

3D нанотехнологии в физике, химии, биологии, медицине и инженерном искусстве

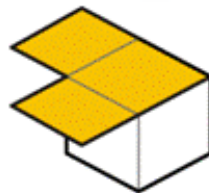
Яминский Игорь Владимирович
профессор, доктор физико-математических наук

МГУ имени М.В.Ломоносова

ЦМИТ «Нанотехнологии»

ООО НПП «Центр перспективных технологий»

Ханты-Мансийск
02 июля 2019 года

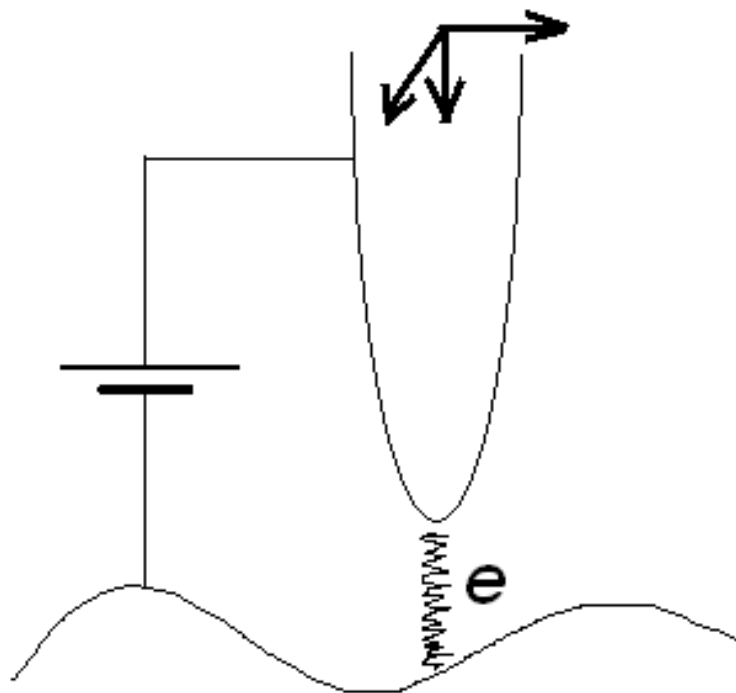


центр
молодежного
инновационного
творчества

atc ЦЕНТР
ПЕРСПЕКТИВНЫХ
ТЕХНОЛОГИЙ



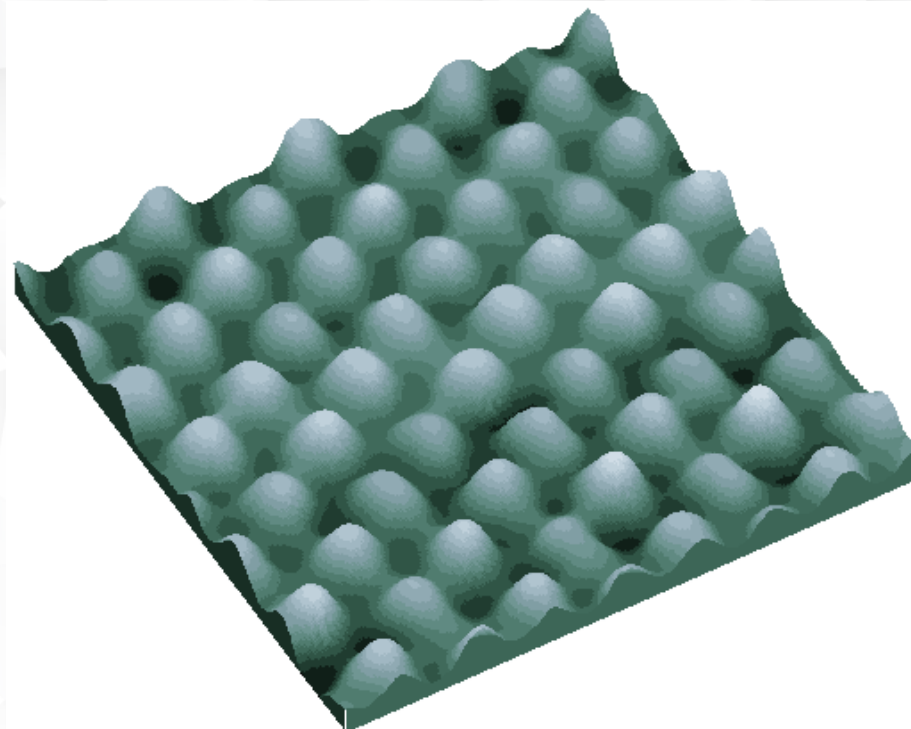
Сканирующий туннельный микроскоп



*Принцип работы
сканирующего туннельного микроскопа*

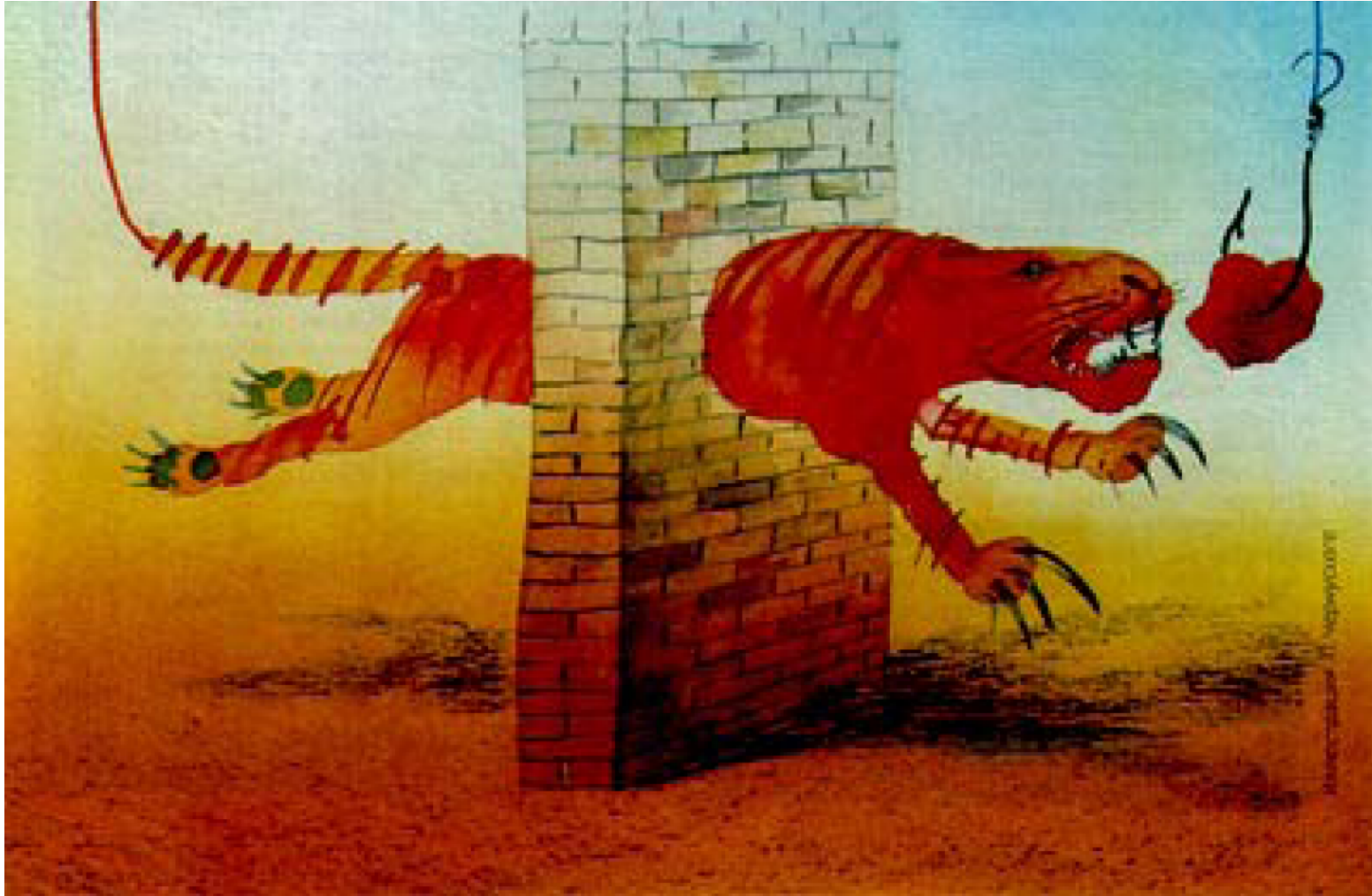
1986 – группа профессора Панова В.И.,
физический факультет МГУ:
сканирующий туннельный микроскоп

1987 – микроскоп Скан
физический факультет МГУ



Атомная решетка графита. Размер
изображения: 1,7 x 1,7 x 0,2 нм. (Скан-8).

Физика туннельного перехода

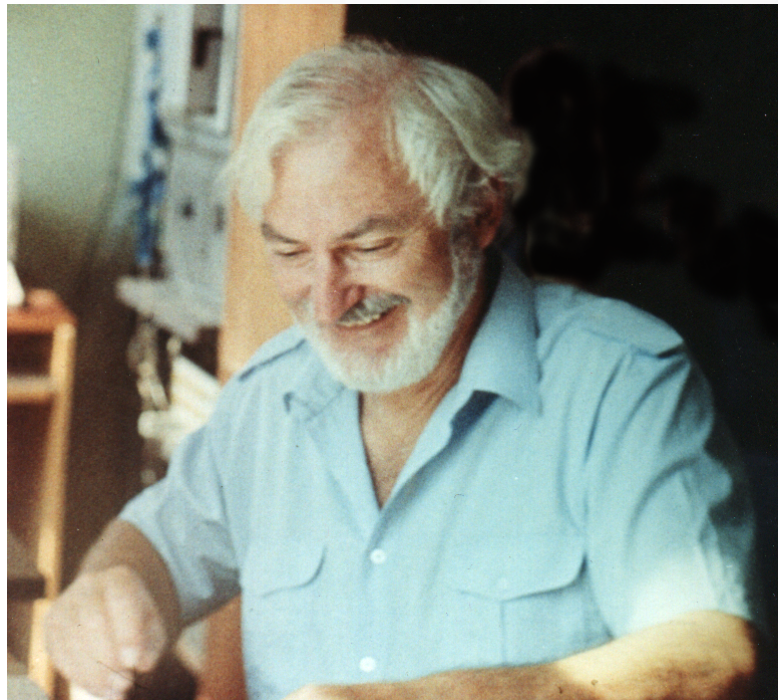


Туннелирование – прохождение через потенциальный барьер. В туннельном микроскопе барьер преодолевают электроны. Вероятность туннелирования тигра через каменную стену настолько мала, что мы этого никогда не увидим.

