



**Новый источник синхротронного излучения с
низким эмиттансом для
Новосибирского научного центра.**



***ИЯФ СО РАН
ИК СО РАН
ИГиЛ СО РАН
ИГМ СО РАН
ИНХ СО РАН
ИХТТМ СО РАН
и др.***

Использование СИ в мире

Уникальные свойства СИ привели к созданию множества исследовательских методик во всех научных направлениях. Популярность и востребованность таких исследований является причиной создания большого числа исследовательских центров на базе специализированных источников СИ.

Более 50 источников СИ в мире:

Япония - более 15 источников СИ

США - 10

Германия – 6

Общее количество пользователей превышает 50000 человек



Три кита – три принципа создания исследовательской инфраструктуры «mega-science»



Scientific case:

Решение новых фундаментальных и прикладных задач.



Human resources:

Опыт и кадровые решения.

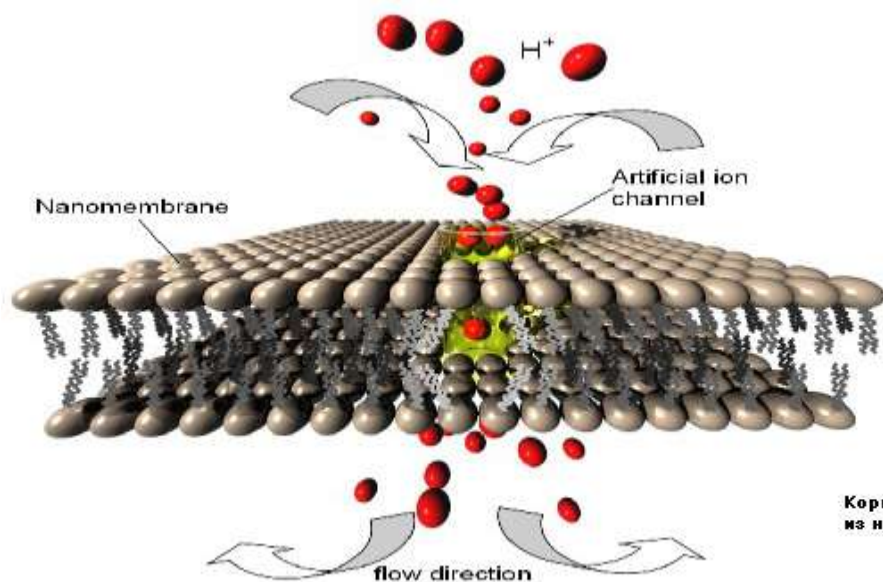


Technology case:

Использование и развитие отечественных технологий.

Синхротронные исследования в различных областях наук:

Химические науки:

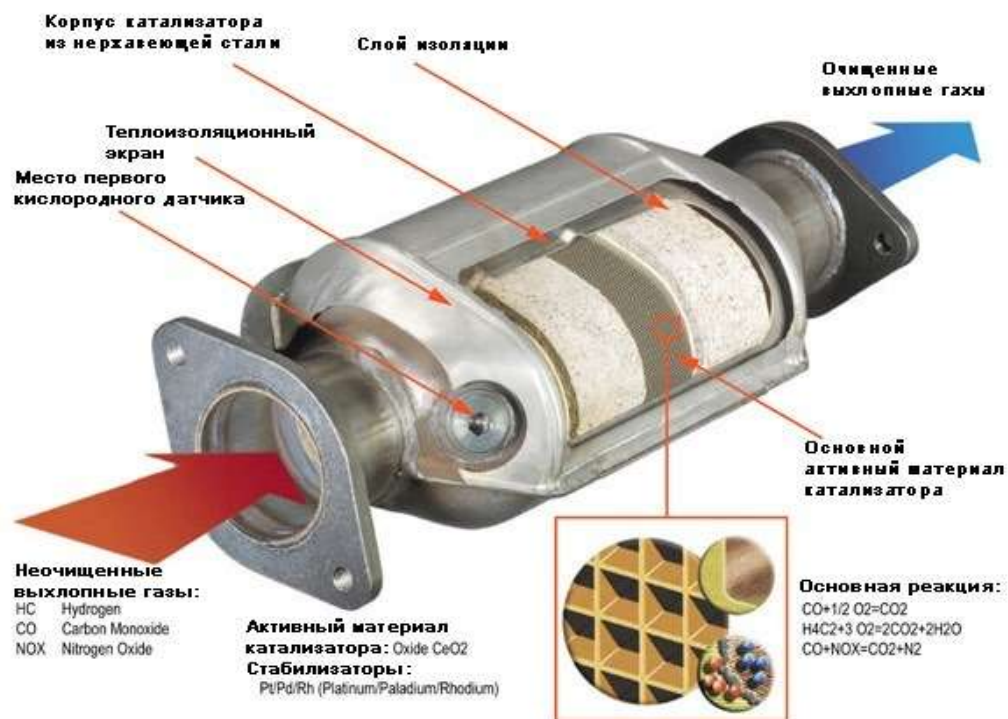


- каталитическая активность;
- мембранный транспорт (ионные насосы и ионные каналы)...
- →
- Кристаллические и аморфные тела, жидкости и ультраразбавленные фракции...

Техническая реализация:

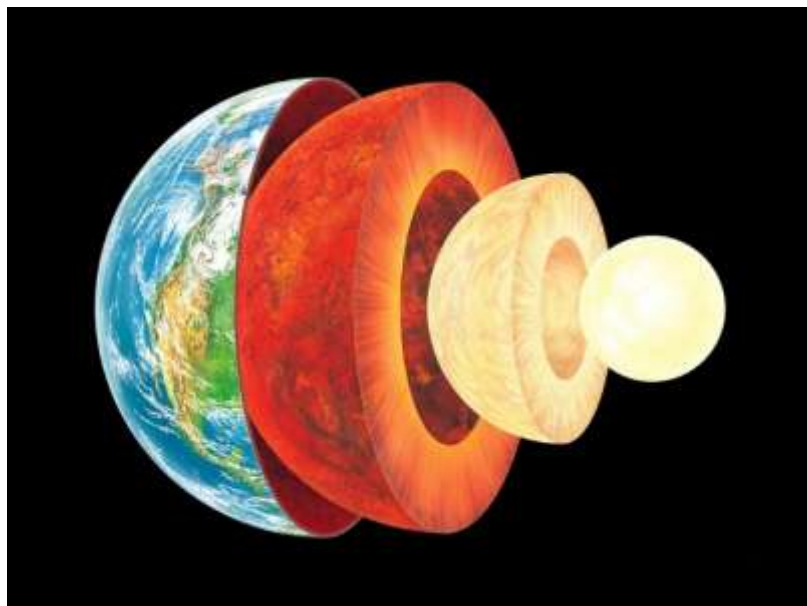
рентгеновская дифракция + XAFS-спектроскопия

- структура веществ (дальняя и локальная, кластеры, дефекты);
- протекание химических реакций in situ, in operando;



Синхротронные исследования в различных областях наук

Науки о Земле:



недра Земли:

