

ИССЛЕДОВАНИЯ

Меньше, быстрее, интенсивнее: European XFEL откроет ранее недоступные направления исследований. С помощью рентгеновских вспышек ученые смогут исследовать на атомарном уровне вирусы, расшифровывать молекулярный состав клетки, получать трехмерные изображения из нанокосмоса, снимать химические реакции и процессы, подобные тем, которые происходят в недрах планет. Исследовательские группы со всего мира, отобранные международной группой экспертов, будут поочередно проводить эксперименты в течение нескольких дней, используя при этом самые современные научные приборы.

Сверхмалые Структуры

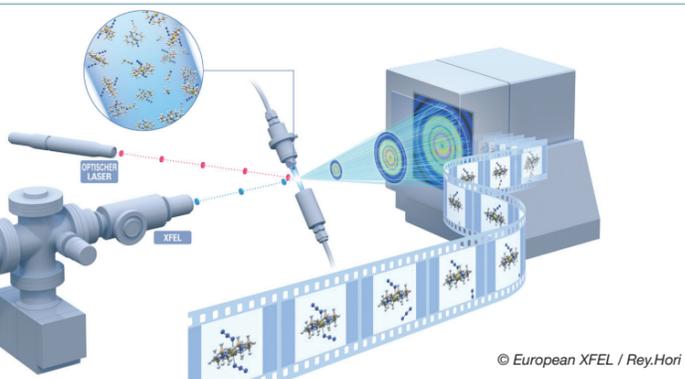
Длина волн рентгеновских вспышек будет настолько мала, что это позволит увидеть, как устроены на атомарном уровне сложные биомолекулы и материалы. Исследования, проводимые на European XFEL, таким образом, помогут получить лучшее представление о структуре биологических клеток и создать новые материалы с заданными свойствами.

Сверхбыстрые процессы

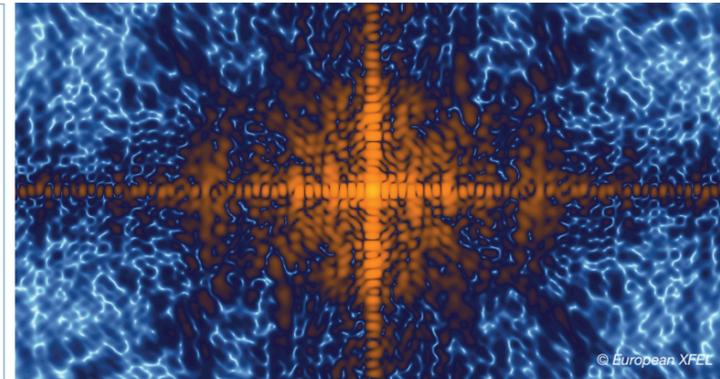
Рентгеновские вспышки настолько короткие, что ученые смогут использовать их для съемки образования или распад химических связей. Исследования на European XFEL таким образом позволят нам лучше понять химические реакции для создания, например, новых производственных процессов. Они также обеспечат основу для разработки новых лекарств.

Экстремальные Состояния

Ученые смогут использовать рентгеновские вспышки для создания и исследования вещества в экстремальных условиях, подобных тем, что имеются в недрах звезд и планет. Кроме того исследования поведения отдельных атомов в интенсивных вспышках света откроют новые методы в рентгеновской физике.



© European XFEL / Rey.Hori



© European XFEL

С помощью ультракоротких рентгеновских вспышек будут получены отдельные снимки, объединив которые можно создать фильм о химической реакции.

