

Утверждаю

Директор ИФП СО РАН,  
академик РАН \_\_\_\_\_

А.В. Латышев

\_\_\_\_\_ 2016 г.

**Перечень оборудования ЦКП «Наноструктуры»**

| № | Наименование  | Страна<br>производителе<br>ль | Фирма-<br>изготовитель  | Марка        | Год<br>модер-<br>низации | Технические характеристики   |
|---|---|-------------------------------|-------------------------|--------------|--------------------------|--|
| 1 | Оптический прямой микроскоп Olympus BX53                              | Япония                        | Olympus                 | Olympus BX53 | 2016                     | Диапазон увеличения от 50х до 1000х;<br>Универсальные объективы для светлого/темного поля и для поляризации без внутренних напряжений – 5х; 10х; 20х; 50х; 100х;<br>Окуляры x10;<br>Светодиодные осветители;<br>Ход фокусировки 25 мм, точная фокусировка в пределах 100 мкм с шагом 1 мкм;<br>Цифровая цветная камера UC50 с разрешением 2588 x 1960 пикселей (размер пикселя 3.4 mm x 3.4 mm); |
| 2 | Система ионно-лучевой обработки IM150, Oxford Applied Research, UK    | Великобритания                | Oxford Applied Research | IM150        | 2015                     | Рабочая частота 13,56 МГц<br>Водяное охлаждение 0,5 л/мин<br>Рабочее давление < 5 · 10 <sup>-3</sup> мбар<br>Диаметр пучка на выходе 50 мм<br>Материал сеток Инконель<br>Максимальная RF мощность 500 Вт<br>Материал разрядной камеры Кварц<br>Максимальная энергия ионов 1 кэВ<br>Настроенные газы Ar, O <sub>2</sub>   |
| 3 | Лазерный комплекс Multi Mode 8 (Bruker) для компарирования размеров в | Соединённые Штаты Америки     | Bruker Corporation      | Multi Mode 8 | 2015                     | максимальная площадь сканирования - 110 мкм×110 мкм;<br>разрешение по высоте - до 0,05 нм;<br>режимы:  |

|   |  |         |                     |             |      |   |
|---|--|---------|---------------------|-------------|------|---|
|   | микрометровом и нанометровом диапазонах  |         |                     |             |      | <ul style="list-style-type: none"> <li>- измерения профиля</li> <li>- измерения силы</li> <li>- измерения контактной разности потенциала</li> <li>- измерения магнитных и электрических сил.</li> </ul>   |
| 4 | Сверхвысоковакуумная установка COMPACT-21T (Riber)   | Франция | RIBER               | COMPACT-21T | 2014 | <p>молекулярно-лучевой эпитаксии соединений А3N из аммиака</p> <p>высокотемпературный нагреватель из PG позволяет проводить исследования на 2-ух и 2-ёх дюймовых подложках при температурах вплоть до 1200 градусов Цельсия в условиях агрессивной остаточной атмосферы аммиака. Две газовые линии обеспечивают претензионную подачу аммиака в диапазоне от 1 до 400 н.мл./мин. Все имеющиеся источники металлов имеют специальные конструкции и формы тиглей из PBN и PG, препятствующие сгееринг-эффекту и вытеканию металлов из тиглей в остаточной атмосфере аммиака</p>  |
| 5 | Высокоразрешающий сканирующий электронный микроскоп SU 8280 (Hitachi) с приставкой для EDX анализа | Япония  | Hitachi             | SU 8280     | 2015 | <p>Разрешение (вторичные электроны) — 0,8 нм при 15 кВ, WD 4 мм 1,1 нм при 1 кВ в режиме торможения электронов.</p> <p>Увеличение: низкое x20 - x2,000; высокое x100 - x1 000 000.</p> <p>Ускоряющее напряжение — от 0,5 до 30 кВ (0,1 кВ за шаг).</p> <p>Электронная Пушка — холодный катод с полевой эмиссией.</p>  |
| 6 | Модернизированный микроинтерферометр измерительный   | Россия  | КТИ НП, Новосибирск | МНП-1       | 2014 | <p>I. Измерение нанорельефа</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- диапазон по высоте измерений – от 0 до 50 мкм,</li> <li>- разрешение по глубине – 1 нм,</li> <li>- поперечное разрешение – 0,32 мкм,</li> <li>- площадь измерения – 0,45×0,33 мм<sup>2</sup>,</li> <li>- время измерения – 10 сек;</li> </ul> <p>II. Измерение микрорельефа</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- диапазон измерений по высоте – от 0 до 10 мм,</li> <li>- разрешение по глубине – 0,5 мкм,</li> <li>- поперечное разрешение – 0,32 мкм,</li> <li>- площадь измерения – 0,45×0,33 мм<sup>2</sup>,</li> <li>- время измерения – 10 сек;</li> </ul> |