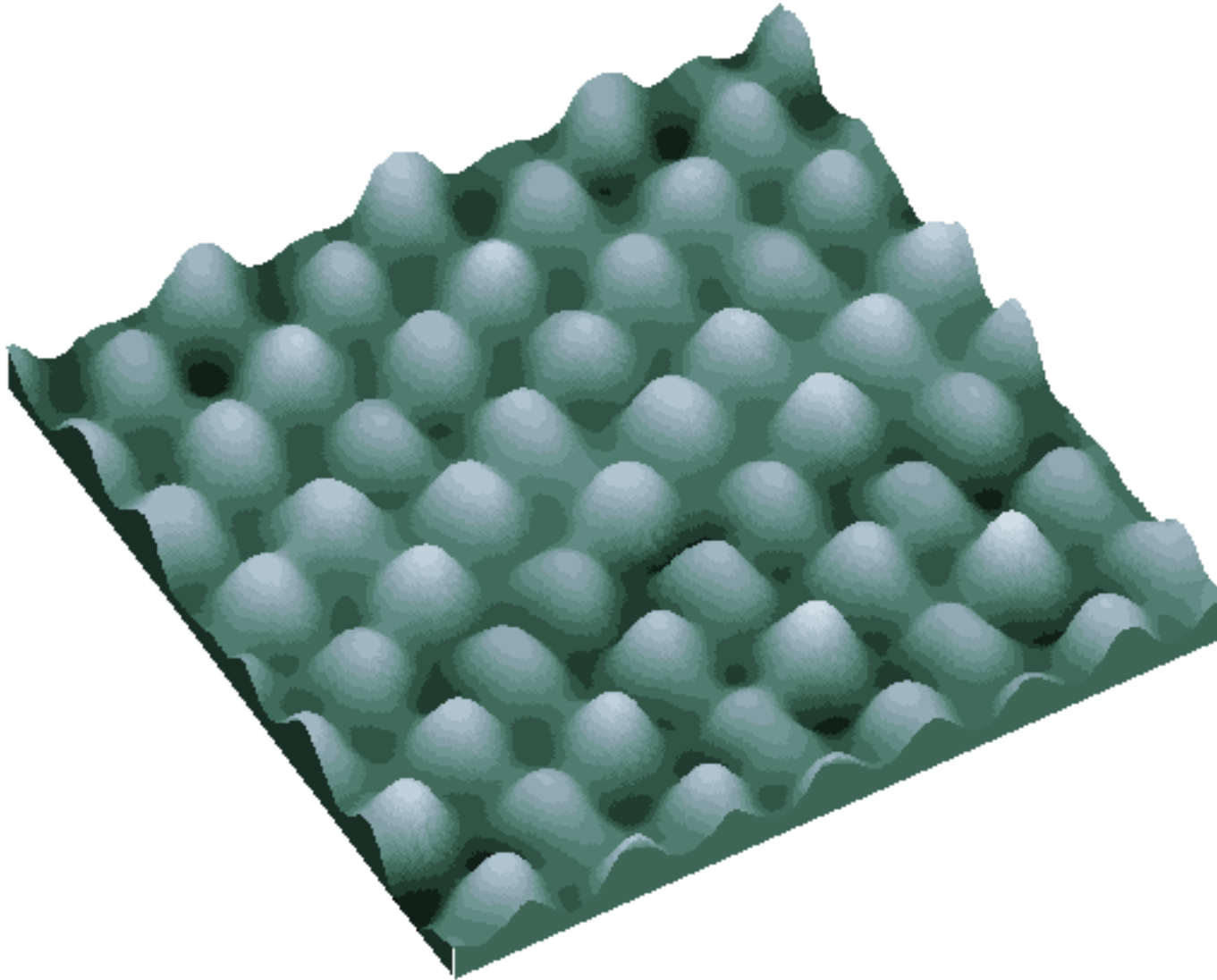
16 марта 1981

День рождения сканирующего
туннельного микроскопа

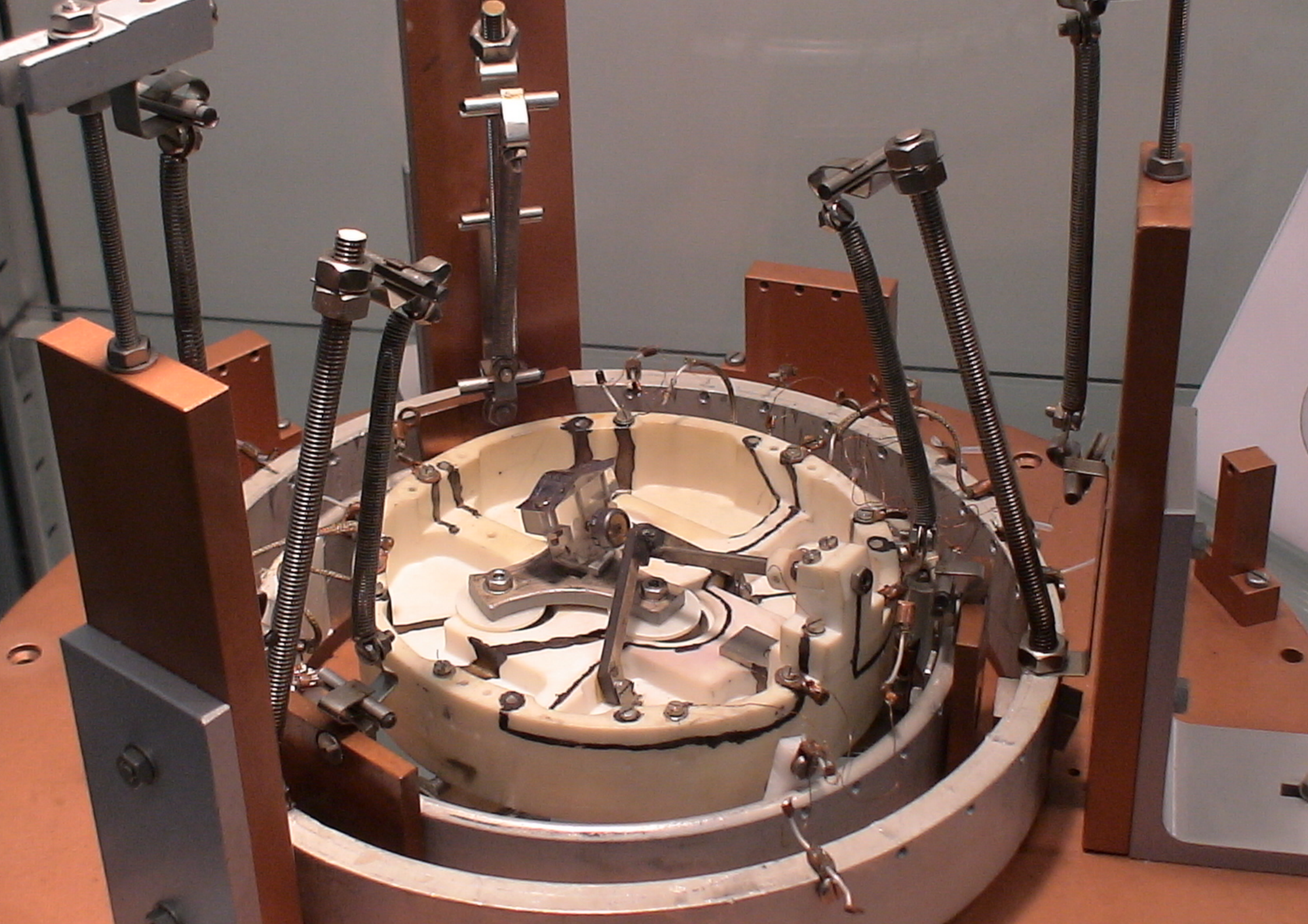
•G. Binnig, H. Rohrer



Сканирующая зондовая микроскопия



Атомы углерода. Графит.
Сканирующий зондовый микроскоп ФемтоСкан



Scanning Tunneling Microscope

1) First referee: The exponential distance dependence of the tunneling current is well accepted, so the experiment does not give anything new and the submitted manuscript should be rejected.

2) Second referee: this is a most interesting, extraordinary instrumental development it is a matter of editorial policy whether PRL accepts such technical jewels or rejects them.

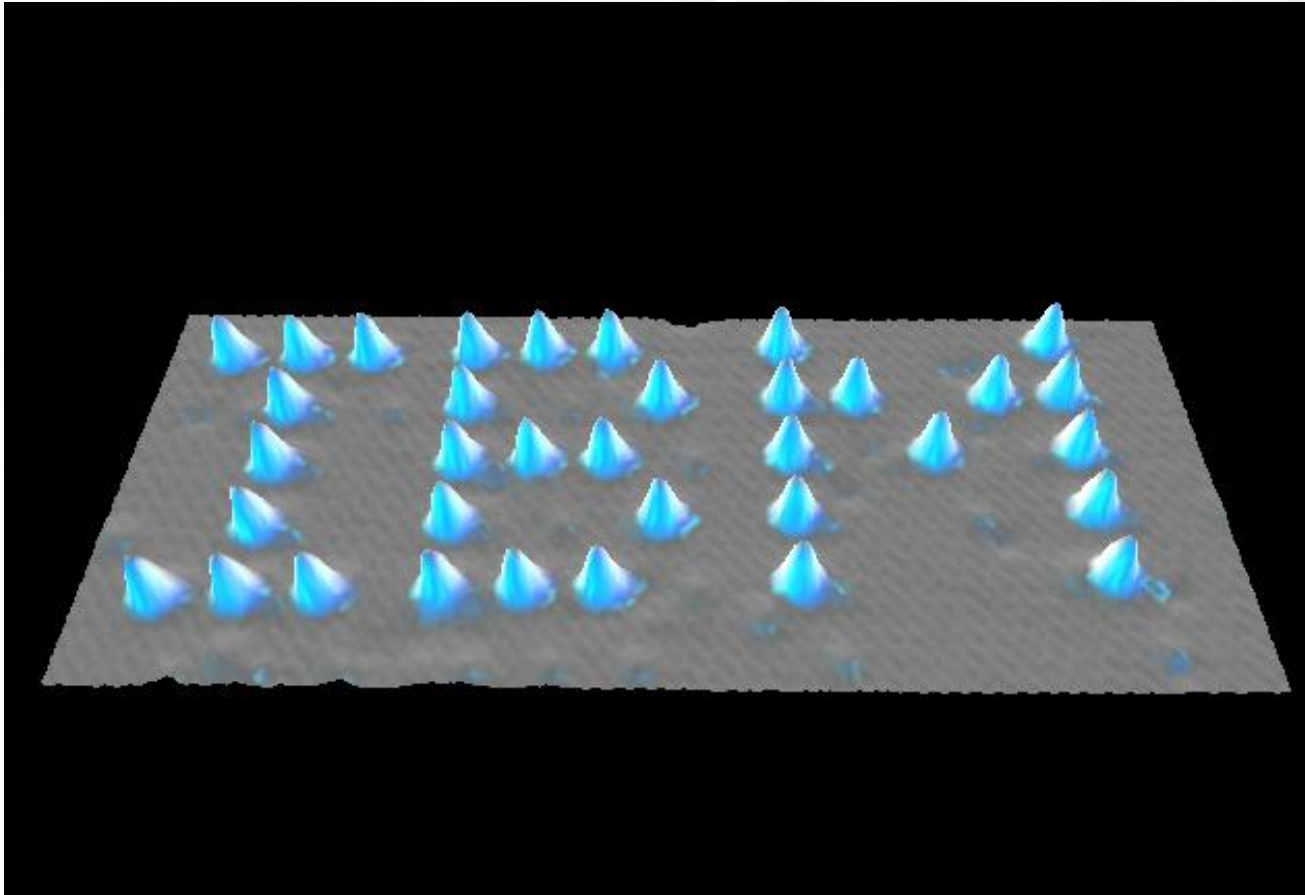
Appl. Phys. Lett. 40, 178 (1982)

Displacement of W-Tip

[1Div = 1Å]

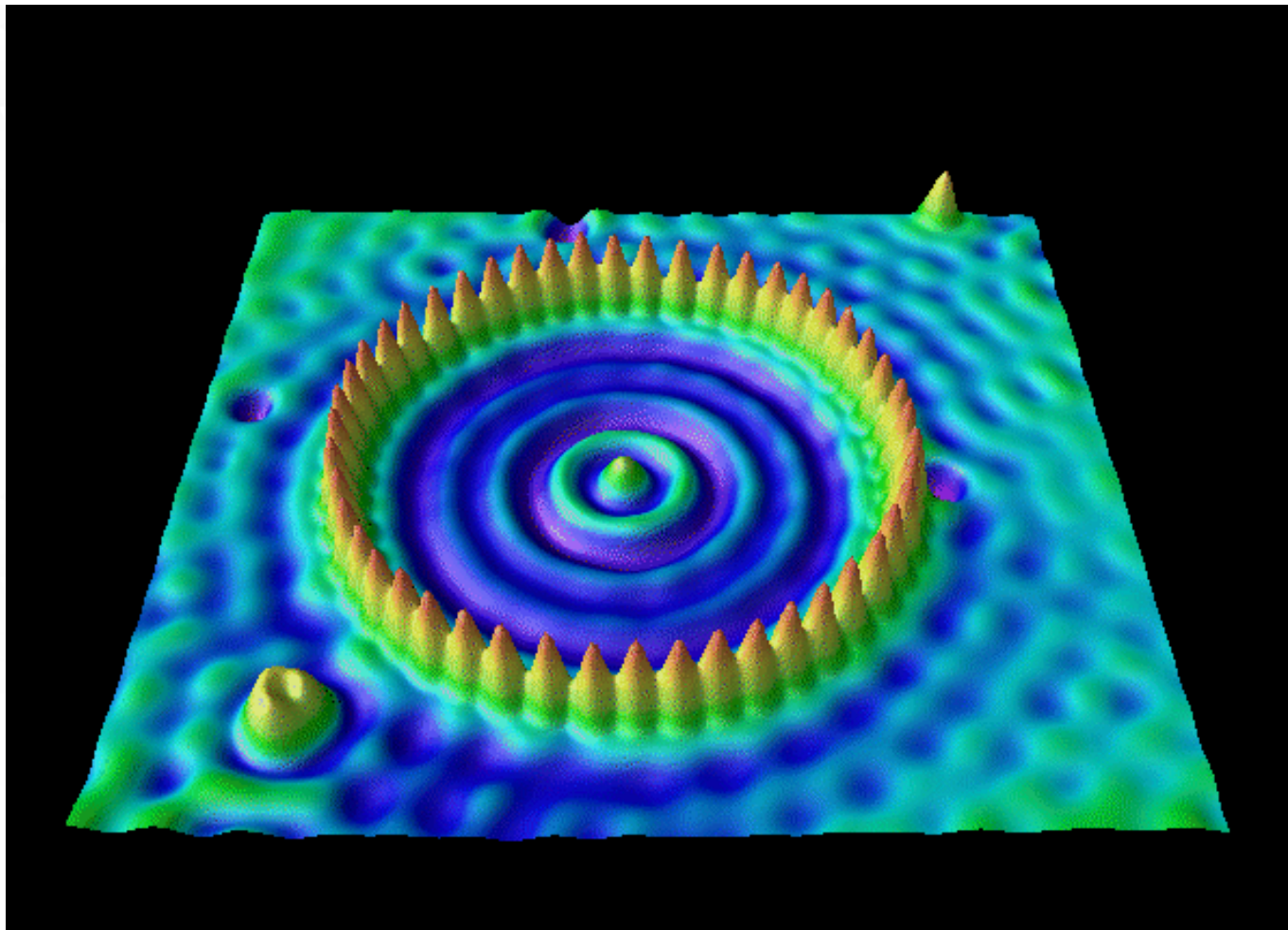
March 18, 1981
IBM Research, Rüschlikon

Самые известные СТМ-изображения



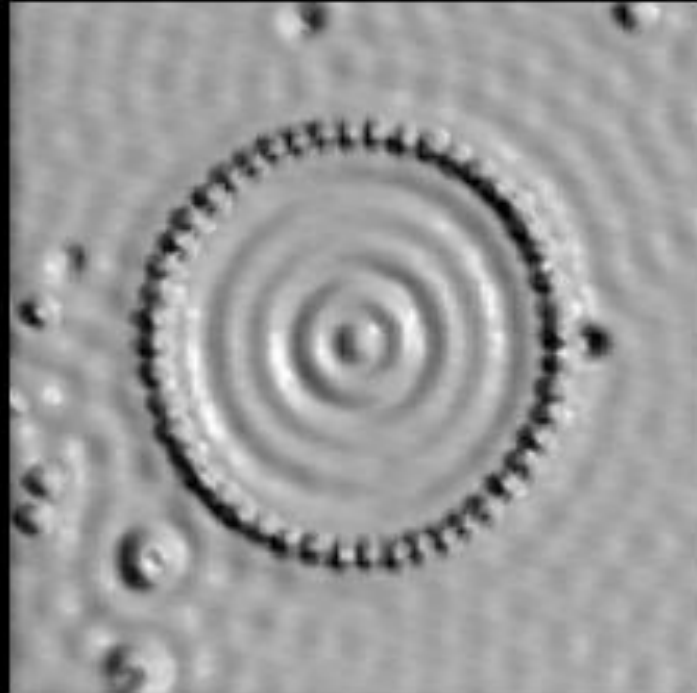
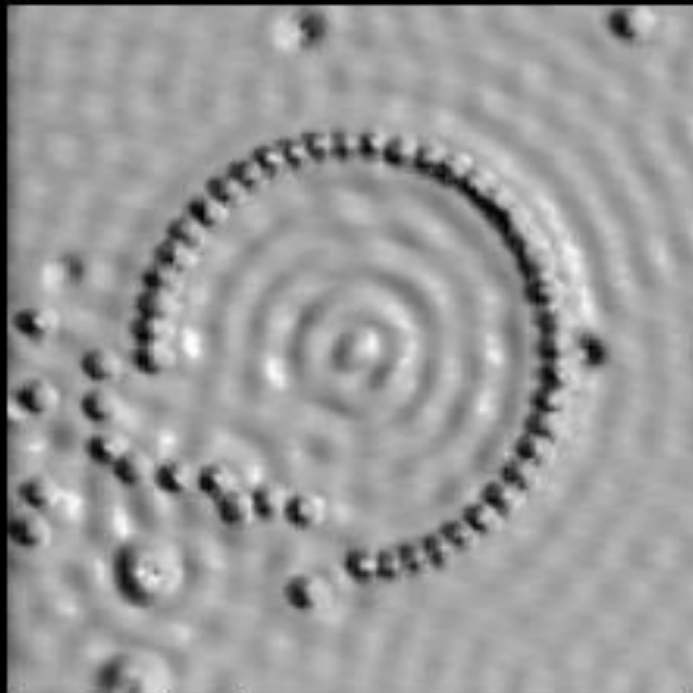
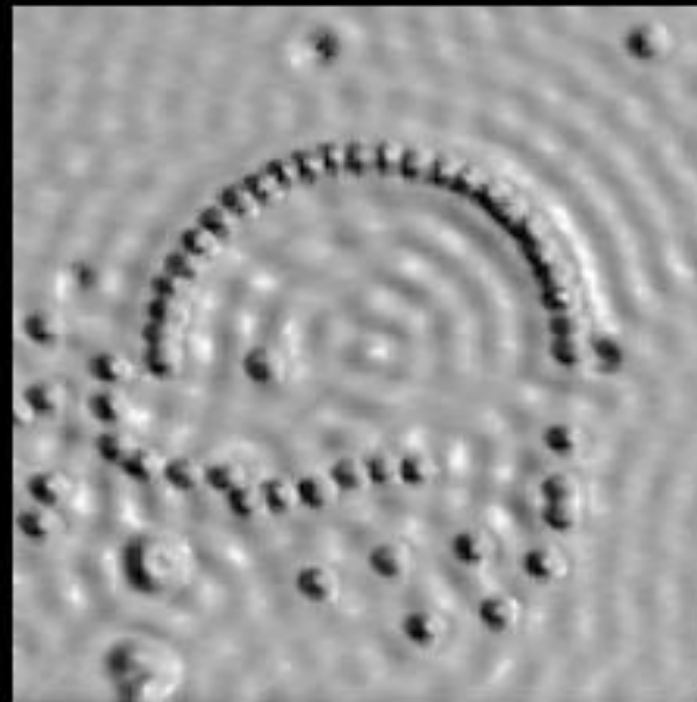
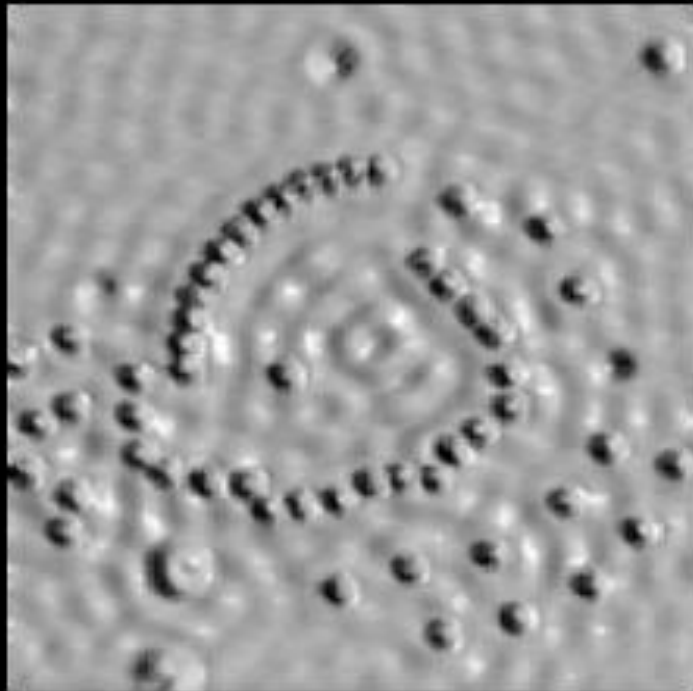
Xenon on Nickel (110)

D.M. Eigler, E.K. Schweizer. **Positioning single atoms with a scanning tunneling microscope.** *Nature* 344, 524-526 (1990).