Смоделированная дифракционная картина

Установка

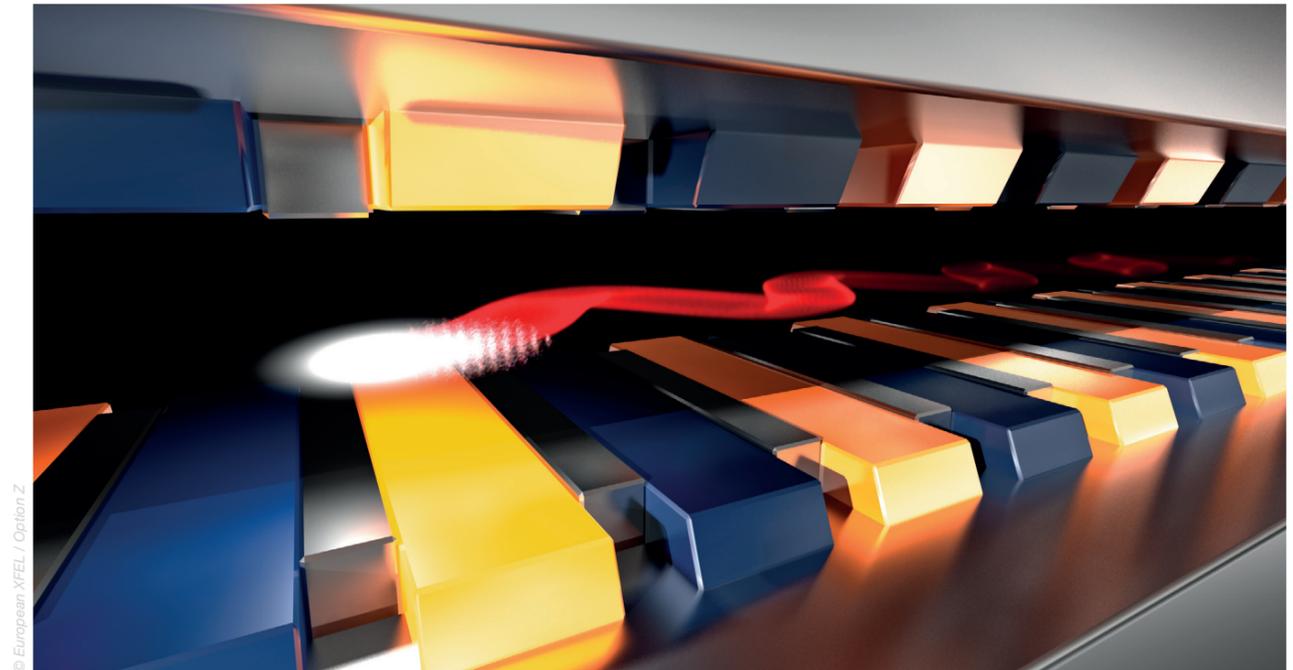
- **Тип:** Рентгеновский лазер на свободных электронах (X-ray free-electron laser, XFEL)
- **Общая длина:** 3,4 километра
- **Глубина залегания туннеля:** от 6 до 38 метров
- **Ускоритель:** линейный ускоритель (1,7 км), разгоняет электроны до энергии от 10 до 17,5 ГэВ, с возможностью дальнейшего увеличения
- **Площадки:** Баренфельд (2 га), Осдорфер Борн (1,5 га) и Шенефельд (15 га). В Шенефельде расположен исследовательский центр.

Свойства рентгеновских вспышек

- **Вспышек в секунду:** 27 000 | Высокая частота вспышек — то, что делает European XFEL уникальным. Это возможно благодаря технологии сверхпроводящего ускорителя при температуре $-271\text{ }^{\circ}\text{C}$, что позволяет почти без потерь проводить электрический ток.
- **Длина волны:** от 0,05 до 4,7 миллиардных долей метра (0,05 до 4,7 нм) | позволяет наблюдать процессы на атомарном уровне.
- **Длительность импульса:** до нескольких квадриллионных долей секунды | Благодаря ультракороткой длительности импульса ученые могут осуществлять съемки сверхбыстрых процессов.
- **Яркость (фотоны/с/мм²/мрад²/0.1% BW):** 5×10^{33} (пик), 1.6×10^{25} (в среднем) | Яркость является мерой числа фотонов в пределах определенного диапазона длин волн. Пик яркости European XFEL в миллиард раз выше, чем у лучших традиционных рентгеновских источников.
- **Когерентность:** позволяет использовать вспышки для интерференционных экспериментов, например, для голографии.

www.xfel.eu | September 2017 | **Издательство** European XFEL GmbH, Holzkoppel 4, 22869 Schenefeld, Germany | **Оформление** Studio Belsler, Hamburg | **Rothe Grafik**, Georgsmarienhuetten | **Печать** Die Printur, Kaltenkirchen

Свет будущего



© European XFEL / Option 7

Вкратце

В Гамбурге начала работу самая современная научно-исследовательская мегаустановка: Европейский лазер на свободных электронах (European XFEL). Он будет генерировать ультракороткие рентгеновские вспышки — 27 000 в секунду, яркость которых в миллиард раз выше самых мощных традиционных источников рентгеновского излучения. Благодаря своим уникальным характеристикам установка откроет совершенно новые исследовательские возможности для ученых из исследовательских институтов и промышленных компаний.



European XFEL расположен в подземных туннелях. Многие партнеры приняли участие в строительстве. Ускоритель частиц длиной 1,7 километра разгоняет электроны до высоких энергий.



Ондуляторы направляют электроны по волнообразной траектории. Электроны, совершая периодические колебания, генерируют рентгеновское излучение в самоусиливающемся режиме.

European XFEL GmbH

Для строительства и эксплуатации Европейского лазера на свободных электронах международные партнеры подписали соглашение об основании независимой исследовательской организации — European XFEL. В компании работает более 300 человек. Страны-участницы: Венгрия, Великобритания, Германия, Греция, Дания, Испания, Италия, Польша, Россия, Словакия, Франция, Швейцария и Швеция.

European XFEL тесно сотрудничает с научно-исследовательским центром DESY, национальным исследовательским центром «Курчатовский институт» и другими научными организациями по всему миру. Затраты на строительство объекта, включая ввод в эксплуатацию, составили 1,2 миллиарда евро. В качестве страны-организатора Германия (федеральное правительство, Гамбург и земля Шлезвиг-Гольштейн) покрывает 57 процентов расходов, Россия — 26 процентов, доли других международных партнеров составляют от 1 до 3 процентов. В значительной степени проект реализован за счет взносов оборудованием со стороны акционеров и партнеров.



