



МИХАИЛ КОВАЛЬЧУК:

КОГНИТИВНЫЙ РЕЗОНАНС

ДЛЯ САМЫХ СЛОЖНЫХ, ДОРОГОСТОЯЩИХ НАУЧНЫХ ПРОЕКТОВ С МЕЖДУНАРОДНОЙ КООПЕРАЦИЕЙ СУЩЕСТВУЕТ СПЕЦИАЛЬНЫЙ ТЕРМИН — МЕГАНАУКА (MEGA-SCIENCE). РОССИЯ УЧАСТВУЕТ В ЦЕЛОМ РЯДЕ ПРОЕКТОВ УРОВНЯ МЕГА-САЙЕНС. ЗАЧЕМ НАШЕЙ СТРАНЕ ШИРОКАЯ НАУЧНАЯ КООПЕРАЦИЯ, И КАК ОБСТОИТ ДЕЛО В РОССИИ С СОБСТВЕННЫМИ МЕГАНАУЧНЫМИ ПРОЕКТАМИ, НАМ РАССКАЗАЛ **МИХАИЛ КОВАЛЬЧУК** — ПРЕЗИДЕНТ ЛЕГЕНДАРНОГО КУРЧАТОВСКОГО ИНСТИТУТА, ИЗВЕСТНЫЙ УЧЕНЫЙ, ЧЕЛОВЕК С ГЛОБАЛЬНЫМ ПОДХОДОМ К НАУЧНЫМ ИССЛЕДОВАНИЯМ, МЫСЛЯЩИЙ И ДЕЙСТВУЮЩИЙ В ГОСУДАРСТВЕННОМ МАСШТАБЕ

ТЕКСТ: «Редкие земли»

Современной науке для исследований, прорывов нужны настолько сложные и мощные экспериментальные установки, что их строительство, дальнейшая эксплуатация выходят за рамки возможностей отдельных государств.

Не будет преувеличением утверждение, что большинство успешных международных проектов мега-сайенс, определивших нынешние направления фундаментальной науки, имели в основе своей открытия или идеи ученых советской-российской научной школы. Такими яркими страницами в истории отечественной науки является, например, создание ускорительно-накопительных комплексов, нейтронных источников и токамаков. Именно благода-

ря этим успехам российские ученые имеют сегодня возможность активно участвовать в международных мегапроектах. Перечислю основные: с российским участием создается Европейский рентгеновский лазер на свободных электронах XFEL, Большой адронный коллайдер LHC Европейской организации ядерных исследований CERN, Международный экспериментальный термоядерный реактор ITER, Европейский центр по исследованию ионов и антипротонов FAIR. Мы принимаем самое активное участие в работе Европейского источника синхротронного излучения ESRF в Гренобле, Немецкого электронного синхротрона DESY в Гамбурге, и этот список можно продолжить.



**КОВАЛЬЧУК
МИХАИЛ ВАЛЕНТИНОВИЧ**

Российский ученый-физик, специалист в области рентгеноструктурного анализа. Член-корреспондент РАН, президент НИЦ «Курчатовский институт»



**МЫ ВЫЖИЛИ
ТОЛЬКО БЛАГОДАРЯ
ПОТЕНЦИАЛУ
СОВЕТСКОЙ НАУКИ,
ЕЕ СИЛЬНЕЙШИМ
НАУЧНЫМ
ШКОЛАМ, КОТОРЫЕ
ПРОДОЛЖАЛИ
ПОДДЕРЖИВАТЬ
НАС НА ПЛАВУ**

РЗ: То есть сейчас мы наблюдаем возрождение престижа российской науки, но ведь до этого был очень тяжелый период?

Я уверен, что ни в одной стране мира наука не восстановилась бы после такого глубокого шока. С конца 1980-х годов российская наука пережила сложнейшие двадцать лет. Вся научная система страны за эти годы была полностью дестабилизирована, практически боролась за выживание. О научном развитии на эти годы просто пришлось забыть, задача была хоть как-то сохранить имеющееся. Мы выжили только благодаря потенциалу советской науки, ее сильнейшим научным школам, которые продолжали поддерживать нас на плаву.

