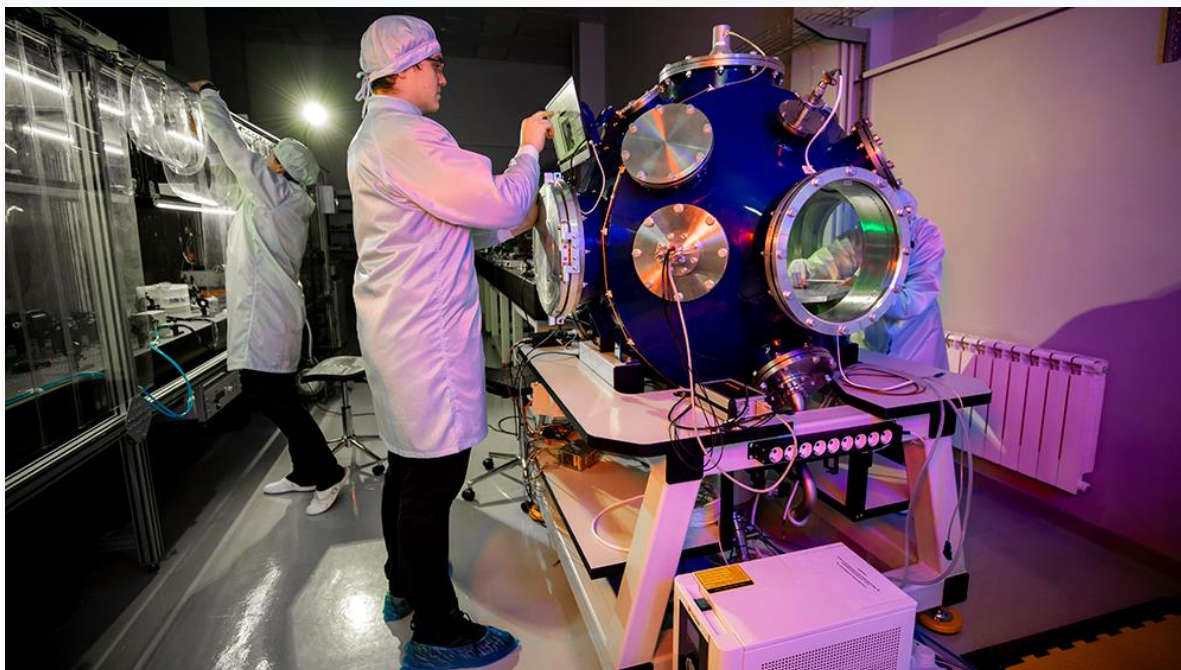


Автор: Дмитрий Анохин

Фото: Иван Головков

11 марта 2024

Магия ЭЛЬФа: чем уникален новый российский лазер



В Национальном исследовательском ядерном университете «МИФИ» завершается работа над лазерной установкой ЭЛЬФ. «Сказочная» аббревиатура — международная: по-русски — «экспериментальная лазерно-физическая установка», по-английски — *experimental laser facility*. Проект действительно мирового уровня. Побывав на площадке, наш обозреватель в этом убедился.

Как все начиналось

Первые разговоры о создании мощного лазерного комплекса в МИФИ начались почти полтора десятка лет назад, когда на московской площадке университета закладывали научный лабораторный корпус. Через пять лет оформилась идея проекта (см. справку).

«Авторы и конструкторы ориентировались на организационную структуру и исследовательскую программу входящих в консорциум *Laserlab Europe* предприятий и на интересы работающих там ученых,— рассказывает директор Института лазерных и плазменных технологий МИФИ профессор Андрей Кузнецов.— *Laserlab Europe* объединяет свыше трех десятков ведущих организаций в области междисциплинарных исследований на основе лазеров в 18

странах и обеспечивает доступ к установкам исследователям из всех областей науки. В 2017 году, внимательно ознакомившись с проектом ЭЛЬФа, западноевропейские коллеги пообещали принять его в консорциум — конечно, после запуска. Это было важно: долгие годы наши фундаментальные и прикладные исследования с применением лазерного излучения высокой мощности — например, физика высокой плотности энергии и экстремального состояния вещества, экспериментальная лабораторная астрофизика — ориентировались на зарубежные лазерные установки. Сейчас ситуация кардинально изменилась: нас практически отрезали от исследовательской базы, и признанные во всем мире российские ученые лишились возможности экспериментально проверять теоретические модели и расчеты. Отсутствие доступных широкому кругу исследователей лазерных установок в России приводит к тому, что лазерщики ищут применение своим знаниям и умениям в других точках земного шара».