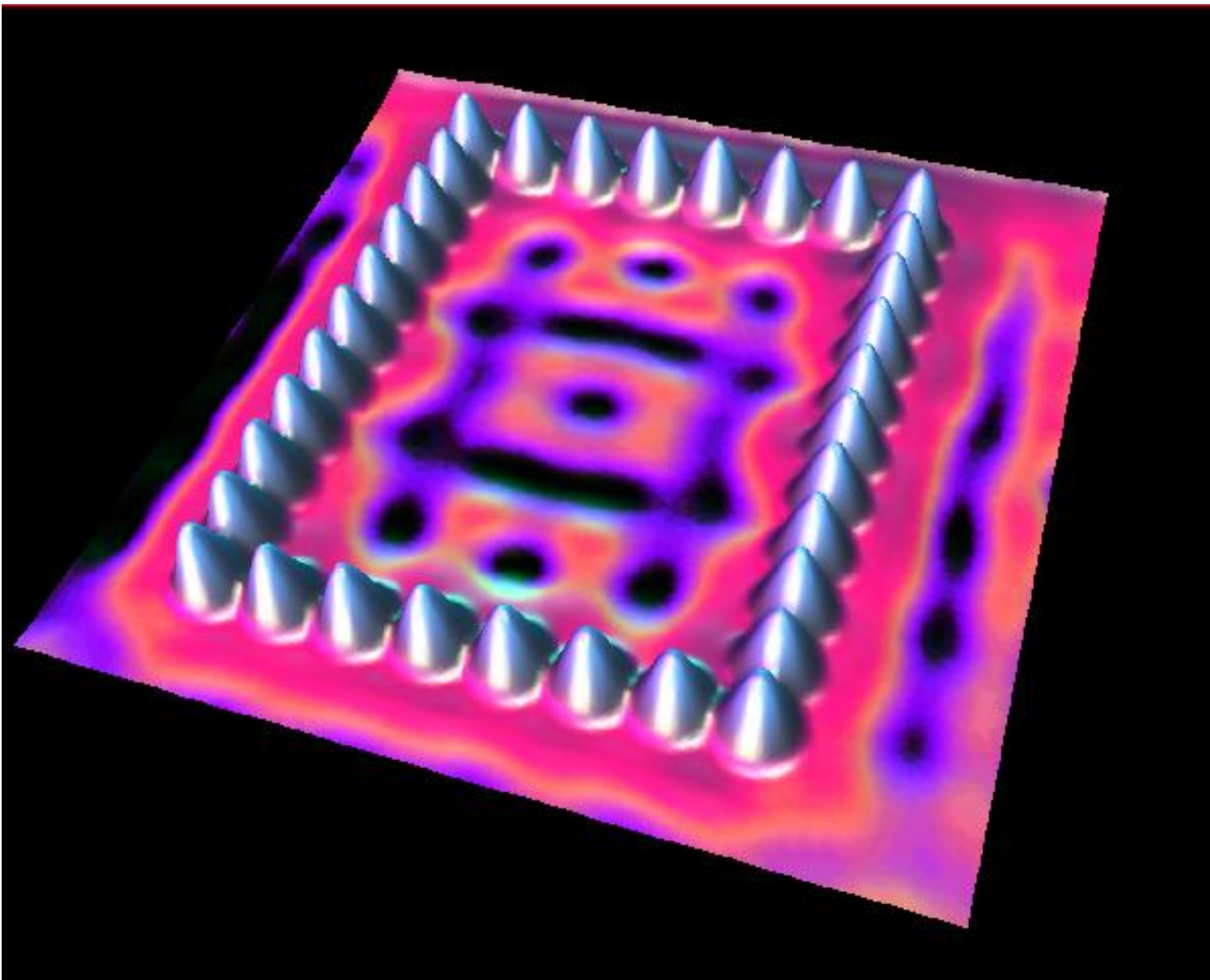
This STM image shows the direct observation of standing-wave patterns in the local density of states of the Cu(111) surface. These spatial oscillations are quantum-mechanical interference patterns caused by scattering of the two-dimensional electron gas off the Fe adatoms and point defects. A circular corral of radius 71.3 Angstrom was constructed in this way out of 48 Fe adatoms.

M.F. Crommie, C.P. Lutz, D.M. Eigler. **Confinement of electrons to quantum corrals on a metal surface.** *Science* 262, 218-220 (1993).



**Атомы Fe на
поверхности
меди (111)**

*M.F. Crommie, C.P.
Lutz, D.M. Eigler.
**Confinement of
electrons to
quantum corrals
on a metal surface.**
Science 262,
218-220 (1993).*



Iron on Copper (111)

Crommie, Lutz & Eigler



Advanced Technologies Center

ON THE EDGE OF NEW TECHNOLOGY

FemtoScan Online Image Software

Intuitive user interface
 Works with different file formats
 Export/import tiff, bmp, and JPEG formats, export 3D images as VRML, wends for Web presentation Import from TWAIN sources and cameras
 Text and graphics can be copied through clipboard to other applications
 Opens files with Preview
 Allows to open multiple files in Quick View mode
 Slide Show feature scrolls through all available images
 File directory and subdirectories can be deleted directly from the

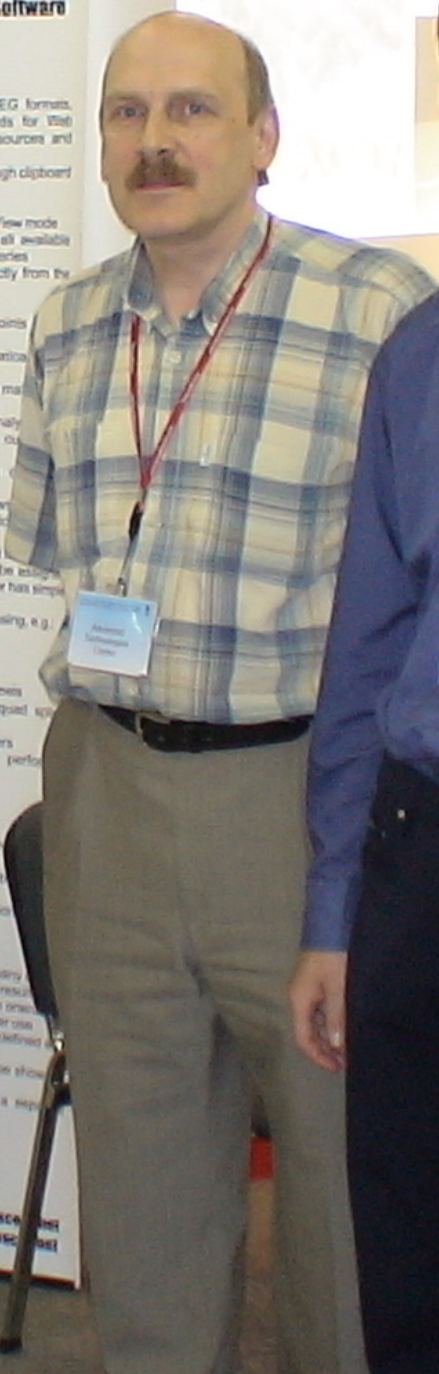
spectrum, endpoints
 in
 nature automata
 ve detects ma
 statistical analy
 with our
 store
 traits
 slow
 not
 can be est
 editor has simp

processing, e.g.
 mels
 and terms
 e, 8-quant sp
 ve filters
 n to perfo

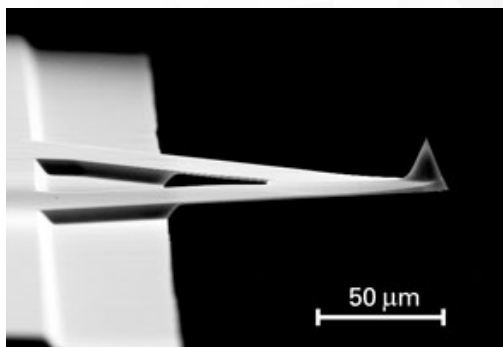
work
 on t
 selection
 the
 D source, reasy
 desirable resolu
 ce, surface anal
 lowed for later use
 different predefined
 data can be show
 viewed in a sep