сейсмичность, магнитное поле, вулканизм, алмазообразование

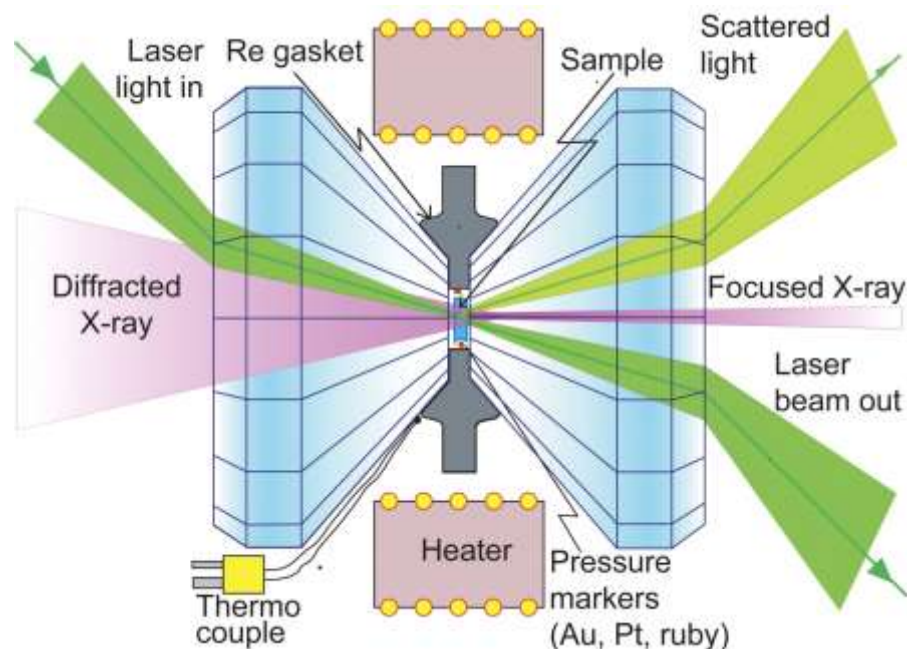
новые свойства:

высокотемпературная (200 K)
сверхпроводимость в H_2S при 150 ГПа (Drozdov *et al.*, *Nature* 2016)

Вещество в экстремальном состоянии

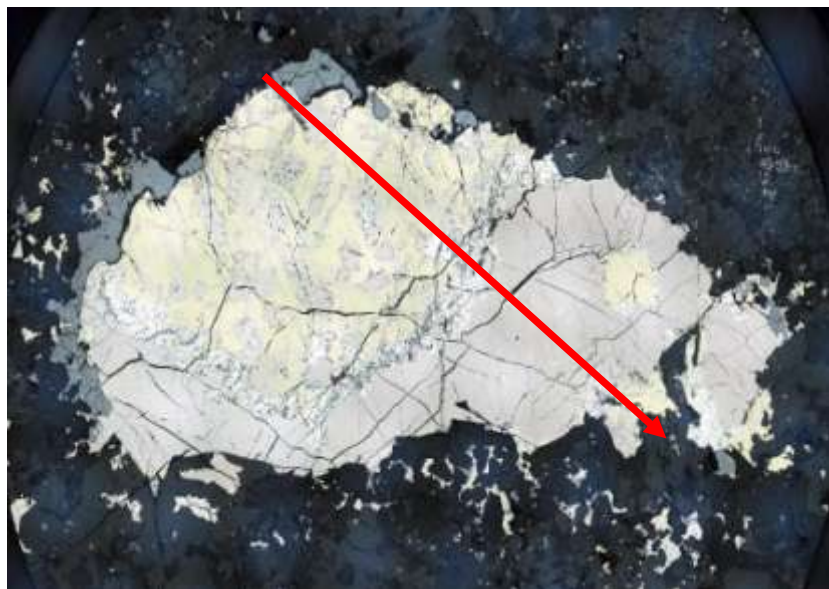
Техническая реализация:
рентгеновская дифракция

- максимальный диапазон давлений (до 300 ГПа, не более $0,1 \text{ мм}^3$);
- большой объём (до 1 см^3 , до 30 ГПа)



Синхротронные исследования в различных областях наук

Науки о Земле:

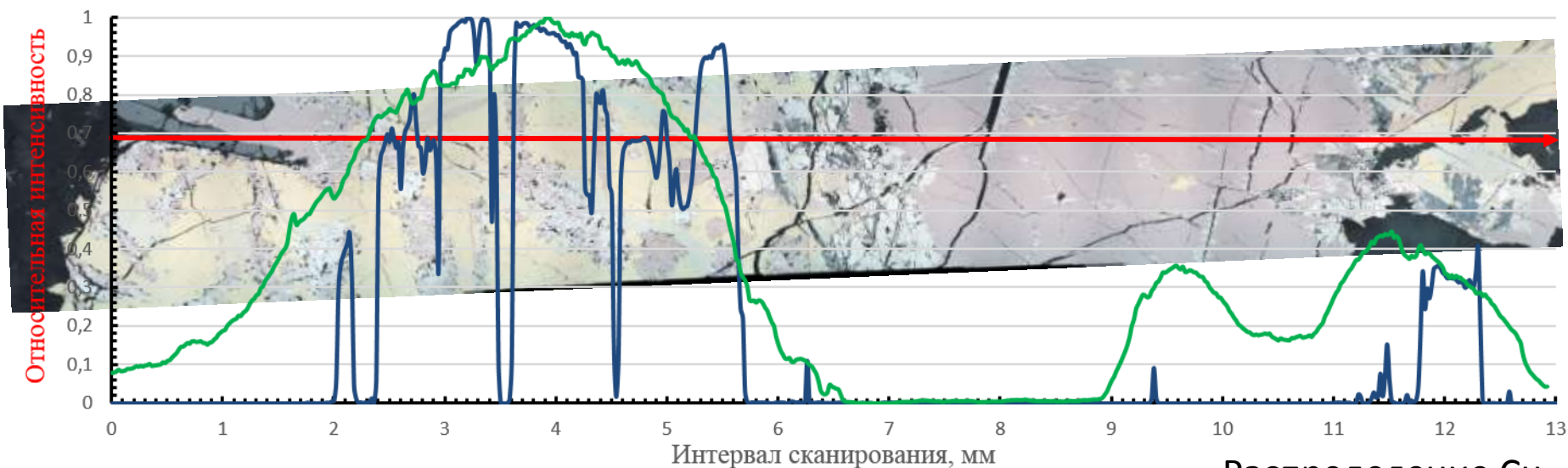


Состав и структура вещества

Техническая реализация:

Метод РФА + XAFS-спектроскопия

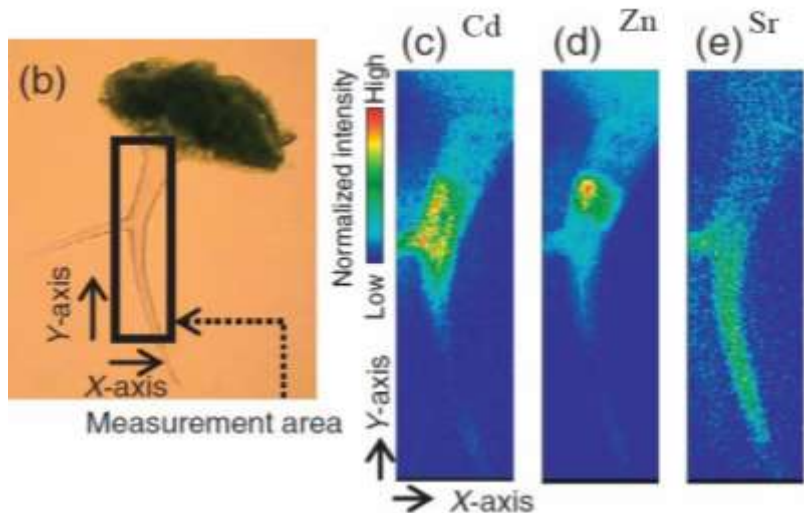
Комбинация методов позволяет выявлять особенности химического состава пород, отложений, донных осадков и исследовать их локальную структуру и фазовое состояние



Распределение Cu

Синхротронные исследования в различных областях наук:

Биологические науки:



