

«СОГЛАСОВАНО»

Директор Ярославского Филиала
ФТИАН РАН

А.С. Рудый

августа 2017 г.



«УТВЕРЖДАЮ»

Ректор Ярославского государственного
университета им. П.Г. Демидова

А.И. Русаков

августа 2017 г.



ПРОГРАММА

развития Центра коллективного пользования научным оборудованием

«Диагностика микро- и наноструктур»

на 2017 – 2021 г.г.

ЦЕЛЬ И ЗАДАЧИ ПРОГРАММЫ

Целью Программы развития Центра коллективного пользования научным оборудованием «Диагностика микро- и наноструктур» (ЦКП ДМНС) на 2017 – 2020 г.г. (далее Программы) является:

1. Комплексное развитие Центра коллективного пользования научным оборудованием «Диагностика микро- и наноструктур» (далее ЦКП ДМНС) для эффективной реализации исследовательских проектов и образовательных услуг.

2. Интегрирование ЦКП ДМНС в научно-исследовательскую и проектно-технологическую фазы инновационного цикла предприятий Ярославской области.

В соответствии с указанной целью основными задачами программы развития ЦКП ДМНС являются:

1. Разработка и реализация на базе ЦКП ДМНС модульной образовательной программы для проектно-ориентированной подготовки студентов естественнонаучных факультетов ЯрГУ и вузов Ярославской области.

2. Разработка и реализация на базе ЦКП ДМНС программы дополнительного профессионального образования «Аналитические методы исследования материалов. Электронная и ионная микроскопия, элементный и рентгенофазовый анализ».

3. Расширение перечня и комплексности услуг, оказываемых ЦКП ДМНС высокотехнологичным предприятиям Ярославской области.

4. Расширение круга региональных пользователей научного оборудования ЦКП ДМНС.

5. Выполнение комплекса мероприятий по обеспечению функционирования ЦКП ДМНС (текущий ремонт помещений, ремонт оборудования и регламентные работы, закупка комплектующих и расходных материалов и т.д.).

6. Повышение загрузки оборудования ЦКП ДМНС, в первую очередь за счет оказания услуг региональным пользователям.

СТАТУС И МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКАЯ БАЗА ЦКП ДМНС

Центр коллективного пользования научным оборудованием «Диагностика микро- и наноструктур» (ЦКП ДМНС) <http://nano.yar.ru> создан при Ярославском государственном университете (ЯрГУ) 1 ноября 2006 г.

С 2009 г. ЦКП ДМНС - интегрированное подразделение ЯрГУ и Ярославского Филиала ФТИАН РАН июня 2008 г.

Центр входит в Национальную нанотехнологическую сеть <http://www.rusnanonet.ru/nns/41450/ИАН РАН>

Центр расположен на площади ~ 1000 м²

Общая численность персонала ~ 47 человек, в том числе:

докторов - 12, кандидатов наук - 14, аспирантов - 6, студентов ~15.

Объем научно-исследовательских работ, выполненных на оборудовании Центра за период 2008 - 2016 г.г. составляет 488,9 млн. руб.

Центр располагает современным аналитическим и диагностическим оборудованием балансовой стоимостью 321,0 млн. руб.

1. Времяпролетный масс-спектрометр IONTOF SIMS5 (ION-TOF GmbH, ФРГ) – 2007 г. выпуска, стоимость 57 190 842 руб.

2. Вторичный ионный масс-спектрометр IMS-4F (CAMECA, Франция) – 1986 г. выпуска, стоимость 6 417 200 руб.

3. Просвечивающий электронный микроскоп Tescan G2 F20 U-TWIN (FEI, Нидерланды) – 2009 г. выпуска, стоимость 84 967 104 руб.

4. Двухлучевая FIB-SEM система Quanta 3D 200i (FEI, Нидерланды) – 2011 г. выпуска, стоимость 41 100 000 руб.