|    |  |                  |                                   |                 |      |  |
|----|--|------------------|-----------------------------------|-----------------|------|--|
| 7  | Оптический микроскоп Axio Imager z1m (Carl Zeiss)  | Германия         | Carl Zeiss (Zeiss AG, Карл Цейсс) | Axio Imager z1m | 2012 | <p>Оптика скорректированная на бесконечность, высокого контраста, разрешения и цветовой коррекции (IC2S-оптика).</p> <p>Объективы: 1,25x-100x, A-Plan, Achromplan, Plan-Neofluar.</p> <p>Система дополнительной смены увеличения «Оптовар» 1,25x; 1,6x; 2,5x; 4x.</p> <p>Устройство ACR идентификации объективов и светоделительных блоков.</p>  |
| 8  | Многофункциональный комплекс плазмохимической обработки для создания сложных структур и устройств на их основе | Англия           | PlasmaLab                         | PlasmaLab       | 2015 | <p>Для реактивного ионного травления: RIE, PE, RIE+PE, ICP-RIE.</p> <p>Для ионного травления: IBE, -RIBE, -CAIBE.</p> <p>Источник плазмы:<br/>RF частоты– 2-13.56 MHz, 100-460 kHz &amp; 40 kHz<br/>мощность 300Вт (возможность увеличения до 1000Вт)<br/>воздушное охлаждение</p>   |
| 9  | Вакуумная установка для напыления проводящих и диэлектрических слоев SunPla 600 TEM (SunPlaEng)                | Республика Корея | SunPlaEng                         | SunPla 600 TEM  | 2013 | <p>Остаточное давление в камере <math>10^{-6}</math> Торр</p> <p>Возможность нагрева образцов до 200°C.</p> <p>Ионный пучок</p> <p>Широкий спектр наносимых материалов</p>   |
| 10 | Генератор изображения лазерный многоканальный ЭМ-5189- 01  | Белоруссия       | КБТЭМ-ОМО                         | ЭМ-5189-01      | 2012 | <p>В системе экспонирования используется непрерывный ультрафиолетовый аргоновый (криптоновый) ионный лазер с длиной волны 350,7 нм. Мощность лазера 300 мВт. Модель SP-2060 (SP-2060/65) фирмы Spectra Physics.</p> <p>Производительность при изготовлении топологии 150 мм<sup>2</sup>/мин.</p> <p>Размер рабочего поля 215×215 мм<sup>2</sup>.</p> <p>Минимальный формируемый размер 600 нм.</p> <p>Равномерность(однородность) критического размера <math>\pm 40</math> нм.</p> <p>Погрешность стыковок полос <math>\pm 40</math> нм.</p> <p>Неровность края топологического элемента <math>\pm 40</math> нм.</p> <p>Погрешность совмещения <math>\pm 70</math> нм.</p> |
| 11 | Сверхвысоковакуумный туннельный сканирующий микроскоп  | Германия         | OMICRON                           | VT-STM          | 2008 | <p>Остаточное давление в камере 10-11 Торр.</p> <p>Возможность нагрева образцов до 1500°C.</p> <p>Разрешающая способность микроскопа определяется разрешающей способностью иглы и соответствует</p>  |