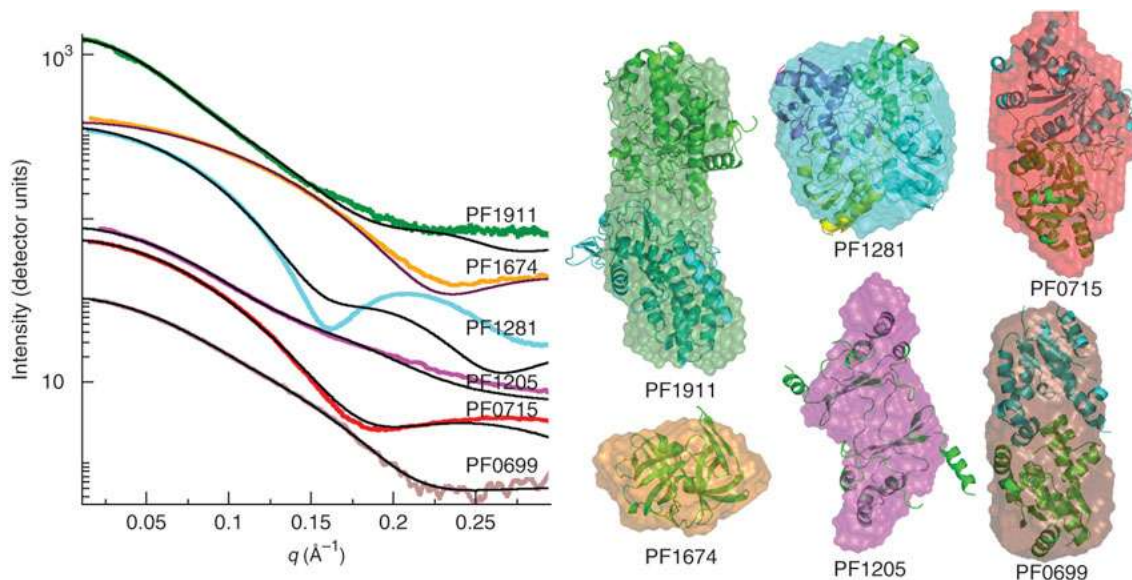
A.Hokura et al. Chem. Lett. 35('06)1246 SPring-8 BI37XU

Техническая реализация: микро-РФА + микро-XAFS + микро-XRD

- исследование состава биологических тканей и организмов;
- исследование распределения микроэлементов внутри тканей и организмов;
- исследование динамики микроэлементов *in vivo* и *in vitro*...

Техническая реализация: методы рентгеновской дифракции

- исследование формы;
- восстановление структуры малых биологических молекул.

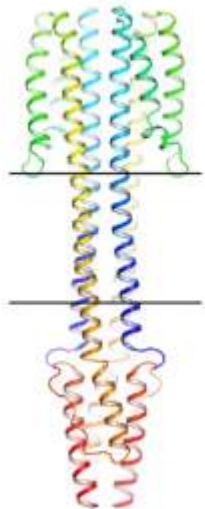


Синхротронные исследования в различных областях наук:

Биологические науки:

Механизм передачи сигнала внутрь бактерии белком-сенсором NarX

После присоединения нитрата сдвигаются мембранные спирали:



Внутриклеточная часть меняется после сдвига спиралей-поршней:



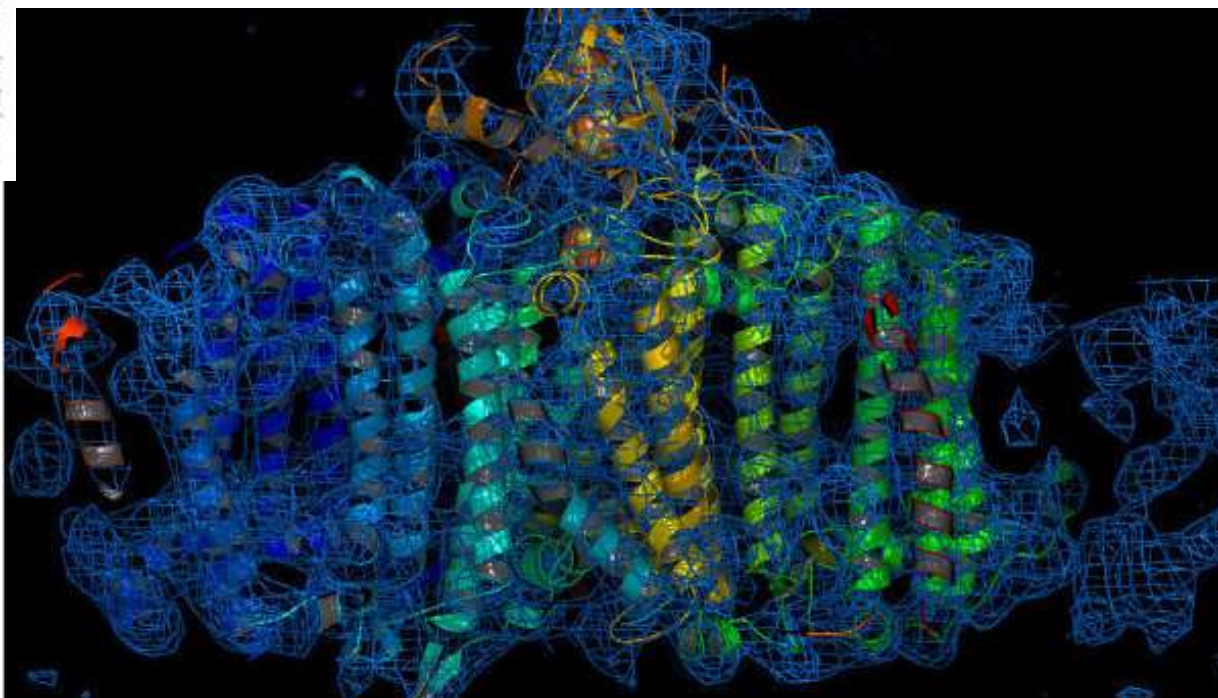
И. Гушин, МФТИ

Белковая кристаллография – восстановление трёхмерной структуры сложных белковых молекул и вирусов методами рентгеновской дифракции

Техническая реализация:
рентгеновская дифракция

Молекулярная биология

- исследование строения белков;
- исследование процессов химических взаимодействий и превращений на молекулярном уровне в органических тканях и клетках;
- Исследование биологических процессов in situ...



Синхротронные исследования в различных областях наук:

Медицинские науки:

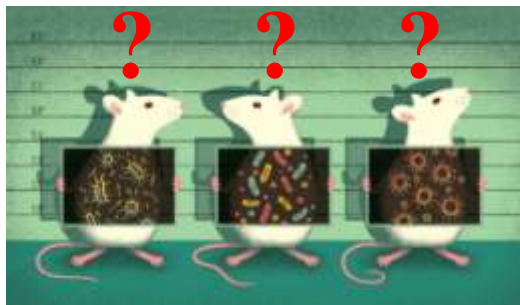


Лекарственные препараты



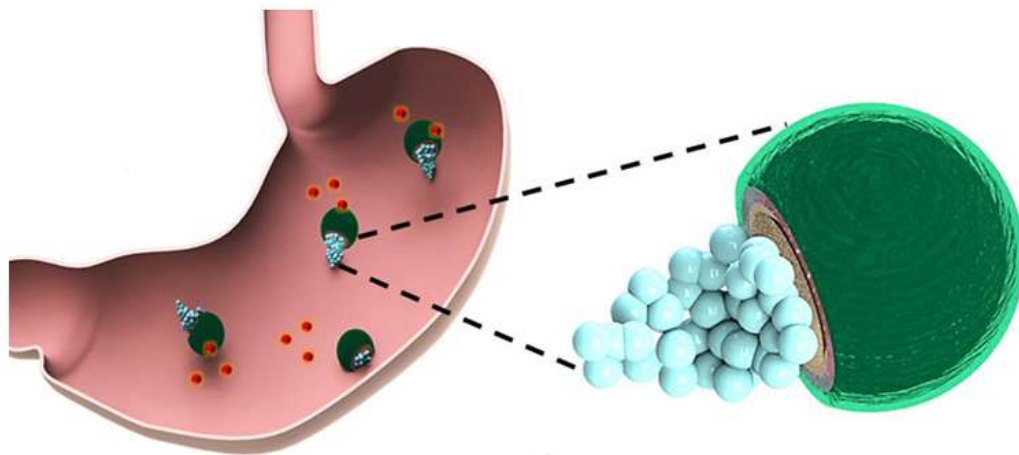
Медицинские технологии

- избирательное воздействие;
- целевая доставка;
- микропучковая терапия...



