

**Справка о Национальном центре физики и математики (НЦФМ)**

Десятилетие науки и технологий в России (2022–2031, стартовавшее по Указу Президента) — это масштабная программа инициатив, проектов и мероприятий по ускоренному развитию экономики и социальной сферы через усиление роли науки и наукоемких технологий в решении важнейших задач развития общества и страны. **Открытие в России новой научно-исследовательской инфраструктуры — одна из ключевых инициатив Десятилетия. Флагманским проектом этой инициативы является создание Национального центра физики и математики** (НЦФМ) в Сарове Нижегородской области — «научного городка XXI века». НЦФМ создается недалеко от сильных научных центров: рядом с РФЯЦ-ВНИИЭФ и нижегородскими научно-исследовательскими организациями, в нескольких сотнях километров от Москвы, Дубны и других городов с известными научными школами.

НЦФМ создается по поручению Президента Российской Федерации (поручения от 28.11.2020 № Пр-1992, № Пр-1993, № Пр-1994, № Пр-1995, № Пр-1996, а также от 05.06.2021 № Пр-987) в г. Сарове Нижегородской области. Проект «Создание Национального центра физики и математики» сформирован как федеральный проект и включен отдельным структурным элементом в части создания имущественного комплекса в государственную программу «Развитие атомного энергопромышленного комплекса», в части реализации научной программы — в государственную программу «Научно-технологическое развитие».

**Основными целями НЦФМ** являются получение новых научных результатов мирового уровня, подготовка ученых высшей квалификации, а также укрепление кадрового потенциала предприятий Госкорпорации «Росатом» и сферы научных исследований и разработок Российской Федерации.

НЦФМ призван стать **местом научного прорыва в фундаментальных исследованиях**:

* на первом этапе — за счет использования мощного научного потенциала, уникальной исследовательской инфраструктуры и высококвалифицированных кадров прежде всего ФГУП РФЯЦ-ВНИИЭФ и других научных организаций Росатома в кооперации с ведущими вузами и академическими институтами страны;
* на втором этапе — за счет реализации проектов класса «миди-сайенс» и «мегасайенс», которые приведут к формированию в стране крупного центра компетенций по ряду критически важных направлений для обеспечения научного лидерства России.

НЦФМ создается при поддержке Госкорпорации «Росатом», Российской академии наук, Минобрнауки России, МГУ им. М. В. Ломоносова, РФЯЦ-ВНИИЭФ, НИЦ «Курчатовский институт» и Объединенного института ядерных исследований.

**Образовательным ядром НЦФМ является созданный в 2021 году в рамках «быстрого старта» НЦФМ филиал МГУ им. М. В. Ломоносова в г. Сарове.** Уже сейчас в этом филиале учатся около сотни магистрантов и аспирантов. Филиал создан для подготовки специалистов в перспективных областях физики, математики, информатики и суперкомпьютерных технологий. На основе лучших мировых научных и образовательных практик созданы магистерские программы «Вычислительные методы и методика моделирования», «Экстремальные электромагнитные поля, релятивистская плазма и аттосекундная физика», «Лазерная нелинейная оптика и фотоника», «Теоретическая физика» и «Суперкомпьютерные технологии и фундаментальная информатика». Преподаватели МГУ Саров — это академики и члены-корреспонденты РАН, профессора головной площадки МГУ и исследователи Федерального ядерного центра в Сарове. Студенты проходят практику на лабораторных установках под руководством ведущих ученых РФЯЦ ВНИИЭФ. В июне 2023 года состоится первый выпуск магистров МГУ Саров — 46 человек, большинство из которых планируют свою дальнейшую трудовую деятельность в научном контуре НЦФМ и на предприятиях Госкорпорации «Росатом»: ВНИИЭФ, ВНИИА им. Духова и других.

