



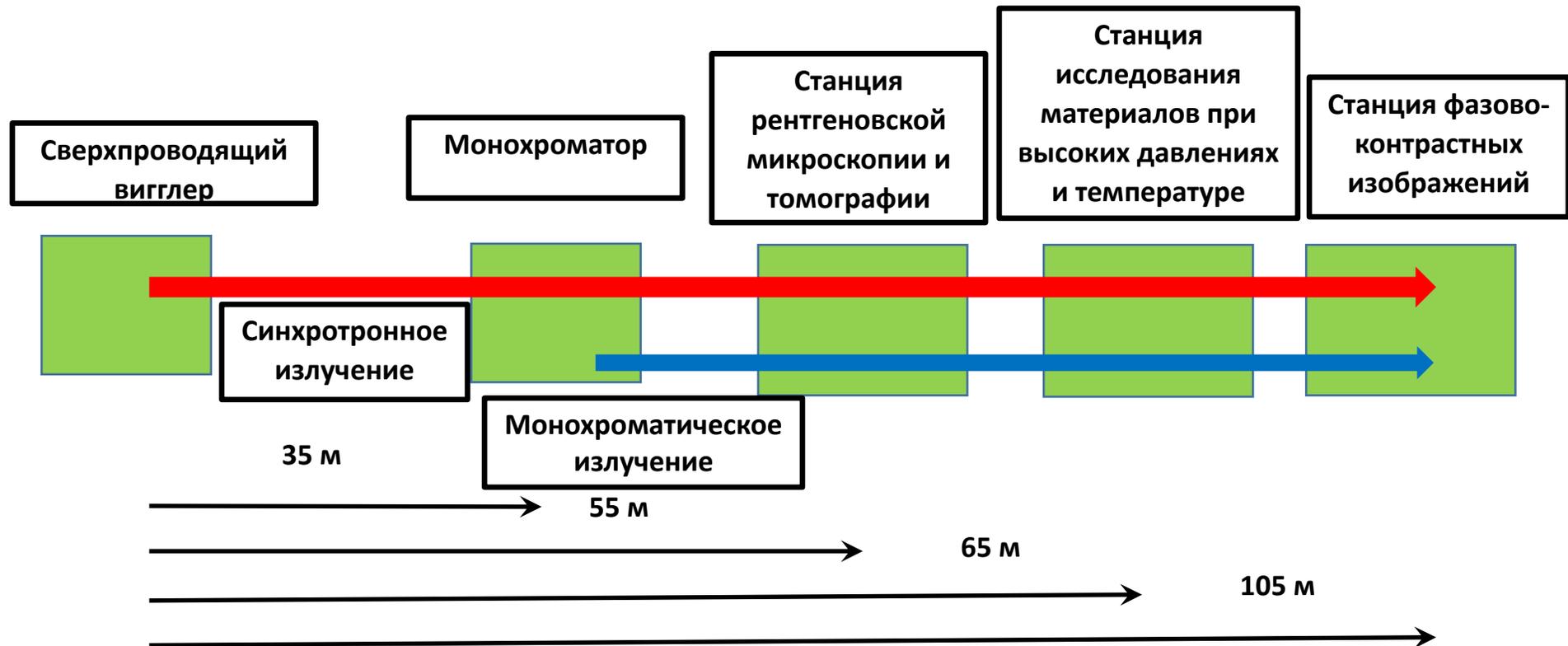
Канал СИ на ЦКП «СКИФ» «Диагностика в высокоэнергетическом рентгеновском диапазоне»

Константин Купер, ИЯФ СО РАН, *проектный офис ЦКП «СКИФ».*

k.e.kuper@inp.nsk.su

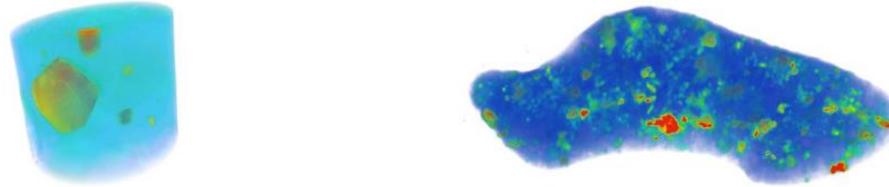
Новосибирск, 22.03.2019

Схема канала СИ «Диагностика в высокоэнергетическом рентгеновском диапазоне»

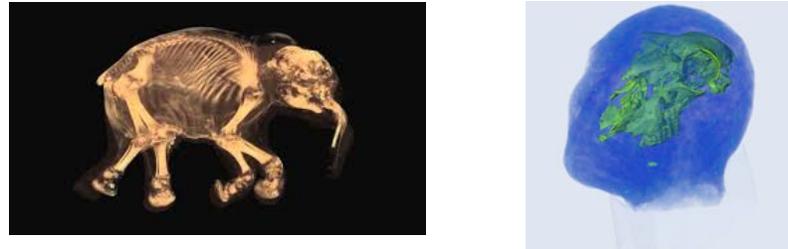


Научные задачи которые планируется решать на станции

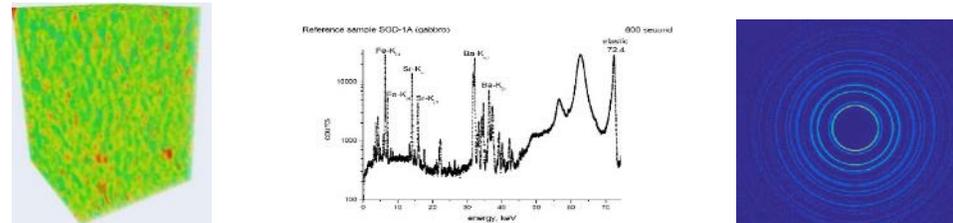
- Блок задач 1. Исследование геологических образцов