WWW.EMERSON.COM
 WWW.EMERSON.COM

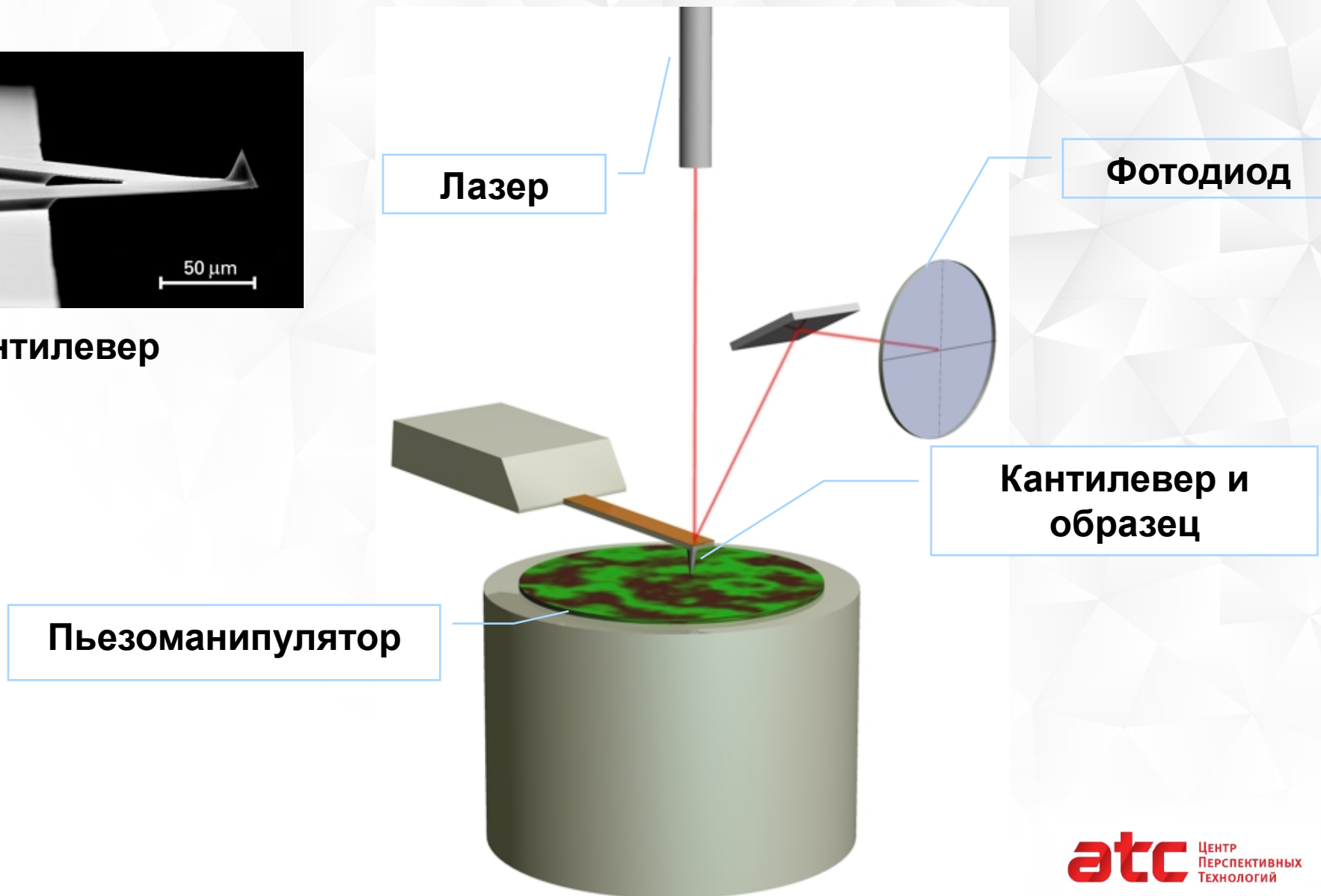
Femto



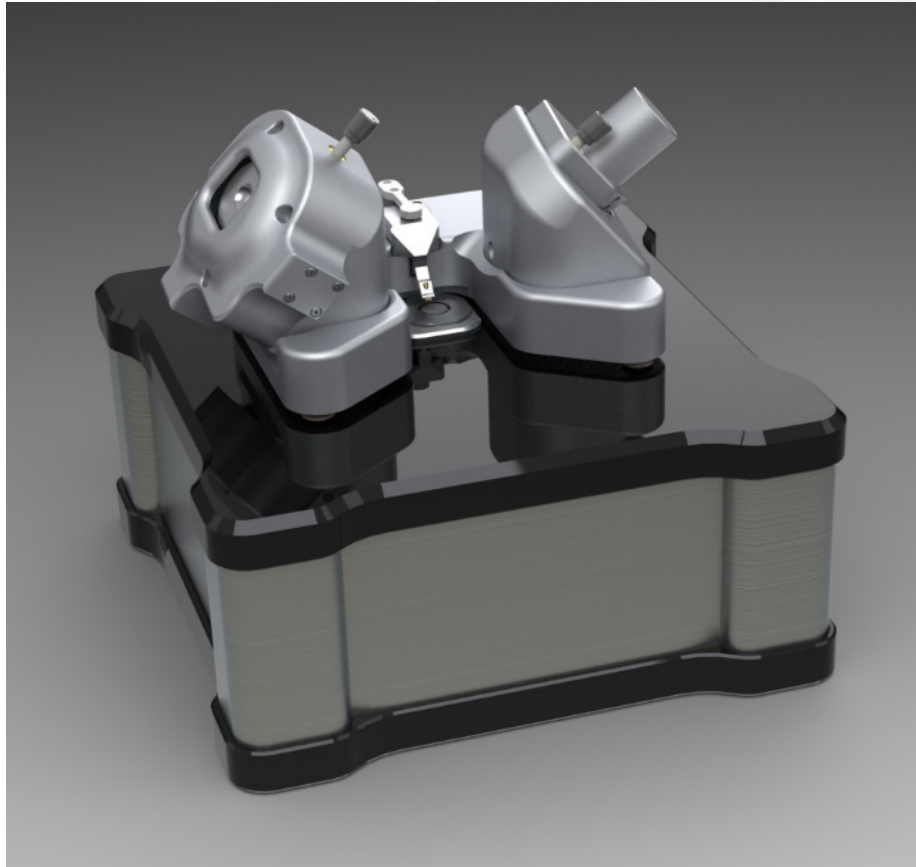
Сканирующая зондовая микроскопия



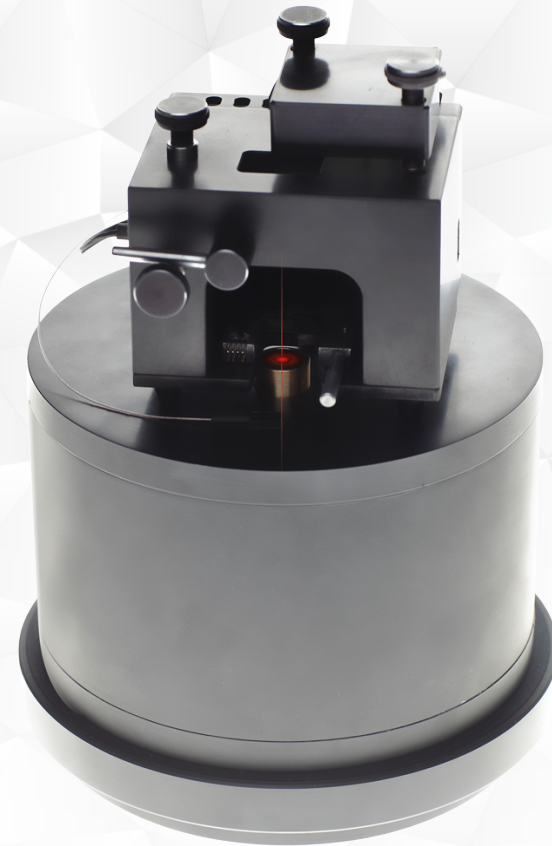
Кантилевер



Сканирующий зондовый микроскоп ФемтоСкан

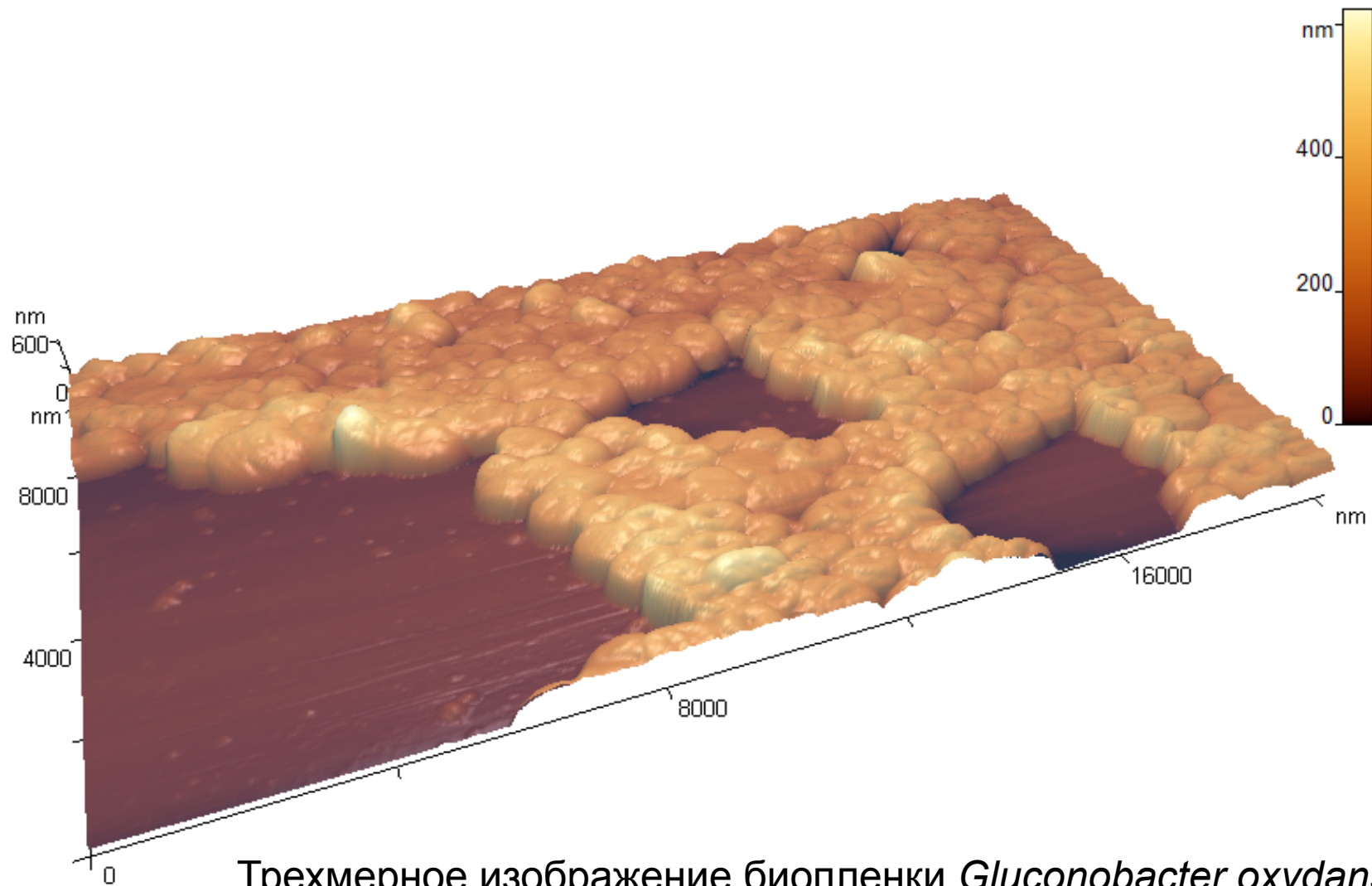


ФемтоСкан X
Быстродействующий сканирующий
зондовый микроскоп



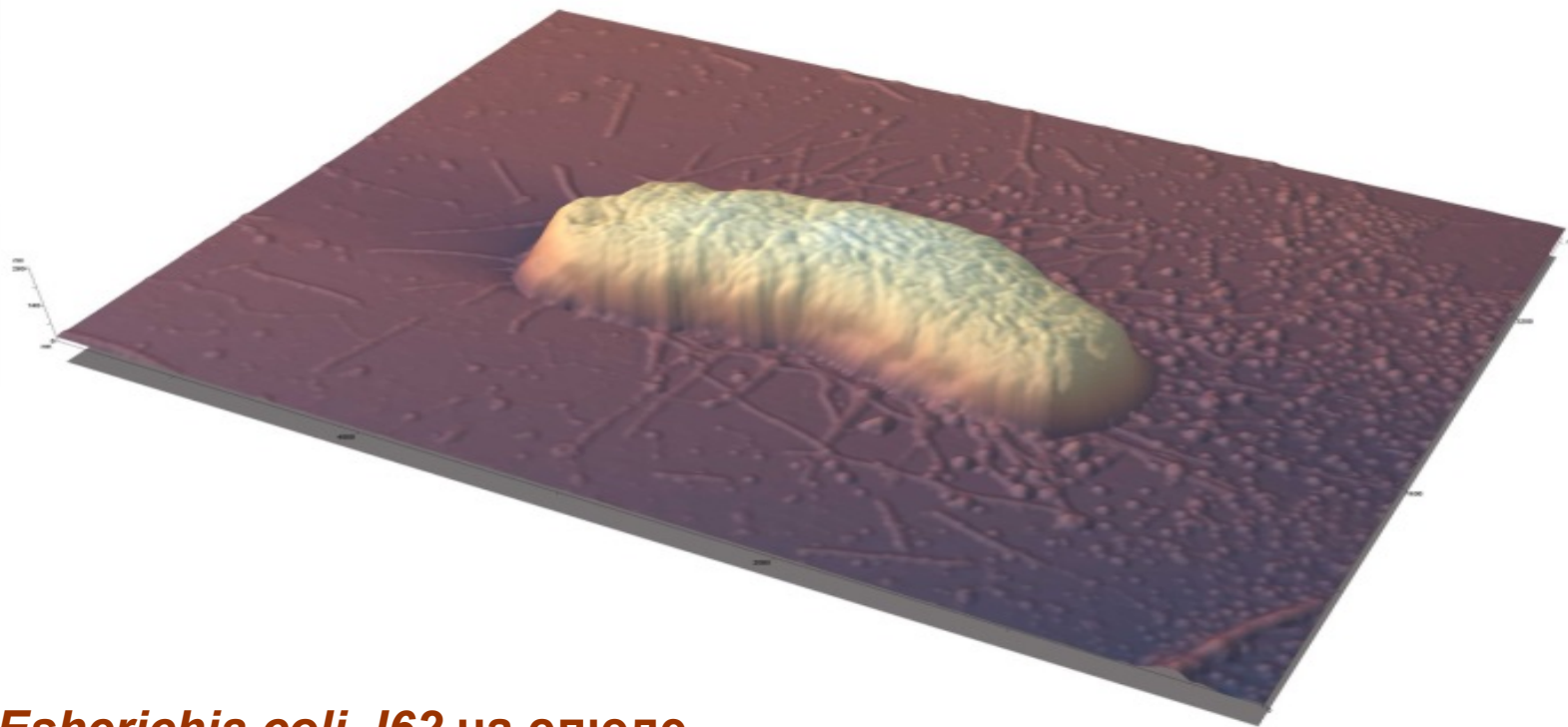
ФемтоСкан
Сканирующий зондовый микроскоп

Микроскопия бактериальных биопленок



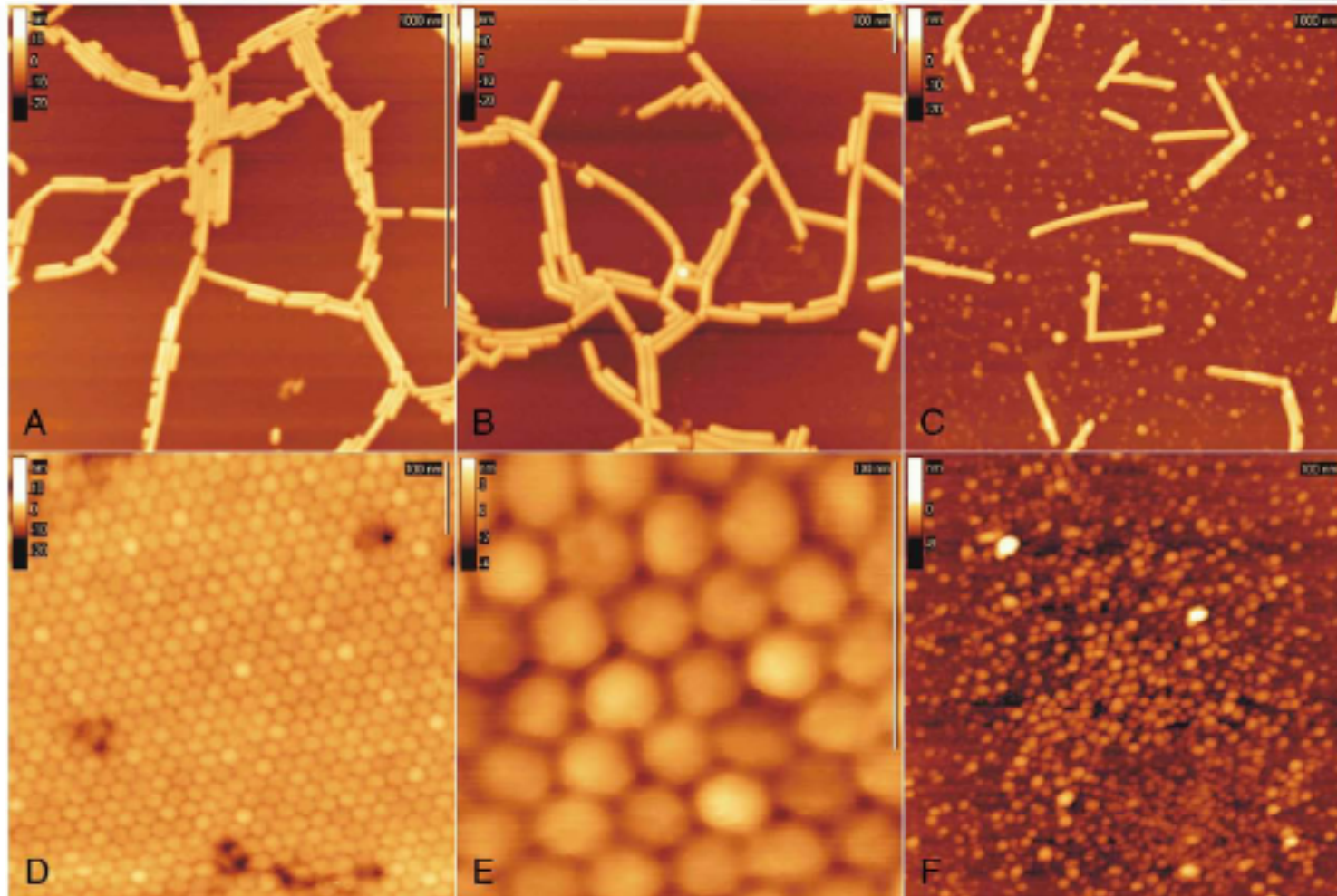
Трехмерное изображение биопленки *Gluconobacter oxydans*.