В эти тяжелые годы, тем не менее, продолжалось участие российских институтов в международных проектах, так как наши научные традиции, интеллектуальный потенциал всегда очень высоко ценились в мире. Мы имели уникальный опыт строительства и работы на мегаустановках внутри страны, то есть имели кадры и культуру работы на таких сложных установках. Это сыграло важную роль в возможности успешного участия российских ученых в крупных международных мегапроектах.

При всей неоднозначности процесса оттока научных кадров за границу, в итоге присутствие российских ученых, их идей в мировой науке отнюдь не ослабело. По сути, произошла интеграция наших ученых в мировую науку — то, чего не существовало в СССР. Российские ученые, уезжая в другие страны, продолжали там заниматься своими разработками. Так возникла целая российская научная диаспора.

РЗ: Как изначально происходило вхождение российских научных организаций в международные меганаучные проекты?

В первое время в таких глобальных, как CERN, FAIR, мы были представлены очень разнородно: каждый из институтов, министерств и отдельных ученых работал на себя, не было координации со стороны

государства. По мере решения в России первоочередных и самых острых задач переходного периода, улучшения общей ситуации в стране, росло понимание того, что развитие научного потенциала, современной исследовательской инфраструктуры, новых форм взаимодействия научных институтов является также жизненно необходимым.

Постепенно мы усиливали свое присутствие в глобальных научных проектах, но уже не как отдельные ученые и организации, а системно. Российская наука приобрела новое «лицо», статус, участвуя в этом сотрудничестве на равных позициях, интеллектуально, организационно, материально — на всех уровнях. Стало понятно, что зарубежные институты участвуют в таких проектах четко и организованно, национальными лабораториями, целыми научными обществами, как, например, общество Гельмгольца в Германии. А среди российских участников царил неразбериха: какие-то функции дублировались, где-то, наоборот, были пробелы. Это отражало состояние дел и внутри российского научного сообщества в целом.

РЗ: Почему именно Курчатовский институт смог стать центром, объединившим вокруг себя научные организации и ученых для реализации меганаучных проектов?

На базе Курчатовского института в апреле 2008 года был образован первый в России национальный исследовательский центр (национальная лаборатория). В его состав на первом этапе вошли четыре ядерно-физических центра: Институт теоретической и экспериментальной физики (Москва), Институт физики высоких энергий (Московская область, Протвино), Петербургский институт ядерной физики (Ленинградская область, Гатчина), и наиболее крупный из всех — сам Курчатовский институт (Москва). Каждый участник привнес свой уникальный опыт, компетенции, инфраструктуру и научные связи. В 2016 году к НИЦ «Курчатовский институт» присоединились Центральный научно-исследовательский институт конструкционных материалов «Прометей» и ФГУП «Научно-исследовательский институт химических реактивов

КУРЧАТОВСКИЙ СИНХРОТРОН

Курчатовский источник синхротронного излучения («КИСИ-Курчатов») был запущен 1 октября 1999 года и по сей день остается единственным специализированным источником синхротронного излучения на постсоветском пространстве. Всего на большом Курчатовском ускорителе сейчас работает более полутора десятков экспериментальных станций, на которых ведутся исследования в области нанодиагностики, нанобиотехнологий, микроэлектроники, медицины, материаловедения, археологии. Станции имеют в своем составе сложную оптическую аппаратуру, оборудованы вакуумной техникой, детекторами излучения и автоматизированными системами управления. В настоящее время идет модернизация существующих и создается еще десять новых экспериментальных станций.



Курчатовский источник синхротронного излучения (КИСИ)



и особо чистых химических веществ», а в этом году — ГосНИИ генетики и селекции промышленных микроорганизмов. Таким образом, мы еще больше укрепили нашу материаловедческую базу, уровень физико-химических и биотехнологических исследований, в первую очередь, в области генетики. По научно-техническому потенциалу нашего объединенного коллектива НИЦ «Курчатовский институт» не имеет себе равных в России и стоит на одном уровне с крупнейшими научными центрами Европы и США, а в чем-то их и превосходит.