|    |  |          |            |                                      |      |   |
|----|--|----------|------------|--------------------------------------|------|---|
|    |  |          |            |                                      |      | <p>размеру отдельного атома в латеральных направлениях и до 0,01 нм в вертикальном направлении.</p> <p>сканирование поверхности непосредственно после эпитаксии или сублимации.</p> <p>Микроскоп оборудован ячейками напуска кислорода и системой эпитаксиального напыления на поверхность кремния или германия.</p>  |
| 12 | УНУ -<br>Сверхвысоковакуумный<br>отражательный<br>электронный микроскоп<br>СВВ-ОЭМ на базе ПЭМ<br>JEM-7A | Россия   | ИФП СО РАН | СВВ-ОЭМ<br>на базе<br>ПЭМ JEM-<br>7A | 2011 | <p>СВВ условия вокруг образца (Рост &lt; 10<sup>-9</sup> Торр).</p> <p>Ускоряющее напряжение до 150 кВ.</p> <p>Режим дифракции отраженных электронов.</p> <p>Проведение in situ экспериментов при высоких температурах.</p> <p>Осаждение различных элементов из молекулярных пучков.</p> <p>Резистивный нагрев (Si(111) до 1400°C).</p> <p>Возможность быстрого охлаждения образца со скоростью до 400°C/сек.</p>   |
| 13 | Установка<br>фокусированных<br>ионных пучков CROSS<br>BEAM 1540XB (Carl<br>Zeiss)                        | Германия | Zeiss      | 1540XB                               | 2006 | <p>Характеристики электронной пушки:<br/>Рабочее расстояние — 0-45 мм. Разрешение — 1,1 нм @ 20 кВ, 2,5 нм @ 1 кВ. Увеличение — 20x - 900kx. Ток пучка — 4 пА - 20 нА. Ускоряющее напряжение — 0,1 - 30 кВ. Тип катода — Thermal field emission type. Давление в пушке &lt; 1×10<sup>-9</sup> Торр.</p> <p>Характеристики ионной пушки (Ga<sup>+</sup>):<br/>Рабочее расстояние — 5 мм. Разрешение — 5 нм достижимо. Увеличение — 600x - 500kx. Ток пучка — 1 пА - 50 нА. Ускоряющее напряжение — 3 - 30 кВ. Тип катода — Ga liquid metal ion source (LMIS). Давление в пушке &lt; 1×10<sup>-9</sup> Торр.</p> <p>EDX анализ</p> <p>Приставка для электронной литографии</p> <p>Система напуска газов (до 5 газов для селективного травления, глубокого травления, осаждения металлов и диэлектриков).</p> <p>Давление в рабочей камере &lt; 1×10<sup>-6</sup> Торр. Наклон образца до 54°.</p> <p>Детекторы: In-lens: Annular type — внутрилинзовый детектор. Chamber: TV. SE-детектор вторичных электронов.</p> |

|    |  |          |       |                  |      |  |
|----|--|----------|-------|------------------|------|--|
| 14 | Комплекс пробоподготовки для микроскопии PIPS™ (Precision Ion Polishing System) модель 691 (Gatan) | США      | Gatan | PIPS™ модель 691 | 2010 | <p>Ионные пушки: две ионные пушки Пеннинга с миниатюрными постоянными редкоземельными магнитами.</p> <p>Угол травления: от +10° до -10°, угол наклона каждой ионной пушки может регулироваться независимо.</p> <p>Энергия ионного пучка: от 1,5 кэВ до 6 кэВ.</p> <p>Диаметр пучка: 350 мкм (ширина на полувысоте интенсивности) при 5 кэВ, 800 мкм (ширина на полувысоте интенсивности) при 5 кэВ для пушек с широким ионным пучком.</p> <p>Плотность ионного тока: 10 мА/см<sup>2</sup>(пиковое значение).</p> <p>Юстировка пучка: прецизионная юстировка пучка с помощью флюоресцентного экрана.</p> <p>Размер образцов: до 3 мм.</p> <p>Крепление образцов: запатентованный держатель DuoPost.</p> |
| 15 | Микроскоп электронный сканирующий LEO-1430 (Carl Zeiss) с приставкой EDX                           | Германия | Zeiss | LEO-1430         | 2013 | <p>Пространственное разрешение — 3,5 нм. Угол наклона образца 0° - 90°.</p> <p>Характеристики электронной пушки:</p> <p>Ускоряющее напряжение — 200 - 30000 В.</p> <p>Ток пучка — 1 нА - 1 мкА.</p> <p>Время жизни катода — более 2000 часов.</p> <p>Увеличение — 15х - 300кх.</p> <p>Вакуумная система:</p> <p>Давление в рабочей камере &lt; 2×10<sup>-6</sup> Торр. Давление в пушке &lt; 1×10<sup>-9</sup> Торр.</p>   |
| 16 | Микроскоп электронный растровый с литографической приставкой                                       | Германия | Raith | Raith-150        | 2010 | <p>Оснащен большой вакуумной камерой, позволяющей загружать образцы размером до 150 мм.</p> <p>Внутри камеры смонтирован роботизированный лазерный стол, позволяющий позиционировать образец размером до 150 мм с точностью до 20 нм.</p> <p>Оснащен генератором изображений, позволяющим также производить съемку поверхности образца.</p> <p>Литограф оснащен тремя системами автоматической коррективы фокуса:</p> <p>Raith-150</p> <p>Корректировка при помощи пьезо-двигателей</p> <p>С использованием объективной линзы</p>  |

