

Бионаноскопия: учебно-научный центр и центр коллективного пользования

Центр коллективного пользования "Бионаноскопия" в составе одноименного Учебно-научного центра проводит измерения методами атомно-силовой микроскопии и сканирующей туннельной микроскопии морфологии и свойств биообъектов. Основные направления ЦКП "Бионаноскопия" - приоритетные исследования в области биофизики, молекулярной биологии, вирусологии, микробиологии и молекулярной медицины.

Учебно-научный центр «Бионаноскопия» был организован в 26 октября 2000 года. В том же году в составе УНЦ "Бионаноскопия" был организован Центр коллективного пользования «Бионаноскопия». Основные направления УНЦ и ЦКП "Бионаноскопия" – приоритетные исследования в области биофизики, молекулярной биологии, вирусологии, микробиологии и молекулярной медицины. Основные задачи – популяризация и широкое внедрение методов наноскопии в практику научных исследований.

Приборная база ЦКП «Бионаноскопия» включает следующие исследовательские инструменты:

- Многофункциональные сканирующие зондовые микроскопы ФемтоСкан
- Быстродействующий сканирующий зондовый микроскоп ФемтоСкан X
- Высокопроизводительные графические станции
- Программное обеспечение "ФемтоСкан Онлайн"
- Профессиональный лазерный гравер SharpLase Pro
- Инвертированные оптические микроскопы Ti-U
- Обрабатывающие центры с ЧПУ
- 3D принтеры
- 3D сканеры и другое различное вспомогательное оборудование



Рис.1. Обрабатывающие центры ATCNano



Рис.2 Сканирующие зондовые микроскопы ФемтоСкан и Фемтоскан X

Ключевые работы ЦКП «Бионаноскопия» – это исследования объектов нанометрового масштаба методами сканирующей зондовой и ион-проводящей микроскопии, а также обнаружение объектов-мишеней (вирусов, бактерий, белков, ДНК) с помощью пьезомеханических биосенсоров. Также в ЦКП при помощи обрабатывающих центров и программного обеспечения для прототипирования возможны разработка и создание моделей будущих приборов. В частности, с помощью программного обеспечения рисуется модель детали, с помощью 3D принтера изготавливается прототип и с помощью обрабатывающего центра создается опытный образец. Также в ЦКП существует помещение для сборки электронных компонентов, что позволяет реализовать почти любую задачу по прототипированию.

Для школьников химико-биологического направления проводятся мастер-классы по сканирующей зондовой микроскопии. Ребята учатся работать на сканирующем зондовом микроскопе «ФемтоСкан», готовить своими руками образцы, обрабатывать полученные данные и строить трехмерные изображения своих образцов.

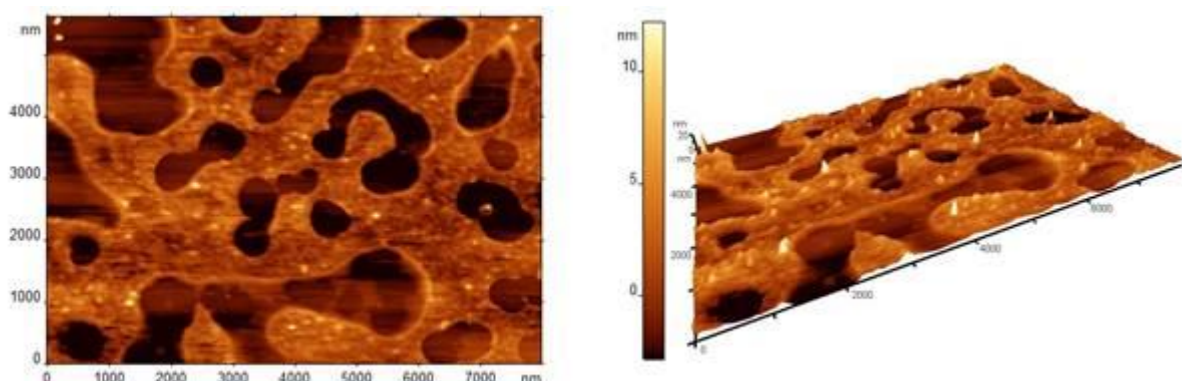


Рис. 3. Изображение (топография и 3D-вид) нанокристаллов хлорида никеля, выращенных участницами мастер-класса в ЦКП, на поверхности свежего скола слюды из водного раствора. Микроскоп ФемтоСкан, контактный режим АСМ, кантилевер NSG03.

С 2009 года на базе УНЦ и ЦКП «Бионаноскопия» проведено восемь международных конференций «Современные достижения бионаноскопии». Цель

конференций – повышение уровня подготовки научных и научно-педагогических кадров, привлечение талантливой молодежи к участию в перспективных научных исследованиях по приоритетным направлениям развития науки и техники, повышение уровня науки и образования за счет кооперации и повышения мобильности молодых ученых. Основная тема посвящена современным методам микроскопии высокого разрешения, достижениям СЗМ, и сопутствующим физико-химическим методам исследования биологических объектов [1].