Микроскопия одиночных бактерий



Escherichia coli J62 на слюде
5,5 x 3,0 μ^2
ПО ФемтоСкан Онлайн

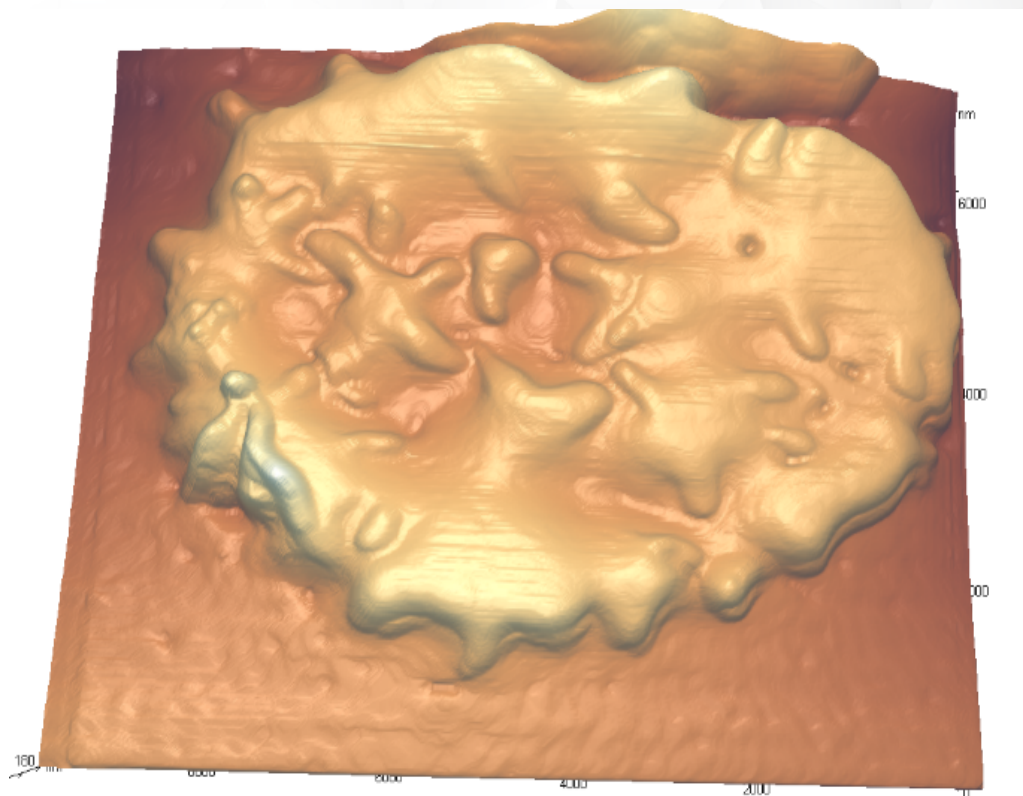
Растительные вирусы



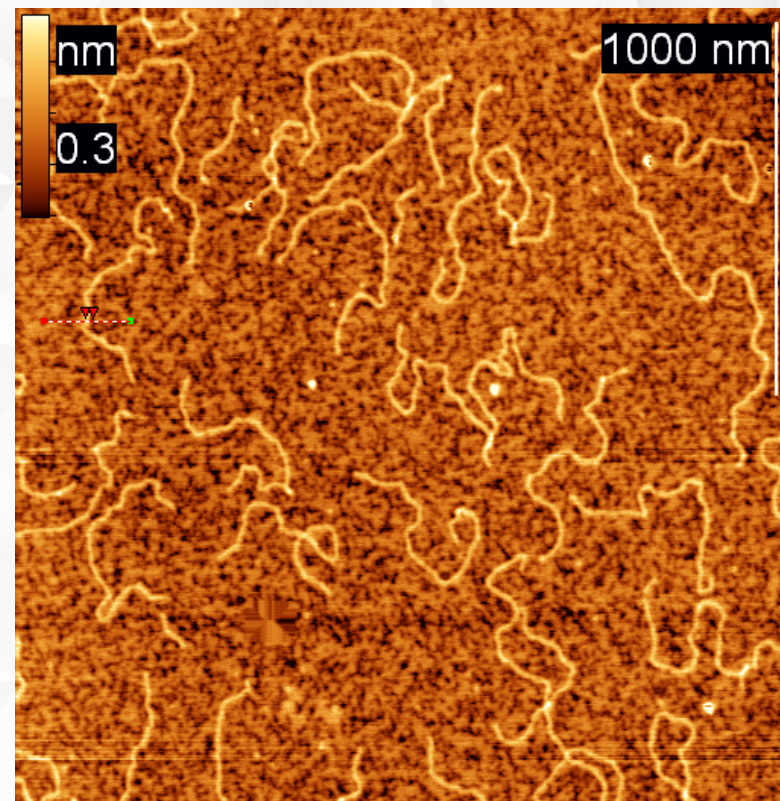
AFM images of (A) poa semilatent virus, (B) barley stripe mosaic virus, (C) tobacco mosaic virus, (D and E) brome mosaic virus, and (F) alfalfa mosaic virus.

Scale bar – 1 micron (A and C) и 100 nm (B,D–F).

Эритроциты и ДНК



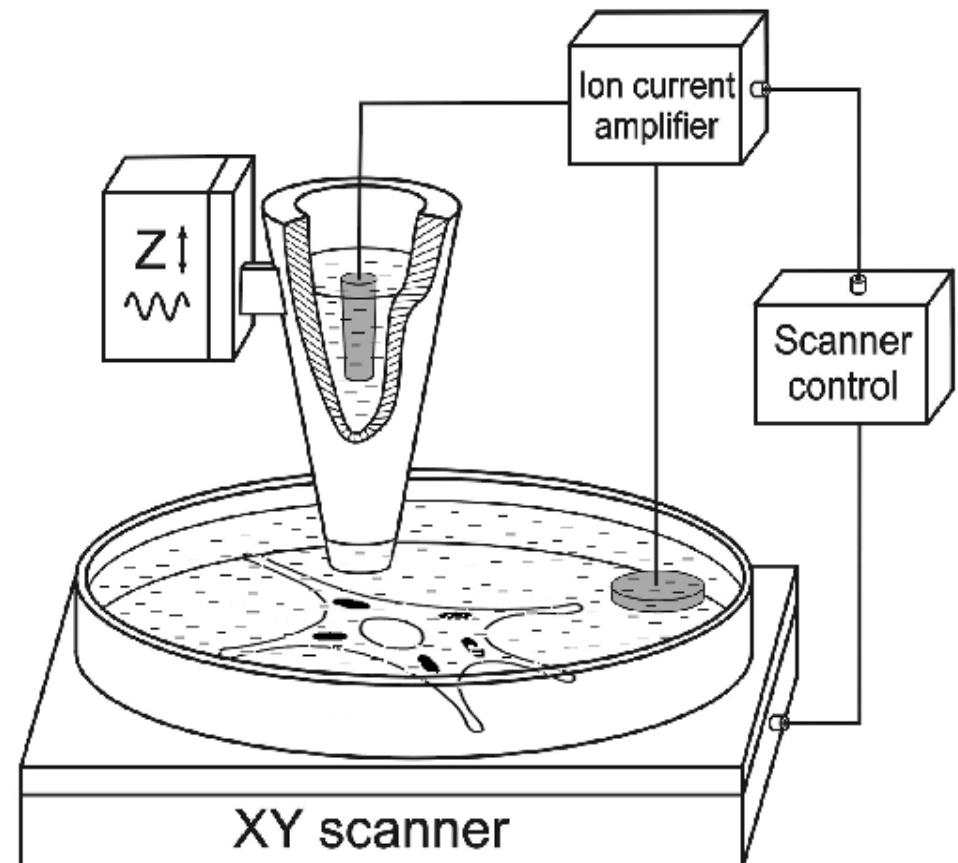
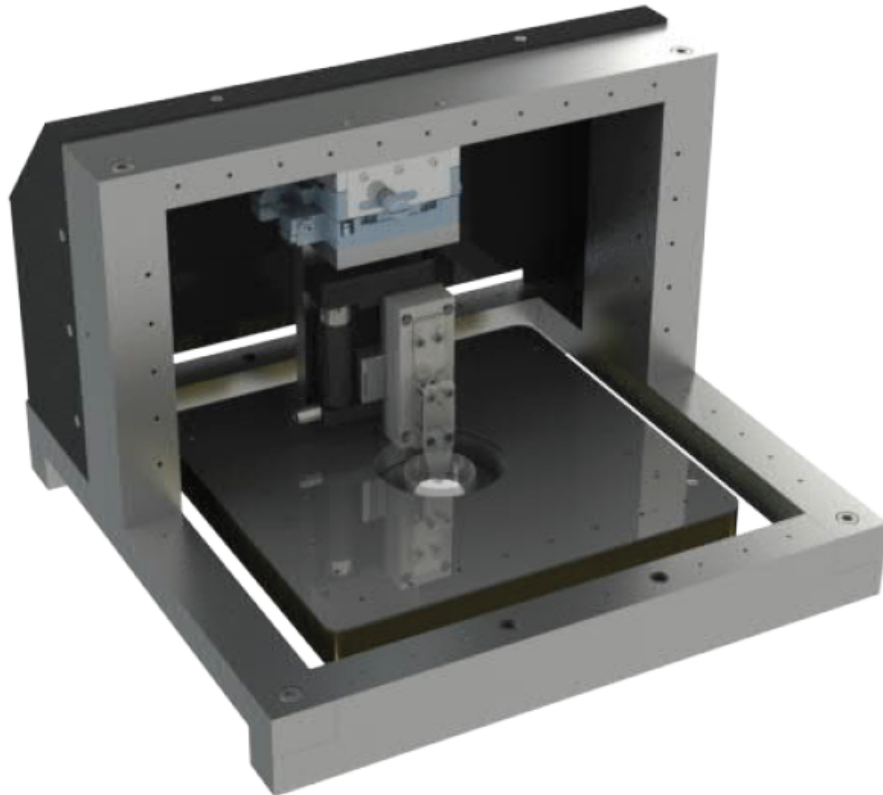
Эритроцит



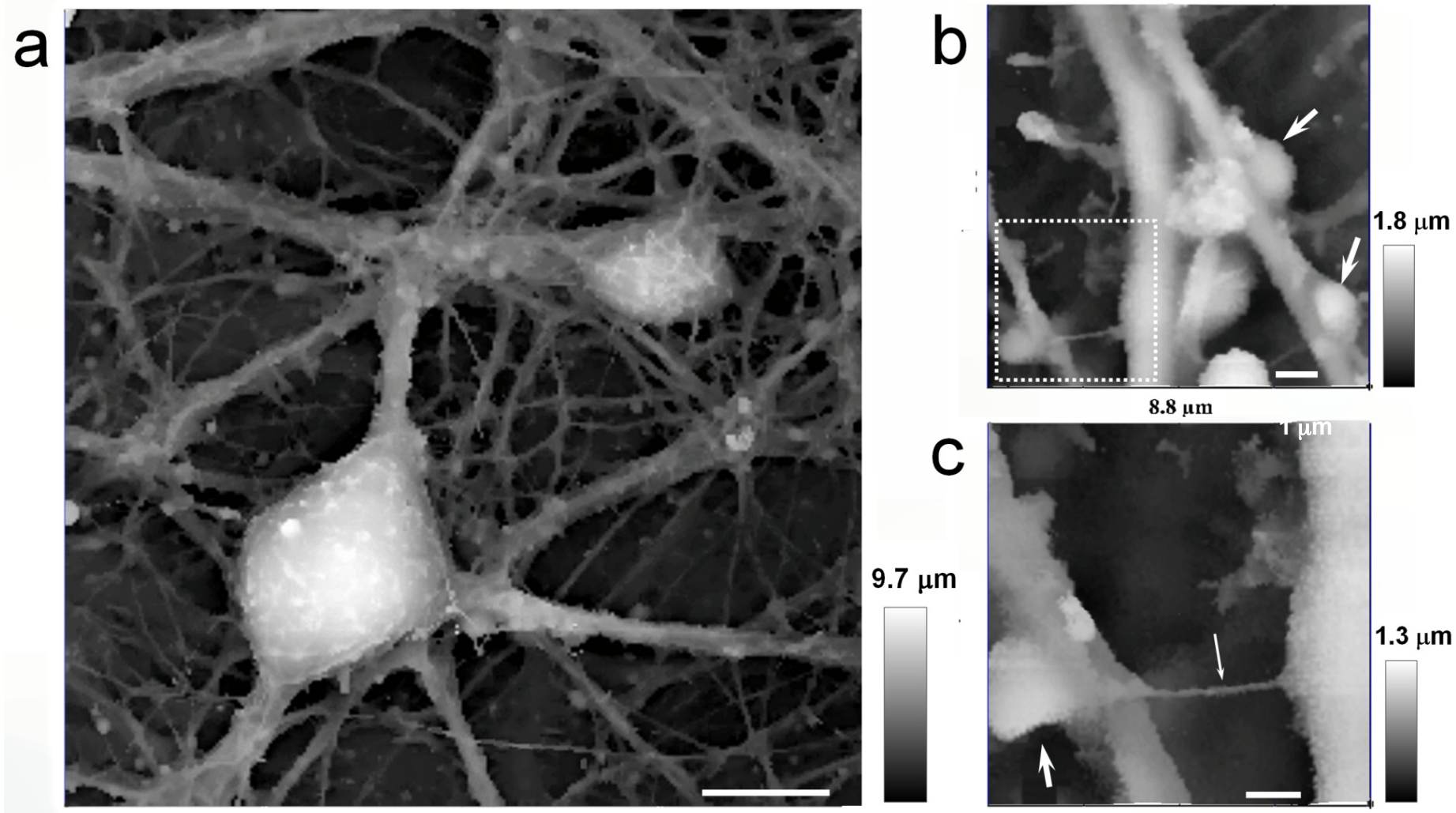
Изображения молекул ДНК
на слюде в присутствии
ионов Mg^{2+}

Сканирующая капиллярная микроскопия

- Образец находится на дне чашки Петри
- Капилляр и чашка Петри заполняется электролитом (соленой водой)
- Измеряется электрический ток между хлорсеребряными электродами
- При приближении электрода к поверхности ток уменьшается

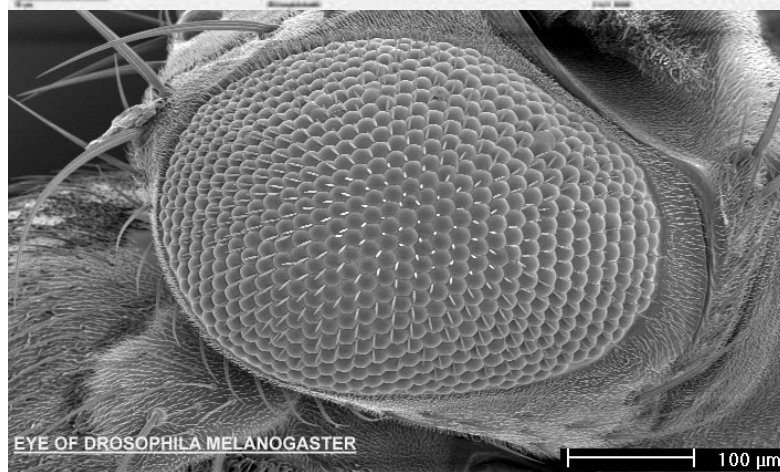
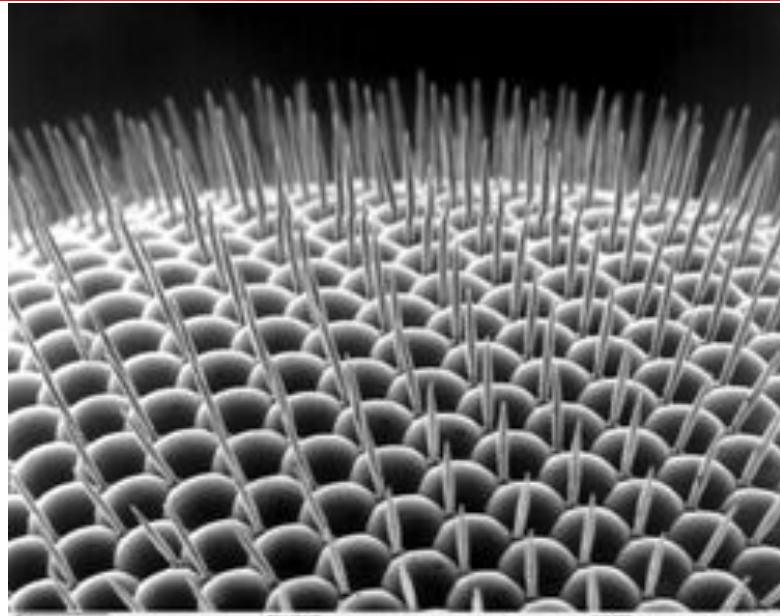


Изображение нейрона



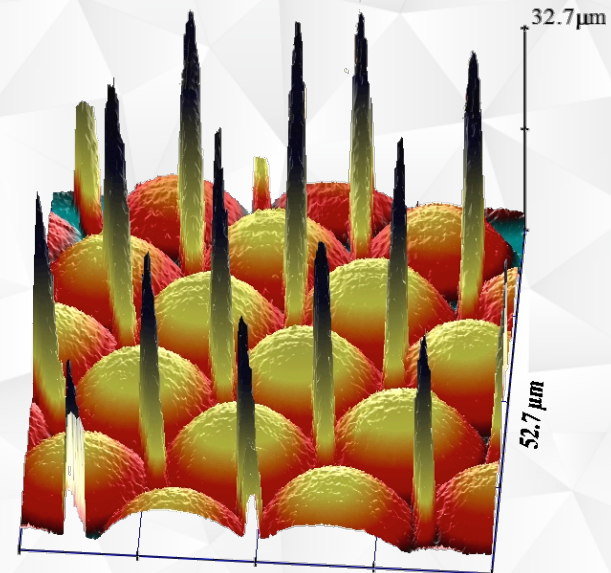
Сканирующая капиллярная микроскопия.