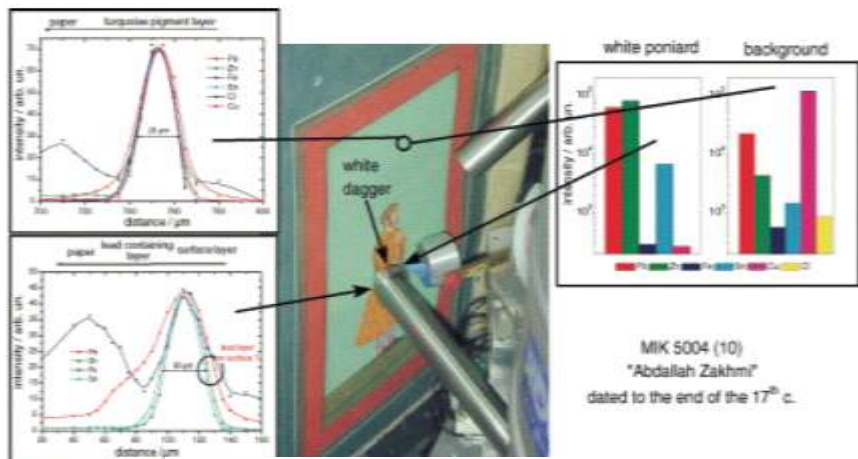
Техническая реализация: рентгеновская дифракция + РФА + XAFS-спектроскопия

- *исследование и контроль состава и структуры лекарственных препаратов;*
- *модификация свойств;*
- *создание новых препаратов;*
- *исследование и уточнение механизмов реакций в организме ...*



Синхротронные исследования в различных областях наук:

Гуманитарные науки:



V. Kanngiesser et al. Nucl. Instr. Methods B211(03)259

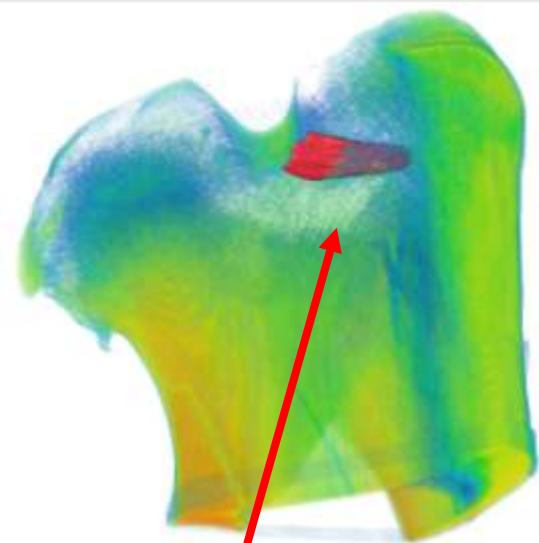
Неразрушающие исследования внутренней микроструктуры:

- скрытых слоёв;
- сильно повреждённых объектов



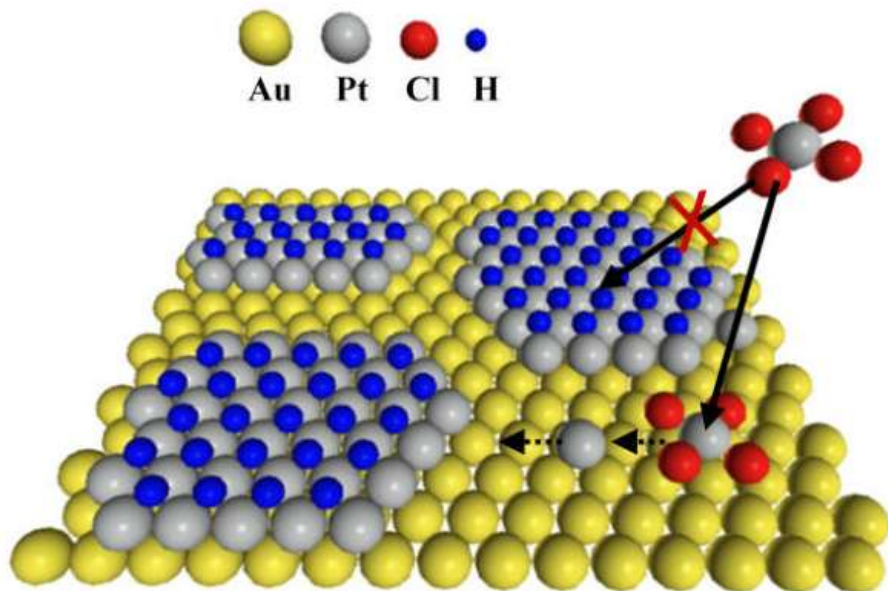
Техническая реализация:
рентгеновская томография +
РФА + конфокальная микроскопия

Объекты культурного наследия



Синхротронные исследования в различных областях наук:

Материаловедение:

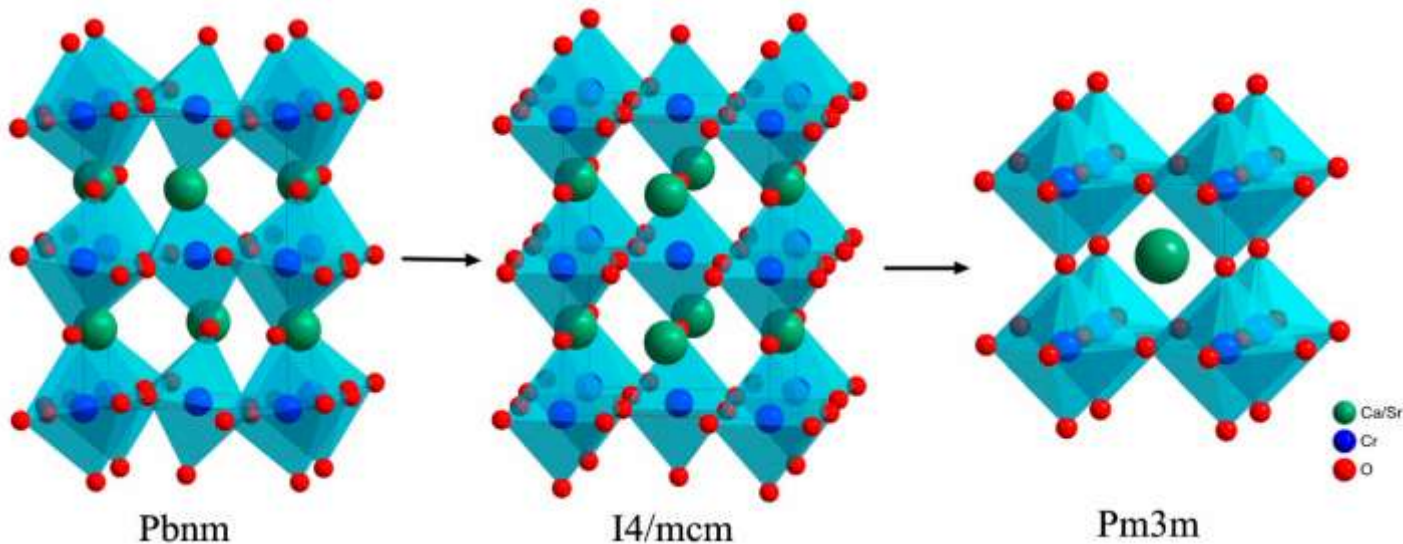


Техническая реализация:

рентгеновская дифракция (микро) +
XAFS-спектроскопия (микро)

- исследование дальней, локальной и электронной структуры веществ;
- исследование магнитной структуры веществ →
- модификация свойств;
- создание новых материалов: механокомпозиты, наночастицы, кластеры ...

