

УТВЕРЖДАЮ  
Директор ИФП СО РАН, академик 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 2017-2018 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 остросфокусированным 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 результаты деятельности ЦКП, направленной на развитие материально-технической и методической базы и получение новых научных знаний за последние 3 года.

Объем средств, выделенных МИНОБРНАУКИ, РАН, СО РАН, РНФ и РФФИ на поддержку работ, проводимых ЦКП "НАНОСТРУКТУРЫ" в 2014-2016 годах составил 189 978 700 руб.

Выполнены закупки оборудования на сумму 112 000 000 руб.

Выполнены мероприятия по модернизации, содержанию, ремонту и метрологическому обеспечению научного оборудования ЦКП. Сумма затрат составила 30 194 000 руб.

Затраты на выполнение НИР с использованием оборудования ЦКП для подразделений базовой организации и для сторонних пользователей, включая накладные расходы, заработную плату, материалы и прочее составили 47 784 700 руб.

При выполнении НИР на оборудовании ЦКП «Наноструктуры» для подразделений базовой организации и для сторонних пользователей (49 пользователей в 2014-2016 годах) получены научные результаты, которые опубликованы в журналах, цитируемых в SCOPUS и Web of Science.

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

1. С помощью аналитической высокоразрешающей электронной микроскопии (ВРЭМ) исследованы многослойные диодные структуры Si-β-FeSi<sub>2</sub> нанокристаллы - Si(111) для оптоэлектроники, синтезированные с использованием твердофазной эпитаксии тонких пленок железа и молекулярно-лучевой эпитаксии кремния.
2. Методом ВРЭМ проведены экспериментальные исследования структурно-химических особенностей напряженных сверхрешеток (GeSiSn – Si), выращенных МЛЭ на подложках Si(001).
3. Разработана методика цифровой обработки экспериментальных данных ВРЭМ для получения количественной информации о химическом составе и деформациях кристаллической решетки ультратонких слоев напряженных твердых растворов полупроводниковых соединений.
4. С помощью аналитической ВРЭМ исследованы структурно-морфологические особенности и химический состав эпитаксиальных слоев InSb, GaSb и AlSb в широкозонной матрице AlAs, выращенных методом МЛЭ на подложках GaAs(001).
5. Проведены исследования механизмов релаксации гетероэпитаксиальных напряжений в гетероструктурах Ge - Ge<sub>x</sub>Si<sub>1-x</sub> – Si (001) для x=0,2-0,6 и получены новые данные о структуре дислокаций несоответствия и процессах формирования границ раздела при постэпитаксиальном отжиге гетеросистем.
6. Детально исследована структура слоев диоксида гафния и пассивирующих слоев ультратонкого кремния в гетеросистеме HfO<sub>2</sub>/Si/GaAs(001), планируемой к использованию в МДП-структурах нового поколения.
7. Проведен детальный анализ влияния состава электролита на шероховатость гетерограниц и химическую однородность пленок анодных оксидов на поверхности InAs(111), используемых при создании МДП структур с низкой плотностью зарядовых состояний на границах раздела.
8. Методом аналитической ВРЭМ проведен детальный анализ структурно-химических особенностей нанокристаллов сульфидов металлов (Cd, Zn, Cu, Pd), сформированных в плёнках Ленгмюра-Блоджетт.
9. Исследована возможность формирования нанокристаллов со структурой ядро-оболочка путем отжига нанокристаллов ZnS в атмосфере, содержащей кислород.

10. С помощью ВРЭМ выполнены исследования поверхностно-модифицированных нульвалентных наночастиц железа, обладающих уникальными биомедицинскими свойствами, которые можно использовать при разработке новых лекарственных препаратов и новых методов медицинской диагностики.

11. Методами дифракционной просвечивающей электронной микроскопии и высокоразрешающей электронной микроскопии с коррекцией сферической аберрации исследована дефектная структура на всех стадиях изготовления светоизлучающих структур на основе кремния, имплантированного кислородом.

12. Методом ВРЭМ исследована структура минералов катаклазированной кимберлитовой породы. Полученные данные использованы для анализа эволюции состава перидотитов нижних частей литосферной мантии Сибирской платформы.

13. Оптимизирована методика препарирования тонких фольг из пластин кристаллического алмаза с ориентацией (111) и (100) методом фокусированных ионных пучков на установке FIB 1540-XB, Crossbeam.

