

УТВЕРЖДАЮ  
Директор ИФП СО РАН  
А.В. Латышев  
(печать организации)

## ПРОГРАММА РАЗВИТИЯ ЦКП

**«Технологии наноструктурирования полупроводниковых, металлических, углеродных, биоорганических материалов и аналитические методы их исследования на наноуровне»**

**(ЦКП «НАНОСТРУКТУРЫ»)» НА 2014-2016 ГОДЫ**

### Раздел 1. Характеристика ЦКП

1.1. Приоритетные направления развития науки и технологий, а также критические технологии, в рамках которых работает ЦКП

ЦКП «Наноструктуры» выполняет работы по следующим приоритетным направлениям развития науки, технологий и техники в Российской Федерации:

- Индустрия наносистем.
- Науки о жизни.
- Энергоэффективность, энергосбережение, ядерная энергетика.

Среди перечня критических технологий развития науки, технологий и техники Российской Федерации следует выделить следующие, по которым проводятся работы в ЦКП «Наноструктуры»:

- Базовые технологии силовой электротехники.
- Биокаталитические, биосинтетические и биосенсорные технологии.
- Биомедицинские и ветеринарные технологии.
- Геномные, протеомные и постгеномные технологии.
- Компьютерное моделирование наноматериалов, наноустройств и нанотехнологий.
- Нано-, био-, информационные, когнитивные технологии.
- Технологии биоинженерии.
- Технологии диагностики наноматериалов и наноустройств.
- Технологии наноустройств и микросистемной техники.
- Технологии новых и возобновляемых источников энергии, включая водородную энергетiku.
- Технологии получения и обработки конструкционных наноматериалов.
- Технологии получения и обработки функциональных наноматериалов.
- Технологии создания электронной компонентной базы и энергоэффективных световых устройств.
- Технологии создания энергосберегающих систем транспортировки, распределения и использования энергии.

## 1.2. Основные научные направления ЦКП

ЦКП специализируется в области технологии наноструктурирования и исследований физико-химических свойств поверхности, границ раздела и объема полупроводниковых, металлических, углеродных, биоорганических и каталитических материалов.

## 1.3. Проводимые исследования и оказываемые услуги на оборудовании ЦКП

Центр обеспечивает проведение работ по следующим направлениям:

- Исследования методами просвечивающей и растровой электронной микроскопии атомной структуры, морфологии и химического состава широкого класса материалов из различных областей фундаментальной и прикладной науки, включая полупроводниковое материаловедение, катализ, минералогию и биологию;
- Оперативный бесконтактный контроль атомарных поверхностей методами атомно-силовой микроскопии;
- Определение элементного и химического состава поверхности твердых тел методами Оже, рентгеновской фотоэлектронной спектроскопии (РФЭС) и вторичной ионной масс-спектрометрии (ВИМС);
- Создание массивов наноструктур пониженной размерности для наноэлектроники и наномеханики методами оптической, электронной, ионной и зондовой литографии;
- Совершенствование и развитие экспериментальных методов диагностики и литографии применительно к системам пониженной размерности.

### **Типовые услуги, оказываемые на оборудовании ЦКП «Наноструктуры»:**

#### **1. Услуги по измерениям:**

1.1 Количественный морфологический анализ и измерения линейных размеров микрорельефа поверхности твердотельных структур с применением сканирующего электронного микроскопа.

1.2 Количественный размерно-морфологический анализ различных типов материалов и измерения характеристик электронной дифракционной картины в веществе с применением просвечивающего электронного микроскопа, в том числе с использованием коррекции сферических аберраций.

1.3 Количественный морфологический анализ и измерения линейных размеров микрорельефа поверхности твердотельных структур с применением сканирующего зондового микроскопа.

1.4 Измерение линейных размеров элементов структур микро- и нанорельефа поверхности конденсированных сред с помощью мер нанометрового диапазона.

1.5 Измерение распределения электрического потенциала по поверхности конденсированных сред с помощью сканирующего зондового микроскопа фирмы NT MDT.

1.6 Измерение распределения электростатического заряда по поверхности конденсированных сред с помощью сканирующего зондового микроскопа фирмы NT MDT.

1.7 Измерение распределения производной емкости (в относительных единицах) по поверхности конденсированных сред с помощью сканирующего зондового микроскопа фирмы NT MDT.

1.8 Измерение распределения намагниченности (в относительных единицах) по поверхности конденсированных сред с помощью сканирующего зондового микроскопа фирмы NT MDT.

1.9 Измерение микротвердости (в относительных единицах) поверхности конденсированных сред с помощью сканирующего зондового микроскопа фирмы NT MDT.

1.10 Поверка и калибровка атомно-силовых микроскопов посредством субнанометровой меры СТЕПП-ИФП-1.

1.11 Измерение линейных размеров нанорельефа на атомно-чистой поверхности полупроводников методом СТМ в сверхвысоком вакууме.

1.12 Высокоточное измерение электрофизических характеристик функциональных микросистем 2 и 4 зондовым методом.

1.13 Получение фазового кинетического контраста от поверхности методом атомно-силовой микроскопии.

1.14 Измерение состава поверхности твердотельных структур методом рентгеновской фотоэлектронной спектроскопии.

1.15 Измерение распределения трения (в относительных единицах) по поверхности конденсированных сред с помощью сканирующего зондового микроскопа фирмы NT MDT.

