

ЦКП «Диагностика структуры и свойств наноматериалов» (<http://ckp-bsu.ru>) создан с целью развития приборной базы Белгородского государственного университета, ориентированной преимущественно на использование организациями и предприятиями Белгородской области и Центрально-Черноземного региона; повышения эффективности совместного использования имеющегося аналитического, испытательного и технологического оборудования, необходимого для решения научных задач, определенных приоритетными направлениями развития науки, технологий и техники РФ; обеспечения подготовки высококвалифицированных кадров, способных проводить научно-исследовательские и опытно-технологические работы с использованием современного научного оборудования и передовых методов и методик физического материаловедения.

Основное аналитическое оборудование ЦКП «Диагностика структуры и свойств наноматериалов»

1. Растровый ионно-электронный микроскоп Quanta 200 3D

Проведение исследований диэлектрических и биологических объектов в режиме естественной среды, возможность приготовления тонких фольг для просвечивающей электронной микроскопии из выбранного участка образца (система ионного фокусированного пучка Magnum, микроманипулятор OmniProbe 100.7), оснащен системой локального нанесения вольфрама из газовой фазы «W deposition», интегрированной системой Pegasus 2000 для микроанализа (рентгеновский детектор Sapphire со сверх ультратонким окном – диапазон элементов Be-U, разрешение по (Ca Mn) лучше 132 эВ) и определения разориентировок зерен методом дифракции обратно-рассеянных электронов (цифровая камера Digiview II высокого разрешения с высококочувствительной матрицей).

Технические характеристики:

- Разрешение 5-7 нм.
- Разрешение по EDX-анализу 0,2% (по концентрации) и по энергии 130 эВ. Меряет от Be.
- EBSD-анализ: разрешение порядка 0,1 мкм.

2. Растровый ионно-электронный микроскоп Quanta 600

С естественной средой, ускоряющее напряжение от 200 В до 30 кВ, разрешение 3,5 нм при 30 кВ в режимах высокого вакуума, низкого вакуума, естественной среды и 15 нм при 3 кВ в режиме низкого вакуума. Размер камеры 379 мм, 10 портов для установки детекторов и анализаторов. 5-и осевой моторизованный столик 150x150 мм.

Технические характеристики:

- Разрешение порядка 2 нм.
- Разрешение по EDX-анализу 0,2-0,25% (по концентрации), для WDX разрешение по энергии 10 эВ. Меряет от Be.
- EBSD-анализ: разрешение порядка 0,1 мкм.

3. Просвечивающий электронный микроскоп JEM-2100

Получение изображения исследуемого объекта. Используется отдельный дифрагированный или прошедший пучок, и контраст изображения обусловлен изменениями интенсивности пучка вследствие локальных искажений кристаллической решетки (деформационных полей), разориентации отдельных блоков, различия в элементном составе. Пространственное разрешение в дифракционном режиме составляет 0.3:0.5 нм. Посредством перемещения плоскости регистрации в фокальную плоскость объективной линзы в дополнение к изображению исследуемого объекта регистрируется картина электронной дифракции с заданного участка. Пространственное разрешение в этом случае достигает 0.1 нм, т.е. позволяет наблюдать отдельные атомные колонки, расположенные вдоль направления распространения пучка электронов.

Технические характеристики:

- Полусный наконечник для получения изображений с высоким пространственным разрешением.
- Гексаборидлантановый источник электронов.
- Бериллиевая насадка на стандартный держатель образцов.
- Держатель образцов с возможностью наклона в двух плоскостях.
- Держатель образцов с возможностью заморозки и наклона в одной плоскости. Для заморозки используется жидкий азот.
- Устройство получения светлопольного ПРЭМ изображения.
- Устройство получения темнопольного ПРЭМ изображения.
- Система энергодисперсионного микроанализа, включающая детектор с окном площадью 30 мм² и разрешением по энергии 136 эВ на K α линии марганца с электронным затвором.
- Включает следующие программы: Основная программа-интерфейс для работы с системой микроанализа. Имеет логический интерфейс. Обрабатывает данные по вторичному излучению и отображает их как спектр рентгеновских лучей. Автоматически идентифицирует пики в спектре и элементы в образце. Анализирует спектр на предмет перекрывающихся пиков; Программа поэлементного картирования по поверхности образца используется при анализе материалов, где важна пространственная информация. Позволяет точно обнаруживать источник излучения определённого спектра. Программа для элементного анализа вдоль линий и линий сеток с построением графиков концентраций; Программа автоматической коррекции результатов анализа в соответствии с изменениями параметров электронного луча.
- Цифровая камера для вывода изображения на монитор компьютера.
- Программное обеспечение для анализа дифракционных картин.
- Система линз микроскопа и конструкция полюсного наконечника обеспечивают разрешение 0,23 нм в точке и 0,14 нм по решетке при 200 кВ на катоде LaB₆, увеличение должно быть от x50 до x1500000.
- Ускоряющее напряжение до 200 кВ.
- Диапазон увеличения до 1 500 000x.
- Пространственное разрешение: - по решетке 0.1 нм; - по точкам 0.19 нм.
- Длина дифракционной камеры при дифракции с заданного участка от 80 до 2000 мм.