ПРЕИМУЩЕСТВА

Уникальные исследовательские возможности Европейского лазера на свободных электронах востребованы ведущими учеными со всего мира. Исследования на European XFEL будут способствовать развитию самых разных научных дисциплин, стимулировать новые идеи и подходы в тех научно-технических областях, из которых состоит наша повседневная жизнь: медицина, фармацевтика, химия, материаловедение, нано-биотехнологии, энергетика и электроника.

Рентгеновские вспышки позволят ученым ...

... расшифровать структуру **еще большего количества биомолекул и биологических объектов**, таких как клетки, мембраны и вирусы.

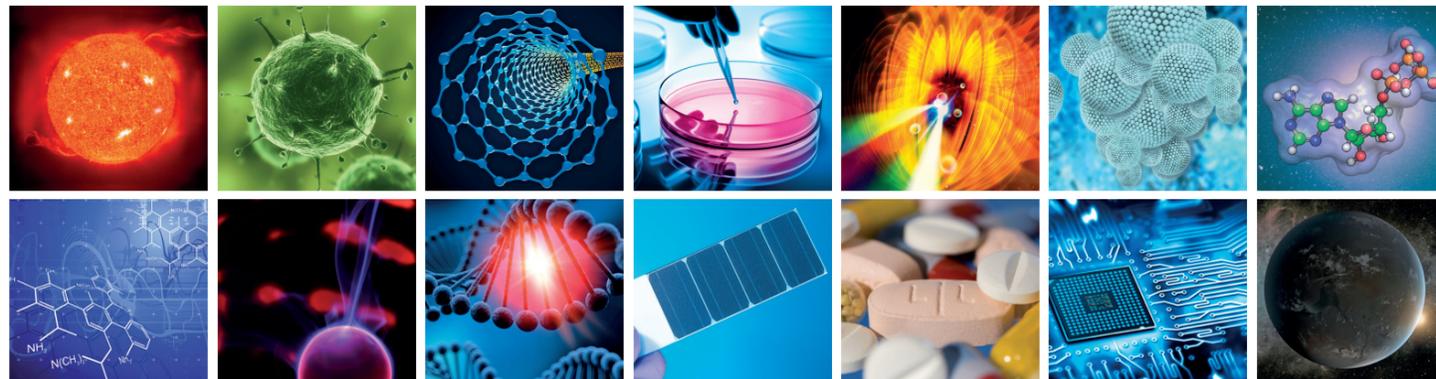
... изучать **биохимические реакции в действии** и создать основу для будущих лекарств.

... узнать больше о **химических процессах**, таких как катализ, который играет важную роль в природе и в производстве большинства химических веществ.

... изучать **новые технологии и материалы**, необходимые для освоения солнечной энергии.

... анализировать **свойства различных материалов** для того, чтобы разрабатывать совершенно новые материалы с принципиально новыми характеристиками.

... более детально **исследовать наноматериалы** — например, компоненты с заданными электронными, магнитными и оптическими свойствами. Это позволит заложить основу для технологий завтрашнего дня.



© photlook | Sebastian Kaulitzki | koya979 | psdesign1 | Universität Göttingen | fotoliarender | European XFEL | Uladimir Bakunovich | Schiller Renato | psdesign1 | science photo | Daniel Fuhr | Edelweiss | NASA/JPL

КАК ЭТО РАБОТАЕТ

Для того чтобы генерировать рентгеновские вспышки, пучки электронов сначала ускоряются до высоких энергий, а затем направляются через специальные магнитные системы (ондуляторы). В ходе этого процесса частицы испускают излучение, которое будет постепенно усиливаться до возникновения очень коротких и интенсивных рентгеновских вспышек. European XFEL будет генерировать рентгеновское излучение с различными характеристиками и со свойствами, аналогичными свойствам лазерного света.



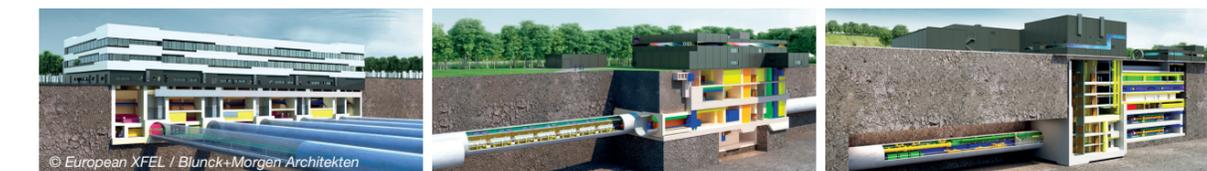
Ускорение электронов в сверхпроводящем резонаторе (компьютерная визуализация)



Ондуляторное излучение пучка электронов (компьютерная визуализация)

МЕСТОРАСПОЛОЖЕНИЕ

European XFEL большей частью расположен в подземных туннелях, доступ к которым осуществляется в трех точках. Вся установка длиной 3,4 км начинается в Гамбурге (DESY) и заканчивается в городе Шенефельд в Шлезвиг-Гольштейне. На площадке Шенефельд расположен исследовательский центр, где международные коллективы ученых проводят эксперименты.



© European XFEL / Blunck+Morgen Architekten