Электронная и капиллярная микроскопия

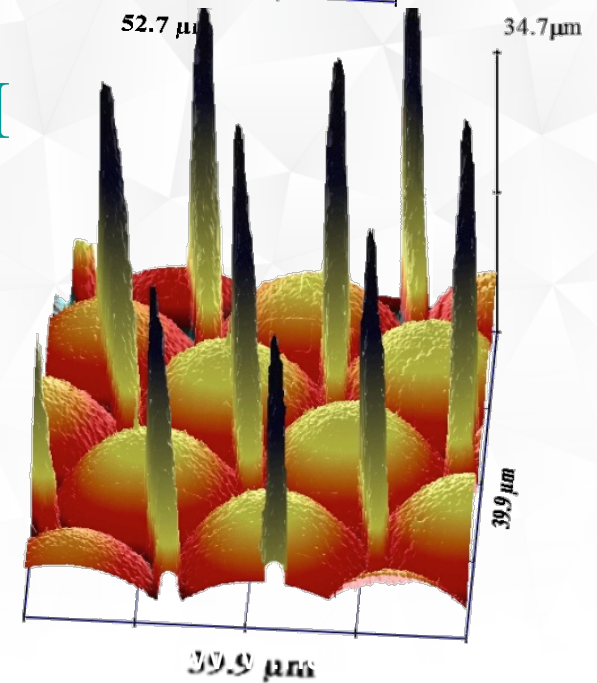


СЭМ

Глаз Дрозофиллы

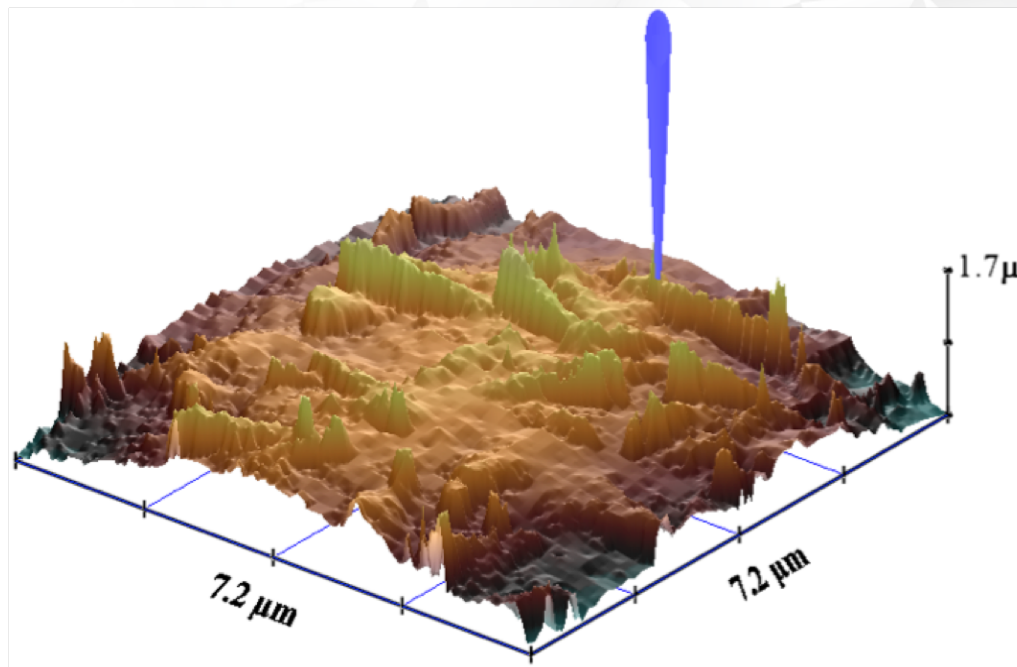


СКМ

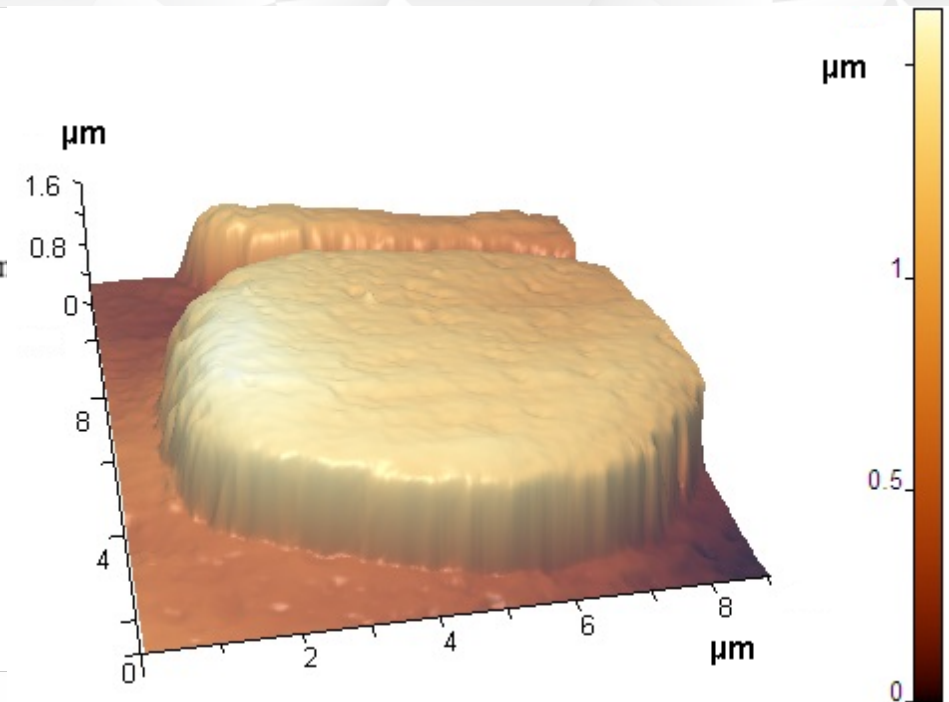


Сканирующая капиллярная микроскопия

Поверхность
эпителиальной
клетки почки свиньи

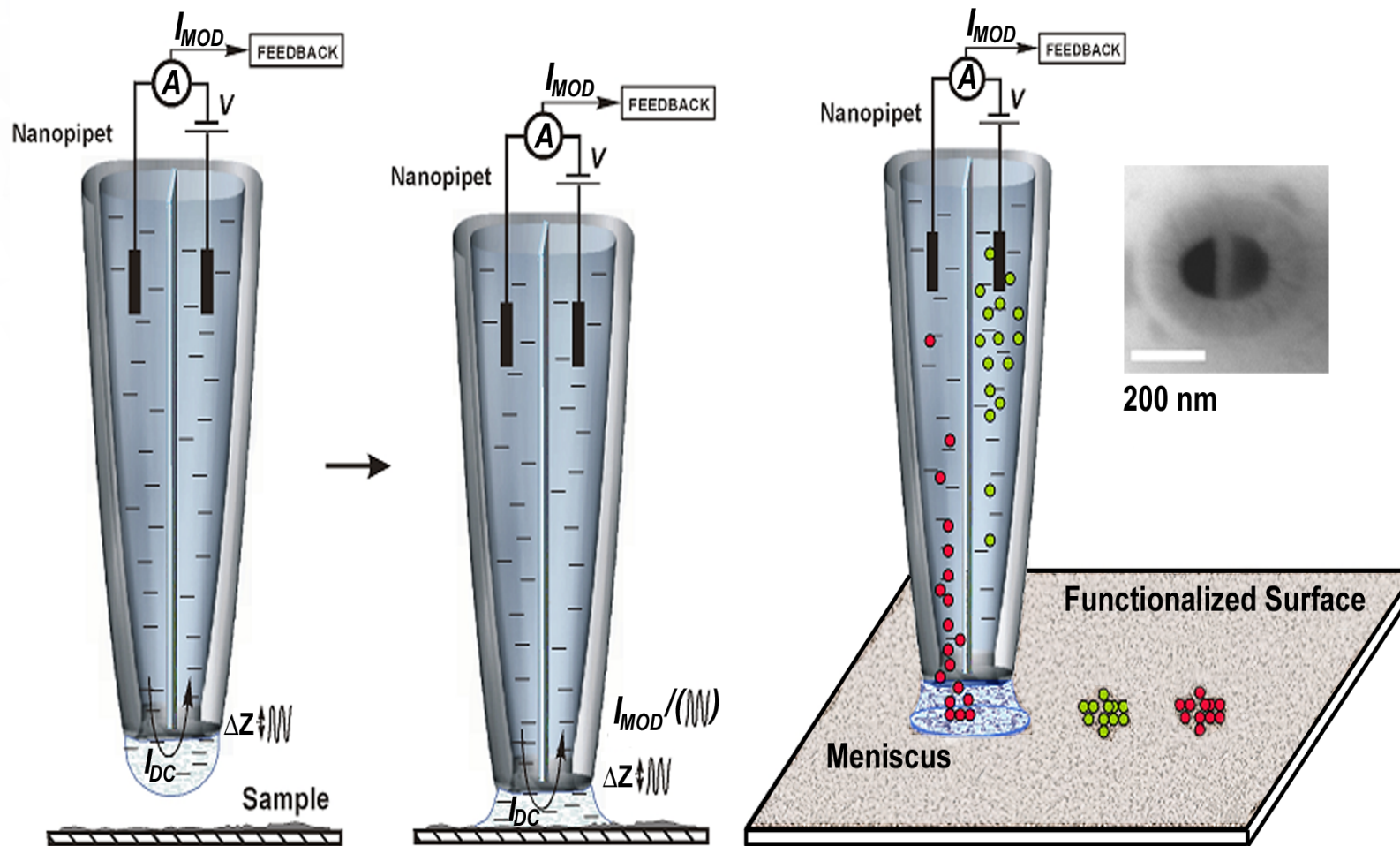


Эритроцит в
буферном растворе

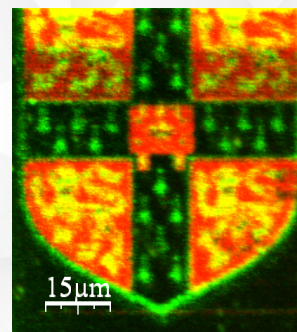
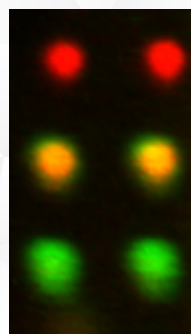
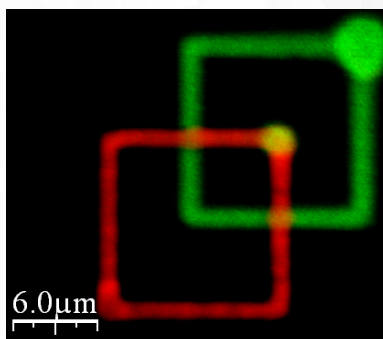


Сканирующая капиллярная микроскопия.

2D печать с помощью капиллярного микроскопа

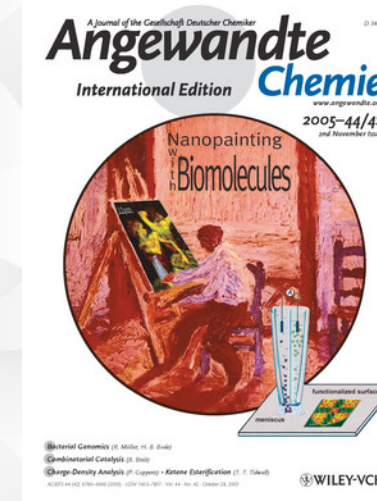


2D печать с помощью капиллярного микроскопа

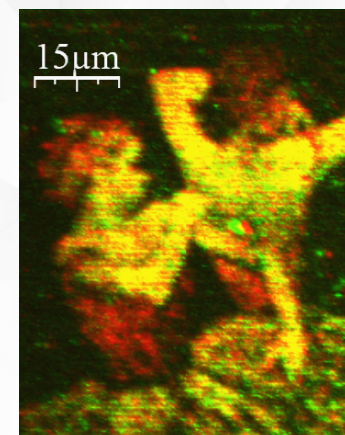
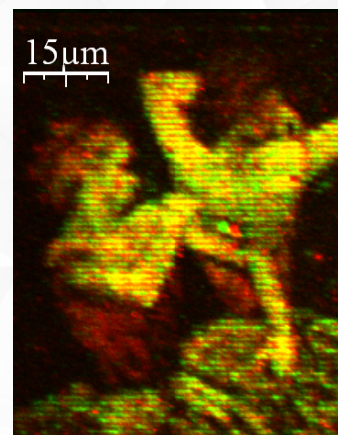
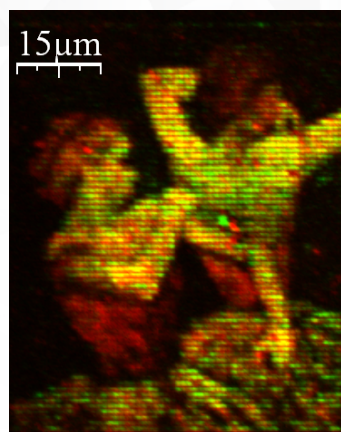
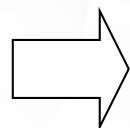
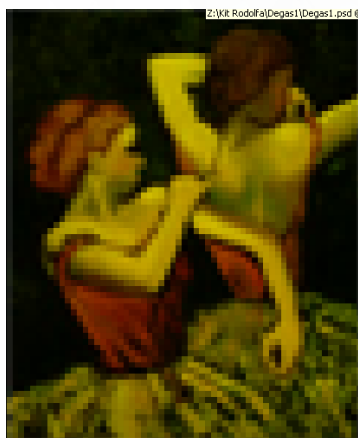


Печать зеленым и красным флуоресцентными белками. Желтый цвет – при их совпадении.