1.16 Получение изображения рельефа оксида на поверхности кремния методом СТМ в сверхвысоком вакууме.

## **2. Аналитические услуги**

2.1 Компьютерный количественный анализ механических напряжений в гетероэпитаксиальных системах на основе обработки оцифрованных картин высокоразрешающей электронной микроскопии.

2.2 Компьютерное моделирование атомной структуры нанообъектов, кластерных и протяженных конфигураций дефектов структуры, границ раздела для построения теоретических высокоразрешающих электронно-микроскопических изображений и последующего сравнения с экспериментальными изображениями с целью получения достоверной информации об атомной структуре анализируемых объектов.

## **3. Услуги по препарированию и пробоподготовке**

3.1 Препарирование планарных кристаллических образцов для просвечивающей и высокоразрешающей электронной микроскопии, включающее химико-механическую полировку, химическое травление и термическое окисление.

3.2 Изготовление образцов поперечного сечения, основанное на ионном травлении тонких механических срезов склеенных структур, для изучения пространственного распределения, морфологии и атомной структуры нанообъектов, протяженных дефектов, границ раздела методами просвечивающей электронной микроскопии.

3.3 Оригинальное препарирование сложных химических соединений на основе А2В6 для просвечивающей и высокоразрешающей электронной микроскопии, позволяющее изготовление планарных и поперечных сечений на основе химико-механического утонения.

3.4 Нанесение электронного резиста на различные полупроводниковые пластины.

3.5 Последовательное совмещение слоев фотошаблонов после проявления резиста, травления пластины и нанесения металлов.

3.6 Взрывное нанесение металла через маску в резисте.

## **4. Услуги по разработке и созданию функциональных наноструктур**

4.1 Проведение литографии, включая изготовление фотошаблонов, субмикронного диапазона с использованием электронно-лучевой литографии.

4.2 Проведение оптической литографии.

4.3 Наноструктурирование, основанное на электронной литографии острогофокусированным электронным пучком на базе сканирующего электронного

микроскопа.

4.4 Наноструктурирование, основанное на прямом воздействии сфокусированным ионным пучком на базе сканирующего электронного и ионного микроскопа.

4.5 Модификация поверхности конденсированных сред с помощью сканирующего зондового микроскопа фирмы NT MDT.

4.6 Создание и изучение полупроводниковых наноструктур на поверхности кремния методами эпитаксии в сверхвысоковакуумной камере СТМ.

4.7 Управление морфологией поверхности кремния в условиях сублимации, эпитаксии и газовых реакций in-situ.

4.8 Создание атомно-гладких поверхностей кремния большой площади.

## **5. Прочие услуги, оказываемые на оборудовании ЦКП «Наноструктуры»**

5.1 Создание структур пониженной размерности для нанoeлектроники и наномеханики на основе комплекса литографических методов включающих электронную, ионно-лучевую и зондовую литографию.

5.2 Оптическая литография для непосредственного формирования топологических структур на полупроводниковых пластинах и изготовления промежуточных шаблонов при производстве БИС, СБИС и других изделий электронной техники.

5.3 Исследования атомной структуры веществ методами высокоразрешающей просвечивающей электронной микроскопии с корректором сферических аберраций, включая исследования на просвет планарных структур и поперечных сечений.

5.4 Проведение измерений линейных размеров элементов структур микро- и нанорельефа поверхности твердотельных материалов и биологических объектов в нанометровом диапазоне.

5.5 Проведение электрофизических измерений низкоразмерных полупроводниковых микросистем с помощью 4-контактной измерительной станции.

5.6 Препарирование образцов для проведения исследований методами высокоразрешающей электронной микроскопии основанных на утонении кристалла методами механической, химико-механической, химической и ионной обработки.

5.7 Анализ химического состава приповерхностного слоя методами EDX на базе сканирующей электронной микроскопии.

5.8 Исследование морфологии и структуры поверхности твердотельных структур и оперативный контроль атомарных поверхностей методами сканирующей туннельной, атомно-силовой и электронной микроскопии.

5.9 Исследования атомной структуры веществ методами высокоразрешающей просвечивающей электронной микроскопии и проведение компьютерного моделирования атомной структуры нанообъектов, кластерных и протяженных конфигураций дефектов структуры, границ раздела для построения теоретических высокоразрешающих электронно-микроскопических изображений и последующего сравнения с экспериментальными изображениями с целью получения достоверной информации об атомной структуре анализируемых объектов.

5.10 Исследования атомной структуры веществ методами высокоразрешающей просвечивающей электронной микроскопии и количественный анализ механических напряжений в гетероэпитаксиальных системах на основе обработки оцифрованных изображений высокоразрешающей электронной микроскопии.

5.11 Наноструктурирование нелитографическими методами посредством in-situ управления процессами самоорганизации структуры поверхности кристаллов в сверхвысоковакуумных условиях.

5.12 Проведение компьютерного моделирования электронной структуры и свойств низкоразмерных систем.

1.4. Наиболее значимые научные результаты, полученные с использованием оборудования ЦКП за последние 3 года

Объем НИР и ОКР, финансируемых МИНОБРНАУКИ, МИНПРОМТОРГОМ, РАН, СО РАН и РФФИ, при выполнении которых использовалось оборудование ЦКП "НАНОСТРУКТУРЫ" в 2013 году составил 58 485 007 руб.