5. Автоэмиссионный сканирующий электронный микроскоп с комплексом диагностики наноструктур Supra 40 (Carl Zeiss, ФРГ) с приставкой INCAx-act (Qxford Instruments) - 2008 г. выпуска, стоимость 15 000 000 руб.

6. Микроскоп электронный LEO 430 SEM (Carl Zeiss, Германия - Великобритания) – 1992 г. выпуска, стоимость 8 352 558,72 руб.

7. 3D-нанозондовая система «GPI- Cryo-SEM» - сканирующий туннельный микроскоп на базе вакуумной системы СЭМ Supra 40 с системой пробоподготовки (Протон-МИЭТ) – 2009 г. выпуска, стоимость 21 000 000 руб.

8. Класс мультимикроскопов SM-2000 и профилометров модели 130 (ЗАО «Протон-МИЭТ», Россия) – 2008 г. выпуска, стоимость 7 528 400 руб.

9. Спектрометр Оже РНІ-660 (Perkin-Elmer, США) – 1987 г. выпуска, стоимость 3 635 861 руб.

10. Спектрометр ИК Фурье IFS-113v (Bruker, Германия) – 1988 г. выпуска, стоимость 7 671 238 руб.

11. Измерительный комплекс Oriel I-V (Newport, США) – 2009 г. выпуска, стоимость 4 500 000 руб.

12. Рентгеновский дифрактометр ARL X'tra (Thermo Fisher Scientific, Швейцария) – 2010 г. выпуска, стоимость 9 600 000 руб.

13. Установка ионной имплантации с системой RBS анализа K2MV (HVEE, Нидерланды) – 1989 г. выпуска, стоимость 83 110 245 руб.

14. Комплект оборудования пробоподготовки для ПЭМ (Fischione Instruments, США) – 2012 г. выпуска:

a. Model 130 Specimen Punch with Base; 3 mm - 67 500 руб.

b. Model 160 Specimen Grinder - 81 300 руб.

c. Model 170 Ultrasonic Disk Cutter - 511 400 руб.

d. Model 200 Dimpling Grinder - 783 800 руб.

e. Model 1050 TEM Mill; Basic ver-sion – 2 746 000 руб.

15. Установка плазмохимического травления и осаждения Plazmalab 100 (Qxford Instruments, Великобритания) - 2012 г. выпуска, стоимость 29 520 000 руб.

16. Установка совмещения и экспонирования SUSS MJB4 (SUSS MicroTec, Германия) – 2012 г. выпуска, стоимость 10 634 903 руб.

17. Установка Logitech APD2 с опциями для резки срошенных пластин общей толщиной до 10 мм (Компания производитель: Logitech Limited, страна происхождения: Великобритания), стоимость 4 539 213.

18. Установка для создания фоторезистивных масок методом спрей-нанесения Sawatec iSpray-300, стоимость 6 232 188 руб.

19. Оптический цифровой микроскоп высокого разрешения Keyence VHX-1000 с функцией 3d профилирования для контроля параметров фоторезистивных масок (компания производитель: Keyence, Япония) стоимость 4 520 000 руб.

20. Газификатор ИжКриоТехника ГХК-1,5/1,2-10 (1500 л) с трубопроводом для подачи жидкого азота потребителю. (Компания производитель: ООО "ИжКриоТехника", Россия), стоимость 1 690 000.

21. Многоканальный потенциостат Р-20Х8 (Компания производитель: ООО "Элинс", Россия), стоимость 280 014 руб.

22. Цифровой осциллограф WS3024 (Компания производитель: Tektronix, США), стоимость 219 861 руб.

23. Потенциостат Р-40Х с модулем измерения импеданса FRA-24М (Компания производитель: ООО "Элинс", Россия), стоимость 395 064 руб.

24. Автоматизированный зарядно-разрядный измерительно-вычислительный комплекс АЗРИВК10-0,05А-5В (Компания производитель: ООО «АК Бустер», Россия), стоимость 310 000 руб.