14. Показано, что имплантация ионов водорода в пластины синтетического монокристаллического алмаза и затем последующие высокотемпературный отжиг и анодное травление позволяют формировать структурно совершенные алмазные мембраны толщиной 20-30-нм и площадью до нескольких десятков мм<sup>2</sup>, которые можно использовать для создания интегральных квантовых магнитометров и информационных оптоэлектронных схем.

15. Методом *in situ* отражательной электронной и атомно-силовой микроскопии детально исследован процесс зарождения 2D-островков на атомно-гладких террасах поверхности Si(111)-(7×7) и Si(111)-(1×1) в зависимости от скорости осаждения кремния и ширины атомно-гладкой террасы в интервале 0.1–100 мкм и установлены основные кинетические и энергетические параметры этого процесса.

16. Проведены *in situ* исследования поведения атомных ступеней на поверхности Si(111) при сублимации, определены условия и созданы образцы Si с атомно-гладкой поверхностью для уникальных оптических интерферометров.

17. Разработан комплект высокоточных мер ступенчатых поверхностей с субангстремным вертикальным разрешением для обеспечения единства измерений в нано- и субнанометровом диапазоне размеров.

18. Выполнен анализ оптических и электрофизических свойств кремниевых нанопилларов, сформированных методом электронной нанолитографии.

19. Проведены комплексные исследования наноканальных мембран, пригодных для диагностики биологических молекул.

20. Проведено экспериментальное исследование низкотемпературных транспортных свойств сверхпроводящих плёнок нитрида титана (толщиной 5 нм), находящихся в окрестности перехода сверхпроводник-изолятор.

21. С помощью туннельной и электронной микроскопии изучены особенности трёхмерных структур, полученных при потере смачиваемости германия на Si(111) при высоких температурах.

22. Развито моделирование квантово-размерных структур и устройств на основе современных компьютерных технологий и проведены квантово-механический анализ критического беспорядка и экранировки в графеноподобной полупроводниковой решетке антиточек и анализ многофотонных эффектов при прохождении электрона через одномодовый микроконтакт в субтерагерцовом поле.

Количество публикаций, подготовленных в 2014-2016 годах по результатам исследований с использованием оборудования ЦКП составило 100.

По результатам исследований с использованием оборудования ЦКП "НАНОСТРУКТУРЫ" 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., Косолюбов 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., Косолюбов 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., Косолюбов 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., Косолюбов С.С. Способ получения канальной матрицы. // Патент РФ № RU2428763 (опубликован 10.09.2011) Бюл. №25, 15 стр.
8. Вандышева Н.В., Косолюбов С.С., Романов С.И. Способ получения кремниевой микроканальной матрицы. // Патент РФ № RU2410792, (опубликован 27.01.2011) Бюл. №3, 16 стр.

Количество услуг оказанных ЦКП в 2014-2016 годах – около 4000.

Количество организаций-пользователей ЦКП в 2014-2016 г – около 50.

Перечень наиболее значимых публикаций, подготовленных по результатам работ, проведенных с использованием оборудования ЦКП за 2014-2016 год:

- 1 D. A. Kolotovkina, A. K. Gutakovskii, and A. K. Bakarov, Structure and morphology of InSb epitaxial films in the AlAs matrix, Nanotechnologies in Russia, 2016, 11(1), p. 12-19, DOI 10.1134/S1995078016010079
- 2 A.I. Nikiforov, V.A. Timofeev, A.R. Tuktamyshev, A.I. Yakimov, V.I. Mashanov, A.K. Gutakovskii. Self-assembled strained GeSiSn nanoscale structures grown by MBE on Si(100). Journal of Crystal Growth 457 (2017) 215–219, <http://dx.doi.org/10.1016/j.jcrysgro.2016.02.024>.
- 3 A.G. Milekhin, L.L. Sveshnikova, T.A. Duda, N.A. Yeryukov, E.E. Rodyakina, A.K. Gutakovskii, S.A. Batsanov, A.V. Latyshev, D.R.T. Zahn. Surface-enhanced Raman spectroscopy of semiconductor nanostructures. Physica E, 2016, v.75, pp. 210–222. <http://dx.doi.org/10.1016/j.physe.2015.09.013>.
- 4 Y.B. Bolkhovityanov, A.S. Deryabin, A.K. Gutakovskii, L.V. Sokolov. Unexpected travel of Lomer-type dislocations in Ge/Ge x Si 1-x /Si(001) heterostructures. Thin Solid Films, 2016, v.616, pp. 348 – 350. <http://dx.doi.org/10.1016/j.tsf.2016.08.058>.
- 5 N. V. Kosova, I. A. Bobrikov, O. A. Podgornova, A. M. Balagurov & A. K. Gutakovskii. Peculiarities of structure, morphology, and electrochemistry of the doped 5-V spinel cathode materials LiNi 0.5- xMn 1.5- yMx + yO 4 (M=Co, Cr, Ti; x + y =0.05) prepared by mechanochemical way. J Solid State Electrochem, 2016, v. 20, pp.235 – 246. DOI 10.1007/s10008-015-3015-4.