На территории образовательного ядра НЦФМ — МГУ Саров — уже создана комфортная среда для жизни и старта серьезной исследовательской работы. Студенты и аспиранты МГУ Саров живут в таунхаусах и апарт-комплексе рядом с хвойным лесом и озером. Учебный корпус филиала оборудован современными кабинетами, двумя молодежными лабораториями МГУ Саров и компьютерным классом. Учащиеся кооперируются и активно создают студенческие клубы по интересам: от наблюдения в телескоп за звездами и работы в Студенческом научном обществе МГУ Саров до игры в волейбол на спортплощадке и обсуждения кинофильмов.

**В 2022 году стартовала реализация научной программы НЦФМ** по 10 перспективным научным направлениям: от искусственного интеллекта и суперкомпьютерного моделирования до лазерной физики и космологии. Ее реализует научная кооперация из более чем 50 институтов РАН, ведущих университетов и высокотехнологичных компаний России на экспериментальной и расчетной базе этих организаций, в том числе на открытой части оборудования Российского федерального ядерного центра — ВНИИЭФ и Российского федерального ядерного центра — ВНИИТФ. Например, в рамках научной программы ученые уже соединяют системы искусственного интеллекта с биологическими для развития возможностей человеческого тела и готовятся выращивать растения в космосе ради освоения лунных ресурсов.

**Советом по развитию НЦФМ утверждены Программа развития НЦФМ и Научная программа НЦФМ, включающая 10 направлений:**

1. Национальный центр исследования архитектур суперкомпьютеров.
2. Математическое моделирование на супер-ЭВМ экса- и зеттафлопсной производительности.
3. Газодинамика и физика взрыва.
4. Физика высоких плотностей энергии.
5. Физика частиц и космология.
6. Ядерная и радиационная физика.
7. Исследования в сильных и сверхсильных магнитных полях.
8. Физика изотопов водорода.
9. Искусственный интеллект и большие данные в технических, промышленных, природных и социальных системах.
10. Экспериментальная лабораторная астрофизика и геофизика.

**Распоряжениями Правительства Российской Федерации:**

* утвержден перечень экспериментальных установок и вычислительных комплексов федеральных государственных унитарных предприятий, которым присвоен статус федеральной ядерной организации, для проведения экспериментальных исследований (распоряжение Правительства Российской Федерации от 17.11.2021 № 3231-р);
* утвержден состав Совета по развитию НЦФМ (распоряжение Правительства Российской Федерации от 01.11.2021 № 3108-р);
* определены источники и объем финансирования строительства первой очереди имущественного комплекса НЦФМ (распоряжение Правительства Российской Федерации от 14.10.2021 № 2895-р).