В программу конференции входят:

- Лекции по бионаноскопии
- Стендовые сессии
- Практические занятия по атомно-силовой микроскопии

При использовании оборудования ЦКП «Бионаноскопия» опубликовано более 120 работ, в том числе 20 работ за последние три года в журналах, входящих в рейтинговые системы Web of Science и Scopus. Выборочный список статей представлен в [2-11].

ЦКП «Бионаноскопия» осуществляет исследования и измерения образцов в области сканирующей зондовой микроскопии использованием следующих методик:

- сканирующая туннельная микроскопия
- атомно-силовая микроскопия
- сканирующая капиллярная микроскопия
- магнитно-силовая микроскопия
- сканирующая проводящая микроскопия
- нанолитография
- нановзвешивание
- локальное анодное окисление и др.

В ЦКП «Бионаноскопия» имеется технологическая и производственная база для производства научной аппаратуры для бионаноскопии: 3D принтеры различных модификаций, в том числе модели Picasso, 3D сканеры, обрабатывающие токарный (Реабин) и фрезерные центры (Hurco, АТСNano), профессиональный лазерный гравер SharpLase Pro, различное измерительное и метрологическое оборудование. ЦКП «Бионаноскопия» помогает специалистам создавать прототипы и реальные приборы для научных исследований, биологии и медицины.

Список литературы

-
1. А. Протопопова, Е. Дубровин, О. Синицына, И. Яминский. Современные достижения бионаноскопии // *Наноиндустрия*, № 4(28), 32-34 (2011).
 2. O. V. Sinitsyna, G. B. Meshkov, A. V. Grigorieva, A. A. Antonov, I. G. Grigorieva, and I. V. Yaminsky. Blister formation during graphite surface oxidation by hummers' method. *Beilstein Journal of Nanotechnology*, 9:407–414, 2018.
 3. O. Dudnik, E. S. Trofimchuk, A. V. Efimov, N. I. Nikonorova, E. G. Rukhlya, L. N. Nikitin, I. V. Yaminsky, and A. L. Volynskii. Evolution of the nanoporous structure of high-

-
- density polyethylene during drawing in supercritical carbon dioxide. *Macromolecules*, 51(3):1129–1140, 2018.
4. N. A. Barinov, A. D. Protopopova, E. V. Dubrovin, and D. V. Klinov. Thermal denaturation of fibrinogen visualized by single-molecule atomic force microscopy. *Colloids and Surfaces B: Biointerfaces*, 167:370–376, 2018.
 5. O. V. Sinitsyna, A. Y. Bobrovsky, B. M. Georgy, I. V. Yaminsky, and V. P. Shibaev. Direct observation of changes in focal conic domains of cholesteric films induced by ultraviolet irradiation. *Journal of Physical Chemistry B*, 121(21):5407–5412, 2017.
 6. E. V. Dubrovin, M. Schächtele, D. V. Klinov, and T. E. Schäffer. Time-lapse single-biomolecule atomic force microscopy investigation on modified graphite in solution. *Langmuir : the ACS journal of surfaces and colloids*, 33(38):10027–10034, 2017.
 7. Nikitin Aleksey, Fedorova Mariia, Naumenko Victor, Shchetinin Igor, Abakumov Maksim, Erofeev Alexander, Gorelkin Petr, Meshkov Georgy, E. Beloglazkina, Ivanenkov Yan, Klyachko Natalya, Golovin Yuriy, Savchenko Alexander, and Majouga Alexander. Synthesis, characterization and mri application of magnetite water-soluble cubic nanoparticles. *Journal of Magnetism and Magnetic Materials*, 441:6–13, 2017.
 8. O. N. Koroleva, E. V. Dubrovin, A. P. Tolstova, N. V. Kuzmina, T. V. Laptinskaya, I. V. Yaminsky, and V. L. Drutsa. A hypothetical hierarchical mechanism of self-assembly of Escherichia coli RNA polymerase σ 70 subunit. *Soft Matter*, 12:1974–1982, 2016.
 9. O. N. Koroleva, E. V. Dubrovin, I. V. Yaminsky, and V. L. Drutsa. Effect of DNA bending on transcriptional interference in the systems of closely spaced convergent promoters. *Biochimica et Biophysica Acta - General Subjects*, 1860:2086–2096, 2016.
 - a. Sagitova, I. Yaminsky, and G. Meshkov. View of the bacterial strains of Escherichia coli m-17 and its interaction with the nanoparticles of zinc oxide by means of atomic force microscopy. *Journal of Physics: Conference Series*, 741:012059, 2016.
 10. N. A. Barinov, V. V. Prokhorov, E. V. Dubrovin, and D. V. Klinov. Afm visualization at a single-molecule level of denaturated states of proteins on graphite. *Colloids and Surfaces B: Biointerfaces*, 146:777–784, 2016.
 11. E. V. Dubrovin, M. Schächtele, and T. E. Schäffer. Nanotemplate-directed DNA segmental thermal motion. *RSC Advances*, 6:79584–79592, 2016.