- Исследование фазовых превращений при внешнем воздействии:
новые функциональные и конструкционные материалы



Синхротронные исследования в различных областях наук:

Материаловедение:

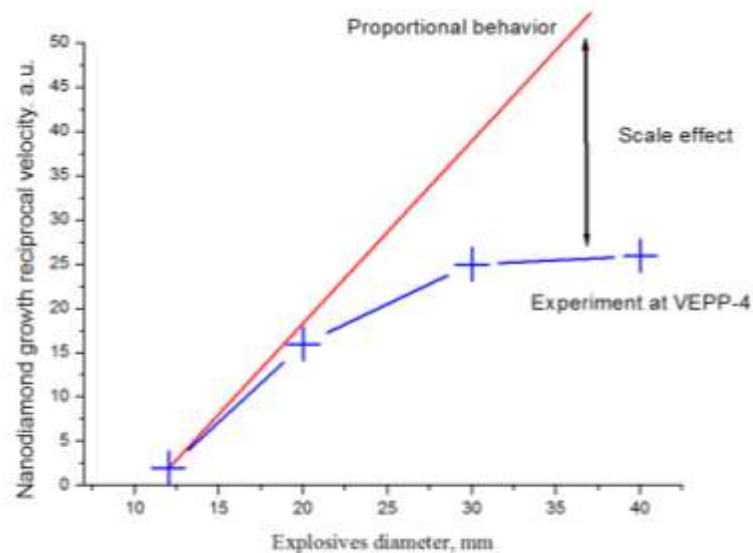
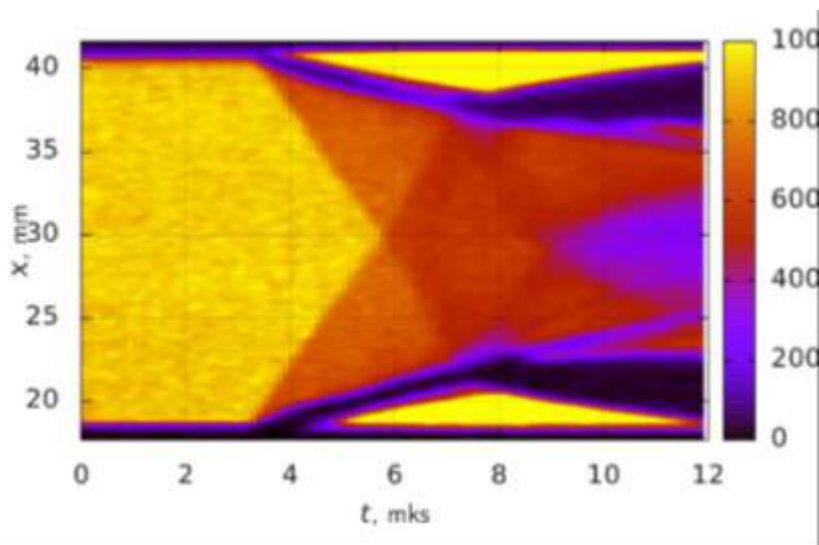


Исследование энергетических и конструкционных материалов

Техническая реализация:

рентгеновская дифракция с временным разрешением + рентгеновский контраст

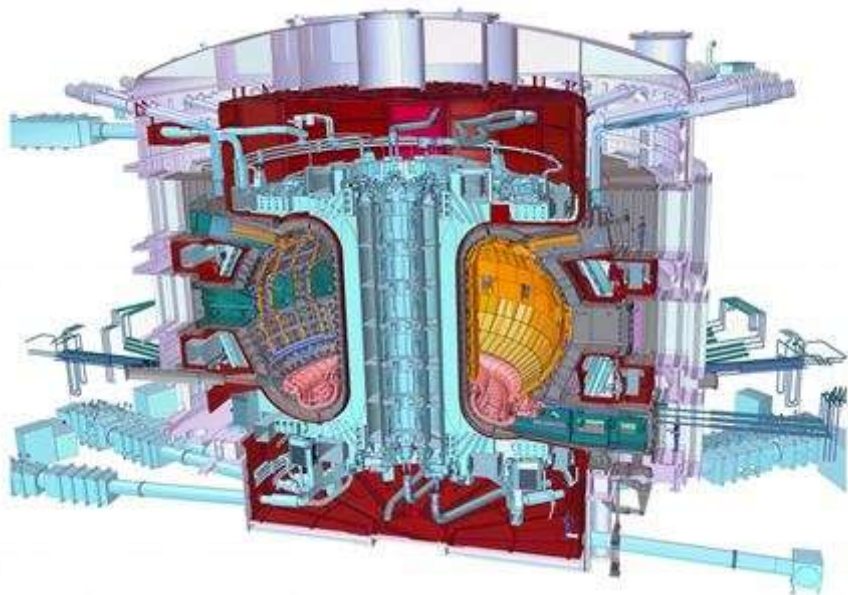
Исследование поведения веществ в процессах детонации и ударноволнового нагружения с пикосекундным разрешением



Динамика роста размеров детонационных наноалмазов

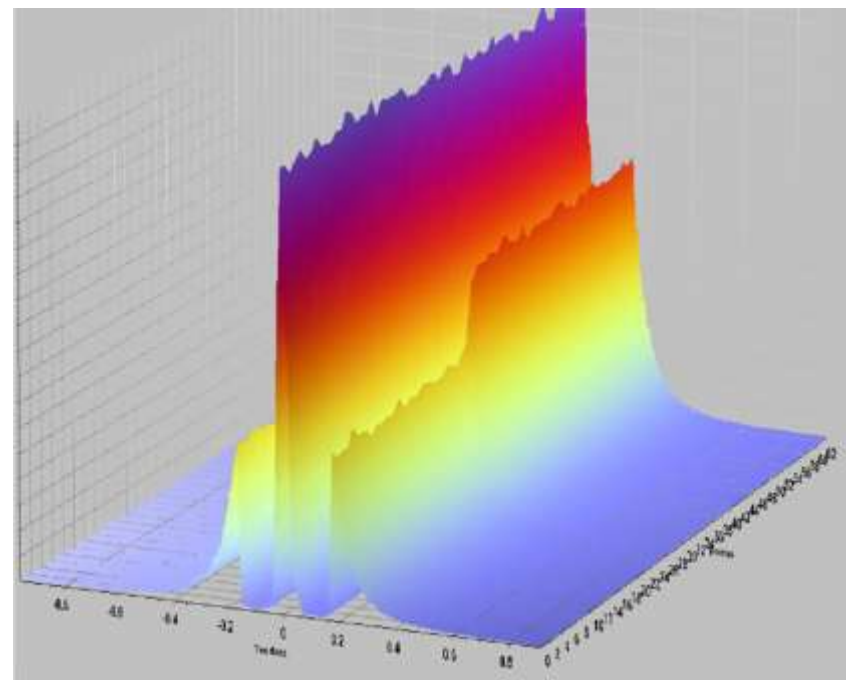
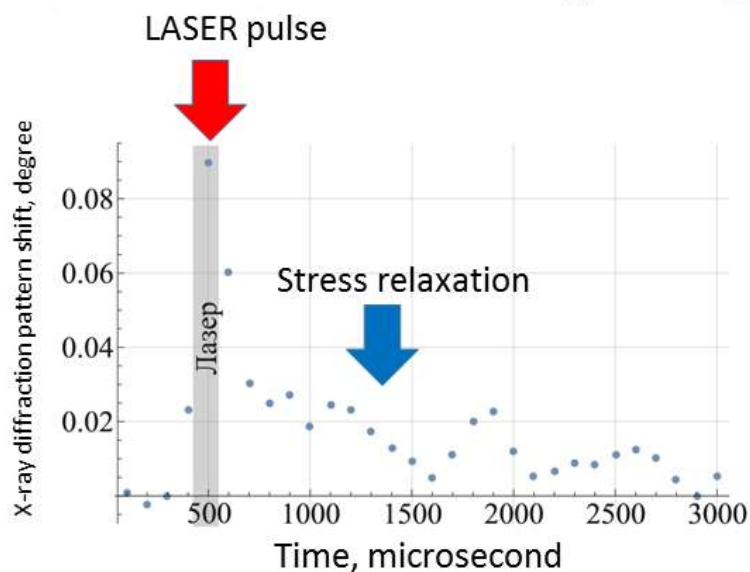
Синхротронные исследования в различных областях наук:

Материаловедение:

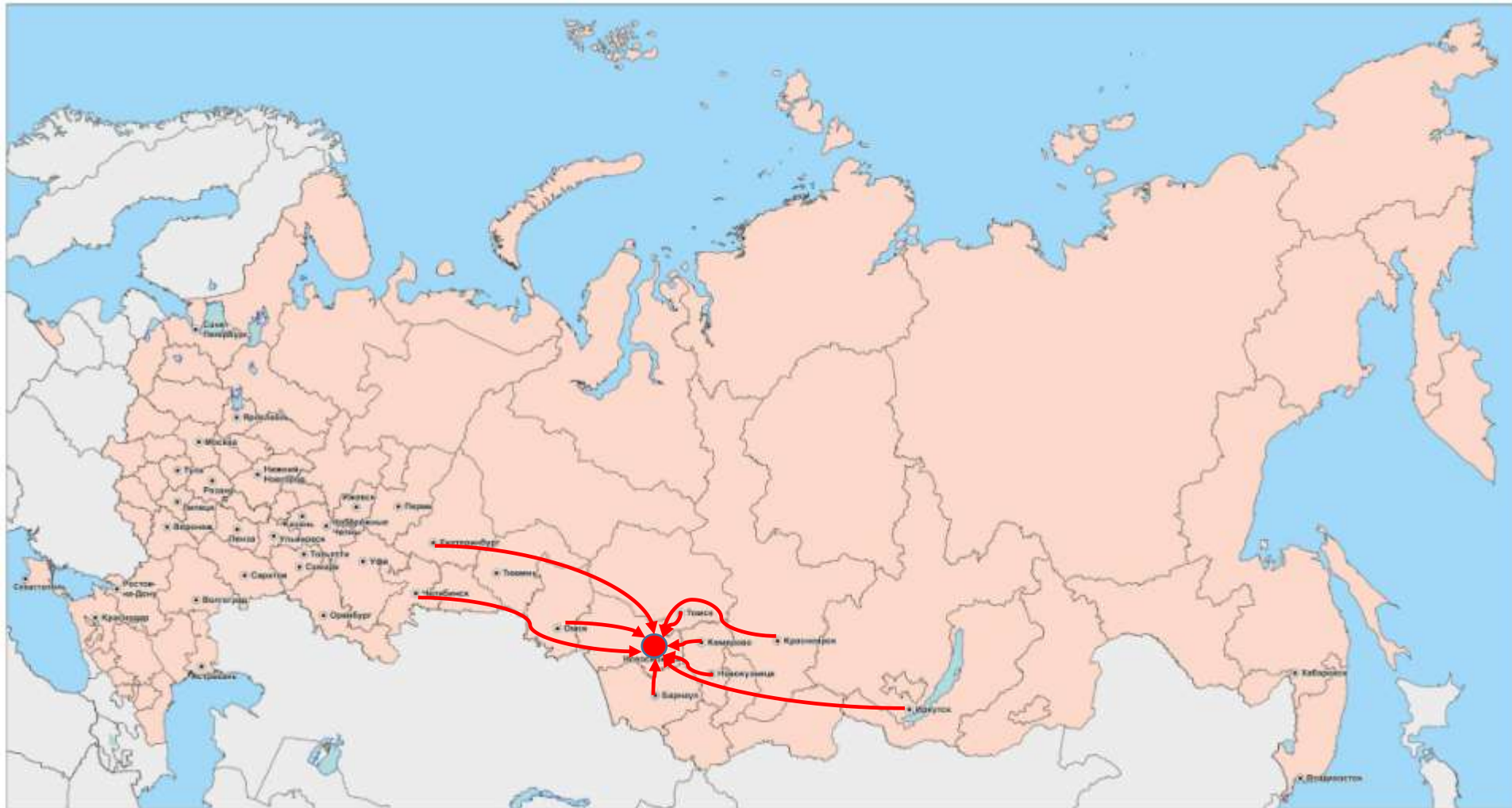


Модельный эксперимент по исследованию теплового воздействия при помощи лазера

Исследование процессов превращения веществ с временным разрешением («дифракционное кино»)



Источник СИ в Новосибирске



- Удобное географическое положение.
- Уникальное широкопрофильное научное и университетское окружение, развитое пользовательское сообщество.
- Опыт.

ЦКП СЦСТИ

Состав научного оборудования



ВЭПП-3

(УНУ «Комплекс ВЭПП-4 – ВЭПП-2000»)



11 экспериментальных станций, включая:

- Станция «Взрыв»
- УНУ Станция «EXAFS спектроскопии» (УНУ ИК СО РАН) и др.

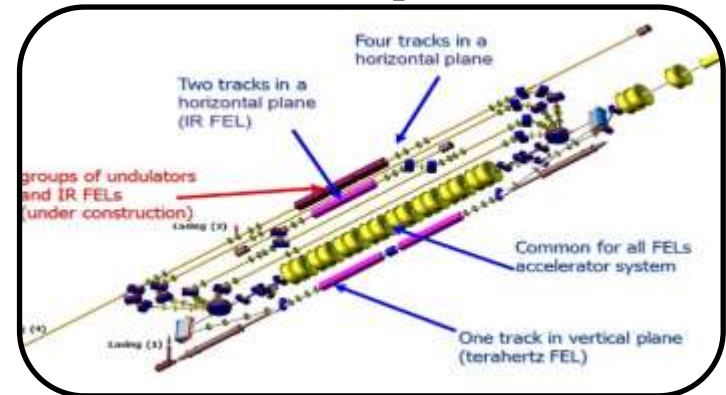
ВЭПП-4

(УНУ «Комплекс ВЭПП-4 – ВЭПП-2000»)



- Станция «Космос»
- + 4 станции в процессе создания

УНУ «Новосибирский ЛСЭ»



- Метрологическая станция
- Станция физико-химических и биологических исследований
- Станция молекулярной спектроскопии
- Станция «Интроскопия и спектроскопия»
- Станция «Аэродинамика»
- Станция для изучения химии металло-органических соединений

Иное оборудование



ОПЫТ ИЯФ

производство

ускорительных элементов

ИЯФ СО РАН

Технологии производства, большой опыт создания укорительных элементов:

- Элементы магнитной системы (дипольные магниты, квадрупольные и секступольные линзы и др.)
- Устройства для генерации СИ (вигглеры и ондуляторы включая сверхпроводящие)
- Вакуумные и криогенные системы
- ВЧ генераторы, волноводы и резонаторы
- Электронные системы для диагностики и управления