**Избранные результаты научной программы НЦФМ за 2022 год, ряд из которых достигнут впервые в мире:**

* С помощью систем искусственного интеллекта ученые разработали методы и алгоритмы сбора, хранения, накопления, интеграции и анализа информации о состоянии здоровья и образе жизни человека. Эта информация позволит формировать рекомендации по снижению рисков психофизиологических заболеваний.
* Впервые проведен взрывной эксперимент, в котором одновременно зарегистрированы сжимаемость, яркостная температура и массовая скорость неидеальной плазмы гелия при давлении 2 миллиона атмосфер. Эта фундаментальная информация о свойствах гелия нужна, чтобы повысить точность моделирования физических схем перспективных устройств для инерциального управляемого термоядерного синтеза — для получения энергии будущего.
* Ученые представили перспективы поиска процессов рождения легкой темной материи, которая недоступна для прямого наблюдения, в экспериментах на перспективной российской установке класса «мегасайенс» — электрон-позитронном коллайдере, который планируется создать на территории НЦФМ.
* Ученые создают данную установку класса «мегасайенс» также в поисках новой физики для изучения процессов рождения очарованных кварков и тау-лептонов. На установке будет получен набор данных, превосходящий на два порядка по объему существующую информацию. Для достижения максимальной светимости разработан проект системы финального фокуса места встречи электрон-позитронных пучков на основе принципиально новой схемы их столкновения.
* Для получения новых данных по ядерным реакциям «зажигания» термоядерного топлива создан шестидетекторный спектрометр заряженных частиц. Нижняя граница регистрации заряженных частиц спектрометра — 2000 кэВ, что превосходит характеристики зарубежных аналогов. Результаты будут использованы для тестирования современных теорий ядерных реакций, структуры атомного ядра, а также в следующих исследованиях по фундаментальной ядерной физике, астрофизике и работах по управляемому термоядерному синтезу.
* Молекула углекислого газа стабильна в обычных условиях, но при высоких давлениях демонстрирует сложное химическое поведение, что является одной из принципиальных задач физики твердого тела, наук о Земле и химической космологии. Ученые в НЦФМ впервые в мире исследовали физические свойства углекислого газа при неисследованном ранее сверхвысоком давлении, созданном с использованием устройства изоэнтропического сжатия на основе взрывомагнитного генератора, — около 4 Мбар.
* Вычислительные устройства, устроенные наподобие деятельности нашего мозга, более скоростные и энергоэффективные. Для реализации таких электронных систем с новой элементарной базой ученые разработали научно-технологические решения по созданию мемристивных наноструктур, на основе которых моделируются элементы, выполняющие функции искусственных синапсов и нейронов человеческого мозга, а также по их интеграции в базовый технологический процесс по созданию полупроводниковых технологий построения интегральных микросхем.
* Ученые провели работы по созданию квантово-каскадных лазеров среднего инфракрасного диапазона, адаптивных систем нового поколения; проведены эксперименты по управлению перекачкой энергии в пересекающихся в плазме лазерных пучков; развита технология производства мишеней заданной плотности, эффективных конвертеров излучения, исследованы новые режимы сжатия при высоких плотностях энергии. Эти результаты позволят улучшить характеристики установок, в которых используются лазерные технологии.
* Разработана физическая схема оптической нейронной сети на основе Фурье-коррелятора для распознавания объектов в видеопотоке. Создан демонстрационный образец этой оптической нейронной сети, подтвердивший работоспособность выбранной схемы. На примере задачи распознавания рукописных символов образец продемонстрировал надежность распознавания в 91%. С 2023 по 2025 год будут разработаны экспериментальные образцы аналоговых фотонных сопроцессоров, которые помогут решить приоритетные прикладные задачи по направлению НЦФМ по исследованию архитектур суперкомпьютеров: оптическая локация объектов, обработка гиперспектрограмм и обработка радиолокационных данных.
* Выполнен комплекс работ по созданию и развитию современных методов математического моделирования физических процессов в интересах решения промышленных задач:
1. Решение комплексных систем линейных алгебраических уравнений для стационарных задач электромагнитного излучения.
2. Расчет эффективной поверхности рассеяния электромагнитных волн на сложных технических изделиях на основе итерационных методов с использованием мозаично-скелетонных аппроксимаций.
3. Моделирование образования капель в результате срыва тонкой пленки с криволинейной поверхности для задач авиадвигателестроения.
4. Апробация подходов к ускорению мультифизичных расчетов на примере кинетики горения водородосодержащей смеси с использованием методов машинного обучения и др.

**В рамках НЦФМ к 2023 году** **создано шесть молодежных лабораторий** за счет средств федерального бюджета в нижегородских институтах из научной кооперации НЦФМ:

* Лаборатория моделирования плазменных геофизических и астрофизических явлений.
* Лаборатория газодинамики и физики взрыва.
* Лаборатория математического моделирования в индустриальных и фундаментальных исследованиях.
* Лаборатория искусственного интеллекта и обработки больших массивов данных.
* Лаборатория перспективных лазерных систем среднего и дальнего инфракрасного диапазона.
* Tera Light (Лаборатория нелинейной терагерцовой фотоники).