Все современные глобальные международные проекты, в которых наша страна так или иначе участвует, базируются на мегаустановках. В них, по сути, концентрируются все технологические достижения в той или иной области. В одиночку такие установки не под силу эксплуатировать даже одной стране, не говоря уже об отдельных научных институтах. Во всем мире крупнейшие ядерно-физические центры с установками и комплексами мега-сайенс становятся «точками роста» и развития принципиально новых отраслей науки и технологий. То есть прорывные проекты напрямую связаны с мегаустановками. Такие установки — нейтронные реакторы, ускорители, синхротронные источники, мощные лазеры и так далее — ключевые элементы развития всей мировой науки, как фундаментальной, так и прикладной.

Изначально эти установки создавались в рамках работ по атомному проекту. И дальше они превратились в базу для развития фундаментальных наук. Потому что они давали сверхмощные рентгеновские пучки, пучки нейтронов, с помощью которых ученые могли проникать вглубь материи. Такие установки могли позволить себе единичные страны — США, СССР, частично европейцы. Мы были, и что очень важно, остаемся, одним из ключевых игроков в «клубе» стран, которые могут создавать эти установки.

РЗ: А что происходит сейчас?

Мегаустановки в современном научном ландшафте — показатель научного потенциала, конкурентоспособности страны и даже элемент национальной безопасности. Наш выход на международную арену в крупных мегапроектах был первым шагом по возвращению приоритетов в этой области, а следующим этапом стало строительство подобных мегаустановок внутри страны. Важно еще и то, что сегодня установки мега-сайенс используются не только физиками, которые их создают, но и химиками, биологами, материаловедами, геологами, археологами и многими другими учеными.

РЗ: Если Европа идет этим путем, зачем нам собственные мегаустановки?

Простой пример: чтобы создать новое лекарство, надо расшифровать структуру белковых молекул — основу этого лекарства. На Курчатовском синхротроне есть одна из станций под названием «Белок». Здесь проводятся исследования макромолекулярных кристаллов белков, вирусов, поли- и монокристаллов, которые выделены и синтезированы в других лабораториях Курчатовского центра НБИКС-технологий. Ученые могут детально увидеть, как располагаются атомы, определить химический состав любого материала. Производство лекарств — одна из стратегически важных областей для любого государства. Особенно важно, чтобы вы не были зависимы в этой области, и синхротрон дает нам такие возможности на уровне глубинных фундаментальных исследований.



Михаил Ковальчук и главный редактор журнала «Редкие Земли» Роксолана Черноба

Вообще, Курчатовская площадка — одно из немногих мест в мире, где синхротрон, исследовательский нейтронный реактор и специализированные лабораторные рентгеновские установки находятся на одной площадке. То есть такое уникальное сочетание экспериментальных возможностей дает нам принципиально новое качество фундаментальных и прикладных исследований. Любой предмет, от кристалла до археологического артефакта, может быть исследован пучком рентгеновского или нейтронного излучения. Этот пучок пронизывает материал, причем разные вещества взаимодействуют с излучением по-разному. В материаловедении, кристаллографии, химии и биохимии рентгеновские лучи широко используются для определения структуры вещества, возможных дефектов на атомарном уровне. По сути, это те самые нанотехнологии, которые уже прочно вошли в нашу жизнь. У нас на синхротроне работает лаборатория прикладных нанотехнологий. Здесь занимаются исследованиями в области СВЧ-электроники, сверхпроводящих материалов, микрофлюидики и других прорывных направлений науки.

То есть сегодня мощный источник синхротронного излучения, помимо того что он был основой фундаментальных исследований, становится и непосредственной составной частью развития новых технологий. Ведь если вы, как говорится, не в тренде постоянно совершенствующихся и меняющихся технологий, это грозит как минимум вытеснением с мирового рынка технологий, а как максимум — потерей технологической независимости. То есть наличие у страны синхротронного источника сегодня становится элементом национальной безопасности, технологической независимости. Поэтому собственные синхротроны строят у себя даже Италия и Испания — страны с небольшим научным бюджетом.