- 6 I.O. Akhundov, D.M. Kazantsev, V.L. Alperovich, N.S. Rudaya, E.E. Rodyakina, A.V. Latyshev, Formation and interaction of dislocation-induced and vicinal monatomic steps on a GaAs(001) surface under stress relaxation *Scripta Materialia* 114 (2016) 125-128.
- 7 Bykov, I. S. Strygin, A. V. Goran, E. E. Rodyakina, W. Mayer, S. A. Vitkalov, Zero differential resistance of a two-dimensional electron gas in a one-dimensional periodic potential at high filling factors *JETP LETTERS* (2016) Том: 104 Выпуск: 4 Стр.: 257-262
- 8 S. V. Sitnikov, A. V. Latyshev, S. S. Kosolobov, Atomic steps on an ultraflat Si(111) surface upon sublimation. *Semiconductors* (2016) Volume 50, Issue 5, pp 596–600.
- 9 Д. С. Абрамкин, К. М. Румынин, А. К. Бакаров, Д.А. Колотовкина, А. К. Гутаковский, Т. С. Шамирзаев, Квантовые точки, сформированные в гетеросистемах InSb/AlAs и AlSb/AlAs, Письма в ЖЭТФ, 2016, том 103, вып.11, с.785-791.
- 10 M.S. Aksenov, A.Yu. Kokhanovskii, P.A. Polovodov, S.F. Devyatova, V.A. Goljashov, A.S. Kozhuhov, I.P. Prosvirin, S.E. Khandarkhaeva, A.K. Gutakovskii, N.A. Valisheva, and O.E. Tereshchenko, New method of InAs-based metal-oxide-semiconductor structure formation in low-energy Townsend discharge, *Applied Physics Letters*, 107, 173501 (2015).
- 11 L.S. Golobokova, Yu.V. Nastaushev, A.B. Talochkin, T.A. Gavrilova, F.N. Dultsev, A.V. Latyshev, Resonant reflectance in silicon nanorods arrays, *Solid State Phenomena*, V.245, pp.8-13 (2016).
- 12 S. Sitnikov, S. Kosolobov, A. Latyshev, Attachment–detachment limited kinetics on ultra-flat Si(111) surface under etching with molecular oxygen at elevated temperatures, *Surface Science* 633 (2015) L1–L5
- 13 V.P. Popov; A.K. Gutakovskii; V.A. Antonov; S.N. Podlesnyi; I.N. Kupriyanov; Yu.N. Palyanov; S.V. Rubanov. High-quality single-crystal diamond-graphite-diamond membranes and devices. *Int. J. of Nanotechnology*, 2015 Vol.12, No.3/4, pp.226 – 237. DOI: 10.1504/IJNT.2015.067208, (0.62 Impact Factor).
- 14 E Sheremet, A Milekhin, R D Rodriguez, D Dmitriev, A Toropov, A Gutakovskii, D Dentel, W Grunewald, M Hietschold and D R T Zahn. Raman, AFM, and TEM profiling of QD multilayer structures. *Mater. Res. Express*, v.2, No3, (2015) 035003. <http://dx.doi.org/10.1088/2053-1591/2/3/035003>, (2.299 Impact Factor).
- 15 Olga A. Guselnikova, Andrey I. Galanov, Anton K. Gutakovskii, and Pavel S. Postnikov. The convenient preparation of stable aryl-coated zerovalent iron nanoparticles. *Beilstein J. Nanotechnol.* 2015, 6, 1192–1198. <http://dx.doi.org/10.3762/bjnano.6.121> (2.67 Impact Factor)
- 16 A.V. Shevlyagin, D.L. Goroshko, E.A. Chusovitin, K.N. Galkin, N.G. Galkin & A.K. Gutakovskii. Enhancement of the Si p-n diode NIR photoresponse by embedding  $\gamma$ -FeSi<sub>2</sub> nanocrystallites. *Scientific Reports* 10/2015; 5:14795. DOI:10.1038/srep14795 (5.58 Impact Factor).
- 17 Tereshchenko, O.E., Golyashov, V.A., Eremeev, S.V., (...), Bukhtiyarov, V.I., Latyshev, A.V. Ferromagnetic HfO<sub>2</sub>/Si/GaAs interface for spin-polarimetry applications. *Applied Physics Letters*, 107, 123506 (2015) (3.302 Impact Factor).
- 18 Shklyaev, L. Bolotov, V. Poborchii, T. Tada, “Properties of three-dimensional structures prepared by Ge dewetting from Si(111) at high temperatures”, *Journal of Applied Physics*,