Из наиболее важных исследований, выполненных при поддержке ЦКП, следует выделить следующие:

- Изучена тонкая структура экситонных состояний в InAs квантовых точках.
- Проведено экспериментальное исследование низкотемпературных транспортных свойств сверхпроводящих плёнок нитрида титана (толщиной 5 нм), находящихся в окрестности перехода сверхпроводник-изолятор.
- Исследована резонансная люминесценция слоёв Si, выращенных на SiO<sub>2</sub>.
- Для гетеросистемы Ge/Ge<sub>x</sub>Si<sub>1-x</sub>/подложка Si(001) изучены особенности пластической релаксации тонкого (10 – 30 нм) захороненного слоя Ge<sub>x</sub>Si<sub>1-x</sub> (x~0.3 - 0.5) и механизмы дислокационного взаимодействия слоев.
- Электронно-микроскопические исследования структуры пленок и границ раздела в гетеросистеме GaAs-Si (001).
- С помощью туннельной и электронной микроскопии изучены особенности Эпитаксиального роста Ge на поверхности Si(111), покрытой сверхтонким слоем SiO<sub>2</sub>.
- Разработка комплекта высокоточных мер ступенчатых поверхностей с субангстремным вертикальным разрешением для обеспечения единства измерений в нано- и субнанометровом диапазоне размеров
- Экспериментально-вычислительное изучение кольцевого интерферометра, изготовленного локальным анодным окислением.
- Разработка новых подходов к созданию принципиальной новой приборной базы на примере интерферометрии нового поколения на уникальных зеркалах, обладающих атомной гладкостью.
- Создание наноканальных мембран, пригодных для диагностики биологических молекул.
- Разработан обобщенный алгоритм метода геометрической фазы для визуализации и количественного анализа решеточных искажений и деформационных полей на ВРЭМ изображениях многослойных гетеросистем, включая системы пониженной размерности.
- Развито моделирование квантовых структур и устройств на основе современных компьютерных технологий.

Количество публикаций, подготовленных в 2011-2013 годах по результатам исследований с использованием оборудования ЦКП составило по годам 29, 35 и 21, соответственно.

По результатам исследований с использованием оборудования ЦКП "НАНОСТРУКТУРЫ" за последние три года получены охранные документы на следующие РИД.

1. Галкин Н.Г., Горошко Д. Л., Чусовитин Е.А., Гутаковский А.К. Способ создания светоизлучающего элемента. // Патент на изобретение, № 2488918, 26.07.2013.
2. Галкин Н.Г., Горошко Д. Л., Чусовитин Е.А., Шамирзаев Т.С., Гутаковский А.К. Способ создания светоизлучающего элемента. // Патент на изобретение, № 2488917,

26.07.2013.

3. Галкин Н.Г., Горошко Д. Л., Чусовитин Е.А., Шамирзаев Т.С., Гутаковский А.К. Способ создания светоизлучающего элемента. // Патент на изобретение, № 2488920, 26.07.2013.

4. Родякина Е.Е., Щеглов Д.В., Косолобов С.С., Латышев А.В. Способ изготовления ступенчатого высотного калибровочного стандарта для профилометрии и сканирующей зондовой микроскопии. //заявка на патент РФ № 2013144213 от 01.10.2013.

5. Ситников С.В., Косолобов С.С., Латышев А.В. Способ формирования плоских гладких поверхностей твердотельных материалов. // Патент РФ № RU 2453874 (опубликован 20.06.2012) Бюл. №17, 33 стр.

6. Романов С.И., Вандышева Н.В., Семенова О.И., Косолобов С.С. Способ получения кремниевой канальной матрицы. // Патент РФ № RU2433502 (опубликован 10.11.2011) Бюл. №31, 16 стр.

7. Романов С.И., Вандышева Н.В., Данилюк А.Ф., Семенова О.И., Косолобов С.С. Способ получения канальной матрицы. // Патент РФ № RU2428763 (опубликован 10.09.2011) Бюл. №25, 15 стр.

8. Вандышева Н.В., Косолобов С.С., Романов С.И. Способ получения кремниевой микроканальной матрицы. // Патент РФ № RU2410792, (опубликован 27.01.2011) Бюл. №3, 16 стр.

Коллектив ЦКП участвовал в выполнении 3 международных проектов по тематике лота в 2011-2013 гг.

Количество услуг оказанных ЦКП в 2011-2013 годах – более 4500 (более 1500 ежегодно).

Количество организаций-пользователей ЦКП в 2011-2013 г – более 50.

Перечень наиболее значимых публикаций, подготовленных по результатам работ, проведенных с использованием оборудования ЦКП за 2011-2013 год:

1. Щеглов Д.В., Косолобов С.С., Федина Л.И., Родякина Е.Е., Гутаковский А.К., Ситников С.В., Кожухов А.С., Загарских С.А., Копытов В.В., Евграфов В.И., Шувалов Г.В., Матвейчук В.Ф., Латышев А.В. Высокоточные меры линейных размеров в нанодиапазоне. Российские нанотехнологии Т.8 № 7-8 (2013) 84-94.

2. A. Shklyayev, D. V. Gulyaev, K. S. Zhuravlev, A. V. Latyshev, V. A. Armbrister and A. V. Dvurechenskii. Resonant photoluminescence of Si layers grown on SiO<sub>2</sub>. Optics Communications, 2013, V. 286, P. 228–232.

