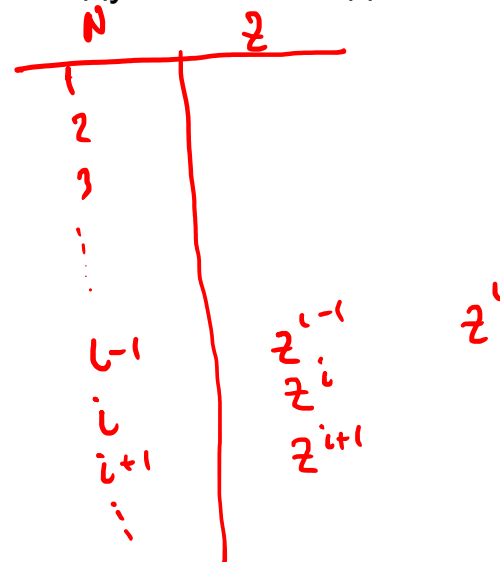
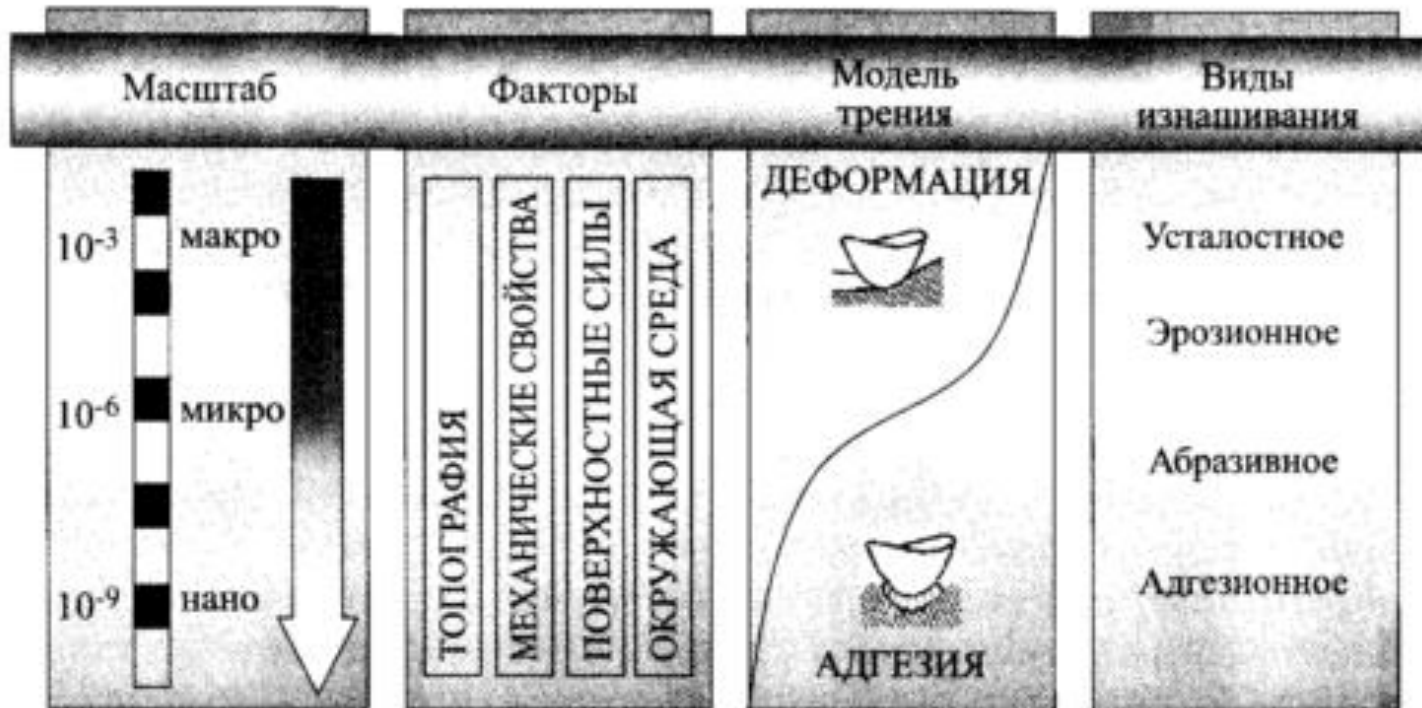


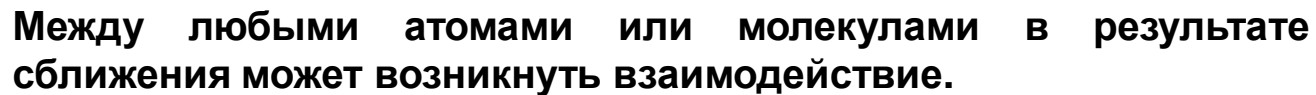
Рис. 1.6. Профиль шероховатости $z(x)$



2. Поверхность как физический объект

Методы исследования поверхности существенно зависят от масштабного уровня исследования

