

Федеральное государственное бюджетное учреждение  
**«Национальный исследовательский центр  
«КУРЧАТОВСКИЙ ИНСТИТУТ»**

## УКАЗАНИЕ

01.04.2025

№ 117-22ук

Москва

### Об утверждении и введении в действие

### Положения об уникальной научной установке «Комплекс КАМИКС» и Положения о Центре коллективного пользования КАМИКС

В целях закрепления порядка функционирования (направления научных исследований, полученные результаты, используемое оборудование) уникальной научной установки «Комплекс КАМИКС» и Центра коллективного пользования КАМИКС, руководствуясь Программой деятельности НИЦ «Курчатовский институт» на 2023 - 2027 годы, утвержденной Постановлением Правительства РФ от 06.02.2023 № 263-р, Распоряжением Правительства РФ от 30.12.2009 № 2125-р «О перечне уникальных ядерно-физических установок, необходимых для осуществления национальным исследовательским центром «Курчатовский институт» своей деятельности», **о б я з ы в а ю:**

1. Утвердить и ввести в действие с даты издания настоящего указания Положение об уникальной научной установке «Комплекс КАМИКС» (далее - УНУ КАМИКС) и Положение о Центре коллективного пользования «Центр атомно-масштабных и ядерно-физических микроскопических исследований конденсированных сред для получения разносторонней информации о наномасштабном состоянии различных материалов КАМИКС» (далее - ЦКП КАМИКС).

2. Руководителю УНУ КАМИКС и ЦКП КАМИКС Рогожкину С.В. обеспечить ознакомление подчиненных работников с утвержденными

положениями.

3. Ведущему специалисту административно-организационного отдела ККТЭФ Марфину Д.А. ознакомить руководителей структурных подразделений Комплекса с настоящим указанием под подпись.

4. Контроль исполнения настоящего указания оставляю за собой.

Приложение:

1. Положение об УНУ КАМИКС на 6 л.
2. Положение о ЦКП КАМИКС на 6 л.

Заместитель директора по  
фундаментальным исследованиям



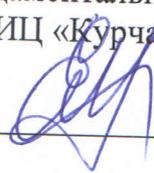
В.Ю. Егорычев

исп. Самохин Андрей Анатольевич

62-15



УТВЕРЖДАЮ  
Заместитель директора  
по фундаментальным исследованиям  
НИЦ «Курчатовский институт»



В.Ю. Егорычев

Введено в действие указанием  
от «01» 04 2025 г.

№ 117-22ук

## Положение об уникальной научной установке «Комплекс КАМИКС»

### 1. Общие положения

1.1. Комплекс КАМИКС – уникальная научная установка (далее – УНУ), введенная в эксплуатацию 22.06.2009. Распоряжением Правительства Российской Федерации от 30.12.2009 № 2125-р Комплекс КАМИКС отнесен к Перечню уникальных ядерно-физических установок, необходимых для осуществления национальным исследовательским центром «Курчатовский институт» своей деятельности.

1.2. Наименование УНУ на русском языке:

полное наименование – Комплекс КАМИКС;

сокращенное наименование – УНУ КАМИКС;

наименование УНУ на английском языке: KAMIKS Complex.

Деятельность УНУ КАМИКС осуществляется в соответствии с действующим законодательством Российской Федерации, локальными нормативными правовыми актами НИЦ «Курчатовский институт», Программой деятельности НИЦ «Курчатовский институт» на 2023 - 2027 годы, утвержденной Постановлением Правительства РФ от 06.02.2023 № 263-р и настоящим Положением.

1.3. Место нахождения УНУ КАМИКС: 117218, Москва, ул. Большая Черемушкинская, д.25, Отделение теоретической и экспериментальной физики Курчатовского комплекса фундаментальных исследований.

1.4. Центр коллективного пользования, в состав которого входит УНУ: Центр атомно-масштабных и ядерно-физических микроскопических исследований конденсированных сред для получения информации о наномасштабном состоянии различных материалов КАМИКС.