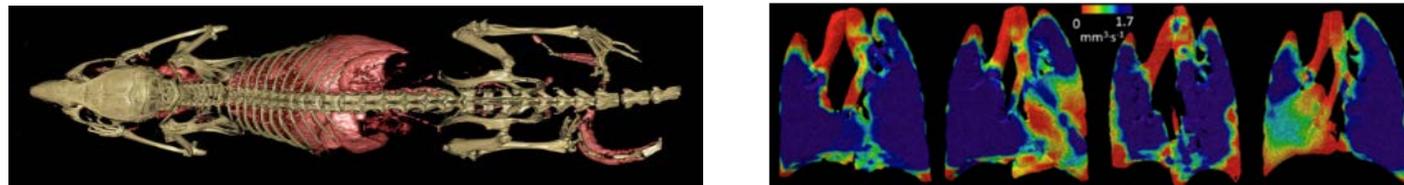
- Блок задач 2. Исследование уникальных археологических и палеонтологических находок



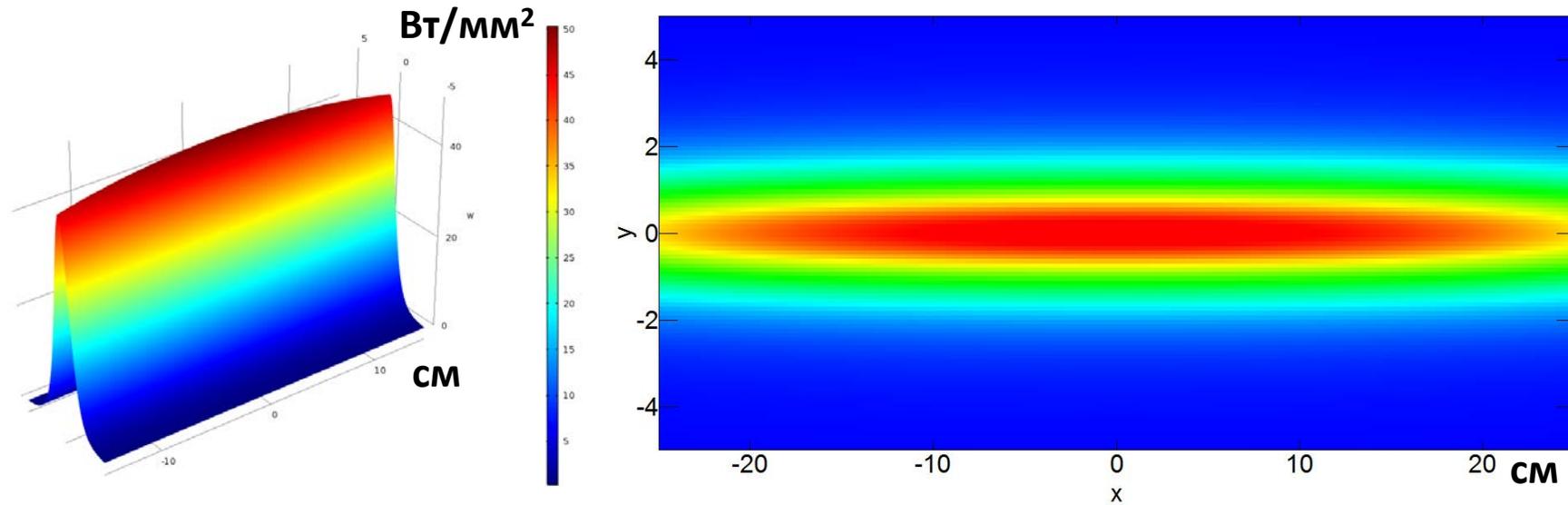
- Блок задач 3. Исследование новых композитных материалов



- Блок задач 4. Биомедицинские и ветеринарные технологии.