МЕРОПРИЯТИЯ ПРОГРАММЫ РАЗВИТИЯ ЦКП ДМНС

1. Мероприятия по развитию научной инфраструктуры ЦКП ДМНС

Оборудование ЦКП ДМНС позволяет проводить полномасштабные исследования в области технологий микро- и нанoeлектроники, функциональных наноматериалов, материаловедения, энергетики, химической промышленности, медицины, биологии и геологии. В рамках мероприятий по текущему содержанию и развитию материально-технической базы планируется:

1.1. Модернизация и дооснащение следующего оборудования, закрепленного за ЦКП ДМНС:

- Времяпролетный масс-спектрометр IONTOF SIMS⁵ (ION-TOF GmbH, ФРГ) 2007 г. выпуска.
- Просвечивающий электронный микроскоп Теснаі G2 F20 U-TWIN (FEI, Нидерланды) 2009 г. выпуска.
- Двухлучевой FIB-SEM микроскоп Quanta 3D 200i (FEI, Нидерланды) 2011 г. выпуска.
- Автоэмиссионный сканирующий электронный микроскоп с комплексом диагностики наноструктур Supra 40 (Carl Zeiss, ФРГ) с приставкой INCAx-act (Qxford Instruments) 2008 г. выпуска.
- 3D-нанозондовая система «GPI- Cryo-SEM» - сканирующий туннельный микроскоп на базе вакуумной системы СЭМ Supra 40 с системой пробоподготовки (Протон-МИЭТ) 2009 г. выпуска.
- Класс мультимикроскопов SM-2000 и профилометров модели 130 (ЗАО «Протон-МИЭТ», Россия) 2008 г. выпуска.

- Измерительный комплекс Oriel I-V (Newport, США) 2009 г. выпуска.
- Установка ВИМС IMS-4F (СЕМЕСА, Франция) 1989 г. выпуска.
- Ионный имплантер с системой RBS анализа на базе ускорителя K2MV (HVEE, Нидерланды) 1989 г. выпуска.
- Установка плазмохимического травления и осаждения Plasmalab 100 (Oxford Instruments) 2011 г. выпуска.
- Установка совмещения и экспонирования SUSS MJB4 (SUSS MicroTec Group, Германия) 2012 г. выпуска.
- Установка спрей-нанесения фоторезиста iSpray-300 (Sawate, Швейцария) 2012 г. выпуска.

1.2. Поставка, монтаж и пуско-наладка нового технологического оборудования:

2017 год

- Автоматический анализатор площади поверхности и размеров пор V-Sorb 2800 (Gold APP Instruments, Китай) 1 998 828 руб.
- Эталонное средство измерения температуры в лабораторных условиях АЧТ 100/-40/40 на базе криостата КР-40-2.

2018 год

- Планетарная мельница Fritsch Pulverisette 7
- Вакуумный смеситель для жидких веществ ZKJ-3 Vacuum Mixer,
- Установка нанесения покрытия MSK-AFA-III
- Вакуумный шкаф Binder VD 23
- Ролл-пресс MSK-2150

2019 год

- Штабелер автоматический MSK-111A-E
- Аппарат для контактной сварки MSK-320A
- Ультразвуковой сварочный аппарат MSK-800
- Формирователь пакетов из ламината MSK-120
- Вакуумный запайщик HENKELMAN Mini Jumbo

2020 год

- Перчаточный бокс с системой очистки H₂O и O₂ и откидным передним окном - EQ-VGB-6OP-LD

2021 год

- Вакуумная установка двустороннего нанесения тонкопленочных покрытий методом магнетронного распыления со шлюзовой загрузкой.

1.3. Ремонт, модернизация, дооснащение и закрепление за ЦКП ДМНС следующего технологического оборудования:

- Установка нанесения пленок халькогенидов свинца методом горячей стенки.
- Установка вакуумного магнетронного напыления Оратория 22.
- Установка вакуумного магнетронного напыления Оратория 5.