3. Tatyana I. Baturina, David Kalok, Ante Bilusic, Valerii M. Vinokur, Mikhail R. Baklanov, Anton K. Gutakovskii, Alexander V. Latyshev, and Christoph Strunk. Dual threshold diode based on the superconductor-to-insulator transition in ultrathin TiN films. Applied Physics Letters (2013), 102, 042601.

4. Ludmila I. Fedina, Se Ahn Song, Andrey L. Chuvilin, Anton K. Gutakovskii, and Alexander V. Latyshev. The Mechanism of Si (113) Defect Formation in Silicon: Clustering of Interstitial–Vacancy Pairs Studied by In Situ High-Resolution Electron Microscope Irradiation. Microsc. Microanal. (2013)19, 55, 38–42.

5. R. Cordoba, T.I. Baturina, J. Sese, A. Yu Mironov, J.M. De Teresa, M.R. Ibarra, D.A. Nasimov, A.K. Gutakovskii, A.V. Latyshev, I. Guillamon, H. Suderow, S. Vieira, M.R. Baklanov, J.J. Palacios and V.M. Vinokur. Magnetic field-induced dissipation-free state in superconducting nanostructures. Nature Communications, 4:1437, DOI: 10.1038/ncomms2437, www.nature.com/naturecommunications.

6. Yu.B. Bolkhovityanov, A.S. Deryabin, A.K. Gutakovskii, L.V. Sokolov, A.P. Vasilenko. Dislocation interaction of layers in the Ge/Ge-seed/GexSi1-x/Si(0 0 1) (x ~ 0.3–0.5) system: Trapping of misfit dislocations on the Ge-seed/GeSi interface. Acta Materialia, Volume 61, Issue 2, January 2013, Pages 617-621.

7. Alexander G. Milekhin, Nikolay A. Yeryukov, Larisa L. Sveshnikova, Tatyana A. Duda, Dmitry Yu. Protasov, Anton K. Gutakovskii, Stepan A. Batsanov, Nikolay V. Surovtsev, Sergey

- V. Adichtche, Cameliu Himcinschi, Volodymir Dzhagan, V. Lashkaryov, Francisc Haidu, Dietrich R. T. Zahn. CdZnS quantum dots formed by the Langmuir–Blodgett technique. *J. Vac. Sci. Technol. B* 31(4), Jul/Aug 2013. DOI:10.1116/1.4810782
8. D. I. Rogilo, L. I. Fedina, S. S. Kosolobov, B. S. Ranguelov, and A.V. Latyshev, Critical Terrace Width for Two-Dimensional Nucleation during Si Growth on Si(111)-(7x7) Surface PRL 111, 036105 (2013). (результаты представлены в отчете по школе Асеев-Латышев 2013г)
9. D. V. Sheglov, S. S. Kosolobov, L. I. Fedina, E. E. Rodyakina, A. K. Gutakovskii, S. V. Sitnikov, A. S. Kozhukhov, S. A. Zagarskikh, V. V. Kopytov, V. I. Evgrafov, G. V. Shuvalov, V. F. Matveichuk, A. V. Latyshev. High-precision nanoscale length measurement. *Nanotechnologies in Russia*. July 2013, Volume 8, Issue 7-8, pp 518-531.
10. А.Л. Асеев. Фотоприемные устройства на основе эпитаксиальной системы кадмий-ртуть-теллур/ под ред. А.Л.Асеева. Новосибирск, изд. СО РАН, 258 с. (2012)
11. Д.В. Щеглов, С.С. Косоолобов, А.В. Латышев, С.А. Загарских, В.В. Копытов, В.И. Евграфов, Г.В. Шувалов, В.Ф. Матвейчук, К.В. Тукмачев, Разработка и аттестация комплекта мер СТЕПП-ИФП-1 для обеспечения единства измерений в нанометровом диапазоне, Датчики и системы, 6 (2012), 21-23.
12. A. A. Shklyayev, A. V. Latyshev and M. Ichikawa. Excitation dependence of photoluminescence in the 1.5-1.6  $\mu\text{m}$  wavelength region from grown dislocation-rich Si layers. *Physics Procedia* 2012, V. 32, P. 117-126.
13. A.I. Nikiforov, V.A. Timofeev, S.A. Teys, A.K. Gutakovskiy, O.P. Pchelyakov. Ge and Ge x Si 1 – x islands formation on Ge x Si 1 – x solid solution surface. *Thin Solid Films* 520 (2012) 3319–3321.
14. D.S. Abramkin, M.A. Putyato, S.A. Budennyu, A.K. Gutakovskii, B.R. Semyagin, V.V. Preobrazhenskii, O.F. Kolomys, V.V. Strelchuk, and T.S. Shamirzaev. Atomic structure and energy spectrum of Ga(As,P)/GaP heterostructures. *JOURNAL OF APPLIED PHYSICS* 112, 083713 (2012), pp. 083713-1 - 083713-9.
15. A.V. Latyshev. Formation of Surface Patterns Observed with Reflection Electron Microscopy // *In-situ Electron Microscopy: Applications in Physics, Chemistry and Materials Science* / Eds.: G. Dehm, J.M. Howe, J. Zweck. Wiley, (2012) pp. 99-122.
16. N. G. Galkin, E. A. Chusovitin, D. L. Goroshko, A. V. Shevlyagin, A. A. Saranin, T. S. Shamirzaev, K. S. Zhuravlev, and A. V. Latyshev. *Appl. Phys. Lett.* 101, 163501 (2012) Room temperature 1.5  $\mu\text{m}$  light-emitting silicon diode with embedded  $\beta\text{-FeSi}_2$  nanocrystallites.
17. Синтез, свойства и применение диэлектриков с высокой диэлектрической проницаемостью в кремниевых приборах. 157 с. Под редакцией А.Л. Асеева, В.А. Гриценко: Новосибирск, Сибирское отделение РАН 2011.
18. И.В.Сабинаина, А.К.Гутаковский, Ю.Г.Сидоров, А.В.Латышев. Самопроизвольная модуляция состава при молекулярно-лучевой эпитаксии Cd x Hg 1-x Te(301). Письма в ЖЭТФ, (2011) т.94, вып.4, с. 348-352.
19. N.G.Galkin, E.A.Chusovitin, T.S.ShamirsaeV, A.K.Gutakovski, A.V.Latyshev. Growth, structure and luminescence properties of multilayer Si/ $\beta\text{-FeSi}_2$  NCs/Si/.../Si nanoheterostructures. *Thin Solid Films*, 519 (2011), 8480–8484.
20. Yu. B. Bolkhovityanov, A. S. Deryabin, A. K. Gutakovskii, and L. V. Sokolov. Mechanisms of edge-dislocation formation in strained films of zinc blende and diamond cubic semiconductors epitaxially grown on (001)-oriented substrates. *JOURNAL OF APPLIED PHYSICS* 109, 123519 (2011).
21. T. S. Shamirzaev, J. Debus, D. S. Abramkin, D. Dunker, D. R. Yakovlev, D. V. Dmitriev, A. K. Gutakovskii, L. S. Braginsky, K. S. Zhuravlev, and M. Bayer. Exciton recombination dynamics in an ensemble of (In,Al)As/AlAs quantum dots with indirect band-gap and type-I band alignment. *PHYSICAL REVIEW B* 84, 155318 (2011).