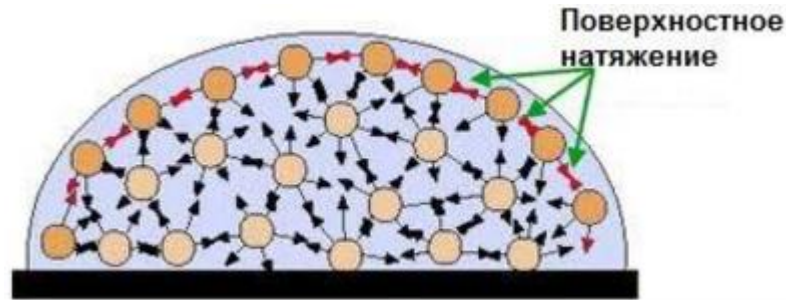




2. Поверхность как физический объект

Объемные и поверхностные силы (энергии).

Масштаб	Факторы	Модель трения	Виды изнашивания
10^{-3} макро 10^{-6} микро 10^{-9} нано	ТОПОГРАФИЯ МЕХАНИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА ПОВЕРХНОСТНЫЕ СИЛЫ ОКРУЖАЮЩАЯ СРЕДА	ДЕФОРМАЦИЯ АДГЕЗИЯ	Усталостное Эрозионное Абразивное Адгезионное



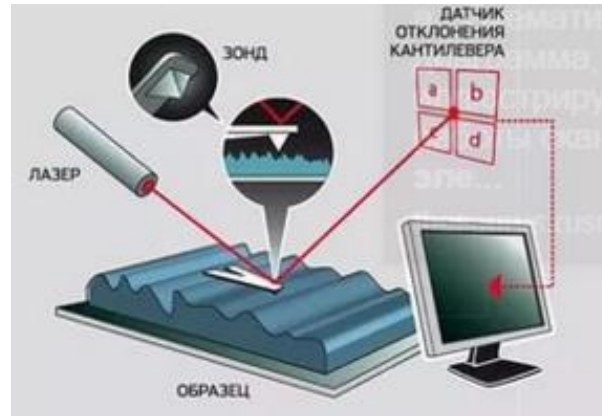
С уменьшением размеров тела, величина объема уменьшается быстрее величины площади, поэтому начиная с некоторого малого размера поверхностные силы (поверхностная энергия) начинает преобладать над объемной. Это явление есть суть **нанотехнологий**.