Герб Кембриджа



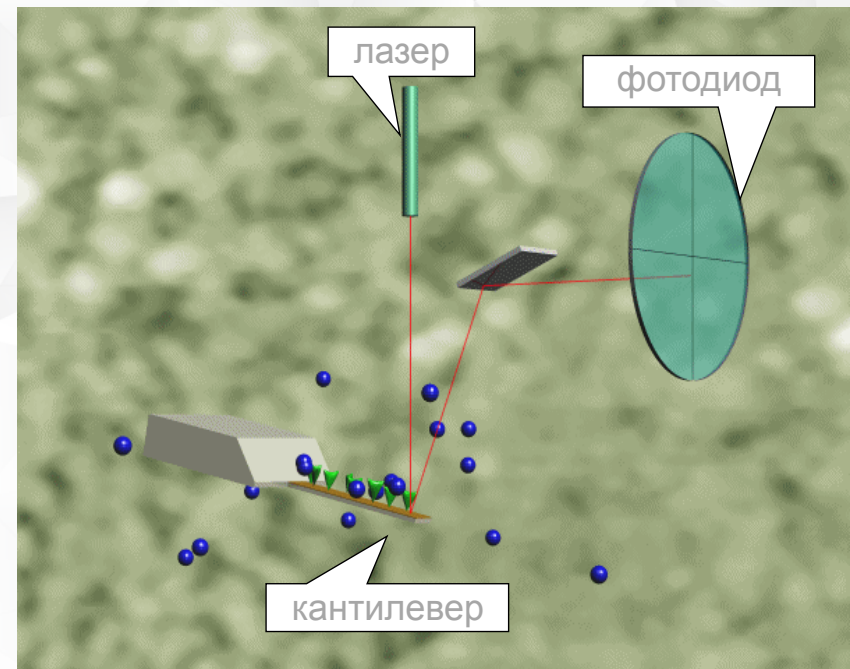
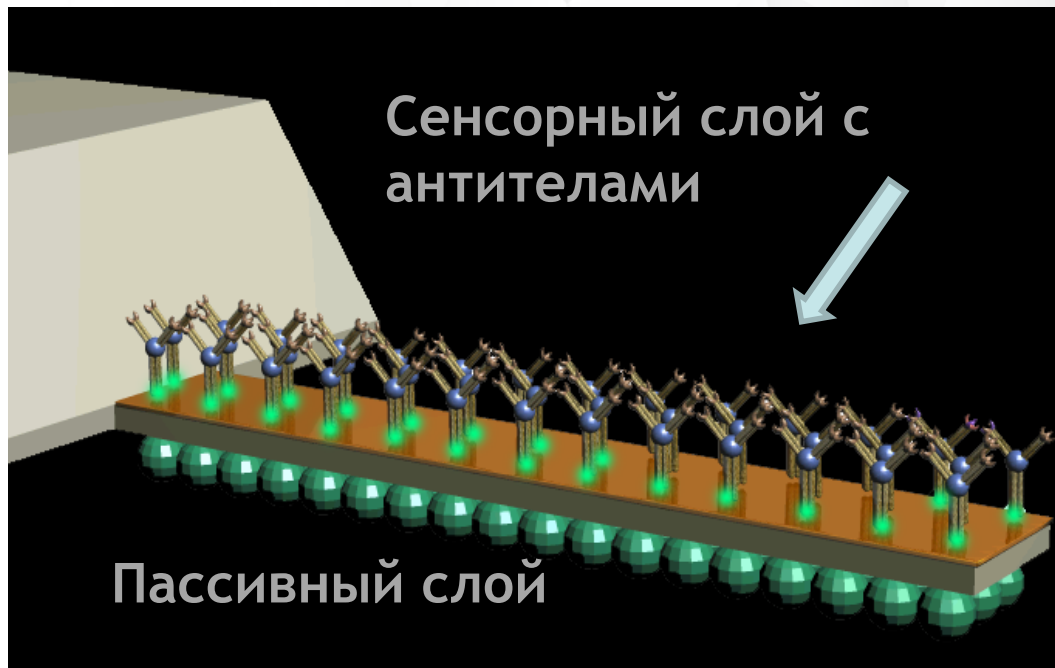
Angew. Chem. Int. Ed. (2005) 44, 2–9



Цветная печать биомолекулами.

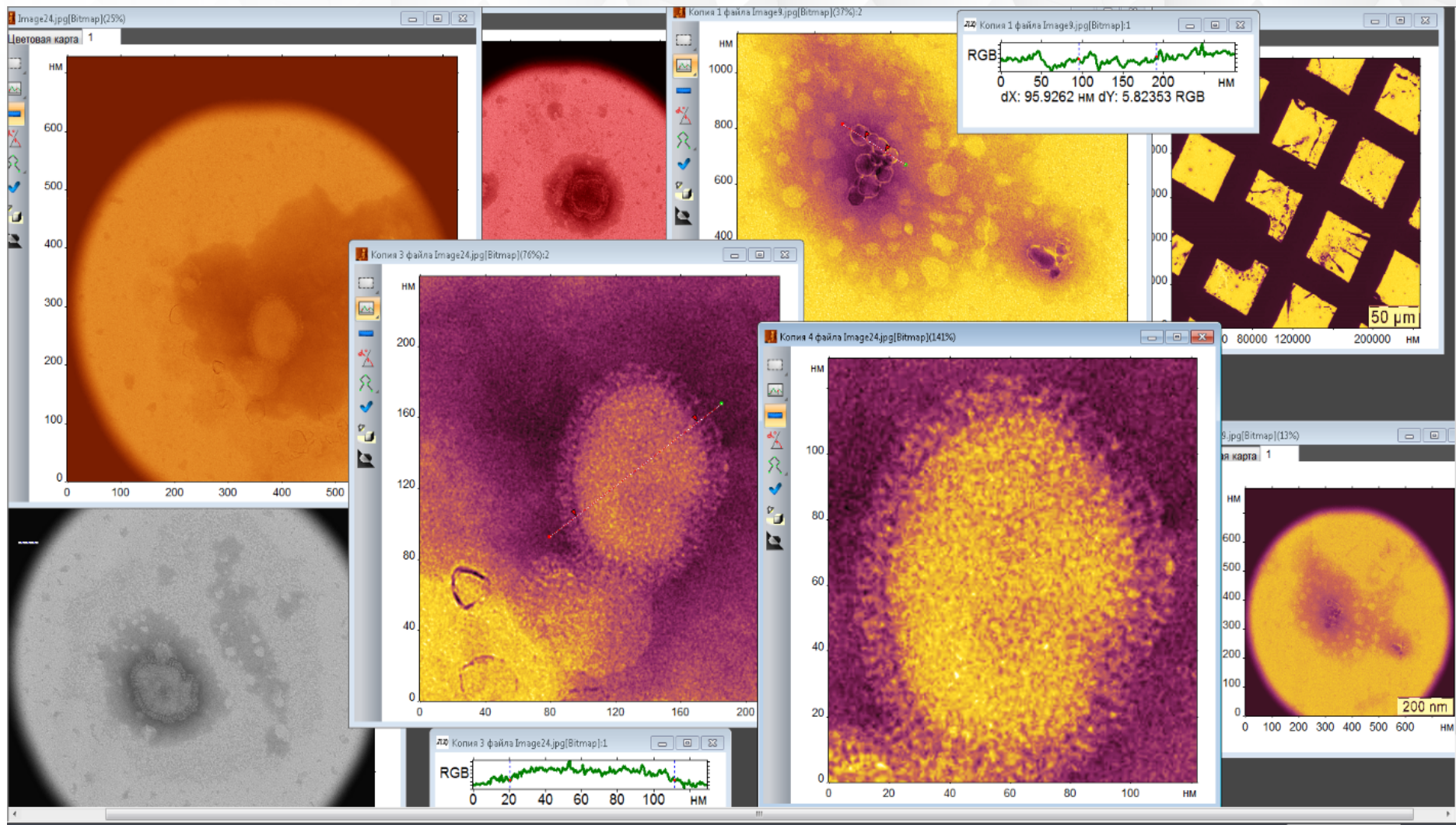
Картина «Танцовщицы» французского живописца Эдгара Дега (1834 – 1917).
Воспроизведено с помощью сканирующего капиллярного микроскопа.

Электромеханический биосенсор



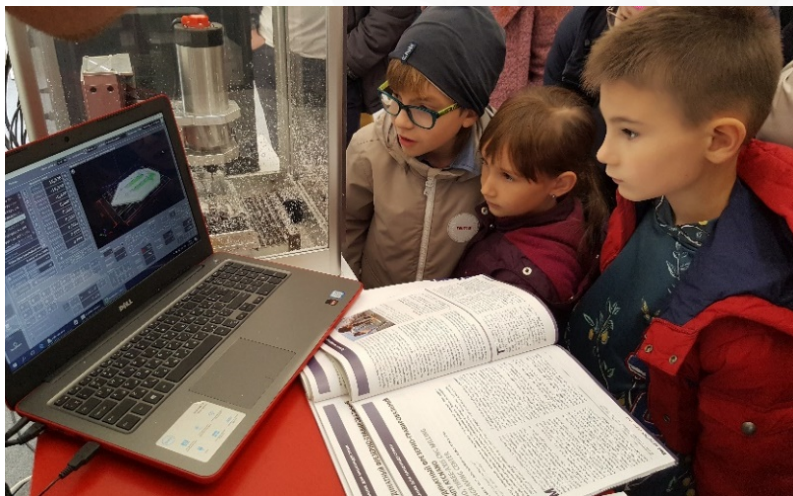
Сенсорный слой обычно состоит из рецепторных молекул, обладающих свойством биоспецифического связывания, и вспомогательных молекул, обеспечивающих надёжную фиксацию и правильное расположение рецепторов.

Программа ФемтоСкан Онлайн



Вирус гриппа A/Duck/Moscow/4182/2008 (H5N3). ПО FemtoScan Online.

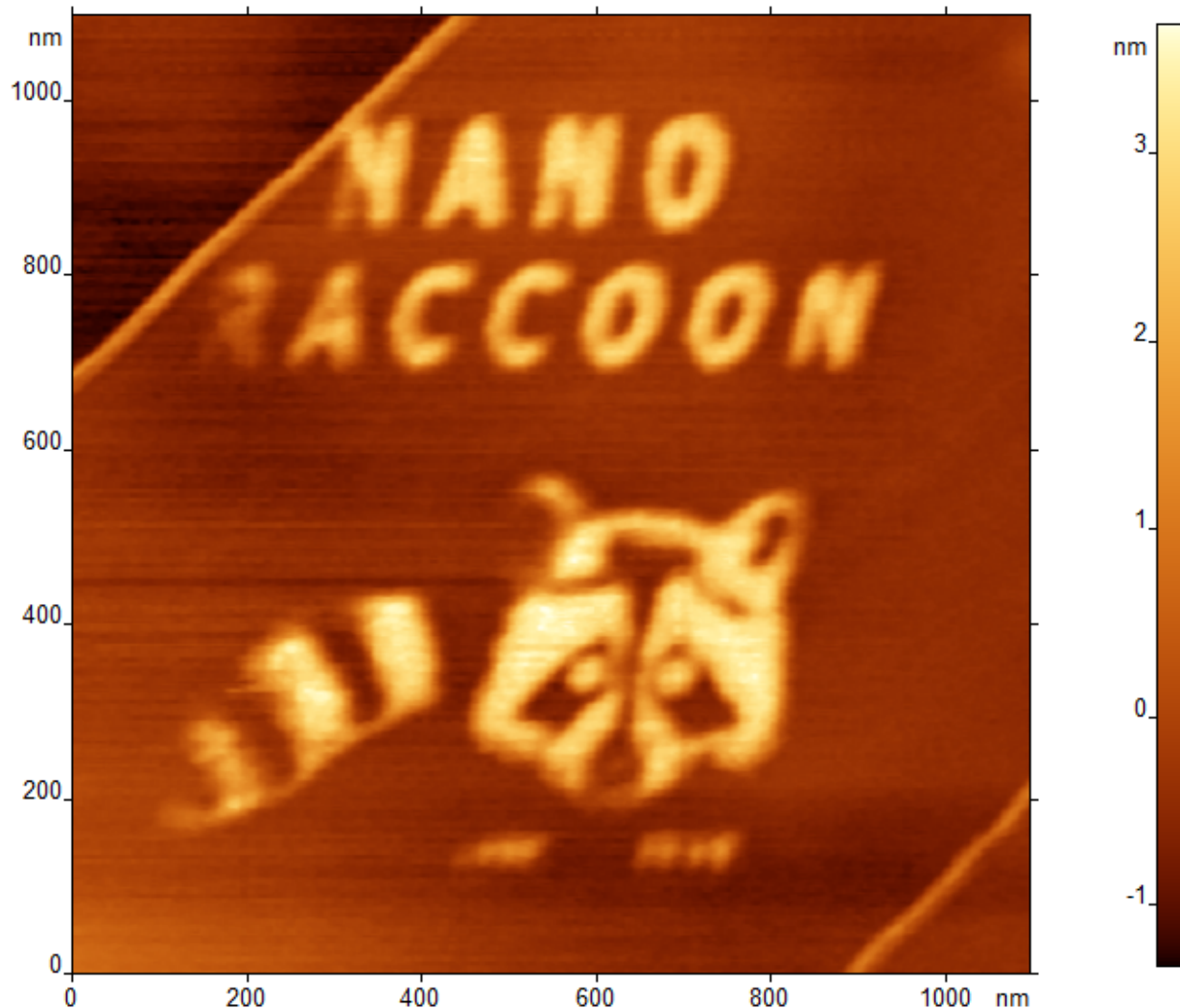
ЦМИТ «Нанотехнологии»



- Сканирующая зондовая микроскопия
- Обрабатывающие центры с ЧПУ
- Молекулярные 3D-принтеры
- 3D-дизайн (SolidWorks)
- Программирование

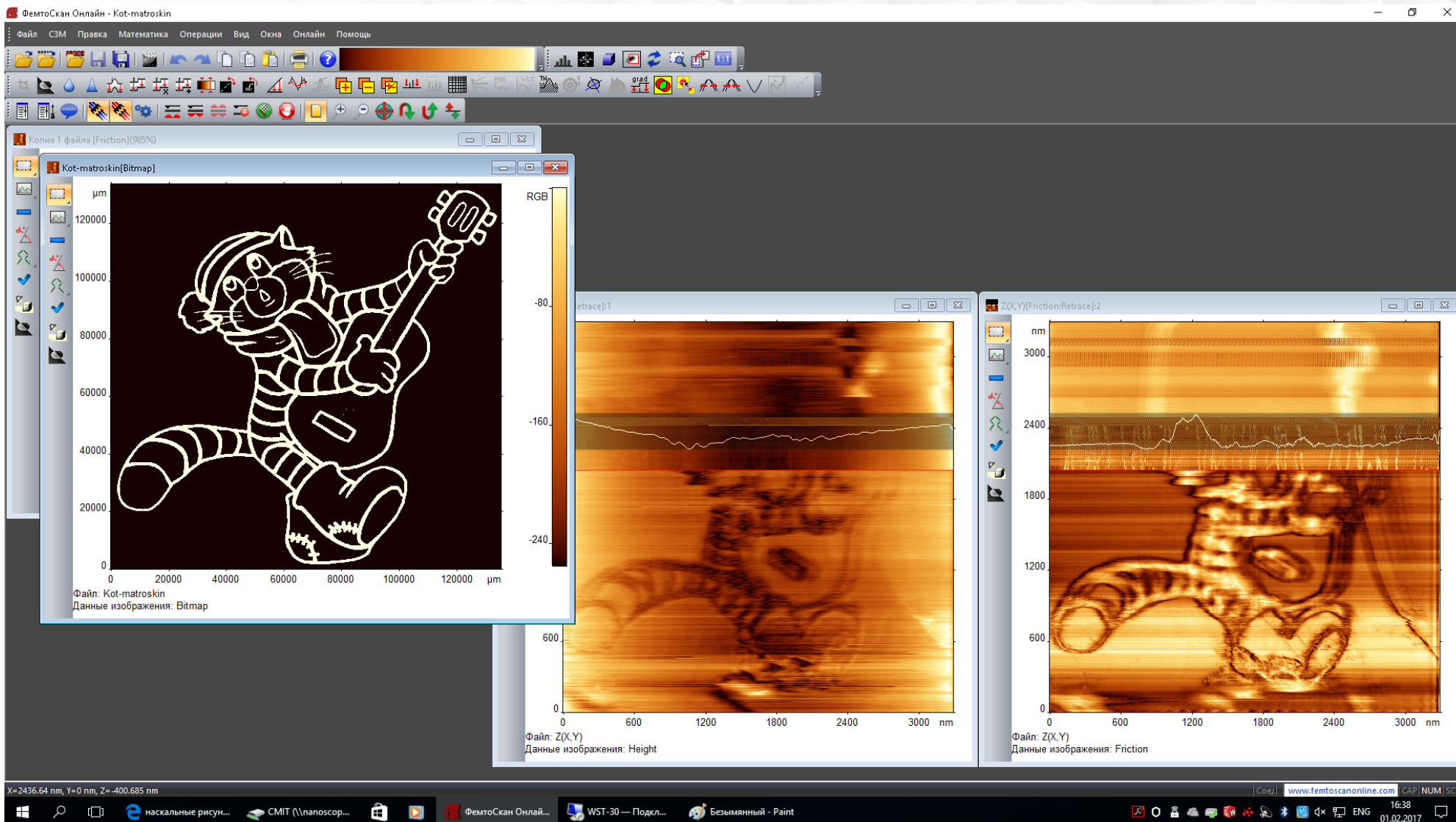


Нанолитография. Зондовый микроскоп ФемтоСкан.