### 2. Цели и задачи УНУ КАМИКС

2.1. Обеспечение доступа исследователей к современной экспериментальной базе Центра и его инфраструктуре на принципах коллективного использования.

2.2. Повышение уровня проводимых научных исследований, разработка новых и

совершенствование существующих методов и методик научных исследований.

2.3. Текущее поддержание и развитие материально-технической базы УНУ путем дооснащения имеющихся специализированных комплексов (лабораторий) приобретаемым современным прецизионным научным оборудованием.

2.4. Подготовка специалистов и кадров высшей квалификации (студентов, аспирантов, докторантов) на базе современного научного оборудования.

2.5. Поддержка развития отечественных научных школ на научно-методической и материально-технической базе УНУ.

2.6. Разработка и реализация мероприятий программы развития УНУ.

### 3. Основы функционирования УНУ КАМИКС

3.1. В работе УНУ КАМИКС принимают участие работники структурных подразделений Курчатовского комплекса фундаментальных исследований НИЦ «Курчатовский институт». Для образовательной деятельности могут привлекаться профессора, преподаватели НИЯУ МИФИ. Персонал УНУ КАМИКС включает в себя высококвалифицированных сотрудников, имеющих опыт работы в ведущих научных лабораториях мира.

3.2. В состав УНУ КАМИКС входит современное аналитическое и технологическое оборудование, дополняющее оборудование Центра коллективного пользования (далее – ЦКП) КАМИКС. Перечень такого оборудования указан в приложении 1 к настоящему Положению.

3.3. Финансирование УНУ КАМИКС осуществляется НИЦ «Курчатовский институт».

### 4. Научные направления деятельности УНУ КАМИКС:

4.1.1. исследования тонкой структуры материалов, в том числе гетерогенных и наноструктурированных (модельные сплавы, перспективные стали и сплавы широкого спектра применения, гетерогенные системы современной электроники, биологические объекты);

4.1.2. анализ радиационной стойкости перспективных реакторных и термоядерных конструкционных материалов с применением облучения пучками тяжелых ионов и последующего атомно-масштабного анализа перестройки структурно-фазового состояния облученных материалов;

4.1.3. исследования модельных сплавов в условиях воздействия термических и радиационных полей;

4.1.4. исследования наноструктурных изменений материалов, при модификации приповерхностных слоев и создания наноструктурированных областей с использованием ионных пучков;

4.1.5. определение наличия дефектов вакансионного типа (вакансий, дивакансий, вакансионных комплексов и т.д.) в кристаллических материалах, либо свободного объема в молекулярных средах (например, в полимерах);

4.1.6. определение констант скорости химических реакций первичных радиолитических продуктов на ранней стадии процесса радиолитического разложения среды;

4.1.7. изучение морфологии поверхностей, объектов на подложках, например, наночастиц, биологических объектов.

## 5. Управление УНУ КАМИКС

5.1. Руководство деятельностью УНУ КАМИКС осуществляет руководитель УНУ, назначаемый приказом НИЦ «Курчатовский институт» по представлению заместителя директора по фундаментальным исследованиям.

5.2. Оперативное управление деятельностью УНУ, подготовку планов и отчетов, списков необходимого оборудования, комплектующих материалов и финансовых документов осуществляет руководитель УНУ КАМИКС.

5.3. Заместитель руководителя УНУ КАМИКС назначается приказом НИЦ «Курчатовский институт» по представлению руководителя УНУ.

5.4. Контроль деятельности УНУ КАМИКС осуществляет заместитель директора по фундаментальным исследованиям НИЦ «Курчатовский институт».

## 6. Порядок выполнения работ (оказания услуг) с использованием УНУ КАМИКС

6.1. Виды работ (услуг), выполняемых НИЦ «Курчатовский институт» с использованием оборудования УНУ КАМИКС: изучение и разработка перспективных конструкционных материалов, комплекс услуг по прецизионным измерениям основных физико-химических характеристик материалов методами атомно-зондовой томографии, просвечивающей электронной микроскопии, сканирующей электронной и зондовой атомно-силовой микроскопии, позитронной аннигиляционной спектроскопии, образовательные услуги в области радиационной физики, физики конденсированных сред, радиационной химии, индустрии наносистем, выполнение лабораторных работ, практикумов на основе оборудования УНУ.