Вигглер с полем 4.5 Тл, периодом 53 мм ,28 периодов



Распределение мощности на 100 м от точки излучения

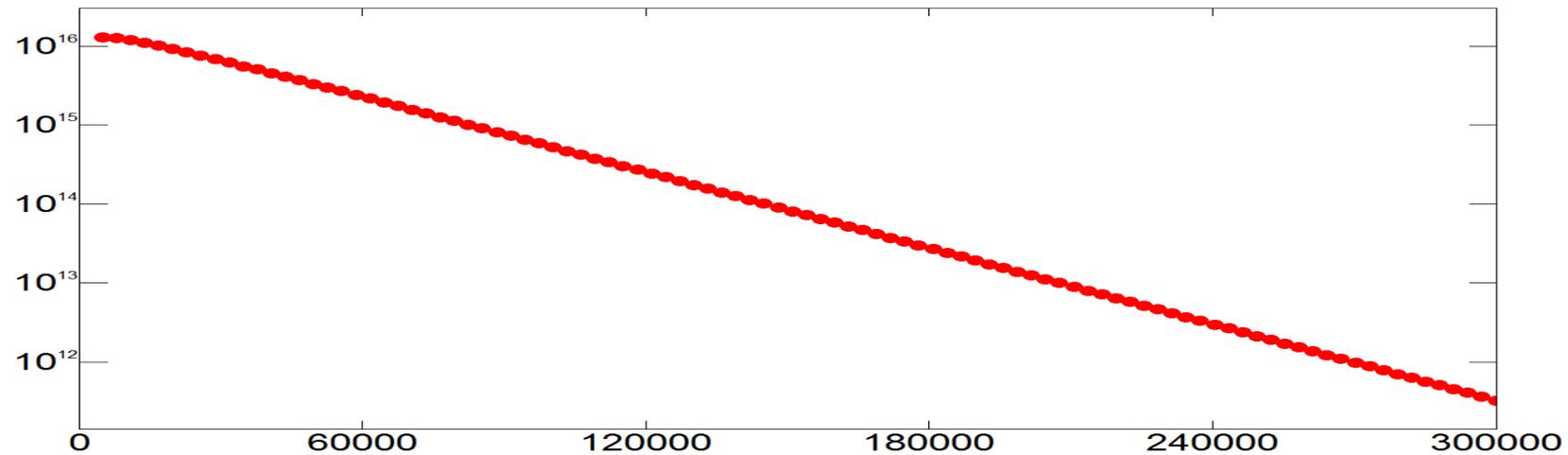
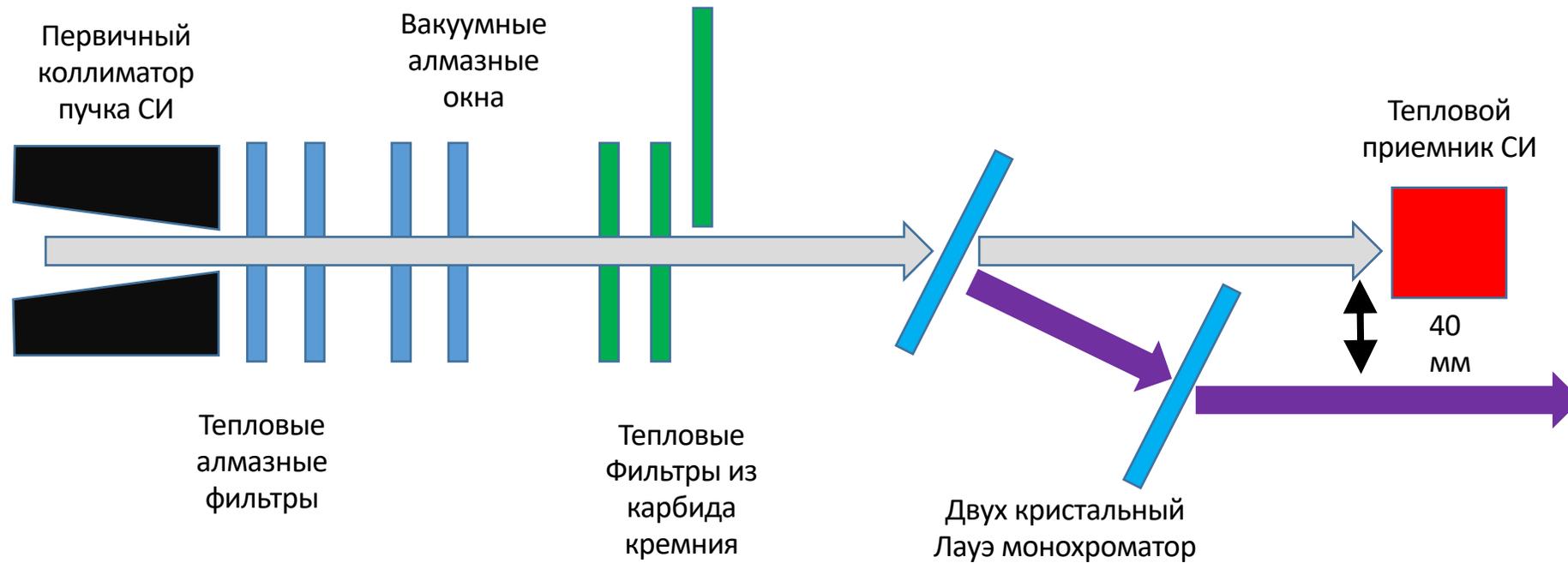
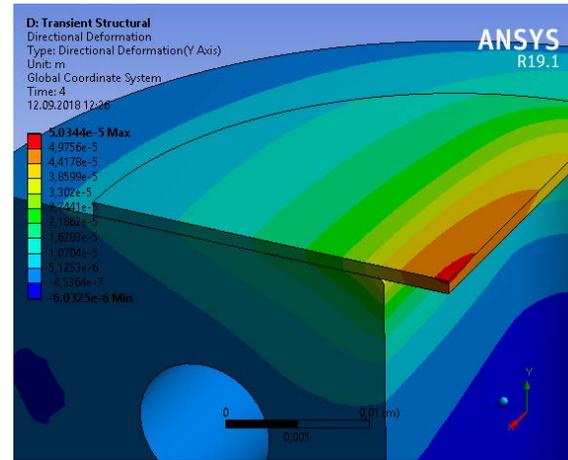
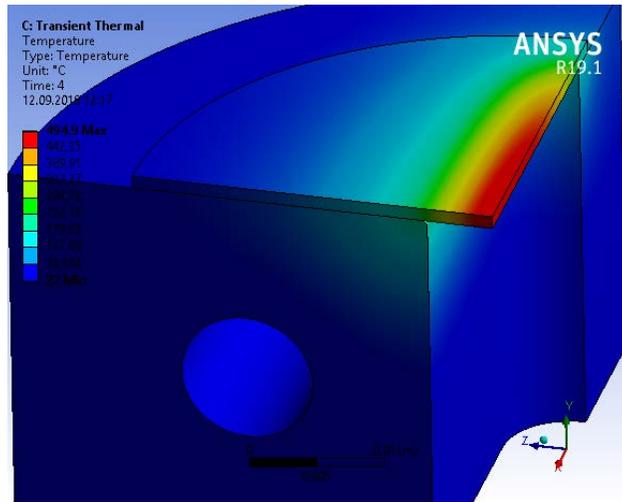