- 19 A.A. Shklyayev, K.E. Ponomarev, Strain-induced Ge segregation on Si at high temperatures, *Journal of Crystal Growth*, Volume 413, 1 March 2015, Pages 94-99.
- 20 A.A. Shklyayev, V. I. Vdovin, V. A. Volodin, D. V. Gulyaev, A. S. Kozhukhov, M. Sakuraba, and J. Murota, "Structure and optical properties of Si and SiGe layers grown on SiO<sub>2</sub> by CVD", *Thin Solid Films*, Volume 579, 2015, Pages 131-135.
- 21 A.A. Shklyayev, A. E., Budazhapova, "Ge deposition on Si(100) in the conditions close to dynamic equilibrium between islands growth and their decay" has been accepted for publication in *Applied Surface Science*.
- 22 A.A. Shevyrin, A. G. Pogosov, M. V. Budantsev, A. K. Bakarov, A. I. Toropov, E. E. Rodyakina, A. A. Shklyayev, "Actuation and transduction of resonant vibrations in GaAs/AlGaAs-based nanoelectromechanical systems containing two-dimensional electron gas", *Applied Physics Letters*, Volume 106 (2015) 183110.
- 23 Гайслер В.А., Гайслер А.В., Ярошевич А.С., Дерезев И.А., Качанова М.М., Живодков Ю.А., Гаврилова Т.А., Медведев А.С., Ненашева Л.А., Грачев К.В., Сандырев В.К., Кожухов А.С., Шаяхметов В.М., Калагин А.К., Бакаров А.К., Дмитриев Д.В., Торопов А.И., Щеглов Д.В., Латышев А.В., Асеев А.Л. и др. "Эффективные излучатели одиночных фотонов на основе селективно-позиционированных *inas*-квантовых точек и брэгговских микрорезонаторов" *Физика и техника полупроводников*. 2015. Т. 49. № 1. С. 35-40.
- 24 O.A. Tkachenko, V.A. Tkachenko, I. S.Terekhov, O. P. Sushkov, Effects of Coulomb screening and disorder on artificial graphene based on nanopatterned semiconductor. *2D Materials* 2, 014010 (2015).
- 25 O.A.Ткаченко, В.А.Ткаченко, З.Д.Квон, Фотонно-стимулированное прохождение электрона через туннельный точечный контакт в микроволновом поле. *Письма в ЖЭТФ*, 102, 417-422 (2015).
- 26 N.A. Nebogatikova, I.V. Antonova, V. Ya. Prinz, I. I. Kurkina, V. I. Vdovin, G. N. Aleksandrov, V. B. Timofeev, S. A. Smagulova, E. R. Zakirova and V. G. Keslera. Fluorinated graphene dielectric films obtained from functionalized graphene suspension: preparation and properties. *Phys. Chem. Chem. Phys.*, 2015, 17, 13257-13266.
- 27 Talochkin, A. A. Shklyayev, and V. I. Mashanov. "Super-dense array of Ge quantum dots grown on Si(100) by low-temperature molecular beam epitaxy." *Journal of Applied Physics* 115.14 (2014): 144306.
- 28 В.А. Зиновьев, А.В. Двуреченский, П.А. Кучинская, В.А. Армбристер, С.А. Тийс, А.А. Шкляев, А.В. Мудрый, Зарождение и рост упорядоченных групп квантовых точек SiGe, *Физика и техника полупроводников*, 2015, том 49, вып. 2, стр. 155-159.
- 29 S. Abramkin, V. T. Shamirzaev, M. A. Putyato, A. K. Gutakovskii, T. S. Shamirzaev. Coexistence of type-I and type-II band alignment in Ga(Sb,P)/GaP heterostructures with pseudomorphic self-assembled quantum dots. *Pis'ma v ZhETF*, (2014), vol. 99, iss. 2, pp. 81 – 86.
- 30 N A Valisheva, M S Aksenov, V A Golyashov, T A Levtsova, A P Kovchavtsev, A K Gutakovskii, S E Khandarkhaeva, A V Kalinkin, I P Prosvirin, V I Bukhtiyarov, O E

Tereshchenko. Oxide-free InAs(111)A interface in metal-oxide-semiconductor structure with very low density of states prepared by anodic oxidation. Applied Physics Letters 10/2014; 105:16160.

