

САМЫЙ МОЩНЫЙ В МИРЕ РЕНТГЕНОВСКИЙ ЛАЗЕР ЗАПУЩЕН ПРИ УЧАСТИИ РОССИИ

Физики, химики и биологи ждали этого дня 15 лет — 1 сентября в пригороде Гамбурга запущен рентгеновский лазер на свободных электронах XFEL (X-ray Free-Electron Laser). Это событие и научное, и политическое. Научное, потому что XFEL открывает возможность исследований в ранее недоступных масштабах — на уровне отдельных атомов. Политическое, потому что в сложный для взаимоотношений России и Евросоюза период Россия стала вторым по объему взноса участником проекта.

XFEL — самый большой рентгеновский лазер в мире. Он будет генерировать до 27 тыс. импульсов в секунду — в 200 раз больше, чем другие рентгеновские лазеры. Такие сверхкороткие — менее 100 фемтосекунд (фемтосекунда — одна квадриллионная доля секунды) — импульсы излучения с длиной волны от 0,05 до 40 нанометров позволят различать отдельные атомы и даже их внутренние структуры и видеть сверхкраткие события, ранее недоступные физическим приборам.

Чтобы получить такую частоту мощных импульсов, электроны необходимо разогнать до скорости, близкой к скорости света. Для этого был построен линейный сверхпроводящий ускоритель длиной 1,7 км, где температура кабелей поддерживается на уровне -271 градус по Цельсию. После разгона частицы попадают в ондуляторы, последовательность магнитов с переменной полярностью. Под действием магнитных полей электроны двигаются по синусоидальным траекториям и излучают в жестком рентгеновском диапазоне с очень высокой интенсивностью. Мощные и крайне короткие импульсы позволят зафиксировать так называемое атомарное кино, необходимое для понимания химических реакций.

На площадке XFEL предполагается проводить три типа экспериментов: во-первых, в области структурной биологии, во-вторых, в сфере материаловедения и кинетики химических реакций, и в-третьих — исследовать поведение вещества в экстремальных условиях.

Высокая разрешающая способность лазера позволяет ожидать прорыва в изучении белковых структур и в области фармакологии. Спецпредставитель НИЦ «Курчатовский институт» в европейских исследовательских организациях Михаил Рычев объясняет: «Сейчас, чтобы получить 3D-изображение белка, его нужно кристаллизовать, но далеко не все белки кристаллизуются. Благодаря высокой мощности импульса мы сможем получить 3D-изображение даже от одиночной молекулы белка. Под действием лазерного импульса молекула разваливается, но это происходит примерно за 100 фемтосекунд, а у нас импульс — 10 фемтосекунд, поэтому мы успеем увидеть образ в дифракционной картине до того, как белок разлетится».

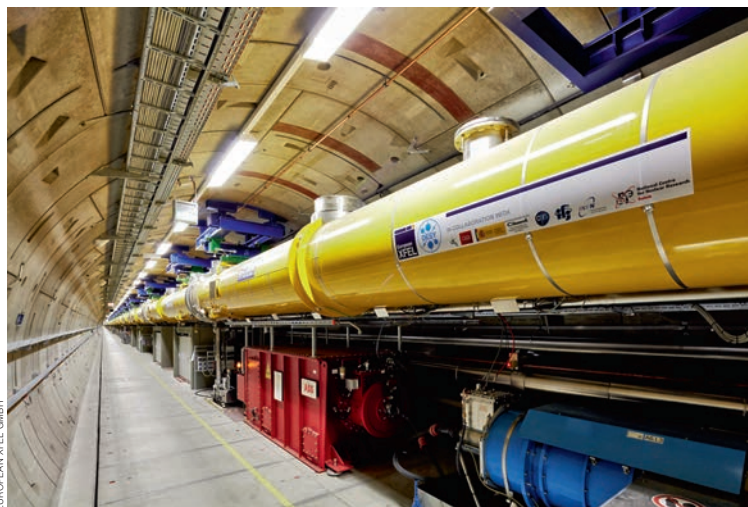
Такие трехмерные изображения белка необходимы, в частности, для разработки эффективных фармпрепаратов, исследования структур вирусов. Чтобы разработать новое лекарство, нужно понимать, например, как выглядит вирус гриппа типа А. И увидеть его трехмерную картинку — это конкретная задача от «бигфармы» (Big Pharma, профессиональное наименование 50 крупнейших фармацевтических компаний), которая уже ждет этих результатов.

XFEL также впервые позволит ученым увидеть ход химических реакций в реальном времени, снимать «кино», в котором можно будет увидеть, как молекулы перестраиваются, реагируют друг с другом — эти процессы протекают как раз за время порядка фемтосекунд. «Кинетика химических реакций интересна ученым, которые разрабатывают новые катали-



— Первые эксперименты на XFEL начнутся сразу после запуска

— Длина тоннелей новой установки более трех километров



заторы, новые материалы, занимаются нанотехнологиями», — говорит об этом втором направлении Михаил Рычев.

Третье направление — это изучение поведения вещества в экстремальных условиях: «При помощи лазера можно моделировать экстремальные условия, похожие на те, что существуют в недрах звезд или были во время Большого взрыва, а другие лазеры, которые смонтированы здесь же, на площадке XFEL, будут исследовать состояние вещества».

По словам Михаила Рычева, первые два направления — это прикладная наука, и именно в возможности проводить прикладные исследования заключается важнейшее отличие XFEL от других мегапроектов, например, Большого адронного коллайдера.

Первые эксперименты на XFEL начнутся уже в сентябре. Всего к началу 2017 года заявки подали более 60 научных коллективов. Уже отобраны 14 групп исследователей, которые с 10 сентября начнут работу на двух первых экспериментальных установках. Отбор прошли, во-первых, не слишком сложные проекты (поскольку эксперименты только начинаются) и, во-вторых, проекты схожей тематики, это в основном структурная биология и новые материалы.

Российская четверть

Запуск XFEL оказался и важным политическим событием — это случай, когда Россия стала полноправным участником крупного европейского научного проекта.

В ценах 2005 года установка стоила €1,22 млрд, 57% суммы внесла Германия, около 26% — Россия. Остальное поделено между еще десятью странами — участниками проекта (это Дания, Франция, Венгрия, Италия, Польша, Словакия, Испания, Швеция, Швейцария, кроме того, в процессе присоединения к проекту находится Великобритания).

Окончательный объем вклада России в проект станет понятен в этом году, когда будет перечислен последний платеж, но уже можно сказать, что он составит около €400 млн в текущих ценах (и около €306 млн в ценах 2005 года).

Россия участвовала в проекте не только деньгами, российские ученые и институты занимались разработкой проекта, созданием отдельных элементов лазера. «Например, Институт ядерных исследований в Троицке сделал инжектор для ускорителя, который по своим параметрам превзошел начальные плановые показатели», — говорит Михаил Рычев.

В результате российские ученые стали полноправными участниками экспериментов на европейском лазере. Координатором российской научной программы является Курчатовский институт. Под эгидой института сформирована Ассоциация российских университетов, участвующих в проектах в области megascience. В нее вошли Санкт-Петербургский и Московский университеты, МФТИ, Южный Федеральный университет, Калининградский, Томский и другие университеты. Уже в ближайшие недели члены Ассоциации приступят к экспериментам.

НАТАЛИЯ ФЕРАПОНТОВА