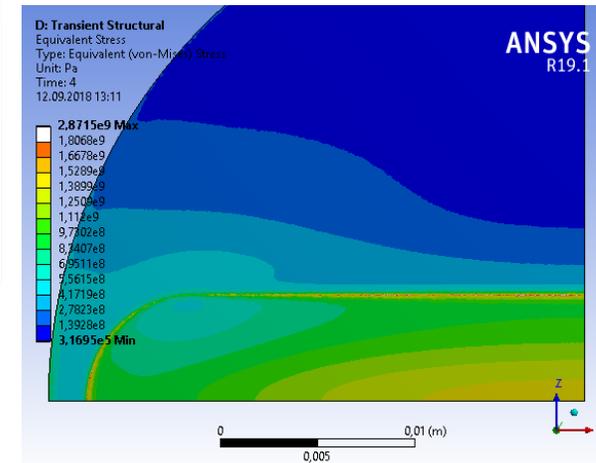
Схема расположения теплонагруженных элементов станции



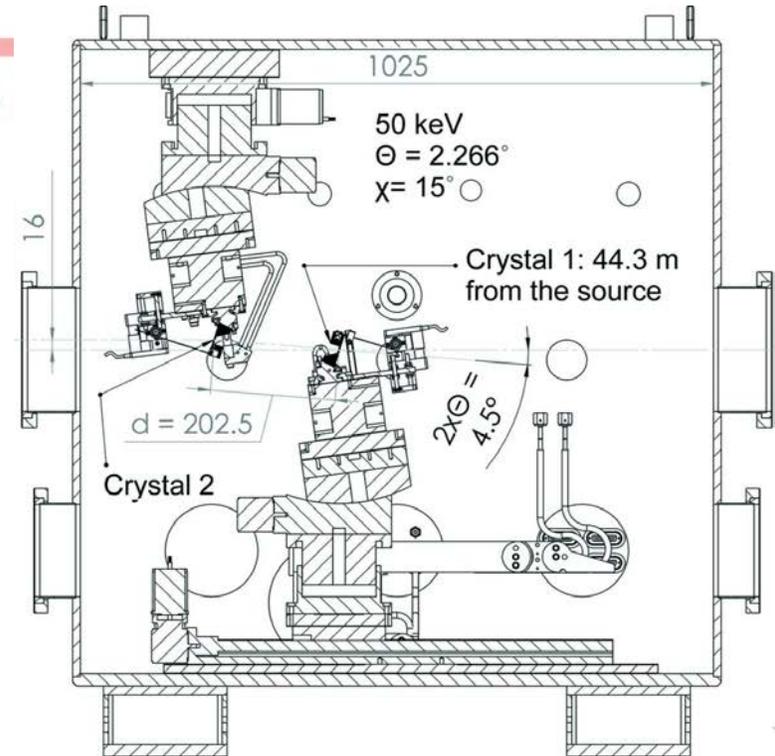
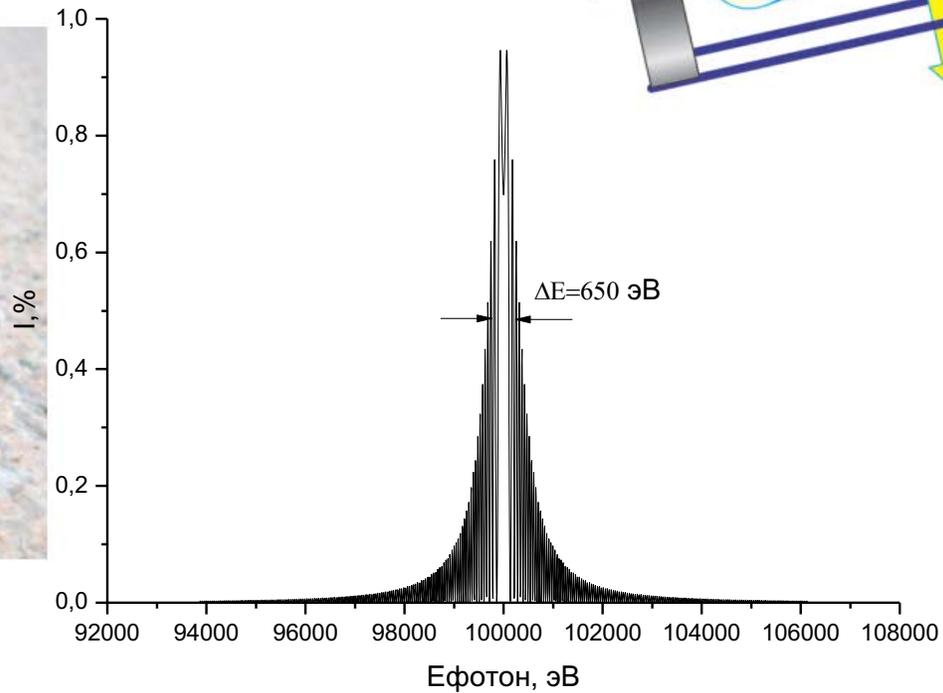