Опыт разработки, создания и запуска больших ускорительных систем и комплексов



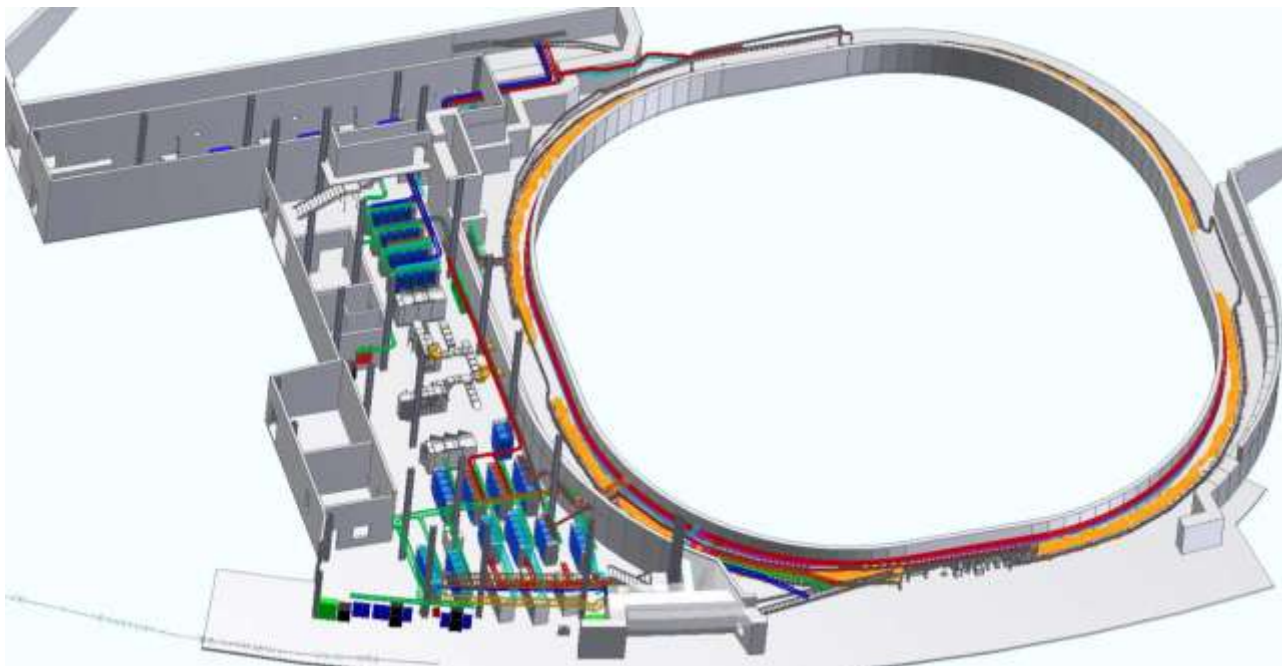
Ускорительные системы

Table 4.1. General Booster Specifications

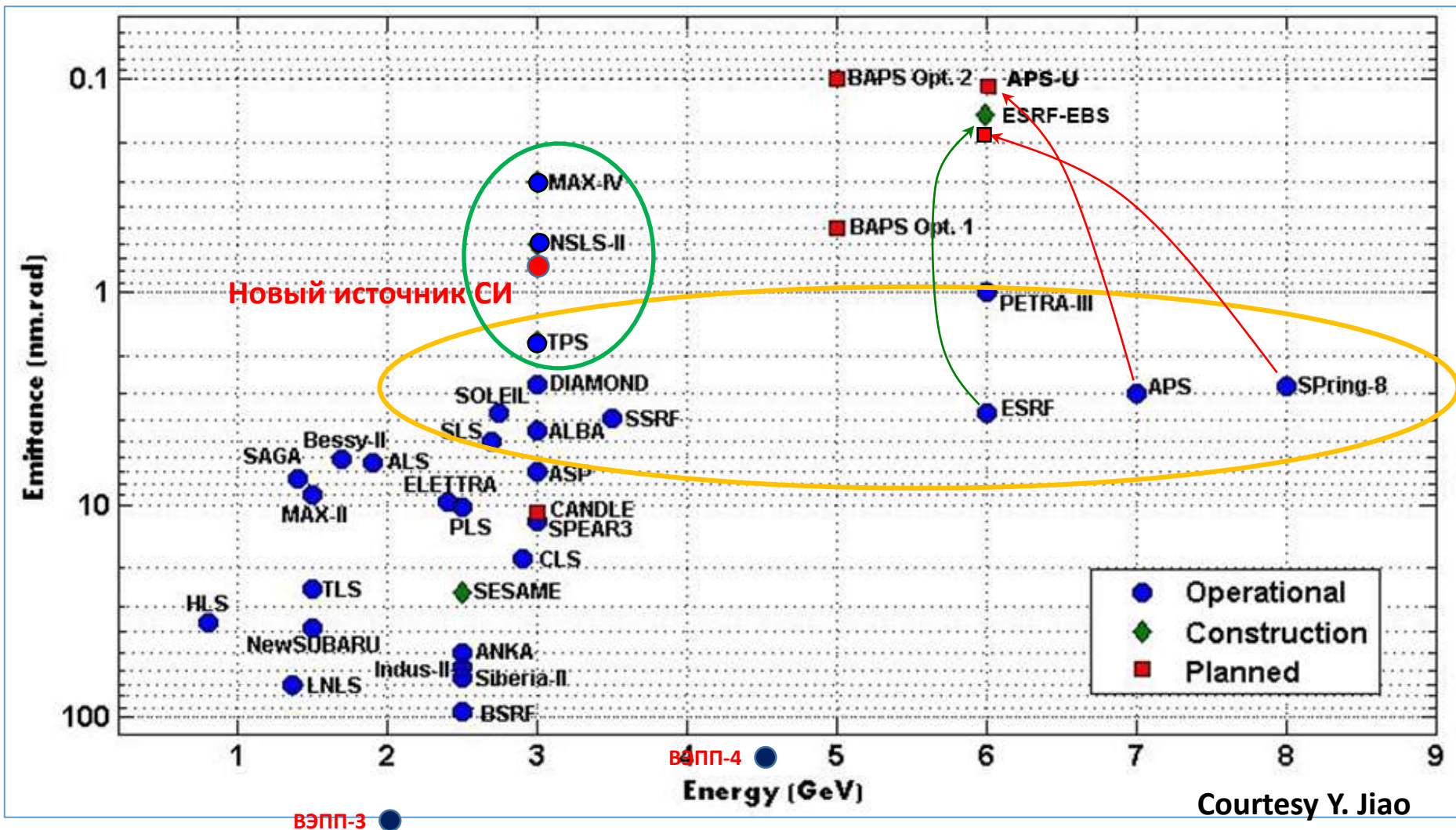
Circumference	158.4 m
Super-Periodicity	4
Operating time per year	6000 hr
Unscheduled Downtime	0.4% (24 hr per year)
Repetition rate	1 Hz (2 Hz)
RF frequency	499.68 MHz \pm 10kHz
RF voltage	200V - 1.2 MV
RF Amplitude and phase jitter at 1.2 MV	\pm 1% and \pm 1 $^\circ$
Max RF power	72 kW