6.2. Работы (услуги) с использованием оборудования УНУ КАМИКС могут выполняться НИЦ «Курчатовский институт» на основании договоров, контрактов, соглашений (возмездных и безвозмездных).

6.3. Стоимость выполняемых работ и оказываемых услуг организациям, проводящим исследования по государственным контрактам, заключенным в рамках программ федеральных министерств и ведомств, а также грантов научных фондов определяется с учетом возмещения амортизации используемого оборудования, возмещения стоимости израсходованных материалов, накладных расходов организации-исполнителя в соответствии с условиями договоров (контрактов,

соглашений).

6.4. Цели, объемы, сроки выполнения работ/оказания услуг, результаты работ и услуг, порядок публикации полученных результатов, порядок распределения прав на результаты интеллектуальной деятельности, созданные в ходе выполнения и по результатам работ, определяются в соответствии с условиями договоров (контрактов, соглашений) между организацией-заказчиком и НИЦ «Курчатовский институт» и действующим законодательством Российской Федерации.

Руководитель УНУ КАМИКС  
начальник отдела атомно-масштабных  
и ядерно-физических методов исследования  
материалов ядерной техники, д.ф.-м.н.



С.В. Рогожкин

к Положению об уникальной научной установке  
«Комплекс КАМИКС»,

утв. указанием от «01» 04 2025г.

№ 117-22ук

### Перечень и характеристики основного оборудования УНУ КАМИКС

1) **Атомно-зондовый томограф** - прибор, в котором реализованы современные достижения ядерной физики: времяпролетная масс-спектрометрия, примененная к каждому иону, испаренному электрическим, либо лазерным импульсом; разработки позиционно-чувствительных детекторов частиц с наносекундным разрешением отдельных событий.

Атомно-зондовый томограф позволяет исследовать наномасштабные особенности сложных многокомпонентных материалов (сплавов, сталей). Он позволяет получать трехмерное распределение атомов различных химических элементов в исследованном объеме. Пространственное разрешение - атомарное, а разрешение по массе позволяет различать не только все атомы, но и все изотопы. Исследования проводятся при криогенных температурах (20-100 К) и высоком вакууме  $\sim 10^{-10}$  Торр. Данные параметры, реализованные в одной установке, уникальны и не воспроизводятся другими установками. Приборы такого типа производятся в единичных экземплярах и далее дорабатываются заказчиком для решения определенных задач.

В УНУ КАМИКС имеется атомно-зондовый томограф АТЛАЗ. Этот атомно-зондовый томограф сделан путем глубокой модернизации установки ЕСОТАР. От включает лазерной испарение и другие современные узлы, обеспечивающие точность и объемы полученных данных на уровне современных коммерческих приборов такого типа. Этот прибор дополняет имеющийся в ЦКП КАМИКС томограф ПАЗЛ-3D. Особенностью данных приборов является их непрерывная работа. Временные отключения (в том числе перебои питания) крайне нежелательны для высоковакуумной системы и, кроме того, требуют последующих восстановительных процедур в течение 710 дней.

#### Вспомогательное оборудование:

1. Система приготовления образцов: Станок вырезной электроэрозионный (ВЭСТ 230-3) для первичной резки образцов из произвольной заготовки, система электрохимического утонения для первичного утонения образцов, система электрохимической полировки образцов в капле.

2. Система контроля формы образцов: оптические микроскопы для первичного анализа формы и просвечивающий электронный микроскоп для итоговой аттестации формы образцов, загружаемых в томограф.

3. Система дозиметрического контроля при работе с облученными образцами.

Имеется санитарно-эпидемиологическое заключение, разрешающую работу с источниками ионизирующего излучения

4. Система бесперебойного питания, обеспечивающая автономную работу всех элементов установки при аварийных отключениях электроэнергии.

