

/выдержки/

## **Раздел 1. Характеристика ЦКП**

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

ЦКП работает по следующим приоритетным направлениям развития науки и технологий:

- Индустрия наносистем и материалы
- Рациональное природопользование
- Энергетика и энергосбережение

и критическим технологиям:

- Нанотехнологии и наноматериалы
- Технологии атомной энергетики, ядерного топливного цикла, безопасного обращения с радиоактивными отходами и отработавшим ядерным топливом
- Технологии создания и обработки композиционных и керамических материалов
- Технологии создания и обработки кристаллических материалов
- Технологии создания и обработки полимеров и эластомеров

## 1.2. Основные научные направления ЦКП

Основной задачей ЦКП является содействие решению проблем в рамках приоритетных направлений развития науки, техники и технологий РФ, критических технологий федерального уровня, в том числе определенных федеральными целевыми программами, а также исследованиями, проводимыми ГНЦ РФ в рамках планов фундаментальных и поисковых НИР и программ важнейших прикладных и научно-исследовательских, опытно-конструкторских и технологических работ, оказания высокотехнологических услуг ВУЗам, научно-исследовательским институтам, предприятиям Северо-западного, Приволжского и Уральского регионов России

Для решения поставленных задач деятельность ЦКП направлена на:

- разработку и освоение новых методов и методик исследования металлов и композитов при проведении исследований, сопровождающих технологии получения новых перспективных материалов и изделий с заданными свойствами, сертификации металлических, композиционных, неметаллических материалов, нанотехнологий и наноматериалов различного функционального назначения;
- выполнение экспертных и научных исследований по профилю Центра;
- участие в выполнении проектов по приоритетным направлениям развития фундаментальных и прикладных исследований и критических технологий;
- обеспечение подготовки научных кадров высшей квалификации по научным специальностям, определяющим развитие науки и техники по приоритетным направлениям;
- кооперацию специалистов различных научных школ для создания и развития новых технологий и методов исследования.

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

Перечень услуг ЦКП «Состав, структура и свойства конструкционных и функциональных материалов» обеспечивает исследования химического состава, включая

локальный и поверхностный, структуры и морфологии на макро-, мезо-, микро- и наноуровне, механических, физических и эксплуатационных свойств материалов самого широкого назначения:

- Металлографические исследования - определение и оценка микроструктуры на соответствие нормативной документации (визуальная оценка); определение типов неметаллических включений и количественная оценка загрязненности неметаллическими включениями; количественный металлографический анализ с использованием анализатора изображений (автоматическая оценка)
- Проведение исследований с помощью растровой электронной микроскопии - определение параметров структуры на представительном участке размером до 50x50 мкм (визуализация структуры с разрешением до 50 нм, построение карты ориентировок кристаллитов, построение карты зерен с заданным параметром разориентировки, построение гистограммы распределения фрагментов структуры по размерам, построение гистограммы распределения углов разориентировки между фрагментами), выявление границ двойникования с заданным параметром  $\Sigma$  и определение доли границ двойникования,
- Проведение исследований с помощью просвечивающей электронной микроскопии - визуализация тонкой структуры, морфологическая идентификация основных компонентов тонкой структуры, Определение доли структурных составляющих (5-6 представительных участков), аттестация карбидов по морфологическим признакам (тип, распределение по размерам, местоположение, объемная плотность), идентификация фазового состава структурных составляющих размером свыше 10 нм по кристаллографическим параметрам, идентификация элементного состава структурных составляющих размером свыше 20 нм, определение разориентировки на границах зерен и установление типов границ, определение ориентационных соотношений между фазами, определение плотности дислокаций
- Локальный микроанализ элементного состава материалов - определение элементного состава структурных составляющих, анализ распределения элементов в переходных слоях, определение объемной доли фазы и построение гистограммы распределения частиц фазы по размерам
- Рентгеноструктурный анализ фазового состава металлов и сплавов - качественный анализ фазового состава кристаллических материалов и малых количеств вещества, рентгеноструктурный количественный анализ известного фазового состава кристаллических материалов, построение прямых полюсных фигур с целью выявления текстурованного состояния, определение микроискажений кристаллической решетки и размеров областей когерентного рассеяния, контроль макронапряжений в поликристаллических материалах с использованием  $\sin^2\Psi$  – метода, исследование распределения размера частиц и пор в наноматериалах и нанокompозитах методом малоуглового рентгеновского рассеяния (SAXS), определение размеров пластической зоны методом рентгеновской фрактографии
- Дилатометрический анализ теплового расширения высокопрочных сталей - определение температуры фазовых переходов, определение температурного коэффициента линейного расширения, построение термокинетической диаграммы фазовых превращений (в том числе в условиях нагружения) с проведением металлографического анализа
- Химический анализ. - определение химического состава металлов и сплавов спектральными методами
- Механические испытания. Статические, динамические и технологические - проведение стандартных механических испытаний, в том числе статические испытания на растяжение, сжатие, изгиб при комнатной и повышенной температурах; стандартные испытания на ударный изгиб при пониженной, комнатной и повышенной температурах, определение твердости материалов различными методами, испытания по определению температуры хрупко-вязкого перехода доли волокнистой составляющей в изломах;