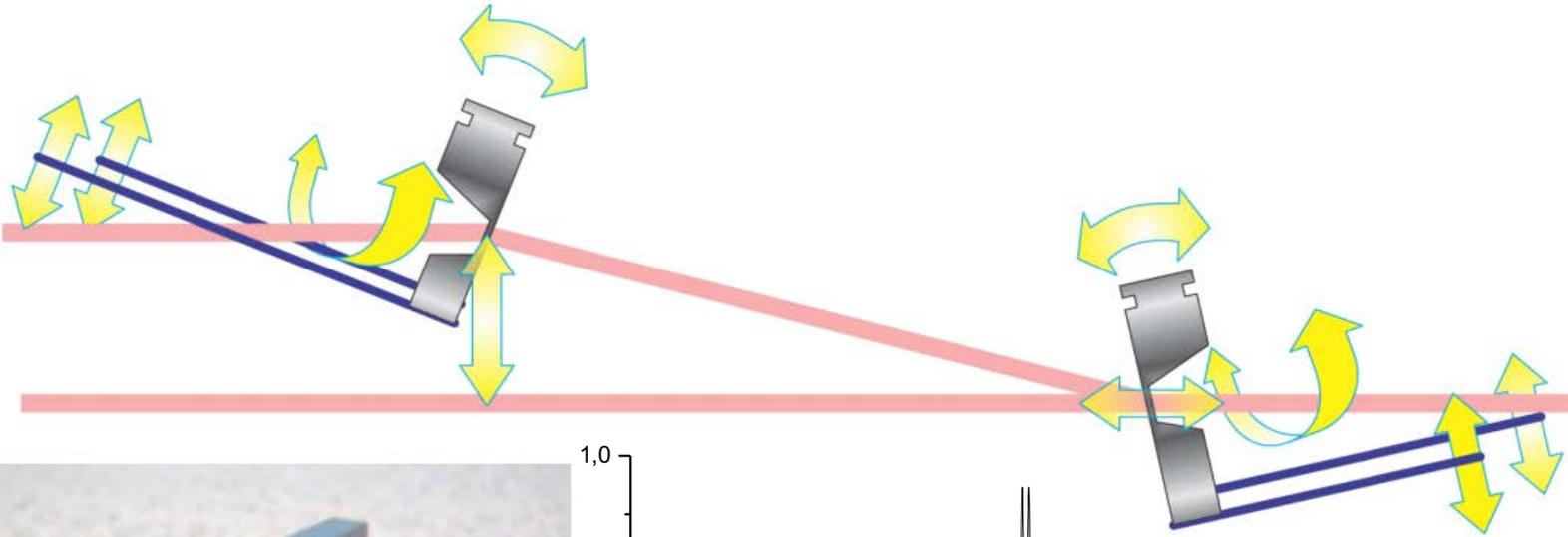
Расчет тепловой нагрузки на алмазные фильтры



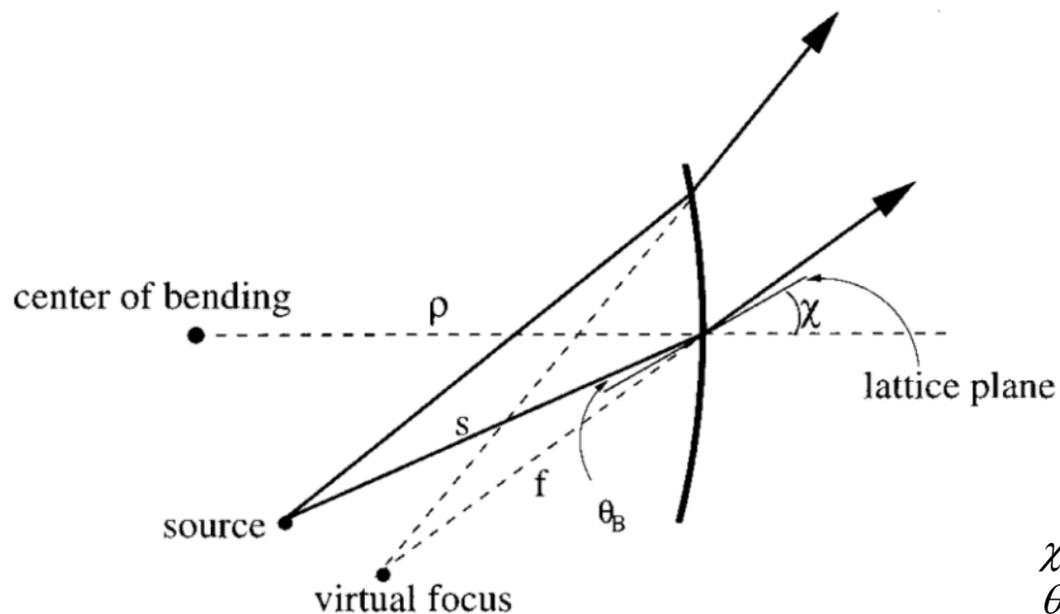
Распределение деформаций и температуры при суммарной тепловой нагрузке 6 кВт