|    |   |            |       |              |      |  |
|----|---|------------|-------|--------------|------|--|
|    |   |            |       |              |      | <p>С использованием движения рабочего стола</p> <p>Характеристики электронной пушки:<br/> Ускоряющее напряжение — 100 - 30000 В<br/> Диаметр пучка — 2 нм при 20 кВ<br/> Время жизни катода — более 2000 часов<br/> Минимальный шаг — 2 нм</p> <p>Характеристики лазерного стола:<br/> Воспроизводимость положения &lt;&lt; 50 нм<br/> Точность позиционирования &lt; 100 нм<br/> Точность совмещения &lt; 100 нм</p> <p>Вакуумная система:<br/> Давление в рабочей камере &lt; 1×10<sup>-6</sup> Торр<br/> Давление в пушке &lt; 1×10<sup>-9</sup> Торр</p> |
| 17 | Сканирующая зондовая нанолaborатория                                | Россия     | NTMDT | Ntegra Vita  | 2008 | <p>Разрешение по вертикали — лучше, чем 0,08 нм.<br/> Латеральное разрешение зависит от размера зонда (~10нм) и высоты рельефа поверхности.<br/> Максимальный размер поля сканирования — 110×110 мкм<sup>2</sup>.</p> <p>Возможность проведения измерений методом СТМ.<br/> Возможность проведения измерений:<br/> в атмосферных условиях;<br/> в вакууме (Рост~10<sup>-4</sup> Торр);<br/> в жидкостной ячейке.</p>   |
| 18 | Высокоразрешающий электронный микроскоп                             | Япония     | JEOL  | JEM-4000EX   | 1990 | <p>Ускоряющее напряжение: 400 кВ (шаг — 100В).<br/> Источник электронов: LaB<sub>6</sub>-катод.<br/> Наличие энергетического фильтра и монохроматора (для прецизионного EELS анализа).<br/> Объективная линза (UHP-40):<br/> коэффициент сферической аберрации — 1 мм;<br/> коэффициент хроматической аберрации — 1,6 мм;<br/> фокусное расстояние — 3,2 мм;<br/> шаг фокусировки — 1,2 нм;<br/> максимальное увеличение — 1200000;<br/> Разрешающая способность: 0,165 нм (по точкам), 0,100 нм (по линиям).</p>  |
| 19 | Аналитический высокоразрешающий электронный микроскоп с корректором | Нидерланды | FEI   | TITAN 80-300 | 2012 | <p>Ускоряющее напряжение: 80-300 кВ;<br/> Источник электронов с полевой или термополевой эмиссией;</p>   |

|  |  |  |  |  |
|--|--|--|--|--|
| <p>аббераций объектива и приставками EDX и EELS TITAN 80-300 (FEI)</p> |  |  |  | <p>Наличие энергетического фильтра и монохроматора (для прецизионного EELS анализа);<br/> Наличие корректора сферической абберации линз;<br/> CCD камеры и детекторы для работы в режимах HREM, STEM, HAADF, EFTEM, CONVERGEN BEAM;<br/> EDX и EELS спектрометры;<br/> Разрешающая способность : STEM - 0.135 нм; HREM - 0.08 нм;<br/> Разрешение по энергиям при EELS анализе - менее 0,5 эВ;</p> |
|--|--|--|--|--|

\*Сертификаты поверки и калибровки оборудования публикуются на сайте ЦКП «Наноструктуры»