

## Измерения в вакууме и газовой среде

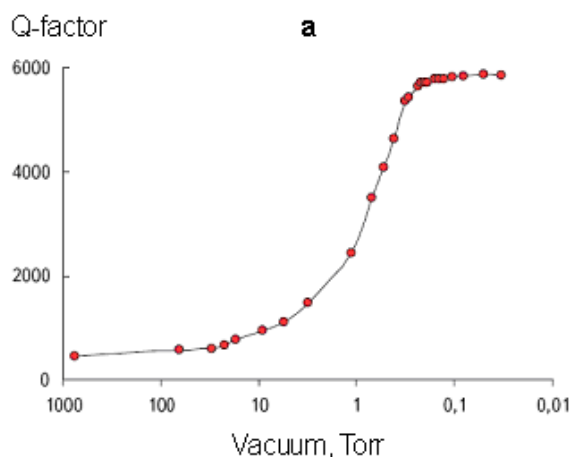
Вакуум позволяет повысить добротность колебаний кантилевера, а это, в свою очередь, существенно увеличивает чувствительность измерений слабых магнитных взаимодействий между зондом и образцом. Достоинством систем с низким вакуумом является их простота в использовании, а также короткое время выхода в рабочий режим. Системы с высоким и сверхвысоким вакуумом позволяют обеспечить необходимую чистоту процесса.

### ВВЕДЕНИЕ

В вакууме повышается добротность колебаний кантилевера, а значит, увеличивается чувствительность, надежность и достоверность в измерениях слабых сил между зондом и образцом. При этом переход от атмосферного давления к вакууму  $10^{-2}$  Торр обеспечивает почти десятикратное возрастание добротности. При дальнейшем увеличении вакуума величина добротности быстро

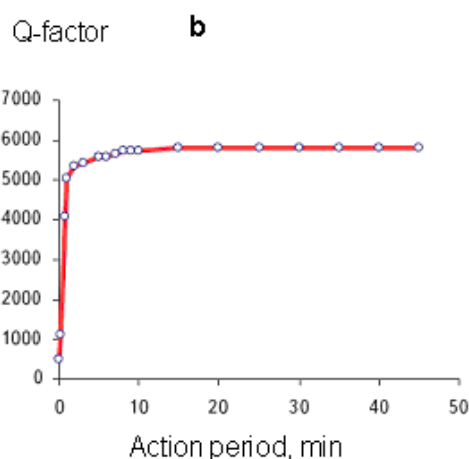
выходит на плато и изменяется минимально.

Увеличение чувствительности особенно важно для измерения слабых сил, например, для высокочувствительных магнитных измерений, метода зонда Кельвина или сканирующей емкостной микроскопии.



*Коэффициент добротности достигает плато при вакууме  $10^{-1}$  Торр и при дальнейшем повышении вакуума практически не меняется.*

Системы с высоким и сверхвысоким вакуумом позволяют обеспечить необходимую чистоту процесса. Благодаря условиям высокого вакуума до  $10^{-8}$  Торр на поверхности исследуемого объекта и в окружающем зонд и образец пространстве отсутствует вода, а значит капиллярные силы взаимодействия между зондом и образцом, и как следствие повышается точность измерения силовых взаимодействий (что полезно, например,



*Уровень вакуума при котором достигается десятикратное увеличение коэффициента добротности достигается через 1 минуту после начала работы.*

для изучения реальных адгезионных эффектов). Кроме того, благодаря высокому вакууму можно проводить измерения в условиях очень низких температур без появления «снега» на поверхности образца. Устройство изменения температуры образца в системе СОЛВЕР HV-MFM «Холодный палец» (“Cold finger”) обеспечивает охлаждение до 110 К (с использованием жидкого  $N_2$ ) и нагревание до 420 К.

