



БИОНАНОСКОПИЯ: УЧЕБНО-НАУЧНЫЙ ЦЕНТР И ЦЕНТР КОЛЛЕКТИВНОГО ПОЛЬЗОВАНИЯ

BIONANOSCOPY: AN EDUCATIONAL AND RESEARCH CENTER AND A SHARED USE OF EQUIPMENT CENTER

DOI: 10.22184/1993-8578.2018.84.5.380.382

Г.Мешков¹, А.Ахметова^{1,2,3}, Ю.Белов^{1,2,3}, И.Яминский^{1,2,3}
G.Meshkov¹, A.Akhmetova^{1,2,3}, Yu.Belov^{1,2,3}, I.Yaminsky^{1,2,3}

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

The Bionanoscropy shared use of equipment center as a part of the same name educational and scientific center conducts measurements of the morphology and properties of bio-objects using atomic force microscopy and scanning tunneling microscopy. The main areas of work of the Bionanoscropy center are priority research in the field of biophysics, molecular biology, virology, microbiology and molecular medicine.

Учебно-научный центр (УНЦ) "Бионаноскопия" создан 26 октября 2000 года. В том же году в составе УНЦ был организован Центр коллективного пользования (ЦКП) "Бионаноскопия". Основные направления УНЦ и ЦКП "Бионано-

скопия" – 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 гравёр SharpLase Pro;
- инвертированные оптические микроскопы Ti-U;
- обрабатывающие центры с ЧПУ (токарный "Реабин" и фрезерные Nungo и ATCNano);
- 3D-принтеры различных моделей, в том числе PICASO;
- 3D-сканеры и различное вспомогательное оборудование.

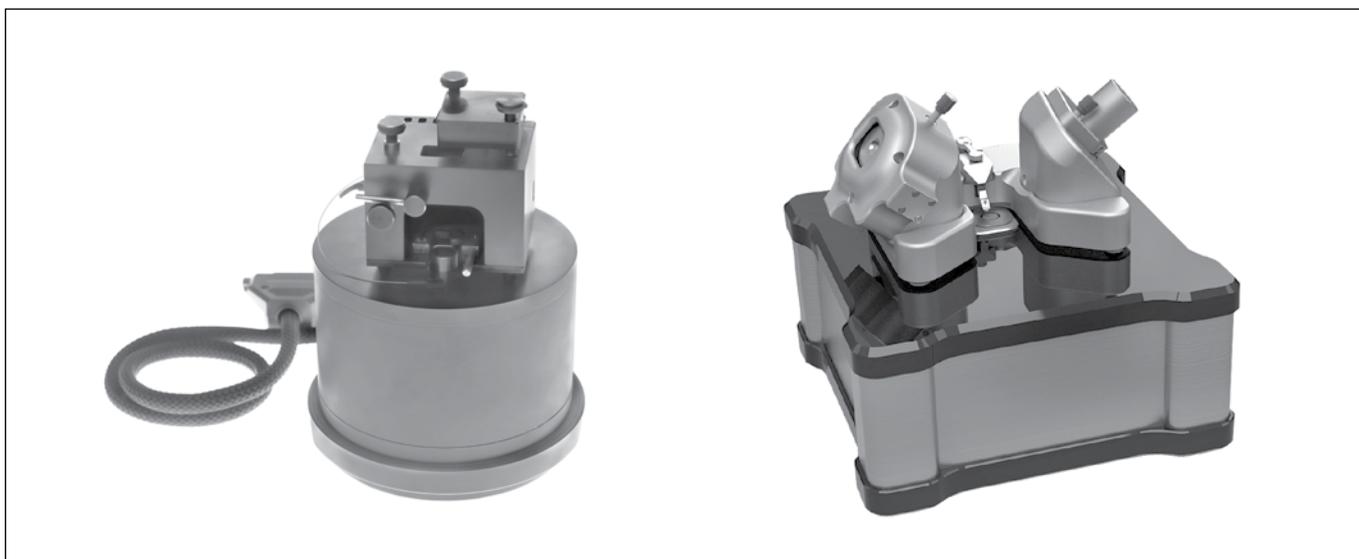


Обрабатывающие центры ATCNano
ATCNano machining centers

¹ МГУ имени М.В.Ломоносова (1, Ленинские Горы, Москва, 119991) / Lomonosov Moscow State University (GSP-1, Leninskie Gory, Moscow, 119991, Russia).