испытания по определению влияния вибрационных нагрузок на изменение критических температур хрупкости; испытания по определению характеристик трещиностойкости при статическом нагружении; усталостные испытания в многоцикловой области; усталостные испытания в малоцикловой области в различных средах и повышенных температурах; испытания на статическое разрушение конструктивных элементов; усталостные испытания сварных соединений и конструктивных элементов при одноосном нагружении; испытания на длительную прочность и ползучесть; испытания на загиб, раздачу и сплющивание;

- Коррозионные испытания на стойкость против межкристаллитной коррозии изделий из нержавеющей сталей, на стойкость к питтинговой коррозии; испытания по определению сопротивления коррозионному растрескиванию материалов;
- Неразрушающий контроль дефектности и структуры изделий из конструкционных сталей и сплавов
- Фрактографические исследования причин разрушения изделий - оценка морфологии поверхности разрушения, установление характера силового воздействия при развитии трещин, установление механизма разрушения
- Определение магнитных характеристик - снятие основной кривой намагничивания и петли гистерезиса (определение магнитной проницаемости, коэрцитивной силы, индукции насыщения), измерение коэрцитивной силы неразрушающим способом, определение характеристик маломагнитных материалов
- Теплофизические исследования - измерение теплопроводности, измерение удельной теплоемкости, измерение температуры и удельной теплоты фазовых переходов

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

Основными направлениями развития научно-исследовательской деятельности Центра являются:

- Участие в выполнении проектов по приоритетным направлениям развития фундаментальных и прикладных исследований и критических технологий, содействие решению проблем в рамках приоритетных направлений развития науки, техники и технологий РФ, критических технологий федерального уровня, в том числе определенных ФЦП
- Разработка и освоение новых методов и методик исследования металлов и композитов. В связи с обновлением экспериментальной базы центра, появлением на вооружении испытательных лабораторий нового оборудования и непрерывным процессом модернизации и совершенствования имеющегося в центре оборудования запланирована постоянная работа по развитию и совершенствованию имеющейся методической базы и методического оснащения процедуры измерений.
- Выполнение экспертных и научных исследований по профилю Центра; ЦКП проводит исследования и испытания, направленные на

- исследование физико-механических свойств наноструктурированных материалов и покрытий;
- исследование физико-механических свойств широкого спектра сталей, сплавов, многофункциональных полимерно-, керамо- и металлокомпозиционных материалов и изделий из них;
- оптимизацию составов и структур сталей и сплавов многофункциональных композиционных материалов и покрытий;
- исследования структуры сталей, сплавов и многофункциональных композитов с привлечением современных методов структурного анализа на нано-, мезо- и макроуровнях;
- изучение влияния составов и параметров технологий на формирование структуры и свойств в металлах и керамо-, полимерно- и металломатричных композитах;
- исследование влияния технологических режимов получения и обработки композиционных материалов на их структуру и свойства с последующим конструированием структуры композитов с заданным уровнем свойств;
- прогнозирование влияния условий эксплуатации материалов на их структуру и свойства;

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

Штат ЦКП укомплектован высококвалифицированными специалистами, имеющими соответствующее образование и большой опыт работы при проведении исследований в области физического материаловедения и физики металлов, композитов и наноматериалов. Подготовка кадрового состава для ЦКП осуществляется путем отбора студентов, обучающихся через базовые кафедры при участии специалистов центра в учебном процессе, магистрантов, аспирантов непосредственно в лабораториях центра.

