

**МОСКОВСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ имени М.В.ЛОМОНОСОВА**  
**НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ИНСТИТУТ ЯДЕРНОЙ ФИЗИКИ**  
**имени Д.В.СКОБЕЛЬЦЫНА**

Утверждаю

директор НИИЯФ МГУ  
  
Панасюк М.И.  
2020 г.



**ПОЛОЖЕНИЕ**

**об ЦКП уникального научного оборудования для исследования взаимодействия  
заряженных частиц с веществом, наноструктурами и биологическими объектами, а  
также имитации экстремальных условий космического пространства.**

**(ЦКП УНО «Ускорительный комплекс НИИЯФ МГУ»)**

г. Москва

2020 г.

**1. Общие положения:**

- 1.1. ЦКП Уникального научного оборудования «Ускорительный комплекс НИИЯФ МГУ» (beam.sinp.msu.ru) предназначен для изучения взаимодействия заряженных частиц с веществом, наноструктурами и биологическими объектами, а также имитации экстремальных условий космического пространства.
- 1.2. ЦКП Уникального научного оборудования «Ускорительный комплекс НИИЯФ МГУ» образован на базе Научно-исследовательского института ядерной физики имени Д.В. Скобелевца Московского государственного университета М.В. Ломоносова (НИИЯФ МГУ)
- 1.3. Почтовый адрес ЦКП УНО: 119991, г. Москва, Ленинские горы, строение 2, НИИЯФ МГУ
- 1.4. ЦКП УНО подчиняется непосредственно директору института
- 1.5. ЦКП УНО действует в соответствии с законодательством Российской Федерации, решениями федеральных органов исполнительной власти, Уставом и нормативно правовыми актами МГУ имени М.В. Ломоносова, а также настоящим положением

**2. Состав ЦКП УНО:**

- Ускорительный комплекс на энергию до 500 кэВ HVEE-500 позволяет получать пучки различных типов ионов (от 1 до 250 а.е.м.) в различных зарядовых состояниях. Экспериментальные линии позволяют как создавать объекты нанометрового масштаба, так и анализировать состав и структуру мишени под действием пучков заряженных частиц.

- Импульсный разрезной микротрон на энергию 55 МэВ RTM55, ток пучка до 10 мА, используется для прикладных экспериментальных исследований по наработке медицинских радиоизотопов на пучках тормозных гамма-квантов, исследования механизмов фотоядерных реакций с вылетом большого числа нуклонов.
- Технологический ускоритель электронов на энергию 10 МэВ, средняя мощность пучка 4 кВт, используется для обработки объектов большой толщины тормозным излучением.
- Генератор Ван-де-Граафа – электростатический генератор AN-2500 ускоряет положительные ионы водорода (протоны) и гелия (альфа-частицы) до энергии около 1 МэВ/заряд.
- Генератор Ван-де-Граафа – электростатический генератор положительных ионов ЭГ-8 – ускоряет ядра водорода (протоны) и ядра гелия (альфа-частицы) до энергии около 2,5 МэВ/заряд. Используется в НИИЯФ МГУ в работах по исследованию структуры поверхностных слоев различных материалов, в том числе передней стенки термоядерного реактора; по исследованию воздействия мелких частиц на космические аппараты путем ускорения твердых частиц размерами 0,1-3 мкм до скоростей 10-20 км/с, имитирующих метеорные частицы и космический мусор.
- Каскадный генератор КГ-500 – ускоритель положительных ионов любых ядер. Ускоритель позволяет получать ионы изотопов водорода, гелия, углерода, азота и других с энергией до 500 кэВ/заряд.
- 120-сантиметровый циклотрон – ускоритель положительных ионов изотопов водорода (протоны и дейтроны) и изотопов гелия (3-He и 4-He (альфа- частицы)) до энергии 7.5 МэВ/нуклон. Проведение экспериментов возможно с использованием следующего дополнительного оборудования: система физического моделирования и компенсации магнитных полей (кольца Гельмгольца диаметром 90 см - 2 шт. и кольца Гельмгольца диаметром 300 см - 1 шт), гипомагнитные камеры (2 комплекта).
- Ускоритель газовых кластерных ионов. Возможно получать до нескольких тысяч атомов в кластере с энергией ионов: 1 — 15 кэВ. Ток пучка: до нескольких мкА (в зависимости от состава кластеров). Возможность контроля температуры мишени в широких пределах.
- Ускоритель электронов непрерывного действия УЭЛР-1-25-Т-001 предназначен для применения ускоренного электронного пучка в радиационных технологиях и испытания воздействия радиационных факторов на материалы и оборудование. Ускоритель обеспечивает электронный пучок с энергией 1 МэВ и током, регулируемым в диапазоне от 5 нА до 25 мА.
- Испытательный материаловедческий комплекс, в составе: 1) Электронный микроскоп FIB-SEM TESCAN LYRA с галиевым источником позволяет фокусировать пучки электронов и ионов в одной точке. Это помогает одновременно получать изображения с помощью SEM во время использования FIB, что особенно важно во всех тех операциях с FIB, которые требуют предельного уровня точности; 2) Установка «НаноЛаборатория ИНТЕГРА Спектра (NT-MDT)» объединяет в себе возможности СЗМ с конфокальной микроскопией/спектроскопией комбинационного рассеяния (КР); благодаря эффекту гигантского усиления КР позволяет проводить КР спектроскопию и получать оптические спектры с пространственным разрешением по поверхности образца до 50 нм; 3) Ускоритель кислородной плазмы с формированием плазменного пучка импульсным лазерным излучением, обеспечивающий плотность потока  $10^{14}-10^{16} \text{ см}^{-2}\text{с}^{-1}$ , содержание ионов  $\text{O}^+$  в потоке не более 10%, продолжительность непрерывной работы стенда – 72 часа.
- Масс-монохроматор НИИЯФ МГУ. Рассчитан на энергии ионов от 5-35 кэВ. Плотность пучка в фокусе установки достигает 2 мА/см<sup>2</sup>. Поперечное сечение ионного пучка ~0.3 см<sup>2</sup>.