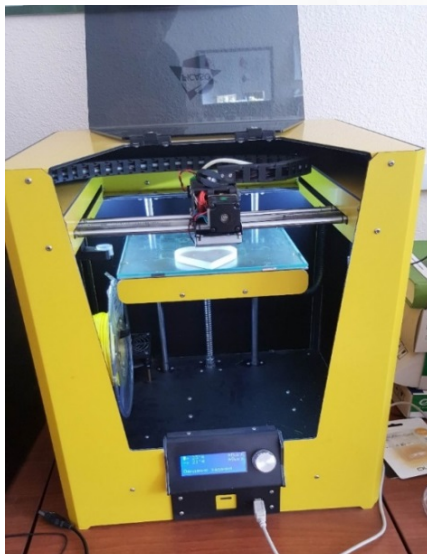


Локальное анодное окисление графита. СЗМ ФемтоСкан.
Выполнила студентка физического факультета Виолетта Швец.

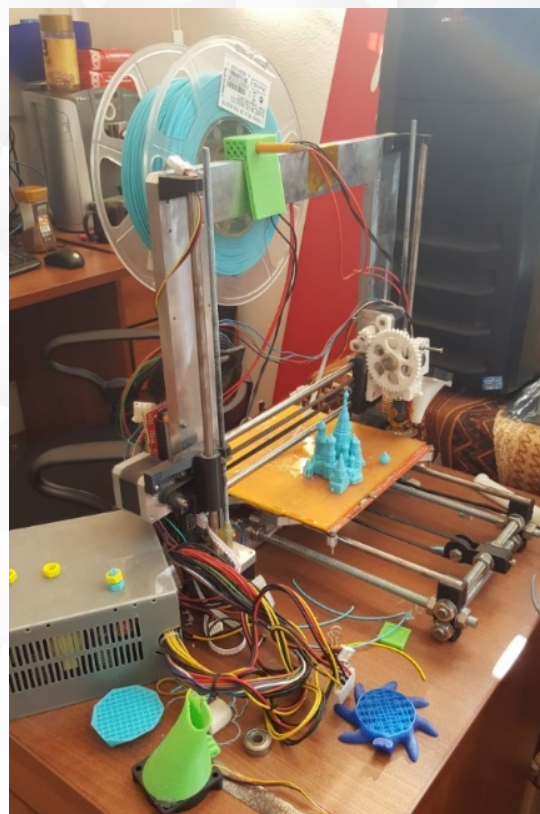
Нанолитография. Зондовый микроскоп ФемтоСкан.



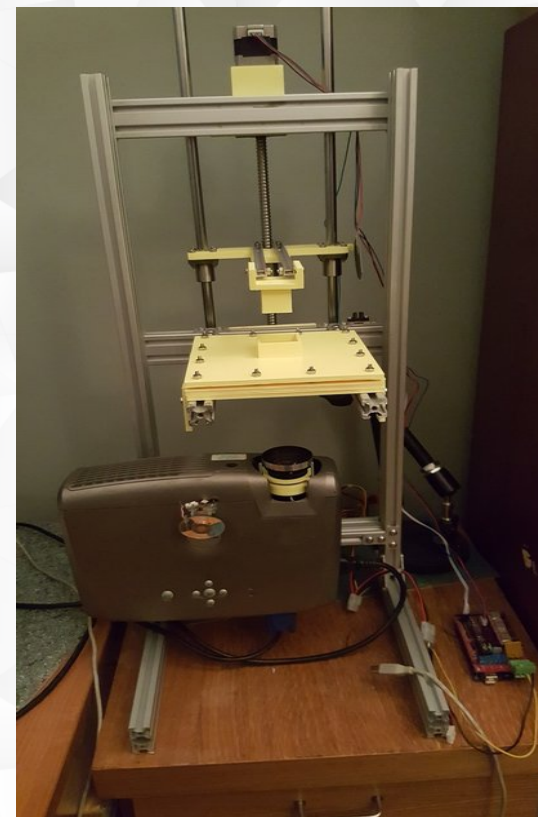
3D принтеры с печатью полимерами



3D принтер Picaso
Физический факультет
ЦМИТ «Нанотехнологии»



3D принтер на ПЛА и АБС
Физический факультет МГУ:
исп. – студент Капытов Д.В.



**Стереолитографический 3D
принтер.**
Физический факультет МГУ:
исп. – студент Капытов Д.В.

Механообработка с помощью фрезерного станка

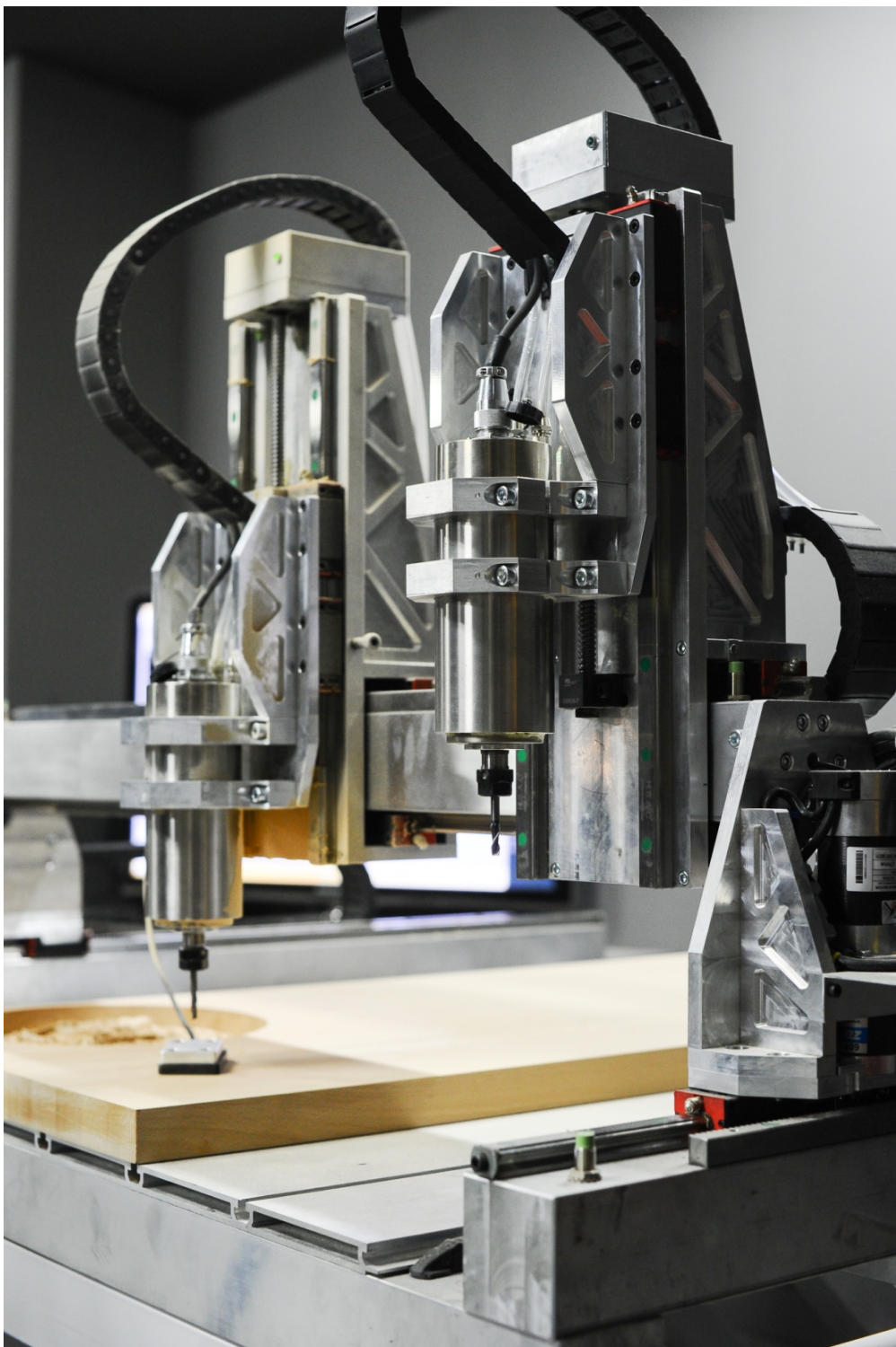
Ведущий курса Капытов Д. В., Яминский И.В.

- Цифровой обрабатывающий центр
- Основы механообработки на цифровых обрабатывающих центрах

По итогам занятий ученик своими руками может сделать деталь из дерева на станке.



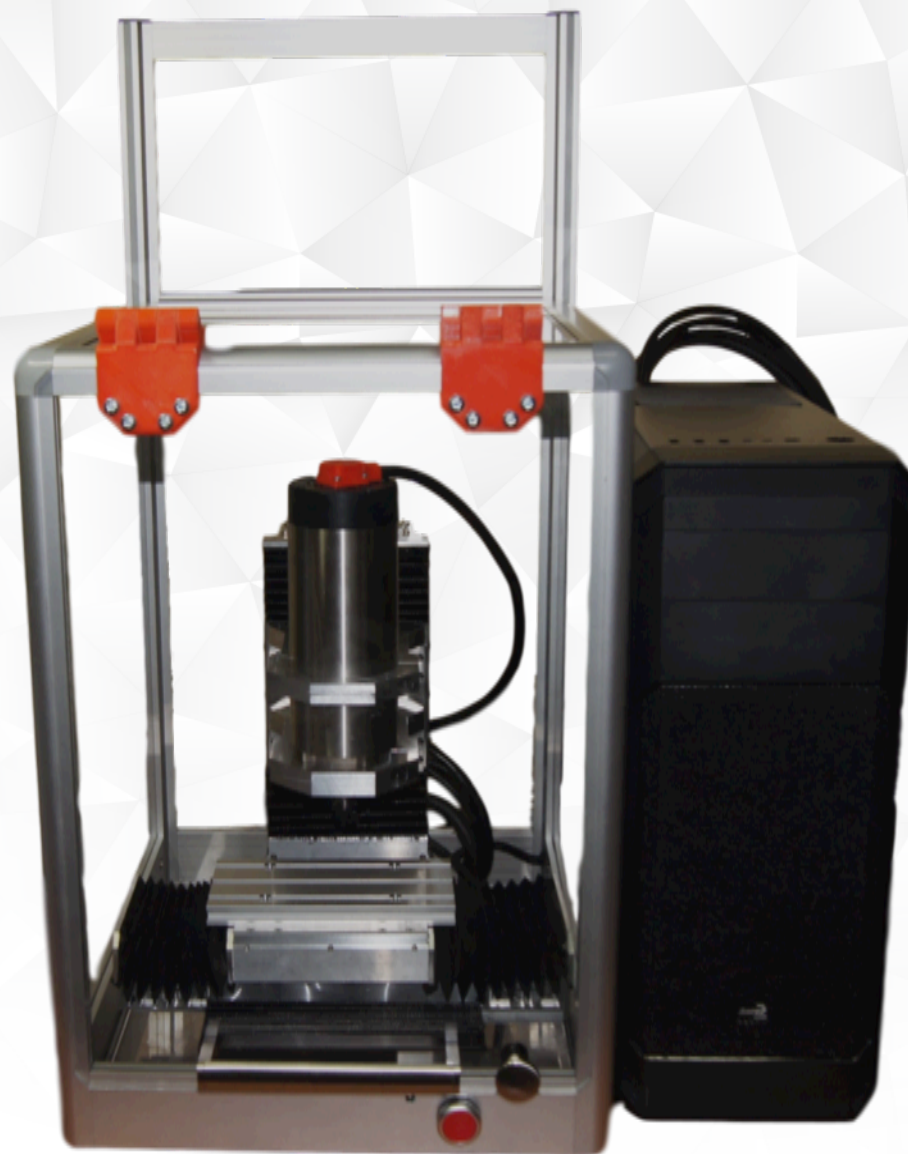
Обучающий фрезерно-гравировальный центр



Фрезерно-гравировальный станок с ЧПУ АТС-3000 (слева) и изготовленный на станке герб России (вверху)

Преимущества станка с ЧПУ ATCSNano

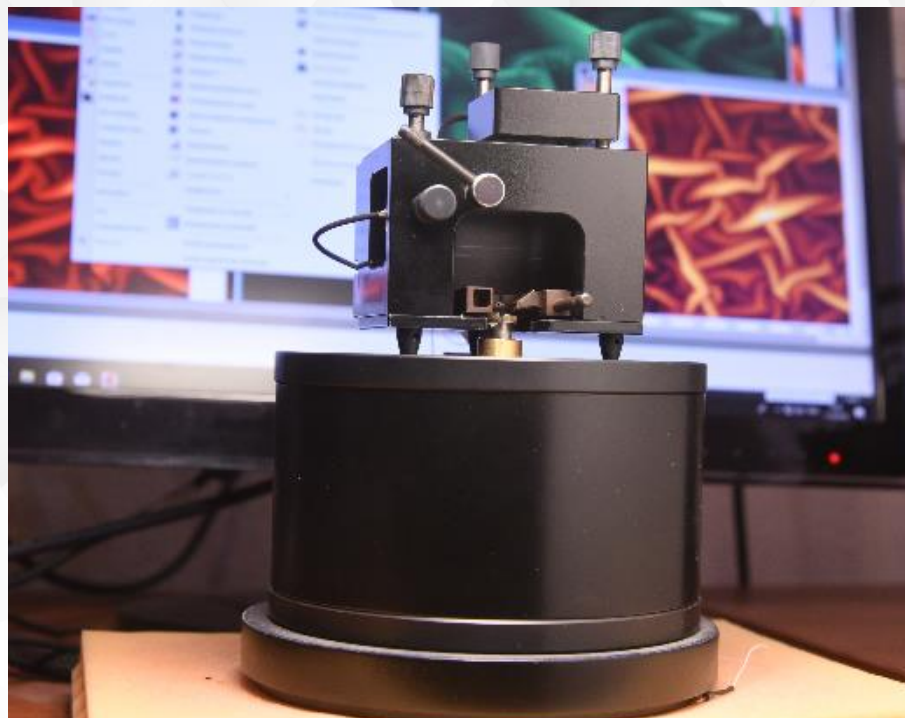
- ✓ Малые габариты и вес
- ✓ Прецизионная механика
- ✓ Современная система управления и ПО
- ✓ Индуктивные датчики высокого разрешения для калибровки станка перед работой и ограничения безопасной рабочей зоны
- ✓ Гофрозащита
- ✓ Защитный корпус из ударопрочного оргстекла
- ✓ Кнопка аварийной остановки
- ✓ Высокоскоростной шпиндель (24000 об/мин) под цанги ER11 мощностью 1,5 кВт



ЦМИТ «Нанотехнологии»

Поддержка ЦМИТ «Нанотехнологии»
Департамент науки, промышленной
политики и предпринимательства
Правительства Москвы

Министерство экономического
развития Российской Федерации
(Договор №8/3-63ин-16 от 22.08.16).



www.nanoscopy.ru

www.atcindustry.ru

yaminsky@nanoscopy.ru

+7 901 5104643

atc ЦЕНТР
ПЕРСПЕКТИВНЫХ
ТЕХНОЛОГИЙ