## 1.5. Участие в мероприятиях по подготовке кадров высшей квалификации

Сотрудники ЦКП являются преподавателями в ВУЗах:

Член-корреспондент РАН, А.В. Латышев. Нанодиагностика - семестровый курс лекций кафедры полупроводников НГУ, профессор, член-корреспондент РАН, А.В. Латышев. Атомно-силовая микроскопия - семестровый лабораторный курс лекций кафедры общей физики НГУ НГУ, старший преподаватель, к.ф.м.н. Д.В. Щеглов. Квантовая механика: основы - семестровый лабораторный курс лекций кафедры общей физики СУНЦ НГУ, старший преподаватель, к.ф.м.н., Т.А. Батурина. Электронная микроскопия - семестровый лабораторный курс лекций кафедры оптических приборов СибГУТИ, старший преподаватель, к.ф.м.н. Л.И. Федина.

В ЦКП утверждена программа мероприятий по подготовке научных и научно-педагогических кадров высшей квалификации, которая включает в себя:

- **подготовку и переподготовку специалистов-исследователей ЦКП;**
- **подготовку и переподготовку специалистов ЦКП по вопросам метрологии, стандартизации, компетентности испытательных лабораторий;**
- проведение обучения и стажировок молодых специалистов и специалистов различных организаций региона;
- подготовку кадров высшей квалификации – кандидатов и докторов наук;
- руководство дипломными и курсовыми работами студентов ВУЗов;
- **обучение сервису научных приборов специалистов ЦКП;**
- участие в международных и российских конференциях и школах.

Количество дипломных работ и диссертаций подготовленных с участием сотрудников ЦКП в 2011-2013 г –30, в том числе кандидатских и докторских диссертаций -12;

## Раздел 2. Цель и задачи Программы

### 2.1. Цель программы

Цель программы развития ЦКП «Наноструктуры» состоит в повышении конкурентоспособности ЦКП на рынке исследований и разработок как объекта научной инфраструктуры, ориентированного на внешних пользователей, обеспечении его эффективного функционирования, в том числе способствующего развитию базовой организации. Программа направлена на повышение эффективности обеспечения проведения многопрофильных и междисциплинарных исследований на современном уровне, а также оказание услуг внешним пользователям, -исследователям и научным коллективам.

### 2.2. Задачи программы и основные мероприятия, направленные на решение задачи

К основным задачам программы, направленным на достижение её цели относятся следующие.

#### 1. Развитие материально-технической базы ЦКП

- 1.1. *Закупка современного дорогостоящего научного оборудования стоимостью свыше 1 млн. рублей.*
- 1.2. *Закупка расходных материалов.*
- 1.3. *Модернизация, содержание и ремонт научного оборудования ЦКП.*

#### 2. Развитие кадрового потенциала ЦКП

- 2.1. *Привлечение к научно-исследовательской работе студентов, аспирантов и выпускников ВУЗов*