- Вакуумная камера для испытаний детекторов рентгеновского и ультрафиолетового излучений с объемами 2,5 м<sup>3</sup> и 1,5 м<sup>3</sup>. Имеющиеся источники рентгеновского излучения позволяют проводить калибровочные измерения детекторов на линиях рентгеновского излучения с энергиями от 0,28 кэВ до 50 кэВ.
- Высоковакуумная установка с комплектом магнетронных источников ORION 5-HV. 5 магнетронов. Нагрев подложки – до 850 С.

### **3. Основные задачи ЦКП УНО:**

- 3.1. Получение новых знаний в области изучения взаимодействия заряженных частиц с веществом, наноструктурами и биологическими объектами, а также имитации экстремальных условий космического пространства.
- 3.2. обеспечение научно-исследовательских, опытно-конструкторских и технологических работ, проводимых научными организациями, с предоставлением возможности совместного использования методов научных исследований, разработанных или освоенных для уникальной установки в форме коллективного пользования;
- 3.3. повышение уровня загрузки научного оборудования в ЦКП УНО;
- 3.4. участие в подготовке специалистов и кадров высшей квалификации (студентов, аспирантов, докторантов) на базе современного научного оборудования ЦКП УНО;
- 3.5. реализация мероприятий программы развития ЦКП УНО;
- 3.6. выполнение измерений и исследований на научном оборудовании ЦКП УНО силами исследовательского персонала ЦКП УНО в интересах подразделений базовой организации и оказания услуг другим заинтересованным организациям.

### **4. Для эффективного пользования ЦКП УНО назначается совет ЦКП УНО**

- Руководитель, профессор, директор НИИЯФ МГУ Панасюк М.И.
- Заместитель руководителя, зам. директор по научной работе, к.ф.м.н., Шемухин А.А.
- Заместитель директора по научной работе, д.ф.м.н., профессор Еременко Д.О.
- Заведующий отделом ОФАЯ, д.ф.м.н., профессор, Чеченин Н.Г.
- Главный научный сотрудник, д.ф.м.н., профессор Шведунов В.И.

### **5. Научные направления деятельности ЦКП УНО:**

- 5.1. Квантовомеханическое описание потерь энергии и изменение зарядового состояния частиц при прохождении заряженных частиц через конденсированное вещество;
- 5.2. Исследование быстропротекающих процессов в химии, биологии. Исследование фотонейтронных реакций времяпролетным методом для генерации мощных когерентных излучений (синхротронного, переходного, Смита-Парселл и т.д.), в том числе в терагерцовой области;
- 5.3. Процессы эмиссии электронов, атомов, ионов и фотонов, радиационное повреждение, фазовые переходы и рекристаллизация;
- 5.4. Создание NV-центров, одноатомных транзисторов, генерация точечных дефектов, кластеров дефектов и наночастиц;
- 5.5. Воздействие космической радиации на поверхность космических аппаратов, механизмы и физические процессы в элементах бортовой электроники при воздействии высокоэнергетического космического излучения на околоземных орбитах и в межпланетном пространстве;

- 5.6. Отработка, настройка детекторов космического излучения спутников Метеор М1, Метеор М2, Электро Л1, Электро Л2, а также, кубсатов МГУ и других космических миссий;
- 5.7. Радиационные эффекты в нано- и биообъектах.
- 5.8. Исследование механизмов фотоядерных реакций с вылетом большого числа нуклонов, изучение вклада механизма квазидейтронного фотопоглощения.
- 5.9. Исследование особенностей структуры нейтронодефицитных и нейтроноизбыточных ядер вблизи границ нуклонной стабильности, исследование механизмах процессов, приводящих к образованию таких ядерных структур.

## **6. Организационная структура ЦКП УНО:**

- 6.1. Обслуживание оборудования ЦКП УНО и получение результатов исследований осуществляется штатными сотрудниками базовой организации НИИЯФ МГУ
- 6.2. Общее руководство всей научно-исследовательской деятельностью и деятельностью, направленной на развитие ЦКП УНО осуществляет руководитель организации.

## **7. Финансирование ЦКП УНО:**

Финансирование деятельности ЦКП УНО осуществляется базовой организацией, в том числе в рамках выполнения государственных контрактов и договоров, направленных на выполнение научно-исследовательских работ и работ по развитию ЦКП УНО.

## **8. Организация деятельности ЦКП УНО:**

- 8.1. Порядок обеспечения проведения научных исследований и оказания услуг определяет руководитель базовой организации в соответствии с действующим законодательством Российской Федерации, в том числе Гражданским кодексом Российской Федерации.
- 8.2. Порядок доступа к оборудованию ЦКП УНО осуществляется в соответствии с Порядком доступа заинтересованных пользователей к оборудованию и услугам, оказываемым уникальной научной установкой ЦКП УНО осуществляется в установленном порядке на основании приказа руководителя базовой организации
- 8.3. Проведение совместных научных исследований с помощью оборудования ЦКП УНО и оказание услуг заинтересованным пользователям на безвозмездной основе осуществляется на основе нефинансового договора или соглашения между организацией-заказчиком и базовой организацией
- 8.4. Проведение научных исследований с помощью оборудования ЦКП УНО и оказание услуг заинтересованным пользователям на возмездной основе осуществляется путём заключения хозяйственных договоров с НИИЯФ МГУ в установленном порядке.
- 8.5. Контроль за осуществлением деятельности ЦКП УНО осуществляет руководитель организации.