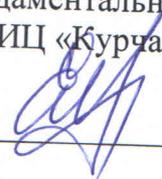
5. Вспомогательные приборы центра, обеспечивающие дополнительную информацию об исследуемых материалах:

**2) Временной позитронный аннигиляционный спектрометр** - собран на основе блоков наносекундной электроники фирмы ORTEC. Спектрометр имеет временное разрешение 230 пс, причем имеется возможность работы, как с твердыми образцами, так и с жидкостями. Позитронная спектроскопия особенно эффективна при изучении точечных дефектов вакансионного типа матрицы; распределения свободного объема в диэлектрических средах; ранних (пикосекундных) процессов радиолиза вещества.

**3) Сканирующий туннельный атомно-силовой микроскоп MultiMode NanoScope.** Режимы работы: туннельный, контактная мода AFM; тэйпинг мода AFM; тэйпинг мода в жидкостной ячейке. Разрешение прибора вплоть до атомарного. Данный прибор позволяет исследовать наномасштабные особенности на поверхностях, исследовать нанометровые объекты, нанесенные на подложку.

**4) Просвечивающий электронный микроскоп JEOL JEM 1200 EX.** Разрешение до 10 нм. Обеспечивает анализ структурно-фазового состояния материалов на микро и нано-масштабах. Используется для контроля образцов для томографического атомного зонда, которые имеют жесткие ограничения по форме в нанометровом диапазоне. Позволяет получать предварительную информацию об объектах размерами более 10 нм, расположенных в объеме твердых тел.

УТВЕРЖДАЮ  
Заместитель директора  
по фундаментальным исследованиям  
НИЦ «Курчатовский институт»



В.Ю. Егорычев

Введено в действие указанием  
от « 01 » 04 2025 г.  
№ 117-22ук

**Положение о Центре коллективного пользования «Центр атомно-масштабных и ядерно-физических микроскопических исследований конденсированных сред для получения разносторонней информации о наномасштабном состоянии различных материалов КАМИКС»**

1. Общие положения

1.1. Центр коллективного пользования «Центр атомно-масштабных и ядерно-физических микроскопических исследований конденсированных сред для получения разносторонней информации о наномасштабном состоянии различных материалов КАМИКС», именуемый в дальнейшем ЦКП КАМИКС, создан на базе отдела атомно-масштабных и ядернофизических методов исследования материалов ядерной техники приказом директора НИЦ «Курчатовский институт» - ИТЭФ» № 189 от 02.09.2014.

1.2. Наименование ЦКП на русском языке:  
полное – Центр атомно-масштабных и ядерно-физических микроскопических исследований конденсированных сред для получения разносторонней информации о наномасштабном состоянии различных материалов КАМИКС;  
сокращенное – ЦКП КАМИКС;

Наименование ЦКП на английском языке:  
Center for atom-scale and nuclear-physics microanalysis of condensed matter to obtain comprehensive information on the nanoscale state of various materials.

1.3. Деятельность ЦКП КАМИКС осуществляется в соответствии с действующим законодательством Российской Федерации, локальными нормативными правовыми актами НИЦ «Курчатовский институт», Программой деятельности НИЦ «Курчатовский институт» на 2023 - 2027 годы, утвержденной Постановлением Правительства РФ от 06.02.2023 № 263-р и настоящим Положением.

1.4. Место нахождения ЦКП КАМИКС: 117218, Москва, ул. Большая Черемушkinsкая, д.25, Отделение теоретической и экспериментальной физики Курчатовского комплекса фундаментальных исследований.

2. Цели и задачи ЦКП КАМИКС

2.1. Обеспечение доступа исследователей к современной экспериментальной базе ЦКП, к его инфраструктуре на принципах коллективного использования.

4.1.3. исследования модельных сплавов в условиях воздействия термических и радиационных полей;

4.1.4. исследования наноструктурных изменений материалов, при модификации приповерхностных слоев и создания наноструктурированных областей с использованием ионных пучков;

4.1.5. определение наличия дефектов вакансионного типа (вакансий, дивакансий, вакансионных комплексов и т.д.) в кристаллических материалах, либо свободного объема в молекулярных средах (например, в полимерах);

4.1.6. определение констант скорости химических реакций первичных радиолитических продуктов на ранней стадии процесса радиолитического распада;

4.1.7. изучение морфологии поверхностей, объектов на подложках, например, наночастиц, биологических объектов.