Двух-кристальный Лауэ монохроматор работающий в диапазоне от 25 до 150 кэВ



Расчет параметров кристаллов для Лауэ монохроматора



$$\frac{2}{\rho} = \frac{\cos(\chi \mp \theta_B)}{s} - \frac{\cos(\chi \pm \theta_B)}{f}$$

$$\frac{\Delta E}{E} = \cot \theta_B \sqrt{\Delta \theta^2 + \omega_0^2 + (\sigma_s/s)^2}$$

χ - Угол рабочей кристаллической плоскости к поверхности кристалла

θ_B - Угол Брэгга

ρ - Радиус изгиба кристалла

s - Расстояние до источника

f - Фокусное расстояние монохроматора

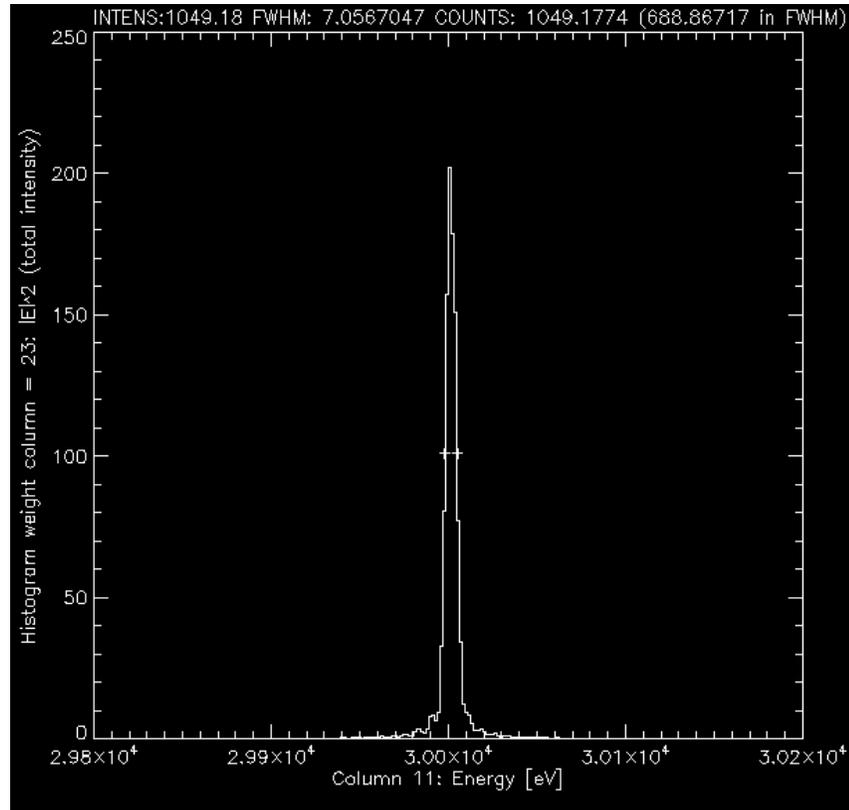
E - Энергия фотонов монохроматического излучения