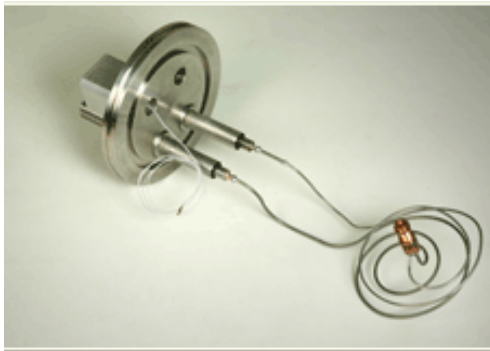
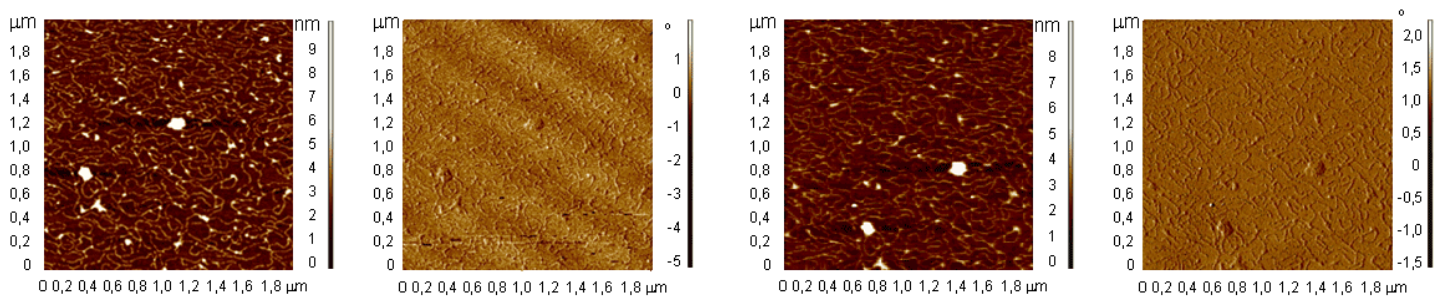


Рис.1 Устройство для изменения температуры образца  
«Холодный палец»



Рис.2 Высоковакуумная система СОЛБЕР HV-MFM ( $10^{-8}$  Торр)

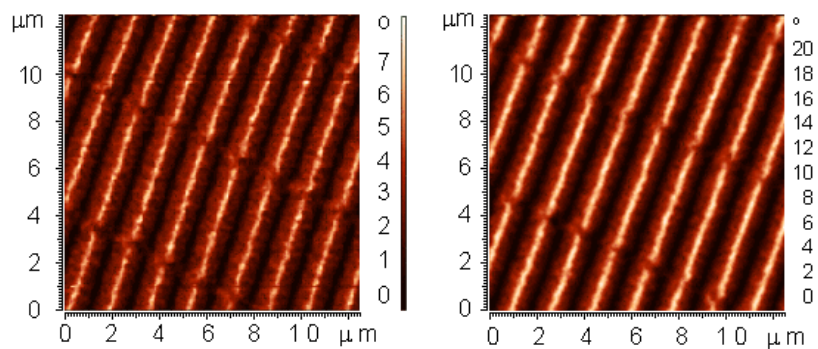
## ОБРАЗЕЦ С ДНК. ТОПОГРАФИЯ И ОТОБРАЖЕНИЕ ФАЗЫ