31 Nikolay A. Yeryukov, Alexander G. Milekhin, Larisa L. Sveshnikova, Tatyana A. Duda, Lev D. Pokrovsky, Anton K. Gutakovskii, Stepan A. Batsanov, Ekaterina E. Rodyakina, Alexander V. Latyshev, and Dietrich R.T. Zahn, Synthesis and Characterization of  $Cu_xS$  ( $x = 1/2$ ) Nanocrystals Formed by the Langmuir-Blodgett Technique, The Journal of Physical Chemistry, C, 2014, 118, 23409-23414.

32 S.A. Dotsenko, A.S. Gouralnik, N.G. Galkin, K.N. Galkin, A.K. Gutakovskii, M.A. Neklyudova. Formation of Mg silicides on amorphous Si. Origin and role of high pressure in the  $\beta$ -Si growth. Materials Chemistry and Physics. (2014), 148, 1078-1082.

33 Nina V. Kosova, Evgeniya T. Devyatkina, Arseny B. Slobodyuk, Anton K. Gutakovskii. LiVPO<sub>4</sub>F/Li<sub>3</sub>V<sub>2</sub>(PO<sub>4</sub>)<sub>3</sub> nanostructured composite cathode materials prepared via mechanochemical way. Journal of Solid State Electrochemistry, (2014) 18:1389 – 1399.

34 N.A. Sobolev, P.N. Aruev, A.E. Kalyadin, E.I. Shek, V.V. Zabrodskiy, A.S. Loshachenko, K.F. Shtel'makh, V.I. Vdovin, A. Medvids, Luelue Xiang, Deren Yang. Fabrication of light-emitting diodes with dislocation-related luminescence by annealing of electron-irradiated silicon. // Solid State Phenomena Vols. 205-206, 2014, p. 305-310.

35 Sheremet, R.D. Rodriguez, A.G. Milekhin, L. Leal, V. Kolchuzhin, E.E. Rodyakina, A.V. Latyshev, and D.R.T. Zahn, SERS and gap-mode TERS investigations of phthalocyanine molecules on gold nanostructured substrates, the Journal of Vacuum Science & Technology B, 32(4), 04E110-1-6 (2014), DOI: 10.1116/1.4890126

36 O.E. Raevskaya, Ya.V. Panasiuk, O.L. Stroyuk, S.Ya. Kuchmiy, V.M. Dzhagan, A.G. Milekhin, N.A. Yeryukov, L.A. Sveshnikova, E.E. Rodyakina, V.F. Plyusnin, D.R.T. Zahn, Spectral and luminescent properties of ZnO/SiO<sub>2</sub> nanoparticles with size-selected ZnO cores.// RSC Adv., 2014, 4, 63393-63401, DOI: 10.1039/C4RA07959K

Результаты, полученным с использованием оборудования ЦКП вошли в несколько монографий. Ниже перечень монографий и глав монографий, изданных при участии сотрудников ЦКП.

1. А.К.Гутаковский, А.В.Латышев, А.Л.Чувиллин. Структура дефектов и границ раздела в полупроводниковых гетеросистемах. 2016, издательство Новосибирск ООО «Параллель», ISBN 978-5-98901-185-8, 261 с.(21,1 пл).
2. A.V.Latyshev, L.I.Fedina, D.I.Rogilo, S.V.Sitnikov, S.S.Kosolobov. Atomically controlled silicon surface. 2016, издательство Новосибирск ООО «Параллель», ISBN 978-5-98901-188-9, 220 с.(17,8 пл)
3. A.K. Gutakovskii, A.V. Latyshev, A.L. Aseev. Atomic structure of low-dimensional semiconductor systems. Chapter in book "Advances in Semiconductor Nanostructures", Elsevier, Radarweg 29, PO Box 211, 1000 AE Amsterdam, Netherlands, 2017, ISBN 978-0-12-810512-2, p. 223-255 (2,7 пл).
4. L.I. FEDINA, A.K. GUTAKOVSKII, A.V. LATYSHEV AND A.L. ASEEV. Universality of the {113} Habit Plane in Si for Mixed Aggregation of Vacancies and Self-Interstitial Atoms Provided by Topological Bond Defect Formation. Chapter in book "Advances in Semiconductor Nanostructures", Elsevier, Radarweg 29, PO Box 211,