3. Методы и средства экспериментального исследования поверхности

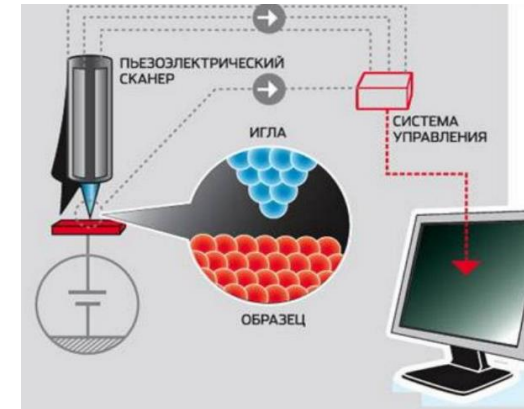
Макроуровень



Микроуровень



Наноуровень



<https://youtu.be/gLRCboMGQo4>

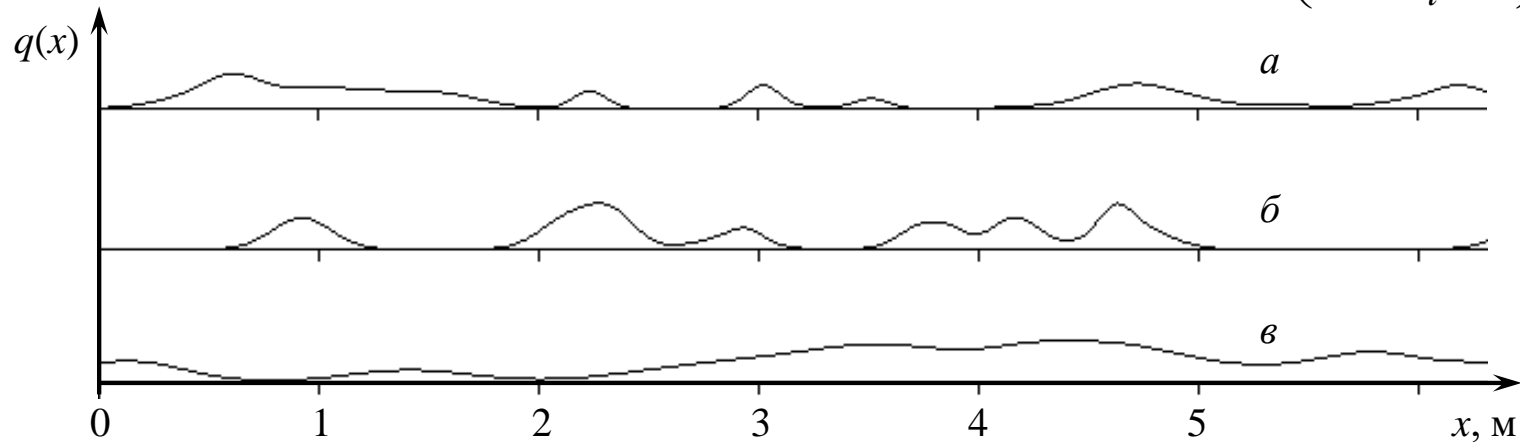


4. Методы математического моделирования поверхности

Микроуровень: моделирование шероховатой поверхности.

Для генерации рельефа шероховатой поверхности $q(x)$ можно использовать алгоритм, позволяющий получить достаточно плавную функцию $q(x)$. Функция $q(x)$ задается как суперпозиция гауссовских пиков с параметрами x_i (положение шероховатости), H_i (высота шероховатости) и σ_i (среднеквадратическое отклонение, задающее ширину препятствия):

$$q(x) = \sum_{i=1}^{N_{\Pi}} H_i \exp\left(-\frac{(x - x_i)^2}{\sigma_i^2}\right)$$



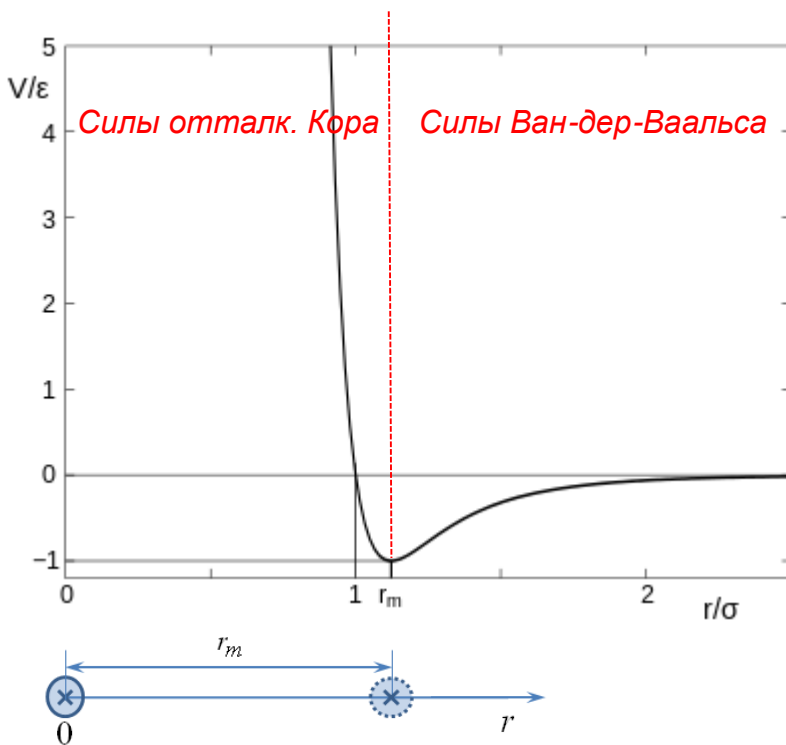
а – типичный ($H_i = 0,1$ мкм, $\sigma_i = 0,2$ мкм); *б* – изрезанный ($H_i = 0,15$ мкм, $\sigma_i = 0,1$ мкм);
в – плавный ($H_i = 0,1$ мкм, $\sigma_i = 0,4$ мкм)

4. Методы математического моделирования поверхности

Наноруровень: моделирование межатомного взаимодействия.

Потенциал Леннарда-Джонса: $U_{i,j}(r_{i,j}) = 4\xi \left[\left(\frac{\sigma}{r_{i,j}} \right)^{12} - \left(\frac{\sigma}{r_{i,j}} \right)^6 \right]$.

Уравнение движения: $m_i \frac{d\vec{V}_i}{dt} = \sum_{j=1}^N \frac{dU_{i,j}}{dr_{i,j}} \frac{\vec{r}_{i,j}}{\|\vec{r}_{i,j}\|}$.



Потенциал Леннарда-Джонса



4. Методы математического моделирования поверхности

Методы молекулярной динамики

Достоинства

- возможность исследования свойств смазочного материала на молекулярном уровне;
- возможность исследования свойств поверхностей трения;
- возможность исследования различных механизмов трения на молекулярном уровне;
- возможность исследования нестационарных, неизотермических задач.

Недостатки

- сложность испытания свойств материалов на молекулярном уровне
- ограниченное количество исследуемых частиц;
- ограниченный временной интервал расчета;
- сложность разработки оптимизационных моделей.

i'd love to talk to
you later, avogadro...
can i get your number?

you gonna need
a bigger piece
of paper than
that, baby