Также крайне важно, что синхротронный и нейтронный источники Курчатовского института стали основой для развития в его стенах принципиально нового научного направления, связанного с конвергенцией

**МЕГАУСТАНОВКИ
В СОВРЕМЕННОМ
НАУЧНОМ
ЛАНДШАФТЕ —
ПОКАЗАТЕЛЬ
НАУЧНОГО
ПОТЕНЦИАЛА,
КОНКУРЕНТО-
СПОСОБНОСТИ
СТРАНЫ И ДАЖЕ
ЭЛЕМЕНТ
НАЦИОНАЛЬНОЙ
БЕЗОПАСНОСТИ**



ЕВРОПЕЙСКИЙ РЕНТГЕНОВСКИЙ ЛАЗЕР НА СВОБОДНЫХ ЭЛЕКТРОНАХ XFEL

На сегодняшний день в рамках межправительственных соглашений в проекте XFEL участвуют 12 стран. Использование главного ресурса установки — пучкового времени — будет осуществляться с учетом вклада каждой страны в создание установки. Доля участия России — вторая по значимости после Германии и составляет более 25% от общей стоимости проекта XFEL. М.В. Ковальчук — член международного управляющего комитета XFEL, а НИЦ «Курчатовский институт» — научный руководитель и координатор проекта от РФ. Уникальный научный потенциал Курчатовского института в области рентгеновского, синхротронного и нейтронного излучений позволил НИЦ «Курчатовский институт» участвовать в проекте XFEL во всех аспектах и на всех уровнях.



нано-, био-, информационных, когнитивных и социогуманитарных (НБИКС) наук и технологий.

РЗ: Насколько продуктивной представляется вам существующая схема участия российских научных организаций в крупных международных проектах?

Большой опыт участия НИЦ «Курчатовский институт» в международных проектах показывает, что сотрудничество организаций, участвующих в этих проектах, построено в разных центрах схожим образом. За основу взята система, апробированная в Европейской организации ядерных исследований CERN. Руководящий совет организации состоит из представителей стран-участниц, по два от каждой: один представляет правительство в лице финансирующего агентства или министерства, другой — научное сообщество.

НИЦ «Курчатовский институт» определен рядом распоряжений Правительства РФ координатором формирования научных программ и обеспечения эффективного международного сотрудничества в области фундаментальных исследований на уникальных экспериментальных установках за рубежом и на территории Российской Федерации.

Скоординированное Курчатовским институтом участие российских ученых и специалистов в этих проектах мега-сайенс обеспечивает нашей стране заметное место в мировом научном сообществе, отстаивать свои интересы, оказывать влияние на мировую научно-техническую политику. Очень важно, что в рамках этой деятельности развиваются и создаются новые научные школы, которые привлекают к научной деятельности молодые кадры. Например, запущенная по нашей инициативе программа Европейской комиссии CREMLIN (Connecting Russian and European Measures for Large-scale Research Infrastructures) направлена именно на развитие международного сотрудничества в области мега-сайенс между Российской Федерацией и ЕС. НИЦ «Курчатовский институт» и DESY являются координаторами проекта от России и ЕС, соответственно, и ведущими партнерами в области создания платформы для облегчения горизонтальной интеграции и обмена опытом.

Одним из успешных результатов работы в рамках проекта CREMLIN стало, например, включение российских мегапроектов высокопоточного пучкового исследовательского реактора ПИК (PIK) на площадке Курчатовского института в Гатчине и комплекса сверхпроводящих колец на встречных пучках тяжелых ионов NICA (ОИЯИ, Дубна) в дорожную карту развития международных проектов Европейского стратегического форума по исследовательским инфраструктурам (ESFRI).