NSLS-II Booster



Общемировой уровень проекта



Стратегия реализации проекта

Создание коллаборации организаций Сибирского региона

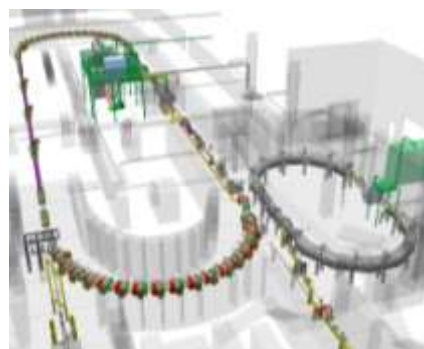
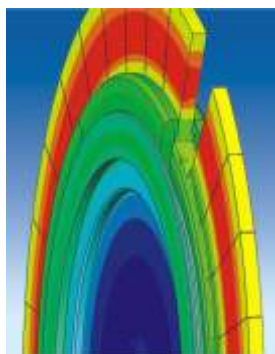
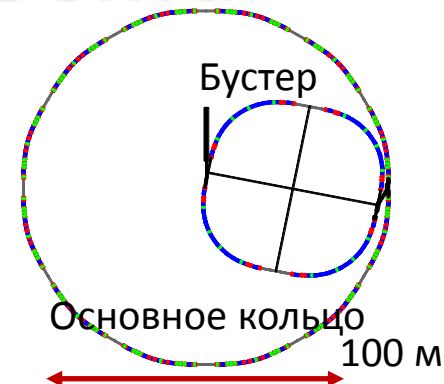


Стратегия реализации проекта

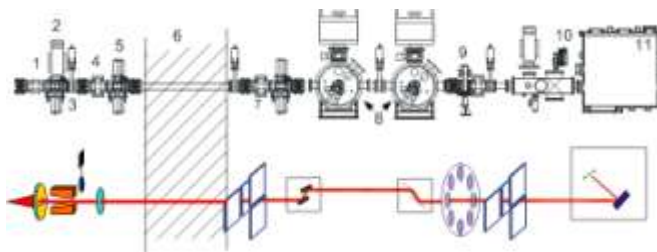


Разработка оптимальной магнитной структуры и унификация её основных элементов

- Унификация ключевых систем, стандартизация подходов по конструированию и производству

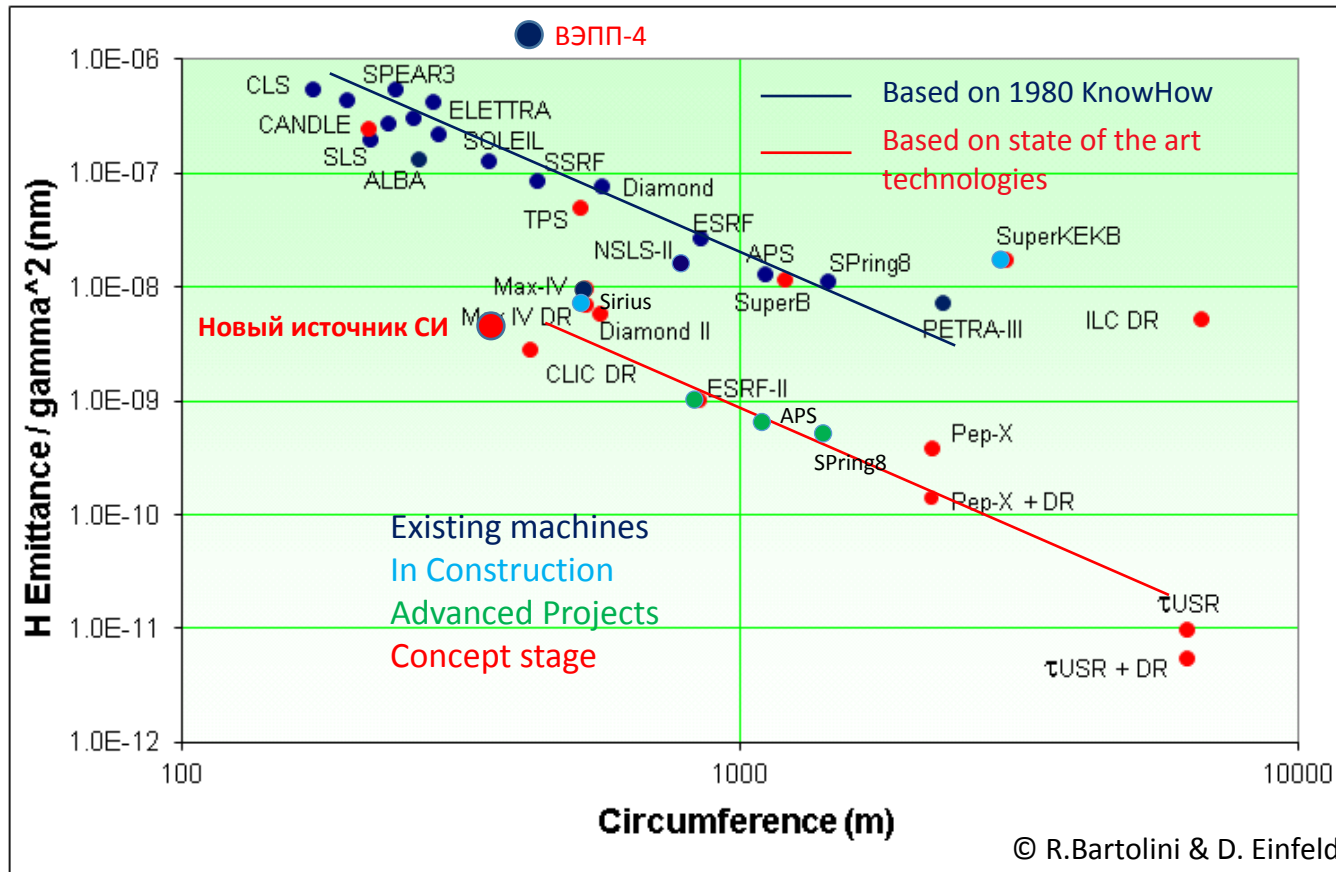


- Разработка и создание экспериментальных станций 1-й очереди и специализированных лабораторий



- Коллективная эксплуатация научного оборудования, разработка и создание экспериментальных станций 2-й очереди

Технологичность источника СИ



Кадровая ёмкость нового ЦКП



Количество аспирантов/студентов в год: до 250 / до 500 человек

Количество сотрудников/пользователей: 300 (100 – н.с.) / до 10000 человек в год

Новый источник синхротронного излучения для Сибирского региона

Основные параметры

Параметр	Величина
Энергия	3 ГэВ
Количество станций	32
Периметр источника	370 метров

Для кого

Более 50 научных организаций СО РАН, УрО РАН, ДвО РАН

Более 10 ВУЗов

Промышленность: Химическая, энергетика, машиностроение и металлообработка, микробиологическая...

Кто

Рабочих мест: 300 (100 – н.с.)

Пользователей (в год) 10000

Этапы большого пути

Этапы	Сроки	Стоимость
1-я очередь	7 лет	20 млрд. руб.
2-я очередь	10 лет	2 млрд. руб. ежегодно

Организации-пользователи

ИК СО РАН, ИГМ СО РАН, ИГил СО РАН, ИНХ СО РАН, ИХТТМ СО РАН и другие – **более 50 организаций**

ВУЗы: НГУ, НГТУ, ТПУ, АГУ, КФГУ – **более 10 ВУЗов**

Мощный импульс для развития промышленной и научной инфраструктуры региона

+ новые материалы: Na_2He (>100 ГПа), наноалмазы, катализаторы, механокомпозиты

+ новые свойства: высокотемпературная (200 К) сверхпроводимость в H_2S при 150 ГПа

+ новые лекарства: Витридинол, целевая доставка

+ новые технологии: синтез и диагностика нано- и гибридных материалов, молекулярно-биологические процессы, модифицированные поверхности

+ энергетика будущего: комплексные исследования материалов термоядерных реакторов

+ импортозамещение, отсутствие аналогов в России и многое другое.