Помимо фундаментальных исследований большой объем работ под эгидой НЦФМ связан с реализаций задач **по обеспечению технологического суверенитета страны.**

**Национальный центр ведет плотное взаимодействие с Институтом трансфера технологий АО «Русатом РДС».** Трансфер технологий представляет собой перенос разработок из сферы науки в реальный сектор экономики в форме конечного продукта, который можно использовать на производстве в практических целях. Новый Институт трансфера технологий (ИТТ) АО «Русатом РДС» создан на основе лучших мировых практик. Цель создания Института — ввод в гражданский оборот технологий военного и двойного назначения, имеющихся на предприятиях ядерно-оружейного комплекса, а также разрабатываемых в Национальном центре физики и математики (НЦФМ).

Основные направления деятельности ИТТ: новая энергетика, водородная энергетика, ветроэнергетика, накопители энергии, переработка отходов, аддитивные технологии, станкостроение, робототехника, приборостроение, цифровое моделирование, ядерная медицина, медицинское оборудование, лазерные технологии, сверхпроводимость, нефтегазосервис и электротехника. Запланированный объем контрактов, связанных с производством гражданской продукции, реализуемых с помощью механизма трансфера технологий, должен составить 150 млрд рублей к 2030 году.

**Ключевые проекты НЦФМ с ИТТ АО «Русатом РДС»**:

1. Разработка рентгеновского литографа для производства отечественной электронно-компонентной базы.
2. Создание цифровых двойников ренгтгеновского литографа и атомной станции малой мощности четвертого поколения.
3. Разработка прототипа системы здоровьесбережения с формированием цифрового профиля здоровья для каждого человека.
4. Разработка системы автономной навигации космических аппаратов по рентгеновским пульсарам.

**Ближайшие задачи НЦФМ:** в 2023–2025 годах на кампусе НЦФМ построят новое жилье для студентов и преподавателей, Центр коллективного пользования, Центр конгрессов и первые научные лаборатории. Создаваемые лаборатории станут основой для реализации флагманских проектов НЦФМ — уникальных установок класса «мегасайенс».

**Планируется создание семи лабораторий «миди-сайенс» на базе НЦФМ в 2023 году для решения конкретных задач:**

1. Лаборатория фотонных вычислительных устройств (создание линейки отечественных аналоговых вычислительных систем для сверхскоростной обработки информационных потоков).
2. Лаборатория суперкомпьютерных двойников индустриальных объектов (достижение нового уровня отечественных технологий суперкомпьютерного моделирования, ориентированных на супер-ЭВМ пета- и экзафлопсной производительности).
3. Лаборатория сверхсильных оптических полей (создание перспективных лазерных технологий нового поколения для исследования в интересах отработки составных частей лазерной установки XCELS и постановки критических экспериментов по экзаваттной физике).
4. Лаборатория ядерной фотоники (создание уникального источника гамма-излучения с энергией квантов 5–50 МэВ и развертывание экспериментов в новой области физики — ядерной фотонике для изучения свойств ядерной материи и строения вещества на новом уровне).
5. Лаборатория сильных магнитных полей (создание уникальной исследовательской базы для развития отечественной микро- и наноэлектроники и сверхпроводниковой техники).
6. Лаборатория нейроморфного искусственного интеллекта (создание нейроморфных вычислительных систем для решения задач технического зрения, управления робототехническими системами, обработки сигналов в составе инвазивных и неинвазивных нейроинтерфейсов).
7. Лаборатория моделирования астрофизических и геофизических явлений (исследования астрофизических явлений с экстремальными магнитными и электрическими полями, изучение воздействия пыли на космические аппараты, в том числе по программам полетов на Луну и Марс; выявление возможностей адаптации живых систем к изменяющимся условиям, в том числе экстремальным).

[**Презентация**](https://atommedia.online/wp-content/uploads/2023/11/ncfm-sergeev_2023.pdf)