## 5. Управление ЦКП КАМИКС

5.1. Руководство деятельностью ЦКП КАМИКС осуществляет руководитель ЦКП, назначаемый приказом НИЦ «Курчатовский институт» по представлению заместителя директора по фундаментальным исследованиям.

5.2. Оперативное управление деятельностью ЦКП, подготовку планов и отчетов, списков необходимого оборудования, комплектующих материалов и финансовых документов осуществляет руководитель ЦКП КАМИКС.

5.3. Заместитель руководителя ЦКП КАМИКС назначается приказом НИЦ «Курчатовский институт» по представлению руководителя ЦКП.

5.4. Контроль деятельности ЦКП КАМИКС осуществляет заместитель директора по фундаментальным исследованиям НИЦ «Курчатовский институт».

## 6. Порядок выполнения работ (оказания услуг) с использованием ЦКП КАМИКС

6.1. Виды работ (услуг), выполняемых НИЦ «Курчатовский институт» с использованием оборудования ЦКП КАМИКС: изучение и разработка перспективных конструкционных материалов, комплекс услуг по прецизионным измерениям основных физико-химических характеристик материалов методами атомно-зондовой томографии, просвечивающей электронной микроскопии, сканирующей электронной и зондовой атомно-силовой микроскопии, позитронной аннигиляционной спектроскопии, образовательные услуги в области радиационной физики, физики конденсированных сред, радиационной химии, индустрии

наносистем, выполнение лабораторных работ, практикумов на основе оборудования ЦКП.

6.2. Работы (услуги) с использованием оборудования ЦКП КАМИКС могут выполняться НИЦ «Курчатовский институт» на основании договоров, контрактов, соглашений (возмездных и безвозмездных).

6.3. Стоимость выполняемых работ и оказываемых услуг организациям, проводящим исследования по государственным контрактам, заключенным в рамках программ федеральных министерств и ведомств, а также грантов научных фондов определяется с учетом возмещения амортизации используемого оборудования, возмещения стоимости израсходованных материалов, накладных расходов организации-исполнителя в соответствии с условиями договоров (контрактов, соглашений).

6.4. Цели, объемы, сроки выполнения работ/оказания услуг, результаты работ и услуг, порядок публикации полученных результатов, порядок распределения прав на результаты интеллектуальной деятельности, созданные в ходе выполнения и по результатам работ, определяются в соответствии с условиями договоров (контрактов, соглашений) между организацией-заказчиком и НИЦ «Курчатовский институт» и действующим законодательством Российской Федерации.

Руководитель ЦКП КАМИКС  
начальник отдела атомно-масштабных  
и ядерно-физических методов исследования  
материалов ядерной техники, д.ф.-м.н.



С.В. Рогожкин

к Положению о Центре коллективного пользования  
«Центр атомно-масштабных и ядерно-физических  
микроскопических исследований конденсированных сред для  
получения разносторонней информации о наномасштабном  
состоянии различных материалов КАМИКС»,  
утв. указанием от «01» 04 2025 г.  
№ 117-22ук

### Перечень и характеристики основного оборудования ЦКП КАМИКС

**1) Атомно-зондовый томограф** - прибор, в котором реализованы современные достижения ядерной физики: времяпролетная масс-спектрометрия, примененная к каждому иону, испаренному электрическим, либо лазерным импульсом; разработки позиционно-чувствительных детекторов частиц с наносекундным разрешением отдельных событий.

Атомно-зондовый томограф позволяет исследовать наномасштабные особенности сложных многокомпонентных материалов (сплавов, сталей). Он позволяет получать трехмерное распределение атомов различных химических элементов в исследованном объеме. Пространственное разрешение - атомарное, а разрешение по массе позволяет различать не только все атомы, но и все изотопы. Исследования проводятся при криогенных температурах (20-100 К) и высоком вакууме  $\sim 10^{-10}$  Торр. Данные параметры, реализованные в одной установке, уникальны и не воспроизводятся другими установками. Приборы такого типа производятся в единичных экземплярах и далее дорабатываются заказчиком для решения определенных задач.