ЦКП обеспечивает комплексное аппаратное и методическое обеспечение учебных дисциплин базовых кафедр, в частности:

- эффективное использование имеющейся современной учебной техники и лабораторного оборудования;
- техническое обслуживание и ремонт используемой в учебном процессе экспериментальной и испытательной техники;
- разработка приборов и оборудования учебного назначения.
- разработка программ, учебных планов и методических указаний.

В подавляющем большинстве случаев учебная техника, лабораторные и демонстрационные стенды предполагают количественную оценку параметров, характеризующих состав, структуру, механические и физические свойства исследуемых материалов, а также визуализацию полученных результатов. В этой связи потребность в использовании цифрового исследовательского оборудования в составе учебной техники существует независимо от профиля этой техники. При этом уровень решаемых задач предъявляет высокие требования к квалификации исполнителя.

Результаты исследований, выполненных студентами 5 курса и сотрудниками Центра с применением экспериментального оборудования ЦКП, отражены в бакалаврских работах. Темы бакалаврских работ связаны с исследованиями структуры и свойств наноматериалов магнитного класса, материалов для водородной энергетики, использования титановых материалов для оборудования нефтегазовых платформ, принципов легирования высокохромистых жаростойких сталей мартенсито-ферритного и мартенситного классов для перспективных паросиловых установок.

За каждый учебный год в лабораториях Центра проходят обучение ~30 студентов.

В дальнейшем также планируется тесное взаимодействие с ВУЗами в целях подготовки специалистов с высшим образованием как для исследовательских

подразделений ЦКП, так и для института в целом. Так же планируется продолжать исследования в интересах соискателей ученых степеней.

Повышение квалификации специалистов центра планируется проводить следующими путями:

- участие в работах научно-технических и научно-практических конференций, симпозиумов и школ по профилю работы ЦКП;
- участие специалистов Центра в стажировках с целью освоения нового оборудования и методик исследований;
- подготовка дипломированных специалистов с высшим образованием по специальностям «Перспективные конструкционные материалы и высокоэффективные технологии» и «Материаловедение и Технология материалов»;
- переподготовка кадров через систему институтов переподготовки и повышения квалификации;
- повышение квалификации специалистов через систему учебных семинаров и курсов по актуальным направлениям развития области, по новым видам оборудования, методикам измерений и испытаний, по законодательству в данной области;
- публикации результатов собственных исследований в научных журналах

## **Раздел 2. Цель и задачи Программы**

### **2.1. Цель программы**

Программа развития ЦКП определяет основные цели, задачи и принципы политики ФГУП ЦНИИ КМ «Прометей» при формировании ЦКП

Цель программы развития ЦКП 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

2.2. Задачи программы и основные мероприятия направленные на решение задачи  
Достижение поставленной цели предполагает решение следующих задач:

1. Развитие материально-технической базы ЦКП;
2. Развитие кадрового потенциала ЦКП;
3. Обеспечение доступности и востребованности оборудования ЦКП для проведения научно-исследовательских работ коллективами исследователей, в том числе внешними по отношению к базовой организации;
4. Развитие новых научных направлений;
5. Развитие метрологической составляющей деятельности ЦКП с целью обеспечения точности и достоверности проводимых измерений;
6. Повышение уровня сложности и расширения перечня выполняемых научно-технических услуг;
7. Разработка (освоение) новых методов и методик измерений/исследований;
8. Увеличение объемов научно-исследовательских и технологических работ, выполняемых с использованием оборудования ЦКП для внешних пользователей;
9. Усиление роли ЦКП в повышении уровня и результативности исследований и разработок, проводимых базовой организацией.