1000 AE Amsterdam, Netherlands, 2017, ISBN 978-0-12-810512-2, p. 383-408 (2,1 пл).

5. Yu.G. Sidorov, A.P. Anciferov, V.S. Varavin, S.A. Dvoretzky, N.N. Mikhailov, M.V. Yakushev, I.V. Sabinina, V.G. Remesnik, D.G. Ikusov, I.N. Uzhakov, G.Yu. Sidorov, D. Kuzmin, S.V. Rihlicky, V.A. Shvets, A.S. Mardezov, E.V. Spesivcev, A.K. Gutakovskii, A.V. Latyshev. Molecular Beam Epitaxy of Cd x Hg 1-x Te . Chapter in book "Advances in Semiconductor Nanostructures", Elsevier, Radarweg 29, PO Box 211, 1000 AE Amsterdam, Netherlands, 2017, ISBN 978-0-12-810512-2, p. 297-322 (2,1 пл)

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

Сотрудники ЦКП являются преподавателями в ВУЗах:

Академик РАН, А.В. Латышев. Нанодиагностика -семестровый курс лекций кафедры полупроводников НГУ, профессор , академик 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;
- подготовка и переподготовка 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.

## 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 и переподготовка специалистов-исследователей ЦКП на обучающих курсах, проводимых фирмами-изготовителями дорогостоящего оборудования.
  - 2.3. Участие в мастер-классах для углубленного изучения возможностей современных методов нанодиагностики и приобретения навыков работы на современном оборудовании.
  - 2.4. 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».
4. Развитие метрологической составляющей деятельности ЦКП с целью обеспечения точности и достоверности проводимых измерений
  - 4.1. Сертификация и аттестация научного оборудования ЦКП.
  - 4.2. Разработка и создание калибровочных стандартов для метрологических применений в нанотехнологиях.
  - 4.3. Обеспечение ЦКП нормативной документацией в области измерений физических величин и стандартными образцами.
5. Повышение уровня сложности и расширение перечня выполняемых научно-технических услуг
6. Разработка (освоение) новых методов и методик измерений/исследований
7. Увеличение объемов научно-исследовательских и технологических работ, выполняемых с использованием оборудования ЦКП для внешних пользователей

### Раздел 3. Состав мероприятий по развитию ЦКП на 2017-2018 годы

#### 1 Перечень закупаемого оборудования

№ п/п	Наименование оборудования (материалов)	Единица измерения	Количество	Обоснование приобретения	Предварительная стоимость, млн. руб.	Номер этапа работ, в котором планируется закупка	Стоимость, млн. руб.	
							Средства субсидии	Средства (получателя субсидии)
1	Аналитическая криомагнитная система замкнутого цикла для определения in situ макроскопических транспортных, локальных электрических и магнитных, а также структурных свойств сверхпроводящих и полупроводниковых структур при сверхнизких температурах в сильных магнитных полях	шт	1	Система необходима для анализа и изучения фундаментальных квантовых явлений на базе наноструктурированных систем и разработку на их основе новых видов приборов, таких как: приемники и генераторы микроволнового излучения, новые виды энергонезависимой памяти, дидиссипативные криогенные диоды, сверхпроводящие кубиты, однофотонные детекторы и излучатели и тому подобные приборы.	55	2	55	0
2	Система пробоподготовки углеродсодержащих образцов на основе ионного воздействия	шт	1	Система предназначена для пробоподготовки монокристаллических или гибридных углеродных наносистем для просвечивающей и/или сканирующей электронной микроскопии (TEM, SEM) в условиях взаимодействия с ионизированной средой.	19	1	9	0
3	Система прецизионной ионной полировки	шт	1	Система предназначена для изготовления образцов для просвечивающей электронной микроскопии (TEM), обеспечивает получение исключительно большой площади прозрачных для электронов участков на образцах повышенной твердости с предварительной оптической полировкой.	9	1	9	0
4	Комбинированная система прецизионной обработки образцов с непрерывным	шт	1	Система предназначена для прецизионной резки, шлифовки и полировки образцов сложной	14	1	14	0