1.4. Ремонт и инженерная подготовка помещений ЦКП ДМНС

Основная часть оборудования ЦКП стационарно размещена на территории Ярославского филиала ФТИАН РАН в помещениях общей площадью 1000 м², переданных в ссуду Ярославскому государственному университету им. П.Г. Демидова. Более 80% площадей соответствуют техническим нормам класса 07 -08 ИСО (ГОСТ ИСО 14644-1-2002), имеют санитарные паспорта, оборудованы необходимыми коммуникациями. Помещения оснащены соответствующим электропитанием, имеют заземление и приточно-вытяжную вентиляцию, оснащены кондиционерами, вытяжными шкафами, боксами. Имеется водопроводная и сливная разводка.

Программой развития предусматриваются реконструкция и инженерная подготовка 200 м² помещений и размещение на них технологической линии по производству микро- и наносистемной техники. Планируется подготовить чистые комнаты класса 07 ИСО под участки:

- подготовки пластин;
- фотолитографии (под установку SUSS MJB4);
- плазменных процессов травления и нанесения слоев металлов (под установку Plasmalab 100);
- термических процессов;
- жидкостных процессов травления;
- диагностики чипов;
- скрайбирования пластин кремния;
- сращивания (бондинга) и корпусирования;
- контроля и приемки приборов.

2. Мероприятия по развитию организационной структуры ЦКП ДМНС

2.1. Совершенствование организационной структуры и схемы управления деятельностью ЦКП ДМНС

В целях повышения эффективности основной деятельности ЦКП ДМНС планируется дальнейшее совершенствование его организационной структуры, в том числе создание новых отделов Центра:

- отдела главного технолога;
- конструкторского отдела;

и служб:

- метрологии;
- маркетинга.

Будут продолжены работы по совершенствованию действующих и разработке новых нормативных документов, в том числе:

- Положения о Центре коллективного пользования научным оборудованием «Диагностика микро- и наноструктур»,
- Положения о лабораториях Центра коллективного пользования научным оборудованием «Диагностика микро- и наноструктур»,
- Положения о базовой кафедре «Диагностики микро- и наноструктур»,
- Регламента выполнения работ на оборудовании ЦКП ДМНС,
- Приказов о закреплении оборудования, находящегося на балансе ЯрГУ и ЯФ ФТИАН за Центром коллективного пользования «Диагностики микро- и наноструктур».

2.2. Совершенствование схемы управления образовательной деятельностью ЦКП ДМНС

Для реализации дополнительных образовательных программ в области нанотехнологий и обеспечения основной образовательной программы профессиональной подготовки «Электроника и нанoeлектроника», реализуемой ЯрГУ на базе Ярославского Филиала ФТИАН, будет создана базовая кафедра «Диагностики микро- и наноструктур».

Программой предусматривается разработка схемы проектного управления научной и образовательной деятельностью структурных подразделений ЯрГУ и ЯФ ФТИАН, задействованных в мероприятиях Программы развития Центра. В частности на базе ЦКП ДМНС будет реализована практическая часть программ проектно-ориентированного обучения по профилям «Интегральная электроника и нанoeлектроника» и «Вакуумная и криогенная техника» по договорам с Ярославским филиалом ФТИАН РАН и ПАО «Ростовский оптико-механический завод» (П. 5.2 настоящей Программы).