Также по инициативе НИЦ «Курчатовский институт», для привлечения молодых ученых к работе на уникальных исследовательских установках в России и за рубежом, была создана Национальная научно-образовательная ассоциация «Исследовательские установки мега-класса», куда вошли уже более 20 ведущих российских университетов. Наша талантливая и перспективная научная молодежь получает возможность работать на самом современном оборудовании.

Также нельзя забывать, что участие в таких зарубежных научных мегапроектах стимулирует развитие самых высокотехнологичных современных производств у нас в стране.

РЗ: Расскажите, пожалуйста, подробнее о российском участии в этих международных проектах.

Начну с проекта европейского лазера на свободных электронах XFEL,



так как совсем недавно, 1 сентября 2017 года, состоялось его официальное открытие в Гамбурге (Германия). Проект XFEL, созданный на базе разработок российских ученых и при активном интеллектуальном и финансовом вкладе нашей страны, — уникальный комплекс для проведения исследований на качественно новом уровне, прежде всего, в области нано- и биотехнологий. Излучение XFEL по интенсивности в миллиард раз ярче самых мощных синхротронных источников. На мегаустановке протяженностью три с половиной километра будет генерироваться аналогичное лазерному рентгеновское электромагнитное излучение высокой интенсивности, а его мощность будет значительно выше излучения, получаемого на ускорителях частиц — синхротронах. В результате XFEL откроет огромные возможности для изучения химических и физических процессов, происходящих в веществе, позволит выйти на новый уровень исследований в области физики, химии, материаловедения, наук о жизни, биомедицины. С помощью таких исключительно ярких и сверхкоротких импульсов рентгеновского излучения ученые буквально смогут увидеть процессы, происходящие в наномире. Когда он выйдет на полную мощность (частота повторения импульсов рентгеновского пучка до 27 000 импульсов в секунду), он будет значительно превосходить по своим техническим параметрам существующие сегодня подобные лазеры в США и Японии. Сегодня уже идут эксперименты на двух экспериментальных станциях XFEL: установке FFXE (фемтосекундные рентгеновские эксперименты), предназначенной для исследования сверхбыстрых процессов; и установке SPB/SFX (одиночные частицы, кластеры и биомолекулы / последовательная фемтосекундная кристаллография), предназначенной для изучения биомолекул и биологических структур. Если говорить глобально, проект XFEL позволит сделать принципиально новый шаг на пути не только детального понимания, но и создания природоподобных технологий.

Участие России в проекте является крайне важным как с точки зрения интеллектуального вклада, так и технического и финансового участия. Российские сотрудники — вторые по численности после

Высокопоточный пучковый исследовательский реактор ПИК на площадке Курчатовского института в Гатчине

**СКООДИНОВАННОЕ
КУРЧАТОВСКИМ
ИНСТИТУТОМ УЧАСТИЕ
РОССИЙСКИХ УЧЕНЫХ
И СПЕЦИАЛИСТОВ
В ПРОЕКТАХ МЕГА-
САЙЕНС ОБЕСПЕЧИВАЕТ
НАШЕЙ СТРАНЕ
ЗАМЕТНОЕ МЕСТО В
МИРОВОМ НАУЧНОМ
СООБЩЕСТВЕ**



германских коллег в штате XFEL. Также россияне входят в тройку лидеров по числу заявок на первые эксперименты на пучке. Наши исследования на европейском лазере на свободных электронах в значительной степени идут в рамках национальной программы, подготовленной под научным руководством НИЦ «Курчатовский институт».

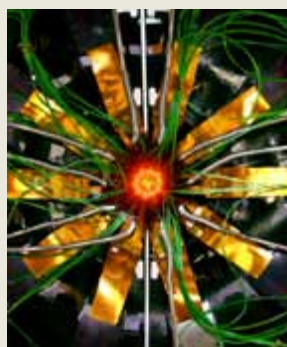
Проект CERN на слуху уже давно. Всего пару лет назад все мировые СМИ сообщали наперебой об обнаружении неуловимого бозона Хиггса, благодаря чему стало возможным увидеть, каким образом у элементарных частиц появляется масса и как слабое поле перестает быть похожим на электромагнитное. В этот процесс свою лепту внесли в том числе и физики Курчатовского института. Институты, входящие в НИЦ «Курчатовский институт», успешно участвуют в большинстве экспериментов, проводимых на коллайдере (ATLAS, ALICE, CMS, LHCb и LHCf). Кроме того, на Курчатовский институт возложена координация участия российских организаций в экспериментах ALICE, ATLAS и LHCb.