## **Раздел 3. Мероприятия Программы**

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

3.2. Закупка расходных материалов

3.3. Модернизация, содержание и ремонт научного оборудования ЦКП

### 3.4. Разработка новых методик выполнения измерений

Методика количественного анализа структуры низколегированных конструкционных сталей на основе метода дифракции обратноотраженных электронов	Получение новых научных знаний на основе количественных зависимостей структуры сталей от методов термомеханической обработки
Методика определения скорости развития коррозионно-механических повреждений при моделировании реальной временной базы работы конструкции и реальной частоты нагружения;	Получение новых научных знаний о процессах коррозионно-механические разрушений и хрупких разрушений при температурах до -60°C
Методика определения характеристик трещиностойкости при низких температурах на образцах, моделирующих реальные условия нагружения конструкции (переход от стандартной схемы нагружения изгибом к растяжению).	Развитие расчетных средств инженерно-критического анализа, применимых как при оценках допускаемой дефектности, так и экспертизах остаточного ресурса
Методика определения энергоемкости разрушения низколегированных конструкционных сталей методом рентгеноструктурного анализа	Получение новых научных знаний об энергоемкости разрушения с целью повышения эксплуатационную надежность конструкций
Методика пробоподготовки для исследования состава и структуры износостойких и коррозионностойких покрытий с использованием прецизионной ионной резки	Получение высококачественных проб износостойких и коррозионностойких покрытий, подвергнутых минимальному механическому воздействию при пробоподготовки
Методика пробоподготовки для исследования образцов аустенитных сталей, подвергнутых ионному облучению	Использование для расчетов ресурса материалов, подвергаемых длительному радиационному воздействию, с целью обеспечения безопасной работы перспективных ВВЭР
Методика количественной оценки размеров и объемной плотности вакансионных пор образцов аустенитных сталей, подвергнутых ионному облучению	Использование для расчетов ресурса материалов, подвергаемых длительному радиационному воздействию, с целью обеспечения безопасной работы перспективных ВВЭР

### 3.5. Развитие кадрового потенциала ЦКП

Повышение квалификации специалистов ЦКП	Обучение по программам, связанным с научными направлениями ЦКП
Участие в научных конференциях и семинарах	Участие сотрудников в конференциях, совещаниях и семинарах, тематически связанных с деятельностью ЦКП

### 3.6. Метрологическое обеспечение деятельности ЦКП

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

3.8. Расширение перечня оказываемых ЦКП услуг

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

3.10. Другие мероприятия

## Раздел 4. Контроль за реализацией Программы

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

В целях осуществления контроля за ходом выполнения мероприятий Программы разработаны целевые индикаторы и показатели Программы.

Процедуры достижения целевых индикаторов и показателей контролируется руководителем ЦКП

Целями контроля за ходом реализации Программы является обеспечение:

- соблюдения требований законодательства РФ;
- соблюдения в процессе реализации Программы производственных и технологических нормативов;
- соблюдения в процессе работы принципов системы мероприятий Программы;
- выполнения планов мероприятий, предусмотренных проектом;
- своевременного и оперативного устранения причин возможного неисполнения требований программы,
- получения данных о текущем ходе реализации Программы;
- оперативного информирования руководства и персонала о случаях нарушений требований Программы, а также о причинах установленных нарушений.

Основными задачами контроля за ходом реализации Программы являются:

- проверка соблюдения требований, условий, ограничений, установленных законами, иными нормативными правовыми актами в области;
- контроль за соблюдением нормативов и лимитов воздействия на окружающую среду, установленным соответствующими разрешениями, договорами, лицензиями и т.п.;
- подтверждение соответствия требованиям технологических регламентов в области охраны окружающей среды и экологической безопасности на основании собственных доказательств;
- контроль за выполнением предписаний должностных лиц, осуществляющих контроль;
- проверка выполнения планов и мероприятий Программы;
- оперативное и своевременное представление необходимой и достаточной информации, предусмотренной системой управления на предприятии;

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

Руководство базовой организации ЦКП осуществляет предварительный контроль в ходе обсуждения и утверждения проекта соглашения о предоставлении субсидии, текущий контроль - в процессе исполнения требований соглашения, последующий контроль — в период рассмотрения и утверждения отчетов об исполнении соглашения.

Перечень услуг, оказываемых ЦКП  
«Состав, структура и свойства конструкционных и функциональных материалов»