- 2.2. Подготовка кадров высшей квалификации – кандидатов и докторов наук.
  - 2.3. Руководство дипломными и курсовыми работами студентов ВУЗов.
  - 2.4. Подготовка и переподготовка специалистов-исследователей ЦКП на обучающих курсах, проводимых фирмами-изготовителями дорогостоящего оборудования.
  - 2.5. Участие в мастер-классах для углубленного изучения возможностей современных методов нанодиагностики и приобретения навыков работы на современном оборудовании.
  - 2.6. Участие в международных и российских научных конференциях, симпозиумах и школах для молодых специалистов.
3. Обеспечение доступности и востребованности оборудования ЦКП для проведения научно-исследовательских работ коллективами исследователей, в том числе внешними по отношению к базовой организации
- 3.1. Регулярная актуализация информации на сайте ЦКП «Наноструктуры» (<http://www.isp.nsc.ru/ckp>) и на сайте [www.ckp-rf.ru](http://www.ckp-rf.ru).
  - 3.2. Оптимизация процедуры доступа к оборудованию ЦКП, в том числе обеспечение возможности подачи заявки в электронном виде, сокращение сроков рассмотрения заявок и заключения договоров с заинтересованными пользователями.
  - 3.3. Совершенствование регламента для заключения долгосрочных договоров с заинтересованными пользователями услуг ЦКП «Наноструктуры».
  - 3.4. Участие в семинарах по вопросам развития сети центров коллективного пользования научным оборудованием.
4. Развитие новых научных направлений
- 4.1. Анализ современного состояния прорывных исследований и выявление новых и перспективных научных направлений в области индустрии наносистем, наук о жизни и энергоэффективности.
  - 4.2. Участие в научных конференциях и семинарах по актуальным проблемам современной науки и технологий в различных сферах.
5. Развитие метрологической составляющей деятельности ЦКП с целью обеспечения точности и достоверности проводимых измерений
- 5.1. Сертификация и аттестация научного оборудования ЦКП.
  - 5.2. Разработка и создание калибровочных стандартов для метрологических применений в нанотехнологиях.
  - 5.3. Обеспечение ЦКП нормативной документацией в области измерений физических величин и стандартными образцами.
6. Повышение уровня сложности и расширение перечня выполняемых научно-технических услуг
- 6.1. Расширение перечня услуг и повышение уровня их сложности за счет использования новых аналитических возможностей покупаемого/модернизированного оборудования.
  - 6.2. Расширение перечня услуг и повышение уровня их сложности за счет использования новых технологических возможностей покупаемого/модернизированного оборудования.
7. Разработка (освоение) новых методов и методик измерений/исследований
- Разработанные (освоенные) новые методики будут использовать возможности нового закупленного оборудования (установка электронной нанолитографии и

установка для проведения спектральных и электронно-зондовых измерений в условиях сверхвысокого вакуума) и должны расширить перечень выполняемых ЦКП научно-технических услуг, в том числе услуг повышенной сложности.

**8. Увеличение объемов научно-исследовательских и технологических работ, выполняемых с использованием оборудования ЦКП для внешних пользователей**

8.1. Анализ и выявление потребностей научных организаций производственных отраслей экономики, образовательных учреждений и иных заинтересованных организаций в проведении исследований, испытаний и измерений на оборудовании центра коллективного пользования «Наноструктуры».

8.2. Обновление и модернизация материально-технической и методологической базы ЦКП для обеспечения комплексных исследований в различных областях науки и технологий.

8.3. Заключение контрактов по сервисному обслуживанию дорогостоящего оборудования с фирмами-производителями с целью регламентированного проведения профилактических работ и оперативного устранения возникающих проблем.

**9. Усиление роли ЦКП в повышении уровня и результативности исследований и разработок, проводимых базовой организацией**

9.1. Совместное планирование экспериментов с технологическими подразделениями базовой организации.

9.2. Обсуждение на научных семинарах базовой организации диагностических и технологических возможностей вновь разрабатываемых экспериментальных и измерительных методик для решения конкретной научно-технологической задачи.

### Раздел 3. Мероприятия Программы

Мероприятия Программы направлены на поэтапное достижение поставленных в Программе целей и решение краткосрочных и долгосрочных задач развития ЦКП.

**3.1. Закупка современного дорогостоящего научного оборудования стоимостью свыше 1 млн. рублей**

№ п/п	Наименование оборудования (материалов)	Единица измерения	Количество	Обоснование приобретения	2014-2016 г	Стоимость оборудования, млн. руб., из них:	
						Средства субсидии	Средства получателя субсидии
1	Установка для проведения спектральных и электронно-зондовых измерений в условиях сверхвысокого вакуума	Шт.	1	Структурно-химические измерения физических и оптических параметров наноструктур в условиях сверхвысокого вакуума, включая in situ эксперименты, позволяют проводить не только более полную характеризацию исследуемого объекта, но и получать уникальную информацию о влиянии температурных и радиационных воздействий (электронное и ионное облучение) на параметры исследуемого объекта	2014	48	0

№ п/п	Наименование оборудования (материалов)	Единица измерения	Количество	Обоснование приобретения	2014-2016 г	Стоимость оборудования, млн. руб., из них:	
						Средства субсидии	Средства получения субсидии
2	Зондовое оборудование для метрологии	Шт.	1	В настоящее время все более актуальным спросом пользуются зондовые методы формирования и анализа структур пониженной размерности, которые представляют собой принципиально новый базовый материал в различных областях науки и техники, включая физику, химию, биологию, медицину и т.д. В рамках проекта предполагается модернизация и дооснащение зондового оборудования для метрологических исследований.	2015	44	0
3	Установка ионно-плазменного травления	Шт.	1	Для обработки поверхности полупроводниковых пластин широкими ионными пучками	2016 г.	0	15
<b>ИТОГО</b>						96	15