№ п/п	Наименование оборудования (материалов)	Единица измерения	Количество	Обоснование приобретения	Предварительная стоимость, млн. руб.	Номер этапа работ, в котором планируется закупка	Стоимость, млн. руб.	
							Средства субсидии	Средства (получателя субсидии)
	визуальным контролем			формы с визуальным контролем с помощью стереобинокулярного микроскопа. Система используется для изготовления образцов для исследования методом сканирующей электронной микроскопии (SEM), в частности, в режиме дифракции обратно отраженных электронов. При изготовлении образцов для ТЕМ система используется на стадии предварительной подготовки тонких срезов методом оптической полировки для дальнейшей обработки методом ионного травления.				
5	Система бесконтактного измерения слоевого сопротивления и контроля неоднородности электрофизических параметров твердотельных образцов большой площади	шт	1	Система предназначена для оперативной диагностики слоевого сопротивления и контроля неоднородности электрофизических параметров твердотельных образцов большой площади	13	1	13	0
6	Установка для измерений фотолюминесценции	шт	1	Установка предназначена для автоматического оперативного определения и калибровки толщины и состава слоев полупроводниковых образцов большой площади	11	2	11	0
7	Установка вольт-фарадной профилометрии для измерения состава и уровня легирования многослойных полупроводниковых систем по глубине	шт	1	Установка предназначена для автоматического оперативного определения состава и уровня легирования многослойных наносистем	11	2	11	0
8	Приставка с просвечивающему электронному микроскопу	шт	1	Установка предназначена для изучения структуры наносистем в условиях термического и	11	2	11,6	

№ п/п	Наименование оборудования (материалов)	Единица измерения	Количество	Обоснование приобретения	Предварительная стоимость, млн. руб.	Номер этапа работ, в котором планируется закупка	Стоимость, млн. руб.	
							Средства субсидии	Средства (получателя субсидии)
	для изучения процессов трансформации структуры кристаллов in situ в условиях нагрева			радиационного воздействия				
<b>ИТОГО</b>							133,6	0

## 2 Перечень планируемых к внедрению новых услуг и прогноз их востребованности

№ п/п	Наименование новой услуги	Прогноз востребованности, в т.ч. увеличение загрузки оборудования ЦКП/УНУ	Потенциальные заказчики услуги
1	Прецизионная малоугловая ионная полировка объектов для последующего исследования методами электронной микроскопии	Наиболее востребованными работами, выполняемыми в ЦКП являются электронно-микроскопические исследования. Внедрение новой услуги, базирующейся на планируемом к закупке оборудовании увеличит объем и качество работ.	Организации, занимающиеся развитием нанотехнологий и синтезом новых материалов
2	Прецизионная подготовка ультра твердых образцов (алмаз, сапфир и пр.) для последующего исследования методами электронной микроскопии	Наиболее востребованными работами, выполняемыми в ЦКП являются электронно-микроскопические исследования. Внедрение новой услуги, базирующейся на планируемом к закупке оборудовании увеличит объем и качество работ.	Организации, занимающиеся развитием нанотехнологий и синтезом новых материалов
3	Прецизионная подготовка углеродсодержащих наносистем для последующего исследования методами электронной микроскопии	Востребованными работами, выполняемыми в ЦКП являются электронно-микроскопические исследования образцов с углеродсодержащими наносистемами. Внедрение новой услуги, базирующейся на планируемом к закупке оборудовании увеличит объем и качество работ.	Организации, занимающиеся развитием нанотехнологий и синтезом новых материалов
4	Анализ и изучение фундаментальных квантовых явлений на базе наноструктурированных систем при сверхнизких температурах и высоких магнитных полях	Востребованными работами, выполняемыми в ЦКП являются исследования квантовых свойств наноразмерных систем. Внедрение новой услуги, базирующейся на планируемом к закупке оборудовании увеличит объем и качество работ.	Организации, занимающиеся развитием нанотехнологий и синтезом новых материалов
5	Определение слоевого сопротивления и неоднородности электрофизических параметров твердотельных образцов большой площади	Наиболее востребованными работами, выполняемыми в ЦКП являются исследования слоевого сопротивления и неоднородности электрофизических параметров твердотельных образцов большой площади. Внедрение новой услуги, базирующейся на планируемом к закупке оборудовании увеличит объем и качество работ.	Организации, занимающиеся развитием нанотехнологий и синтезом новых материалов
6	Оперативное определение состава и уровня легирования	Наиболее востребованными работами, выполняемыми в	Организации, занимающиеся развитием нанотехнологий и