ω_0 - Ширина кривой отражения кристалла

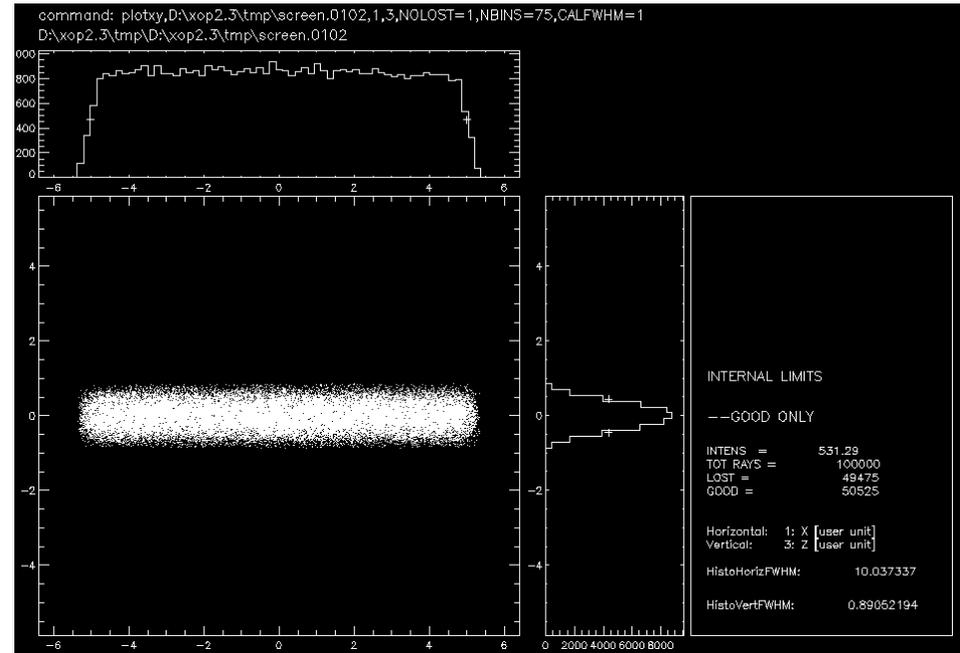
σ_s - размер источника

$\Delta \theta$ - диапазон изменения угла падения излучения вдоль кристалла

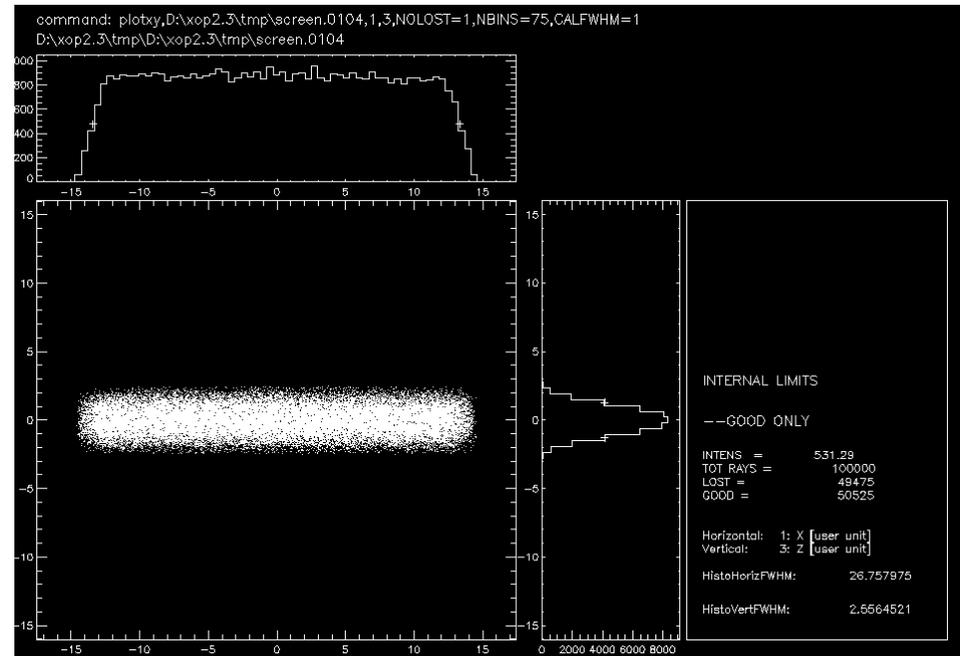
Параметры излучения при максимальной монохроматизации СИ