3. Мероприятия по расширению сети пользователей ЦКП ДМНС

В настоящее время пользователями услуг ЦКП ДМНС являются более 30 организаций. В целях привлечения новых пользователей планируется:

- изучение потребностей региональных высокотехнологичных предприятий в выполнении НИОКР по профилю ЦКП ДМНС;
- размещение и обновление на сайте перечня НИОКР, выполненных ЦКП ДМНС;

- размещение в СМИ и на сайте ЦКП ДМНС информации о:
 - направлениях научно-исследовательской деятельности Центра и возможности проведения НИОКР;
 - наличии необходимого аналитического и технологического оборудования, методах анализа и методиках измерений;
 - планируемом вводе нового аналитического и технологического оборудования, испытательных стендов.
- участие в международных и всероссийских форумах, выставках, конференциях, круглых столах и иных мероприятиях;
- подготовка информационных и рекламных материалов и их распространение через средства массовой информации;
- участие в региональных и федеральных целевых программах.
- организация службы информационных и консалтинговых услуг.
- проведение комплекса мероприятий по расширению сферы НИОКР, видов анализа и услуг ЦКП ДМНС.

4. Мероприятия по расширению сферы НИОКР, видов анализа и услуг ЦКП ДМНС

В целях расширения области научных исследований и опытно-конструкторских разработок, видов анализа и услуг Программой предусматривается:

4.1. Разработка и аттестация новых методик диагностики микро- и наноструктур

4.1.1 Пространственные характеристики наноматериалов и наноструктур

- Растровая электронная микроскопия (РЭМ) высокого разрешения
 - Получение изображений методом РЭМ образцов наноразмерных объектов (проводящих и непроводящих): наночастиц (нанопорошков), наностержней, нановолокон, нанотрубок, нанопроволок, нанодисков – с пространственным разрешением до 1 нм. Анализ изображений с получением численных данных о размерах и форме нанообъектов, степени их агломерируемости.
 - Получение изображений методом РЭМ структуры объема и поверхности образцов наноструктурных материалов (проводящих и непроводящих), в том числе нанокомпозитов с пространственным разрешением до 1 нм. Анализ изображений с получением численных данных о размерах и форме нанокристаллитов (гранул), пор, межкристаллитных границ и других особенностей структуры. Применение методов препарирования образцов, искажающих наноразмерную структуру, не допускается.

- Получение изображений методом РЭМ структуры поперечных сечений и поверхностей образцов тонкослойных наноструктурных объектов (проводящих и непроводящих), в том числе тонких пленок, покрытий, наночипов и электролит-электродных структур, с пространственным разрешением до 1 нм. Анализ изображений с получением численных данных о размерах слоев, о размерах и форме нанокристаллитов (гранул), пор, межкристаллитных границ, межслоевых интерфейсов и других особенностей структуры. Применение методов препарирования образцов, искажающих наноразмерную структуру, не допускается.
- Методики поверки и меры поверки растровых электронных измерительных микроскопов.
- Просвечивающая электронная микроскопия (ПЭМ) высокого разрешения
 - Получение изображений методом ПЭМ образцов наноразмерных объектов: наночастиц (нанопорошков), наностержней, нановолокон, нанотрубок, нанопроволок, нанодисков – с пространственным разрешением до 0,2 нм. Анализ изображений с получением численных данных о размерах и форме нанообъектов, степени их агломерируемости и распределении по размерам.
 - Получение изображений методом ПЭМ структуры образцов наноструктурных материалов с пространственным разрешением до 0,2 нм. Анализ изображений с получением численных данных о размерах и форме нанокристаллитов (гранул), пор, межкристаллитных границ и других особенностей структуры. Применение методов препарирования образцов объемных наноматериалов для ПЭМ.
 - Получение изображений методом ПЭМ структуры поперечных сечений и поверхностей образцов тонкослойных наноструктурных объектов (проводящих и непроводящих), в том числе тонких пленок, покрытий, наночипов и электролит-электродных структур, с пространственным разрешением до 0,2 нм. Анализ изображений с получением численных данных о размерах слоев, о размерах и форме нанокристаллитов (гранул), пор, межкристаллитных границ, межслоевых интерфейсов и других особенностей структуры. Применение методов препарирования тонкослойных наноструктурных объектов для ПЭМ.
- Методики сканирующей зондовой микроскопии (СЗМ) для исследования наноструктурных объектов и материалов с нанометровым разрешением в различных режимах. Применение методов препарирования наноструктурных материалов и объектов для СЗМ