Вообще вклад российской науки в этот международный мегапроект очень велик. Хотел бы напомнить, что еще в 1967 году в подмосковном Протвино в Институте физики высоких энергий (ныне входящем в НИЦ «Курчатовский институт») был запущен крупнейший ускоритель своего времени — протонный синхротрон на энергию 70 ГэВ (109 электрон-вольт) У-70. Он до сих пор действует и остается самым высокоэнергетичным ускорителем России и третьим в мире. А вскоре в нашей стране был разработан проект нового ускорителя — протон-протонного коллайдера на энергию 3 ТэВ (1012 эВ), который стал бы самым мощным в мире. К

БОЛЬШОЙ АДРОННЫЙ КОЛЛАЙДЕР В CERN

Большой адронный коллайдер (LHC) — ускоритель заряженных частиц на встречных пучках, предназначенный для разгона протонов, тяжелых ионов и изучения продуктов их соударений. Коллайдер построен в научно-исследовательском центре Европейского совета ядерных исследований CERN, на границе Швейцарии и Франции. Длина основного кольца ускорителя составляет 26 659 м.

Летом 2006 года под руководством сотрудников Курчатовского института и при их определяющем участии была закончена полная сборка первого из пяти уникальных модулей прецизионного фотонного спектрометра детектора PHOS, воплощающего в себе научную идею по наблюдению кварк-глюонной материи на су-



пердетекторе ALICE. В нем использованы кристаллы вольфрама свинца, разработанные и произведенные в России в сотрудничестве НИЦ «Курчатовский институт» с предприятием «Северные кристаллы» (г. Апатиты). НИЦ «Курчатовский институт» участвовал и в создании других детекторов для CMS, LHCb и ATLAS.

В 2015 году по инициативе НИЦ «Курчатовский институт»,

осуществляющего в соответствии с распоряжением Правительства РФ научное руководство кооперацией российских организаций в международном проекте «Большой адронный коллайдер» в CERN, была разработана Программа сотрудничества Российской Федерации с CERN, включающая основные стратегические направления взаимодействия России и CERN на период 2015–2020 годов.



концу 1989 года была выполнена значительная часть работ, почти закончено сооружение гигантского подземного кольца для ускорителя. Все это, увы, пришлось заморозить и свернуть в приснопамятные 1990-е. Но опыт ученых, инженеров, участвовавших в сооружении нашего «советского коллайдера» оказался бесценным для Большого адронного коллайдера в CERN. Еще один очень важный момент. Внутри Большого адронного коллайдера каждое мгновение происходит огромное количество событий, их надо обрабатывать, анализировать, суммировать, хранить. Для этого была создана GRID-система распределенных вычислений. В настоящее время на базе НИЦ «Курчатовский институт» работает центр обработки данных (ЦОД), представляющий собой компьютерный центр первого уровня Tier-1 этой сети GRID. Центров первого уровня в мире всего 13. Ресурсы ЦОД используются для проведения исследований в атомной и молекулярной физике, биоинформатике, геофизике, материаловедении, молекулярной биологии, физике высоких энергий, плазмы и физике твердого тела и т. д. Центры первого уровня Tier-1 не только обрабатывают информацию, но еще и хранят ее. В этом смысле мы также являемся неотъемлемой частью проекта CERN.

РЗ: Также широко известен так называемый проект «искусственного солнца на Земле» — термоядерного реактора ITER.