Наименование услуги	Краткое описание услуги
Металлографические исследования	Определение и оценка микроструктуры на соответствие нормативной документации (визуальная оценка) Определение типов неметаллических включений и количественная оценка загрязненности неметаллическими включениями Количественный металлографический анализ с использованием анализатора изображений (автоматическая оценка)
Проведение исследований с помощью растровой электронной микроскопии	Определение параметров структуры на представительном участке размером до 50x50 мкм (визуализация структуры с разрешением до 50 нм, построение карты ориентировок кристаллитов, построение карты зерен с заданным параметром разориентировки, построение гистограммы распределения фрагментов структуры по размерам, построение гистограммы распределения углов разориентировки между фрагментами) Выявление границ двойникования с заданным параметром $\Sigma$ и определение доли границ двойникования
Проведение исследований с помощью просвечивающей электронной микроскопии	Визуализация тонкой структуры Морфологическая идентификация основных компонентов тонкой структуры Определение доли структурных составляющих (5-6 представительных участков) Аттестация карбидов по морфологическим признакам (тип, распределение по размерам, местоположение, объемная плотность) Идентификация фазового состава структурных составляющих размером свыше 10 нм по кристаллографическим параметрам Идентификация элементного состава структурных составляющих размером свыше 20 нм по Определение разориентировки на границах зерен и установление типов границ Определение ориентационных соотношений между фазами Определение плотности дислокаций
Локальный микроанализ элементного состава материалов	Определение элементного состава структурных составляющих Анализ распределения элементов в переходных слоях Определение объемной доли фазы и построение гистограммы распределения частиц фазы по размерам
Рентгеноструктурный анализ фазового состава металлов и сплавов	Качественный анализ фазового состава кристаллических материалов и малых количеств вещества Рентгеноструктурный количественный анализ известного фазового состава кристаллических материалов Построение прямых полюсных фигур с целью выявления текстурованного состояния Определение микроискажений кристаллической решетки и размеров областей когерентного рассеяния контроль макронапряжений в поликристаллических материалах с использованием $\sin^2\Psi$ – метода (1 точка) исследование распределения размера частиц и пор в наноматериалах и нанокompозитах методом малоуглового рентгеновского рассеяния (SAXS) Определение размеров пластической зоны методом рентгеновской фрактографии
Дилатометрический анализ теплового расширения высокопрочных сталей	Определение температуры фазовых переходов Определение температурного коэффициента линейного расширения Построение термокинетической диаграммы фазовых превращений (в том числе в условиях нагружения) с проведением металлографического анализа
Химический анализ.	Определение химического состава металлов и сплавов спектральными методами
Механические испытания. Статические, динамические	Проведение стандартных механических испытаний, в том числе статические испытания на растяжение, сжатие, изгиб при комнатной и



и технологические	повышенной температурах; Стандартные испытания на ударный изгиб при пониженной, комнатной и повышенной температурах для определения $K_{IC}$ и $K_{IS}$ ; Определение твердости материалов различными методами; Испытания по определению температуры хрупко-вязкого перехода доли волокнистой составляющей в изломах; Испытания по определению влияния вибрационных нагрузок на изменение критических температур хрупкости; Испытания по определению характеристик трещиностойкости при статическом нагружении; Усталостные испытания в многоцикловой области; Усталостные испытания в малоцикловой области в различных средах и повышенных температурах; Испытания на статическое разрушение конструктивных элементов; Усталостные испытания сварных соединений и конструктивных элементов при одноосном нагружении; Испытания на длительную прочность и ползучесть; Испытания на загиб, раздачу и сплющивание;
Коррозионные испытания на стойкость против межкристаллитной коррозии изделий из нержавеющей сталей	Испытания на стойкость против межкристаллитной коррозии; Испытания на стойкость к питтинговой коррозии; Испытания по определению сопротивления коррозионному растрескиванию материалов;
Неразрушающий контроль дефектности и структуры изделий из конструкционных сталей и сплавов	неразрушающий контроль структуры и физико-механических свойств материалов; неразрушающий контроль сплошности материалов и сварных соединений
Фрактографические исследования причин разрушения изделий	Визуализация структуры поверхности излома Фрактографические исследования с описанием макрогеометрии излома Оценка морфологии поверхности разрушения Установление характера силового воздействия при развитии трещин, установление механизма разрушения
Определение магнитных характеристик	Снятие основной кривой намагничивания и петли гистерезиса (определение магнитной проницаемости, коэрцитивной силы, индукции насыщения) Измерение коэрцитивной силы неразрушающим способом Определение характеристик маломагнитных материалов
Теплофизические исследования	Измерение теплопроводности Измерение удельной теплоемкости Измерение температуры и удельной теплоты фазовых переходов
Пластометрические испытания	Имитационное моделирование деформации на различных масштабных уровнях – от 10 мм до крупногабаритных заготовок в том числе с возможностью получения наномодифицированной структуры для обеспечения оптимального сочетания потребительских свойств