- Получение изображений в контактном, полуконтактном и бесконтактном режимах атомно-силовой микроскопией.
- Получение изображений в режиме фазового контраста.
- Получение изображений в режиме магнитных или электрических сил.
- Получение изображений в режиме электрохимического зондового микроскопа.
- Получение изображений в режиме туннельного микроскопа.
- Методики определения толщины тонких слоев покрытий и гетероструктур в диапазоне 1 - 100 нм с использованием сканирующего зондового микроскопа.
- Методики поверки и меры поверки сканирующих зондовых измерительных микроскопов.

4.1.2. Элементный и фазовый состав наноматериалов

- Методики рентгенофазового и рентгеноструктурного анализа для определения качественного и количественного фазового состава наноразмерных объектов и наноструктурных материалов, в том числе для определения составов *in situ*, в условиях высоких температур.
- Методики энергодисперсионного рентгеновского анализа и дифракции обратно рассеянных электронов для исследования изображений наноматериалов в растровом или просвечивающем электронных микроскопах, обеспечивающие разрешение порядка 10 нм при определении пространственного распределения химических элементов.
- Методики послыйного элементного анализа поверхностных слоев наноматериалов и наноструктур методом вторичной ионной масс-спектрометрии.
- Методики количественного элементного анализа наноматериалов методом вторичной ионной масс-спектрометрии.

4.1.3. Структура и характеристики поверхности

- Методики ОЖЕ электронной спектроскопии для определения химического состава и типа химических связей на поверхности наноразмерных объектов.
- Методики Фурье ИК-спектроскопии, рамановской спектроскопии, ИК фотолюминесцентной спектроскопии, УФ-ИК спектроскопия поглощения для определения типов связей и типов структур на поверхности наноразмерных объектов, в частности, углеродных наноматериалов.
- Методики определения шероховатости поверхности наноматериалов и изделий с нанометровой погрешностью с использованием сканирующей зондовой микроскопии и интерференционной оптической микроскопии.

4.1.4. Оптические и спектральные свойства наноматериалов

- Методика определения и анализа спектров фотолюминесценции (ФЛ) наноразмерных материалов и наноструктур.
- Методика измерения спектрального состава излучения структуры - спектрофотометрия.
- Методики определения и анализа спектров отражения и пропускания наноструктур в видимой, ближней и дальней ИК и УФ областях.
- Методика измерения температурных зависимостей (в диапазоне температур 2 - 300 К) спектров пропускания наноматериалов в видимой, ближней, средней и дальней ИК-областях.
- Методики измерения и анализа спектров комбинационного рассеяния с возбуждением спектра в видимой и ИК-областях спектра.
- Методика выполнения измерения показателя преломления материала в видимой области спектра.
- Методика выполнения измерений показателя ослабления светового потока в материалах.
- Методика измерения фотовольтаического эффекта и спектральной фоточувствительности фотопреобразователей солнечной энергии на основе неорганических наноструктурированных, неорганических нанокompозитных и органических нанокompозитных (в том числе полимерных) материалов.

4.1.5. Электрические и магнитные свойства наноматериалов

- Методики измерения магнитных параметров наноматериалов в широком диапазоне температур и магнитных полей: индукции насыщения, коэрцитивной силы, магнитной проницаемости, гистерезисных потерь, температуры Кюри и др.
- Методика изучения магнитной структуры, распределения направлений магнитных моментов кристаллитов в различных состояниях намагниченности.
- Методика исследования спектров ферромагнитного резонанса и дисперсионных характеристик спиновых волн тонких магнитных пленок методом радиоспектроскопии.
- Методика 4-контактного измерения электропроводности образцов в форме стержней по падению напряжения между парой потенциальных контактов при пропускании тока через пару внешних токовых контактов.
- Методика исследования фотопроводимости наноматериалов.
- Электрофизические методики для измерения параметров полупроводниковых наноструктур и изделий твердотельной электроники на их основе:

- глубины залегания p-n- перехода;
- распределения концентрации легирующих примесей в слоях полупроводников.