Совершенно верно. Вообще история термоядерных исследований и «токамакостроения» в мире начиналась именно в стенах Курчатовского института. Первый токамак был создан здесь еще в 1955 году. Само слово «токамак» российского происхождения и расшифровывается как «Торроидальная Камера с Магнитными Катушками». Сегодня это общепринятая международная аббревиатура. В 1968 году на международной конференции МАГАТЭ были доложены уникальные результаты исследований, полученные на курчатовском токамаке Т-3. После этого в Москву, в Курчатовский институт, приехали английские физики со своей измерительной аппаратурой, которые не только подтвердили данные экспериментов, но и зафиксировали более высокую

Строительство Международного термоядерного экспериментального реактора (ITER)

ИСТОРИЯ ТЕРМОЯДЕРНЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ В МИРЕ НАЧИНАЛАСЬ ИМЕННО В СТЕНАХ КУРЧАТОВСКОГО ИНСТИТУТА. ПЕРВЫЙ ТОКАМАК БЫЛ СОЗДАН ЗДЕСЬ ЕЩЕ В 1955 ГОДУ



МЕЖДУНАРОДНЫЙ ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫЙ ТЕРМОЯДЕРНЫЙ РЕАКТОР ITER

ITER (International Thermonuclear Experimental Reactor; от латинского iter — путь) — один из самых амбициозных энергетических проектов современности. Задача проекта — доказать возможность коммерческого использования термоядерной энергии. В настоящий момент государствами — участниками проекта являются: страны ЕС (выступают как единый участник), Индия, Китай, Южная Корея, Россия, США, Япония. Строительство реактора идет на юге Франции, рядом с городом Кадараш.

температуру плазмы, чем была указана в докладе. После этого началось строительство токамаков по всему миру — от США до Европы и Японии. Это устройство стало главным в исследованиях высокотемпературной плазмы во всех термоядерных лабораториях мира.

На сегодняшний день один из самых масштабных мегапроектов — сооружение первого международного экспериментального термоядерного реактора нового поколения ITER. Принцип действия будущей установки основан на реакции синтеза легких ядер в «горячей» плазме (до 300 млн °С) с образованием более тяжелых ядер и выделением огромной энергии. В ITER используется смесь дейтерия и трития и на один акт реакции выделяется 17,6 МэВ. Особенностью токамака-реактора является то, что в нем невозможен взрыв. При любой аварии плазма просто «погаснет», не причинив при этом вреда окружающей среде. Также большим достоинством является отсутствие радиоактивных продуктов реакций. Что касается топлива — дейтерий выделяется из воды, а тритий нарабатывается на этой же установке в blankets с литием. Все это позволяет говорить об энергии синтеза как о чистой, «зеленой» энергии. Сама инициатива строительства такого реактора в середине 1980-х годов принадлежала ныне почетному Президенту НИЦ «Курчатовский институт» академику Е.П. Велихову.

НИЦ «Курчатовский институт», с его уникальным опытом термоядерных исследований, был определен научным руководителем проекта ITER с российской стороны. Сотрудники нашего института входят в Совет, Научно-технический комитет, участвуют в формировании программ физических исследований ITER. Российским специалистам было поручено изготовление 25 уникальных систем будущей установки. В этом процессе задействовано более 30 ведущих научно-технических учреждений, предприятий и комплексов со всей страны, от Санкт-Петербурга до Новосибирска.

12 февраля 2008 года у нас в институте состоялась церемония подписания первого соглашения о поставках сверхпроводника для катушек тороидального поля ITER. На сегодняшний день кооперацией российских предприятий было произведено 28 штатных длин сверхпроводника общим весом более 120 тонн, высочайшее качество и стабильность характеристик которого не раз подтверждались испытаниями. Также Курчатовский институт выступил с инициативой, получившей поддержку Президента России В.В. Путина, по разработке национальной программы развития управляемого термоядерного синтеза. В рамках этой работы НИЦ «Курчатовский институт» и Госкорпорация «Росатом» подписали Соглашение о создании Межведомственного центра плазменных и термоядерных технологий, в состав которого вошли научные и образовательные организации России. Сегодня у нас идут работы и по созданию токамака принципиально нового типа в рамках российско-итальянского проекта IGNITOR.