1) На воздухе

2) В вакууме

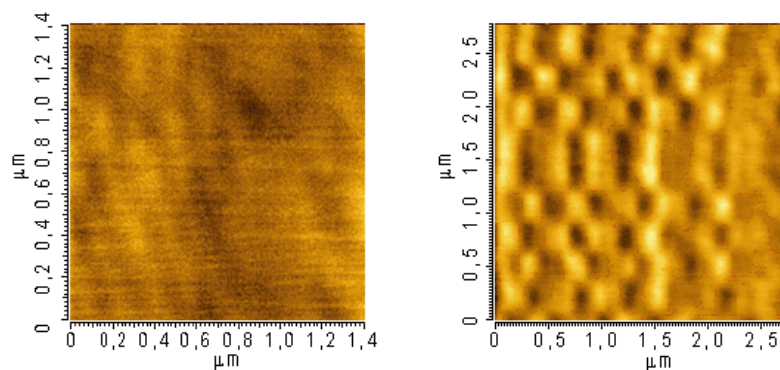
## МСМ ИЗОБРАЖЕНИЯ ЖЕСТКОГО ДИСКА С НИЗКОЙ ПЛОТНОСТЬЮ ЗАПИСИ



1) На воздухе

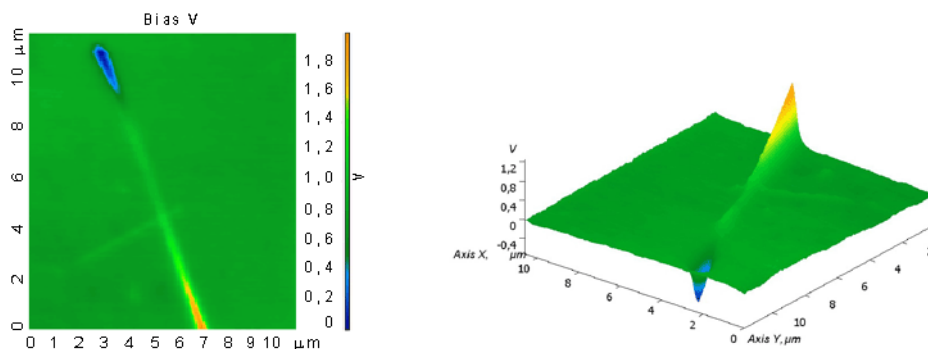
2) В вакууме

## МСМ ИЗОБРАЖЕНИЯ ЖЕСТКОГО ДИСКА С ВЫСОКОЙ ПЛОТНОСТЬЮ ЗАПИСИ



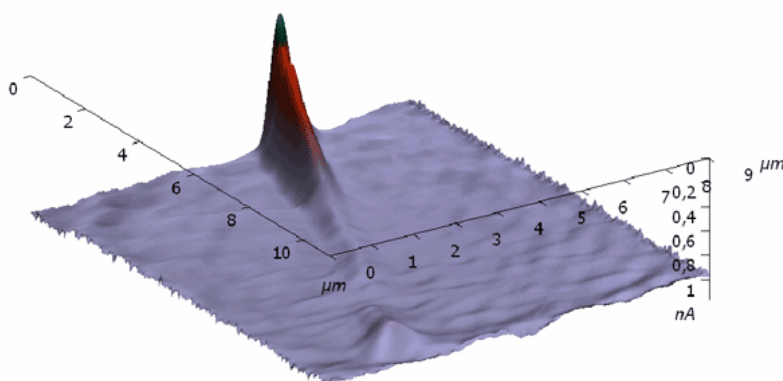
Магнетизация 80 Гб жесткого диска на воздухе (слева) и в вакууме (справа).  
Режим фазового контраста.

## МИКРОСКОПИЯ ЗОНДА КЕЛЬВИНА В ВАКУУМЕ ( $5 \times 10^{-7}$ Torr) ПРИ 113 К

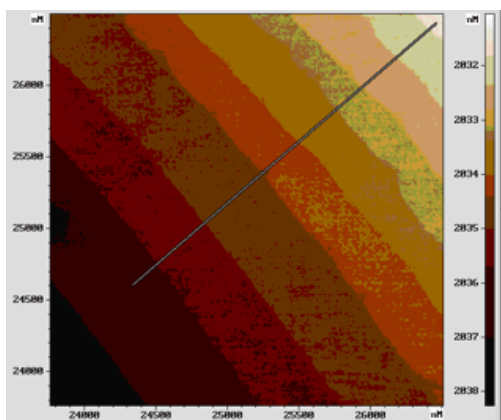


Поверхность нелегированного GaAs после предварительной зарядки литографией.  
Показана отчетливая разница поверхностного потенциала вдоль линии.

## СКАНИРУЮЩАЯ ЕМКОСТНАЯ СИЛОВАЯ МИКРОСКОПИЯ В ВАКУУМЕ ( $5 \times 10^{-7}$ Torr) ПРИ 113 К



Поверхность нелегированного GaAs после предварительной зарядки литографией.



Ступенчатая поверхность базовой плоскости сапфира (c-plane) и ее сечение указанной плоскостью. Ступенчатая поверхность получена при отжиге образца при температуре 1350 °C.