4.2. Разработка методик пробоподготовки:

- Разработка методик пробоподготовки для исследования материалов и структур микро- и нанoeлектроники методом просвечивающей электронной микроскопии.
- Разработка методик пробоподготовки биологических нанообъектов для просвечивающей электронной микроскопии.

4.3. Разработка микро- и нанотехнологий в области:

- устройств микро- и наносистемной техники:
 - чувствительных элементов микрогироскопов;
 - чувствительных элементов акселерометров;
 - микроактюаторов;
 - микропереключателей;
 - нанокантилеверов,
- функциональных наноматериалов,
 - нанокompозитных материалов для электродов литий-ионных аккумуляторов;
 - нанокompозитов с эффектом переключения проводимости;
 - многослойных наноструктур с эффектом гигантского магнетосопротивления;
 - устройств спинтроники.

4.4. Проведение мероприятий по реализации образовательных программ в области нанотехнологий

5. Мероприятия по реализации образовательных программ в области нанотехнологий

5.1. Довузовская подготовка

Планируется организация классов профильной подготовки в сфере нанотехнологий и диагностики наноструктур в рамках программы «Демидовский лицей».

5.2. Профессиональная подготовка

1. Разработка и реализация проектно-ориентированной образовательной программы в рамках ООП направления подготовки «Электроника и нанoeлектроника» по договору с ЯФ ФТИАН РАН.

2. Разработка и реализация проектно-ориентированного образовательного модуля в рамках ООП направления подготовки 11.04.04 «Электроника и нанoeлектроника» по профилю «Вакуумная и криогенная техника» по договору с ПАО РОМЗ.

В целях подготовки специалистов в области нанотехнологий планируется выполнение следующих мероприятий

- Создание элементов научной инфраструктуры Центра, необходимых для реализации образовательных программ подготовки бакалавров и магистров по направлению 11.04.04 «Электроника и нанoeлектроника» по профилям «Интегральная электроника и нанoeлектроника» и «Вакуумная и криогенная техника» на базе ЦКП ДМНС.
- Создание элементов научной и организационной инфраструктуры Центра, необходимых для организации:
 - всех видов практики;
 - стажировок и программ студенческого обмена,
 - курсов повышения квалификации,
 - программ дополнительного образования, реализуемых ЯрГУ и ЯФ ФТИАН на базе ЦКП ДМНС.
- Развитие форм дистанционного обучения на оборудовании ЦКП ДМНС.

5.3. Подготовка научных кадров высшей квалификации.

В целях подготовки специалистов высшей квалификации на базе ЦКП «Диагностика микро- и наноструктур» Программа предусматривается:

- внедрение практики поощрения сотрудников ЦКП ДМНС, осуществляющих руководство диссертационными работами по профилю Центра;
- предоставление соискателям из сторонних организаций доступа к научному оборудованию Центра в рамках программы стажировок с целью завершения диссертационных исследований;
- предоставление информационных и консультационных услуг для соискателей ученой степени по профильной специальности.

6. Мероприятия по коммерциализации результатов НИР и ОКР ЦКП ДМНС

Объектами коммерциализации результатов НИР и НИОКР являются научно-технические результаты и научно-техническая продукция, созданные в результате договорной деятельности или проведения инициативных работ в соответствии с программой развития ЦКП «Диагностика микро- и наноструктур». В рамках настоящей Программы планируется развивать следующие механизмы коммерциализации результатов НИОКР:

- оказание инжиниринговых услуг предприятиям высокотехнологичного сектора экономики через:
 - реализацию комплексных проектов по созданию высокотехнологичного производства (постановление Правительства РФ № 218);

- договоры на выполнение НИОКР в рамках основной деятельности ЦКП ДМНС,
- участие в инвестиционных проектах по созданию высокотехнологичных производств.