РЗ: То есть и в России реализуются международные проекты класса мега-сайенс?

Конечно. Процесс запуска таких международных проектов на территории России начался несколько лет назад. Была серьезная многоступенчатая научная экспертиза данных проектов. В результате Правительством РФ были утверждены приоритетные мегапроекты: высокопоточный пучковый исследовательский реактор ПИК (PIK) на



Корпуса Курчатовского института



площадке Курчатовского института в Гатчине, комплекс сверхпроводящих колец на встречных пучках тяжелых ионов NICA (ОИЯИ, Дубна) и проект новейшего термоядерного реактора ИГНИТОР (IGNITOR), реализуемый Курчатовским институтом совместно с Росатомом, о котором я уже упоминал. Реализация проектов мега-сайенс на территории России концентрирует ресурсы на приоритетных направлениях исследований, способствует организации новых высокотехнологичных производств. Они, в свою очередь, создают дополнительные высококвалифицированные рабочие места в наукоемких отраслях. Вокруг таких мегапроектов формируются целые научные кластеры, что дает толчок развитию фундаментальных знаний и технологий.

Реактор ПИК уже прошел физический пуск на нашей площадке в Гатчине. Это самый мощный в мире полнопоточный нейтронный реактор мощностью 100 мегаватт. Он должен в течение ближайших двух лет пройти энергетический пуск. ПИК будет самой мощной в мире энергетической нейтронной исследовательской установкой.

Ускоритель NICA в Дубне реализуется. Также НИЦ «Курчатовский институт» разрабатывает проект по созданию специализированного источника синхротронного излучения четвертого поколения ИССИ-4 (SSRS-4), который позволит сделать колоссальный прорыв в биотехнологиях, нанотехнологиях, научном материаловедении. Мы третье поколение пропустили, зато строим у себя четвертое. Это будет то, чего в мире нет нигде. Идею этого проекта уже поддержали японские партнеры из синхротронного центра 8-SPRING, Европейского синхротронного центра ESRF в Гренобле и Немецкого синхротронного центра DESY (Гамбург). Так что четыре международных проекта меганауки — уже на территории России! И все это — несмотря на непростую международную ситуацию, глобальный кризис и санкции.

Сотрудничество НИЦ «Курчатовский институт» с крупнейшими международными центрами, в первую очередь по мегапроектам, продолжает развиваться. Остается надеяться, что этот процесс необратим, так как в таком сотрудничестве на благо будущего нашей цивилизации заинтересованы все стороны. Наука, как и культура, — общемировое достояние. Они должны стоять над политикой. Это мое глубокое убеждение! ☺

КООРДИНАЦИЯ МЕЖДУНАРОДНЫХ НАУЧНЫХ МЕГАПРОЕКТОВ

НИЦ «Курчатовский институт» от имени Правительства Российской Федерации сегодня участвует, а в ряде случаев осуществляет научное руководство в следующих профильных международных проектах:

- Международный термоядерный экспериментальный реактор ИТЭР (ITER)
- Европейский рентгеновский лазер на свободных электронах РЛСЭ (XFEL)
- Большой адронный коллайдер в ЦЕРН (CERN)
- Европейский центр синхротронного излучения (ESRF)
- Европейский центр по исследованию ионов и антипротонов ФАИР (FAIR)
- Международный эксперимент БОРЕКСИНО (BOREXINO)
- Российско-итальянский проект по созданию на территории России экспериментального термоядерного реактора ИГНИТОР (IGNITOR)

ВОКРУГ МЕГАПРОЕКТОВ ФОРМИРУЮТСЯ ЦЕЛЫЕ НАУЧНЫЕ КЛАСТЕРЫ, ЧТО ДАЕТ ТОЛЧОК РАЗВИТИЮ ФУНДАМЕНТАЛЬНЫХ ЗНАНИЙ И ТЕХНОЛОГИЙ