В ЦКП «КАМИКС» имеется атомно-зондовый томограф ПАЗЛ-3D - атомно-зондовый томограф с лазерным испарением собственной разработки. Данный прибор сочетает в себе современные узлы, обеспечивающие точность и объемы полученных данных на уровне современных коммерческих приборов такого типа. Этот прибор дополняет имеющийся в УНУ КАМИКС томограф ЕСОТАР/АТЗАЗ. Особенностью данных приборов является их непрерывная работа. Временные отключения (в том числе перебои питания) крайне нежелательны для высоковакуумной системы и, кроме того, требуют последующих восстановительных процедур в течение 710 дней.

### 2) Ускорители ионов:

**Тяжело ионный ускоритель ТИПр-1** – это линейный ускоритель тяжелых ионов с пространственно-однородной квадрупольной фокусировкой (ПОКФ), обеспечивающий ускорение до энергии 101 кэВ/нуклон пучков ионов с широким диапазоном масс от  $C^+$  до  $U^{4+}$ , с током ускоренного пучка ионов в несколько миллиампер.

Ускоритель ТИПр-1 включает:

- Инжектор, состоящий из вакуумно-дугового источника ионов металлов (MEVVA) либо дуоплазмотрона и электростатической ускорительной трубки. MEVVA обеспечивает генерацию пучков длительностью от 15 до 450 мкс с частотой посылок до 12.5 импульсов/с, с общим током пучка до 200 мА. Дуоплазмотрон обеспечивает генерацию пучков ионов газов длительностью 60 мкс, частотой посылок до 1 имп/сек, с общим током пучка до 200 мА. Два данных источника способны обеспечить генерацию пучков ионов практически всех химических элементов.
- Канал согласования пучка с ускоряющей структурой (две электростатические линзы)
- Ускоряющую структуру с ПОКФ, работающей на частоте 27,7 МГц
- Канал вывода пучка, состоящего из трех магнитных квадрупольных линз с максимальным градиентом магнитного поля 12 Тл/м, камеры наблюдения пучка и мишенной камеры, разработанной для экспериментов на пучках ионов с высокими энергиями

Эксперименты проводятся как на выходе ускорителя, так и на выходе инжектора на пучках с энергией  $40-80 \text{ кэВ} \cdot Z$ , где  $Z$  – заряд иона. На выходе ускорителя установлена разработанная в ИТЭФ нагреваемая мишень для проведения облучения образцов при заданной температуре.

**Ускоритель И-2** – это линейный ускоритель протонов. Он позволяет ускорять в импульсном режиме протонный пучок до энергии 24,6 МэВ с амплитудой тока до 200 мА. Ускоритель включает в себя три ускоряющие структуры: форинжектор – ускоритель прямого действия с ускоряющим потенциалом 700 кВ и два высокочастотных ускоряющих резонатора с дрейфовыми трубками (структура Альвареца) доускоряющие пучок, соответственно, до 6,12 МэВ и 24,6 МэВ.

На выходе ускорителя И-2 построена сеть ионопроводов для измерения параметров ускоренного пучка и его практического использования.

Выведенный пучок И-2 атмосферу имеет следующие параметры:

энергия ускоренных протонов на выходе в атмосферу	- 21,0 МэВ,
энергетический разброс ускоренных частиц	- $\pm 1,0 \%$ ,
энергия ускоренных протонов в месте облучения	- $1,0 \div 20,0 \text{ МэВ}$ ,
энергетический разброс, при уменьшении энергии до	- $\pm 15,0 \%$ ,
ток ускоренного пучка в импульсе до	- 150 мА,
длительность импульса тока пучка	- $2 \div 30 \text{ мкс}$ ,
средний ток пучка до	- 3 мкА,
диаметр выпускного окна	- 85 мм,
плотность потока частиц в импульсе в зоне облучения	- $5,0 \times 10^9 \div 6 \times 10^{11}$
протон/см <sup>2</sup> .	