² ООО НПП "Центр перспективных технологий" (1, строение 75Г, Ленинские горы, Москва, 119234) / Advanced Technologies Center Ltd. (1, building 75G, Leninskie Gory, Moscow, 119234, Russia).

³ ООО "Энергоэффективные технологии" (1, стр. 75Г, Ленинские Горы, Москва, 119234) / Energy Efficient Technologies Ltd. (1, building 75G, Leninskie Gory, Moscow, 119234, Russia).



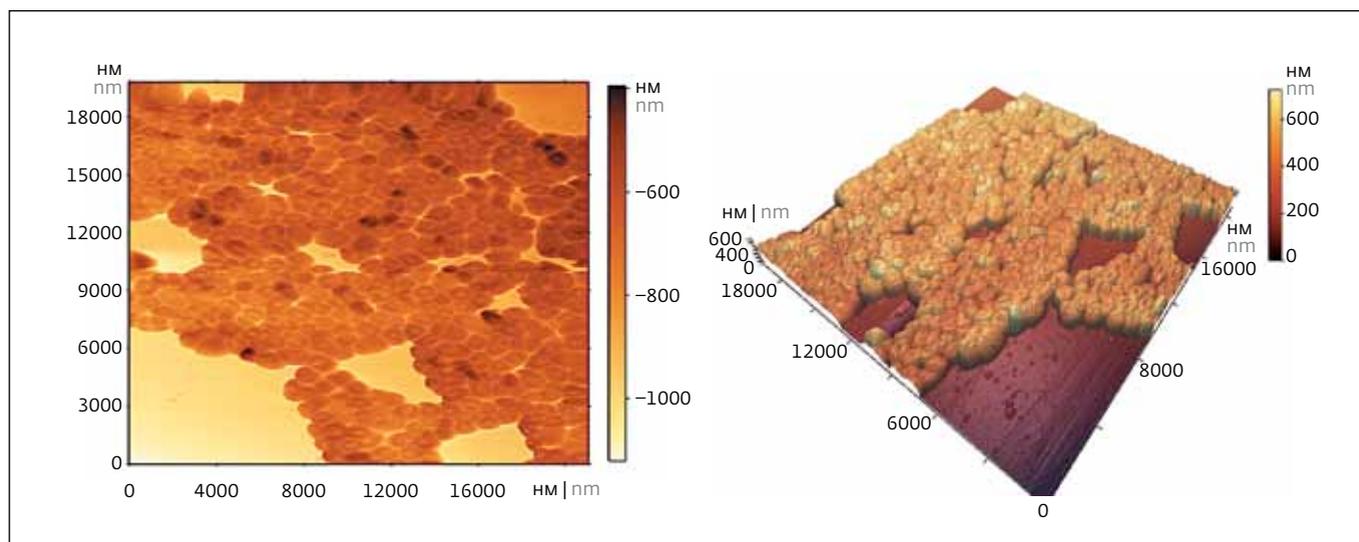
Сканирующие зондовые микроскопы "ФемтоСкан" и "ФемтоСкан X"
Scanning probe microscopes FemtoScan and FemtoScan X

Ключевые работы ЦКП "Бионаноскопия" связаны с исследованием объектов нанометрового масштаба методами сканирующей зондовой и ион-проводящей микроскопии, а также обнаружением объектов-мишеней (вирусов, бактерий, белков, ДНК) с помощью пьезомеханических биосенсоров. С применением обрабатывающих центров и программного обеспечения для прототипирования в ЦКП может проводиться разработка и создание моделей будущих приборов: в программном обеспечении рисуется 3D-модель детали, на 3D-принтере изготавливается прототип, с помощью обрабатывающего центра

создается опытный образец. Также в ЦКП имеется 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 образцы, обрабатывать полученные данные и строить трехмерные изображения образцов.

С 2009 года на базе УНЦ и ЦКП "Бионаноскопия" ежегодно проводится международная конференция



Двухмерное (слева) и трехмерное (справа) изображения бактерий *Gluconobacter oxydans*. Измерения в резонансном режиме
2D (left) and 3D (right) images of *Gluconobacter oxydans* bacteria. Measurements in resonance mode



"Современные достижения бионаноскопии". Цель мероприятий – 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 высокой мобильности молодых ученых. Основные темы охватывают современные методы микроскопии высокого разрешения, достижения СЗМ и связанные с ними физико-химические методы исследования биологических объектов [1]. В программу конференции входят лекции по бионаноскопии, стендовые сессии и практические занятия по атомно-силовой микроскопии.