	многослойных наносистем	ЦКП являются исследования состава и уровня легирования твердотельных образцов большой площади. Внедрение новой услуги, базирующейся на планируемом к закупке оборудовании увеличит объем и качество работ.	синтезом новых материалов
7	Анализ структуры наносистем в условиях термического и радиационного воздействия	Наиболее востребованными работами, выполняемыми в ЦКП являются исследования наносистем на радиационную и термическую стойкость, в том числе для космических задач. Внедрение новой услуги, базирующейся на планируемом к закупке оборудовании увеличит объем и качество работ.	Организации, занимающиеся развитием нанотехнологий и синтезом новых материалов для космоса.
8	Определение и калибровка толщины и состава слоев полупроводниковых образцов большой площади	Наиболее востребованными работами, выполняемыми в ЦКП являются анализ размеров и состава полупроводниковых образцов большой площади. Внедрение новой услуги, базирующейся на планируемом к закупке оборудовании увеличит объем и качество работ.	Организации, занимающиеся развитием нанотехнологий и синтезом новых материалов

### 3 Перечень мероприятий направленных на методическое и метрологическое обеспечение деятельности ЦКП

№ п/п	Наименование мероприятия	Содержание мероприятия	Номер этапа работ на котором планируется проведение мероприятия
1	Сертификация и аттестация научного оборудования ЦКП	Обновление имеющихся сертификатов	1
2	Аттестация научного оборудования ЦКП	Аттестация нового научного оборудования и получение сертификатов	2

### 4 Мероприятия, направленные на повышение открытости, доступности и востребованности ЦКП/УНУ для третьих лиц

№ п/п	Наименование мероприятия	Содержание мероприятия	Номер этапа работ на котором планируется проведение мероприятия
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 о новом оборудовании и услугах на сайте ЦКП «Наноструктуры»	1
2	Внедрение упрощенной модели доступа и использования оборудования ЦКП, в том числе на основании договора присоединения	Оптимизация регламента доступа и использования оборудования ЦКП для заключения долгосрочных договоров с заинтересованными пользователями	2

### 5 Мероприятия по подготовке кадров для ЦКП

№ п/п	Наименование мероприятия	Содержание мероприятия	Номер этапа работ на котором планируется проведение мероприятия



1	Привлечение к научно-исследовательской работе студентов, аспирантов и выпускников ВУЗов	Заключение трудовых соглашений для выполнения работ по проекту	1
2	Повышение квалификации кадрового персонала ЦКП	Участие в международных и российских научных конференциях, симпозиумах и школах для молодых специалистов.	2

## 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

Ожидаемые значения показателей реализации Программы развития ЦКП на 2017-2018 годы

№ п/п	Наименование показателя	Ожидаемые значения в 2017 году	Ожидаемые значения в 2018 году
1	Отношение фактического времени работы оборудования ЦКП в интересах третьих лиц к фактическому времени работы оборудования ЦКП за год, не менее	45%	50%
2	Количество разработанных (освоенных) новых методик измерений, не менее	2	5
3	Объем привлеченных средств из внебюджетных источников (от общего объема финансирования работ в каждом году), не менее	10%	10%
4	Отношение фактического времени работы оборудования ЦКП к максимально возможному времени работы оборудования ЦКП за год, не менее	75%	80%
5	Доля исследователей в возрасте до 39 лет в общей численности исследователей, выполняющих работы с использованием оборудования ЦКП, не менее	40	50
6	Удельный вес лабораторного и аналитического оборудования в возрасте до 5 лет в общей стоимости лабораторного и аналитического оборудования ЦКП, не менее	65%	70%
7	Количество публикаций в российских и иностранных научных журналах, индексируемых в базе данных Web of Science или Scopus, в которых имеется ссылка на выполнение работы с использованием оборудования ЦКП, а также иных результатов интеллектуальной деятельности, полученных с использованием оборудования центра, в отношении которых подана заявка на получение правовой охраны в Российской Федерации и (или) за рубежом, не менее	10	20
8	Число организаций - пользователей оборудованием ЦКП, в том числе негосударственного сектора, включая компании – участников Национальной технологической инициативы, не менее	15	25