### 3.2. Закупка расходных материалов

№ п/п	Наименование материалов	Единица измерения	Количество	Обоснование приобретения.	2014-2016	Стоимость оборудования, млн. руб., из них:	
						Средства субсидии	Средства получения субсидии
1	Комплект расходных материалов для препарирования объектов электронной микроскопии	комплект	1	Комплект необходим для пополнения расходных материалов и деталей при препарировании объектов для просвечивающей электронной микроскопии	2014г.		1
2	Комплект расходных материалов для электронной микроскопии	комплект	1	Комплект необходим для пополнения расходных материалов при проведении исследований методом просвечивающей электронной микроскопии	2015г.		1,5
зонд овой	Комплект расходных материалов для зондовой микроскопии	комплект	1	Комплект необходим для пополнения расходных материалов при проведении исследований методом зондовой микроскопии	2016г.		1,5
<b>ИТОГО</b>							4,0

### 3.3. Модернизация, содержание и ремонт научного оборудования ЦКП

№ п/п	Наименование работы	Краткое содержание	Ожидаемые результаты	2014-2016 г	Стоимость, млн. руб., из них:
-------	---------------------	--------------------	----------------------	-------------	-------------------------------

		работы	выполнения работы		Средства субсидии	Средства получателя субсидии
<i>Работы по модернизации научного оборудования</i>						
1	Замена системы регистрации изображений на электронном микроскопе	Закупка и монтаж новой специализированной CCD камеры на электронном микроскопе	Модернизация системы регистрации изображений просвечивающего электронного микроскопа, путем установки CCD камеры с большим быстродействием и более высоким разрешении позволит повысить производительность и качество исследований методом электронной микроскопии.	2014		5
<i>Работы по ремонту научного оборудования</i>						
2	Ремонт электроники микроскопа Титан	Закупка и ремонт вышедших из строя узлов	Восстановление технических параметров микроскопа	2015		1,2
3	Замена катода с полевой эмиссией на электронном микроскопе Titan 80-300	Профилактика электронной пушки и замена катода силами сервисной компании	Восстановление технических параметров микроскопа	2016		1
<b>ИТОГО</b>						7,2

### 3.4. Разработка новых методик выполнения измерений

№ п/п	Наименование разрабатываемой методики выполнения измерений/исследований	Ожидаемые результаты от использования методики	2014-2016 г	Стоимость, млн. руб., из них:	
				Средства субсидии	Средства получателя субсидии
1	Методика структурирования поверхности кремния на основе нового нанолитографического оборудования	Расширение перечня выполняемых ЦКП научно-технических услуг, в том числе услуг повышенной сложности	2016	0	1
2	Методика <i>in situ</i> измерений параметров структурированной поверхности в условиях сверхвысокого вакуума.	Расширение перечня выполняемых ЦКП научно-технических услуг, в том числе услуг повышенной сложности.	2016	0	1
<b>ИТОГО</b>				0	2

### 3.5. Развитие кадрового потенциала ЦКП

№ п/п	Наименование мероприятия	Краткое содержание мероприятия	Ожидаемые результаты выполнения мероприятия	2014-2016	Стоимость, млн. руб., из них:	
					Средства субсидии	Средства получателя субсидии

1	Привлечение к научно-исследовательской работе студентов, аспирантов и выпускников ВУЗов	Заключение трудовых соглашений для выполнения работ по проекту	Увеличение доли исследователей в возрасте до 39 лет в общем количестве сотрудников ЦКП до 35% и более	2016		0,6
2	Участие в мастер-классах для углубленного изучения возможностей современных методов нанодиагностики и приобретения навыков работы на современном оборудовании.	Участие в работе мастер-класса по электронной микроскопии	Повышение квалификации кадрового персонала ЦКП	2016		0,2
3	Участие в международных и российских научных конференциях, симпозиумах и школах для молодых специалистов.	Участие в работе Российской конференции по зондовой микроскопии	Повышение квалификации кадрового персонала ЦКП	2016		0,2
<b>ИТОГО</b>						1

### 3.6. Метрологическое обеспечение деятельности ЦКП

№ п/п	Наименование мероприятия	Краткое содержание мероприятия	Ожидаемые результаты выполнения мероприятия	2014-2016	Стоимость, млн. руб., из них:	
					Средства субсидии	Средства получателя субсидии
1	Сертификация и аттестация научного оборудования ЦКП	Получение сертификатов на закупленное оборудование		2015		1
<b>ИТОГО</b>						1

### 3.7. Повышение доступности приборной базы ЦКП для внешних и внутренних пользователей

№ п/п	Наименование мероприятия	Краткое содержание мероприятия	Ожидаемые результаты выполнения мероприятия	2014-2016г	Стоимость, млн. руб., из них:	
					Средства субсидии	Средства получателя субсидии
1	Регулярная актуализация информации на сайте ЦКП «Наноструктуры» ( <a href="http://www.isp.nsc.ru/ckp">http://www.isp.nsc.ru/ckp</a> ) и на сайте <a href="http://www.ckp-rf.ru">www.ckp-rf.ru</a> .	Обновление информации на сайте ЦКП «Наноструктуры»	Будет доступна информация о закупленном оборудовании и новых методиках	2014		0,1
2	Оптимизация процедуры доступа к оборудованию ЦКП, в том числе обеспечение возможности подачи заявки в электронном виде, сокращение сроков рассмотрения заявок и заключения договоров с заинтересованными пользователями.	Будет оптимизирован регламент выполнения заказов для сторонних организаций	Обновление информации на сайте ЦКП «Наноструктуры»	2015		0,1