С использованием оборудования ЦКП "Бионаноскопия" подготовлено более 120 статей, 20 из которых ([2-12] и другие) опубликованы за последние три года в журналах, входящих в рейтинговые системы Web of Science и Scopus.

ЦКП "Бионаноскопия" осуществляет исследования и измерения образцов с использованием следующих методик сканирующей зондовой микроскопии:

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

В ЦКП имеется технологическая и производственная база для производства научной аппаратуры для бионаноскопии, что позволяет специалистам создавать прототипы и действующие приборы для научных исследований, а также биологии и медицины.

Подробная информация об УНЦ и ЦКП "Бионаноскопия" представлена на сайте <http://www.nanoscopy.org>.

Работа выполнена при финансовой поддержке РФФИ в рамках научного проекта 16-29-06290 офу_м.

ЛИТЕРАТУРА / REFERENCES

1. Протопопова А., Дубровин Е., Сеницына О., Яминский И. Современные достижения бионаноскопии // НАНОИНДУСТРИЯ. 2011. № 4(28). С. 32-34.
Protopopova A., Dubrovin Ye., Sinitsyna O., Yaminskiy I. Sovremennyye dostizheniya bionanoskopii. NANOINDUSTRY. 2011. № 4(28). P. 32-34.
2. Sinitsyna O.V., Meshkov G.B., Grigorieva A.V., Antonov A.A., Grigorieva I.G., Yaminskiy I.V. Blister formation during graphite surface oxidation by hummers' method. Beilstein Journal of Nanotechnology. 2018. 9:407-414.
3. Dudnik O., Trofimchuk E.S., Efimov A.V., Nikonorova N.I., Rukhlya E.G., Nikitin L.N., Yaminskiy I.V., Volynskii A.L. Evolution of the nanoporous structure of high-density polyethylene during drawing in supercritical carbon dioxide. Macromolecules. 2018. 51(3):1129-1140.
4. Barinov N.A., Protopopova A.D., Dubrovin E.V., Klinov D.V. Thermal denaturation of fibrinogen visualized by single-molecule atomic force microscopy. Colloids and Surfaces B: Biointerfaces. 2018. 167:370-376.
5. Sinitsyna O.V., Bobrovsky A.Y., Georgy B.M., Yaminskiy I.V., Shibaev V.P. Direct observation of changes in focal conic domains of cholesteric films induced by ultraviolet irradiation. Journal of Physical Chemistry B. 2017. 121(21):5407-5412.
6. Dubrovin E.V., Schächtele M., Klinov D.V., Schäffer T.E. Time-lapse single-biomolecule atomic force microscopy investigation on modified graphite in solution. Langmuir: the ACS journal of surfaces and colloids. 2017. 33(38):10027-10034.
7. Nikitin A., Fedorova M., Naumenko V., et al. Synthesis, characterization and mri application of magnetite water-soluble cubic nanoparticles. Journal of Magnetism and Magnetic Materials. 2017. 441:6-13.
8. Koroleva O.N., Dubrovin E.V., Tolstova A.P., Kuzmina N.V., Laptinskaya T.V., Yaminskiy I.V., Drutsa V.L. A hypothetical hierarchical mechanism of self-assembly of Escherichia coli RNA polymerase $\sigma 70$ subunit. Soft Matter. 2016. 12:1974-1982.
9. Koroleva O.N., Dubrovin E.V., Yaminskiy I.V., Drutsa V.L. Effect of DNA bending on transcriptional interference in the systems of closely spaced convergent promoters. Biochimica et Biophysica Acta - General Subjects. 2016. 1860:2086-2096.
10. Sagitova A., Yaminskiy I., Meshkov G. 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. 2016. 741:012059.
11. Barinov N.A., Prokhorov V.V., Dubrovin E.V., Klinov D.V. Afm visualization at a single-molecule level of denaturated states of proteins on graphite. Colloids and Surfaces B: Biointerfaces. 2016. 146:777-784.
12. Dubrovin E.V., Schächtele M., Schäffer T.E. Nanotemplate-directed DNA segmental thermal motion. RSC Advances. 2016. 6:79584-79592.