4. Лаборатория сканирующей зондовой микроскопии Ntegra Aura

Позволяет с нанометровым разрешением проводить исследование поверхностных характеристик и приповерхностных физических полей различных объектов, допускающих их размещение в вакууме. Позволяет проводить измерения в условиях вакуума до 10⁻² Торр, что предоставляет целый ряд преимуществ. Это относится как к повышению чувствительности измерений за счет повышения добротности колебаний

кантилевера, так и к возможности проведения измерений без вредного влияния поверхностного адсорбата.

Дополнительные возможности представляются наличием в комплектации термостоллика, позволяющего производить нагрев образца до 130°C и поддерживать заданную температуру с точностью до 0.05°C.

Технические характеристики:

- СТМ головка с предусилителем (30пА-50нА);
- универсальная СЗМ головка, модифицированная для использования с оптической системой с разрешением 1 мкм;
- сменный сканер с емкостными датчиками X,Y,Z 100 мкм× 100 мкм×12 мкм;
- сменный сканер X,Y,Z 1 мкм× 1 мкм×1 мкм;
- высоковакуумная сканирующая СЗМ головка, сканер с емкостными датчиками X,Y,Z 100 мкм×100 мкм×10 мкм, система слежения луча за зондом.
- Спецификация:
- Размер образца: Сканирование образцом - до 40 мм в диаметре, до 15 мм в высоту; Сканирование зондом – до 100 мм в диаметре, до 15 мм в высоту;
- Вес образца: Сканирование образцом до 100 г; Сканирование зондом до 300 г;
- XY позиционирование образца - 5x5 мм;
- Поле сканирования: Сканирование образцом 100x100x10 мкм, 3x3x2,6 мкм; Сканирование зондом 100x100x10, мкм 50x50x5 мкм.

5. Рентгеновский дифрактометр ARL X'TRA:

- Определение фазового состава пробы.
- Количественное определение известных фаз в смеси.
- Кристаллография, уточнение структуры кристаллов.
- Проведение анализа в различных условиях: изменение температуры, давления или газовой атмосферы.
- Анализ поверхности и тонких пленок.
- Анализ текстуры.
- Анализ чувствительных к воздуху материалов с помощью капиллярного столика

Технические характеристики:

- Базовая система с детектором Пелтье;
- Полупроводниковый генератор 3 кВт; Cu рентгеновская трубка (стеклянная трубка 2000 кВт с нормальным линейным фокусом *) и система охлаждения;

6. Совмещенный ТГА/ДСК/ДТА анализатор SDT Q600

Данный прибор позволяет одновременно использовать три метода термического анализа – термогравиметрию, дифференциальный термический анализ и дифференциальную сканирующую калориметрию.

Прибор дает возможность исследовать термическую стабильность материалов, определять тепловые эффекты химических реакций, определять температуры и энтальпии фазовых переходов, изучать окислительную стабильность и др.

Технические характеристики:

- точность весов 0,1 мкг, навеска образца до 200 мг;
- диапазон температур – до 1500°C при скорости линейного нагрева до 50 град/мин;
- работа в инертной, окислительной, реакционной атмосфере образца и с вакуумом;
- встроенный расходомер и возможность подключения одновременно двух газов;

- объем камеры печи не более 120 мл;
- удобное ПО.

7. ИК-Фурье спектрометр NICOLET 6700

Используется для изучения пространственного строения, внутри- и межмолекулярного взаимодействия органических соединений и полимеров, идентификации веществ.

Технические характеристики:

- Спектральный диапазон 375-7400 см⁻¹,
- Предел допустимой абсолютной погрешности шкалы волновых чисел $\pm 0,5$ см⁻¹.

8. Оптический микроскоп Olimpus GX51

Получение в отражённом свете: светлополюсных и темнопольных изображений; изображений дифференциального интерференционного контраста (DIC); изображений в поляризованном свете.

Программное обеспечение для микроскопов ImageScope M. позволяет: проводить обработку цветных изображений с глубиной цвета до 24 бит и полутоновых (чёрно-белых) изображений (256 градаций серого); проводить стандартные операции по обработке изображений; проводить подсчёт более 40 морфологических параметров объектов; проводить статистическую обработку значений признаков объектов, а также вычисление для каждого признака минимального и максимального значений среднего (математическое ожидание), дисперсии и среднеквадратичного отклонения, построение гистограмм распределения признаков объектов.