	Совершенствование регламента для заключения долгосрочных договоров с заинтересованными пользователями услуг ЦКП «Наноструктуры».	Будет оптимизирован регламент для заключения долгосрочных договоров с заинтересованными пользователями	Обновление информации на сайте ЦКП «Наноструктуры»	2016	0,1
	Участие в семинарах по вопросам развития сети центров коллективного пользования научным оборудованием.	Участие в работе совещаний рабочей группы при МИНОБРНАУКЕ	Будет выработана стратегия развития ЦКП на следующий период	2016	0,2
<b>ИТОГО</b>					0,5

### 3.8. Расширение перечня оказываемых ЦКП услуг

№ п/п	Наименование мероприятия	Краткое содержание мероприятия	Ожидаемые результаты выполнения мероприятия	2014-2016 г	Стоимость, млн. руб., из них:	
					Средства субсидии	Средства получателя субсидии
1	Расширение перечня услуг и повышение уровня их сложности за счет использования новых аналитических возможностей покупаемого/модернизированного оборудования.	Анализ научно-технической литературы о возможностях нового аналитического оборудования	Обновление информации на сайте ЦКП «Наноструктуры»	2015		0,25
2	Расширение перечня услуг и повышение уровня их сложности за счет использования новых технологических возможностей покупаемого/модернизированного оборудования.	Анализ научно-технической литературы о возможностях нового технологического оборудования	Обновление информации на сайте ЦКП «Наноструктуры»	2016		0,25
<b>ИТОГО</b>						0,5

### 3.9. Мероприятия по развитию внутренней и международной кооперации ЦКП в научной и инновационной сферах

№ п/п	Наименование мероприятия	Краткое содержание мероприятия	Ожидаемые результаты выполнения мероприятия	2014-2016	Стоимость, млн. руб., из них:	
					Средства субсидии	Средства получателя субсидии
1	Развитие контактов с зарубежными исследователями и технологами	Проведение совместных исследований с использованием оборудования различных ЦКП для организаций из ближнего зарубежья	Увеличение числа пользователей	2016		0,5
<b>ИТОГО</b>						0,5

## Раздел 4. Контроль за реализацией Программы

### 4.1. Порядок контроля за ходом реализации Программы со стороны руководителя ЦКП

Текущий контроль качества оказания Услуг, соблюдения ЦКП положений Регламента и иных нормативно правовых актов, устанавливающих требования к оказанию Услуг (Текущий контроль), осуществляется должностными лицами ЦКП, ответственными за организацию работы по оказанию Услуг.

Текущий контроль за соблюдением работниками ЦКП, непосредственно участвующими в

оказании Услуг, последовательности действий, определенных административными процедурами по оказанию Услуг согласно п.3. Регламента, и исполнением настоящего Регламента осуществляется руководством ЦКП и менеджером по качеству. Периодичность плановых проверок деятельности должностных лиц ЦКП, оказывающих Услугу, составляет 1 раз в год. Внеплановые проверки проводятся по мере поступления жалоб на действия должностных лиц в связи с оказанием Услуг.

#### 4.2. Порядок контроля за ходом реализации Программы со стороны базовой организации ЦКП

Периодичность плановых проверок деятельности должностных лиц ЦКП, оказывающих Услугу, составляет 1 раз в год. Внеплановые проверки проводятся по мере поступления жалоб на действия должностных лиц в связи с оказанием Услуг.

В случае выявления нарушений прав физических и (или) юридических лиц действиями (бездействием) должностных лиц ЦКП, оказывающих Услугу, виновные лица привлекаются к ответственности в порядке, установленном законодательством Российской Федерации.

### **Раздел 5. Результаты реализации Программы, оценка её эффективности**

*В разделе должно быть представлено описание ожидаемых результатов реализации Программы развития ЦКП и их влияние на деятельность ЦКП, перечень показателей реализации Программы развития.*

#### 5.1. Ожидаемые значения показателей реализации Программы развития ЦКП на 2014-2015 годы

№ п/п	Наименование показателя	Ожидаемые значения в 2014 году	Ожидаемые значения в 2015 году	Ожидаемые значения в 2016 году
1	Доля сотрудников с ученой степенью, %	46	47	48
2	Стоимость дорогостоящего оборудования, млн. руб.	301	349	560
3	Средний возраст дорогостоящего оборудования, лет	3,8	3,7	3,6
4	Доля дорогостоящего оборудования в возрасте до 5 лет в общей стоимости, % <i>(приводится в соответствии с ТЗ)</i>	68	69	80
5	Загрузка дорогостоящего оборудования, %	100	100	100
6	Загрузка дорогостоящего оборудования в интересах внешних пользователей, % <i>(отношение фонда времени отработанного оборудованием для внешних пользователей к фонду фактически отработанного времени)</i>	60	61	63
7	Производительность ЦКП в год, млн. руб./чел. <i>(отношение стоимостного объема выполненных НИР и оказанных услуг к количеству сотрудников ЦКП)</i>	4,7	4,8	5,0
8	Фондоотдача оборудования ЦКП за счет заказов внешних пользователей, ед. <i>(отношение суммы стоимостного объема НИР, выполненных для внешних</i>	0.48	0,49	0,50

	<i>пользователей, и стоимостного объема оказанных внешним пользователям услуг к стоимости оборудования ЦКП)</i>			
9	Количество организаций-пользователей за год	18	20	22
10	Публикационная активность научных работников ЦКП ( <i>отношение количества публикаций научных работников ЦКП в год к числу научных работников ЦКП</i> )	1,2	1,3	1,5