Запуск ЭЛЬФа затормозила пандемия. Но в то же время это позволило доработать концепт-дизайн, рассчитать конструкцию и уточнить технические параметры установки.

По принципу субмарины

Сейчас завершается подготовка помещений комплекса и монтаж системы климат-контроля — с мощными лазерами можно работать только в чистом помещении с соблюдением строгих требований к температуре, влажности и концентрации пыли в воздухе.

«В компоновке заложен принцип отсеков субмарины,— говорит Андрей Кузнецов.— Лазерный и экспериментальный залы соединены шлюзом. В первом располагается 24-метровый лазер, во втором — мишенный зал с вакуумными камерами для исследуемого вещества. Первая полуторакубометровая камера готова: мы спроектировали и сделали ее при содействии Троицкого института инновационных и термоядерных исследований».

Для комфорта и эффективности исследований предусмотрено все необходимое: рабочие зоны, два пульта управления (лазером и мишенным комплексом), грузовой портал для крупногабаритного оборудования, конференц-зал, даже экскурсионный балкон на втором этаже — чтобы любопытствующие посетители не мешали ученым.

ЭЛЬФ создается на основе элементной базы лазера «Луч» Российского федерального ядерного центра «Всероссийский научно-исследовательский институт экспериментальной физики» (РФЯЦ-ВНИИЭФ). Фактически ВНИИЭФ выступает научным руководителем работ: сотрудники Института лазерно-физических исследований центра предложили оптическую схему усиления, обеспечивающую рекордные в этом классе установок параметры излучения.

В следующем году на ЭЛЬФе должны запустить первый канал — длинноимпульсный (7 кДж за 3–20 наносекунд), в 2028-м — короткоимпульсный (200 Дж за 0,7–1 пикосекунду). После этого лазер с полным правом можно будет называть уникальным: в мире пока нет источников, одновременно выдающих в двух пучках разной длительности поток когерентных фотонов с энергией несколько килоджоулей в импульсе.

Сверхновые под прицелом

Разрабатывается перечень исследований и экспериментов, где ЭЛЬФ незаменим. «Длинным импульсом лазер создает плазму, а коротким ее просвечивает. Благодаря независимой работе обоих пучков можно варьировать как временные профили импульсов, так и их взаимную задержку,— объясняет Андрей Кузнецов.— На переднем крае — сразу несколько классов интереснейших задач, к которым реально подступиться при помощи этой технологии. Например, создание в локальном объеме мишени условий для моделирования процессов в недрах сверхновых звезд — так называемая лабораторная астрофизика».

Еще два важных предназначения ЭЛЬФа — воспитание научных кадров и обучение студентов, будущих физиков-экспериментаторов. Лазер будет востребован и как фабрика фотонов, вырабатывающая импульсы определенных параметров по заказу пользователей. Ведь в столичном регионе настоящий лазерный голод: здесь до сих пор нет исследовательской установки подобной мощности.

В прошлом году в РФЯЦ-ВНИИЭФ запустили лазер УФЛ-2М (пока не на проектную мощность, но это детали). Теперь Россия входит в клуб стран, обладающих машинами мегаджоульной энергии в импульсе. А это прямая дорога к решению важнейших задач в энергетике и обеспечении обороноспособности. Но мегаустановка крайне сложна и дорога в эксплуатации. Например, стоимость одного эксперимента на американском первенце этого класса National Ignition

Facility в Ливерморской национальной лаборатории может достигать миллиона долларов: выстрелить пучком фотонов источник способен раз в сутки, после чего вдвое дольше остывает. Чтобы тестировать и отлаживать некоторые компоненты эксперимента в мини-масштабе, удобно строить университетские лазеры-спутники.

«В Университете Рочестера работает килоджоульный лазер «Омега», — приводит пример Андрей Кузнецов. — По тому же пути пошли французы: килоджоульный LULI2000 в Политехнической школе сопутствует мегаджоульному LMJ. Думаю, стратегия оптимальна и для России, если мы не хотим отставать в этой области исследований».

СПРАВКА

В 2020 году соглашение о создании лазерной установки ЭЛЬФ заключили НИЯУ «МИФИ», РФЯЦ-ВНИИЭФ и Институт общей физики им. Прохорова РАН, позднее к ним подключился Физический институт им. Лебедева РАН. В 2021 году проект вошел в госпрограмму «Приоритет-2030». Сейчас активное участие в нем принимают и сотрудники Объединенного института высоких температур РАН и Института прикладной физики РАН.

Источник: газета Страна РОСАТОМ 11 марта 2024 г. <https://strana-rosatom.ru/2024/03/11/magiya-elfa-chem-unikalen-novyj-rossij/>