Предельное увеличение микроскопа: $\times 1000$ (сменные объективы $\times 5$, $\times 10$, $\times 20$, $\times 50$, $\times 100$).

9. Рентгенофлуоресцентный анализатор ARL Optim'X

Анализ множества разнообразных проб: проводящих и непроводящих твердых образцов, жидкостей, порошков прессованных и непрессованных, а также спеченных, паст и многих других.

Технические характеристики:

- Диапазон определяемых элементов от фтора (Z=9) до урана (Z=92).
- Рабочая среда: вакуум или воздух для твердых проб, гелий для жидких и порошковых проб.
- Конфигурация для проведения экспрессного и комбинированного анализа: одновременное определение до 8 элементов с помощью 4-х мультихроматоров; последовательный анализ на гониометре SmartGonio.
- Рентгеновская трубка мощностью 50 Вт с Rh мишенью и окном толщиной 75 мк;
- Источник питания 50 Вт на максимальное напряжение 50 кВт или максимальный ток 2 мА;
- Столик с отверстием $\varnothing 29$ мм и центрирующими кольцами для прямого ввода жидких проб в кюветах или анализа проб без кассет (для твердых цилиндрических проб $\varnothing 32$ мм – 46 мм и max. высотой 22 мм).

10. Лазерный дифракционный анализатор размера частиц Анализетте 22 Nanotech

Лазерный дифракционный анализатор размера частиц является прибором универсального применения для определения распределения частиц по размерам в суспензиях, эмульсиях и порошках с помощью лазерной дифракции.

Технические характеристики:

- Диапазон измерения:

- диспергирование в жидкости от 0,01 до 2000 мкм;
- сухое диспергирование от 0,1 до 2000 мкм.
- Количество пробы (прим.):
- диспергирование в жидкости 0,1-2 см³ в 500 мл жидкости;
- сухое диспергирование 5-50 см³.
- Вес прибора: 105 кг.

11. Анализатор удельной поверхности и пористости TriStar 3000

Одно- и многоточечный анализ по БЭТ и Лэнгмюру, анализ объема и площади поверхности микропор методом t-plot, изотермы адсорбции и десорбции, распределение мезопор по размерам методом ВЈН (от 2 до 400 нм в диаметре). Возможность анализа до 3 образцов одновременно. Рабочие газы: азот, гелий.

12. Ртутный порозиметр AutoPore IV 9500

Измерение мезо- и макропор в диапазоне от 0.0055 до 360 мкм в диаметре.

Порозиметр обеспечивает:

в режиме низкого давления (диапазон: 0 - 50 psia (345 МПа)) диаметр пор 360 - 3.6 мкм;

в режиме высокого давления (диапазон: 0 - 33000 psia (228 МПа или 2280 бар)) диаметр пор: 6 - 0.005 мкм;

точность датчика - $\pm 0,1\%$ полной шкалы;

точность интрузии: $\pm 1\%$ полной шкалы объема интрузии;

максимальный размер образца - цилиндр 2.5 см в диаметре и 2.5 см длиной;

в режиме генерации давления - уравнивание по времени от 0 до 10,000 сек,

уравнивание по скорости: от 0 до 1000.000 мклитр/г за сек.;

в режиме сканирование - непрерывная генерация давления;

13. Скретч-тестер REVETEST - для изучения адгезионных характеристик.

14. Автоматическая система анализа микротвердости на базе моторизованного микро-твердомера DM 8B AUTO

Определение микротвердости по Виккерсу.

Технические характеристики:

- память рассчитана на 999 измерений;
- автоматическая подача нагрузки;
- скорость подачи 50 мкм/сек;
- время выдержки под нагрузкой 5-99 сек;
- максимальная высота исследуемого образца 120 мм;
- диапазон нагрузок от 1 до 2000 гс;
- выполняется функция автоматического возврата в заданную позицию по завершении рабочего цикла;
- изображение передается на компьютер с последующей обработкой данных посредством компьютерного обеспечения и выводом информации на печать.

15. Автоматический прибор для проведения термомеханического анализа с горизонтальным положением образца DIL 402 C/4/G (дилатометр)

Технические характеристики:

- Температурный диапазон: от комнатной температуры до 1600°C.
- Диапазон измерений: 500 мкм / 5000 мкм
- Разрешение: 0.125 нм/разряд, 1.25 нм/разряд.
- Контактное давление с датчиком: 15 - 45 сН.
- Юстируемый диапазон длины образца: 25 мм.