$D=10\text{ M}$
 $\Delta Z=9\text{ mm}$
 $\Delta X=100\text{ mm}$

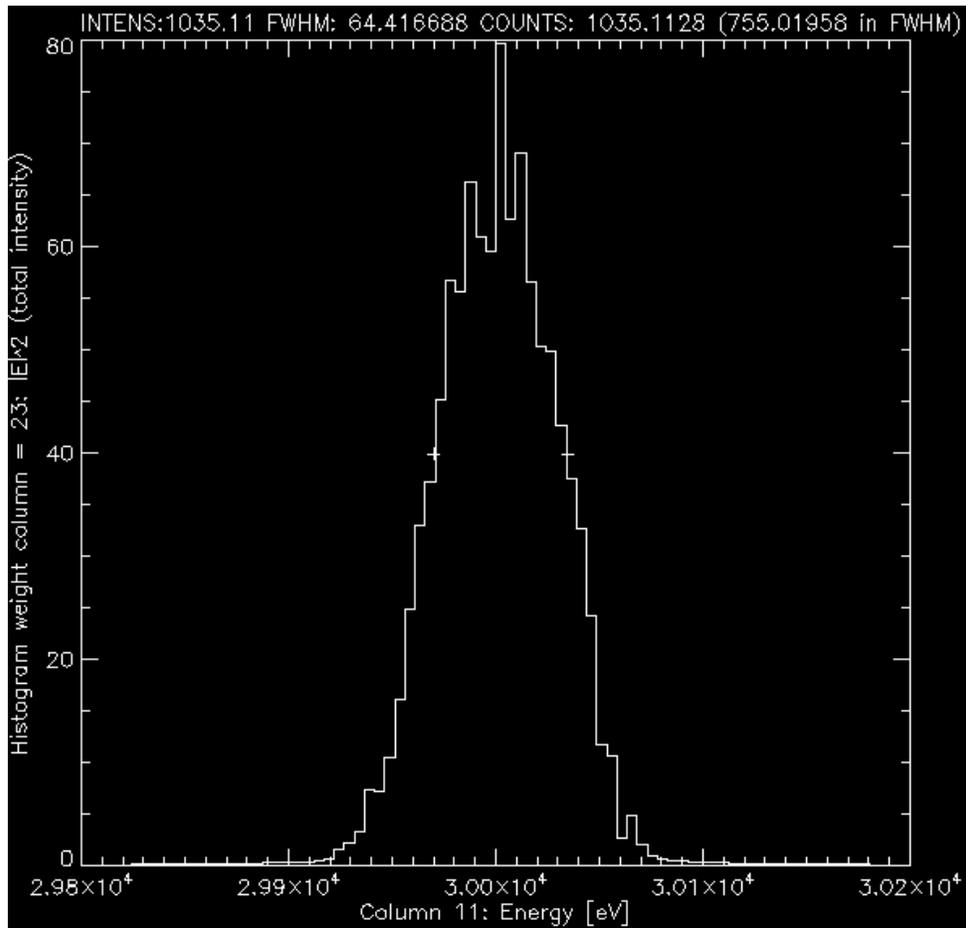


$D=50\text{ M}$
 $\Delta Z=25.5\text{ mm}$
 $\Delta X=268\text{ mm}$

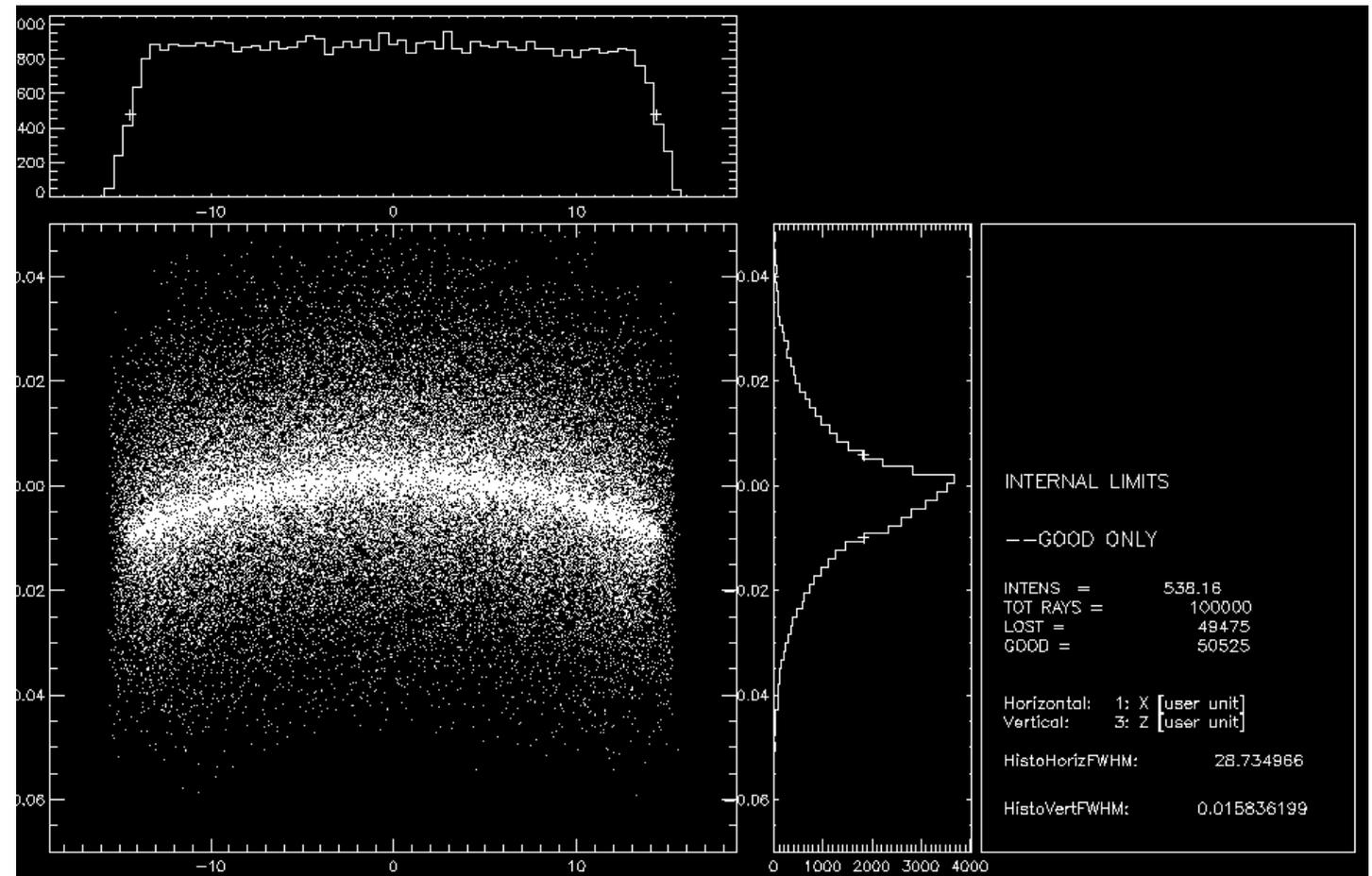


$$\Delta E/E = 7.05/30000 = 2.35E-4$$

Параметры излучения при максимальном потоке монохроматического излучения на расстоянии 105 м от источника (50 м от монохроматора)



$$\Delta E/E = 2.15E-3$$



$$D=50 \text{ m } \Delta Z=140 \text{ мкм}$$

Оптимизация параметров кристаллов для Лауэ монохроматора

Задача:

Иметь приемлемые потоки на уровне 10^{13} фотонов/сек/мм² на энергии 25 кэВ и 150 кэВ

Варьируемые параметры:

- 1. Толщина кристалла (влияет на ω_0 - ширину кривой отражения кристалла)***
- 2. Угол рабочей кристаллической плоскости к поверхности кристалла (χ)***
- 3. Радиус изгиба кристалла (ρ)***

Предварительные результаты:

- 1. $h1= 1.8$ мм, $h2=1.6$ мм***
- 2. $\chi=22^\circ$***
- 3. $\rho = -35, + 75$ м***

Секция «Фазово-контрастной радиографии»



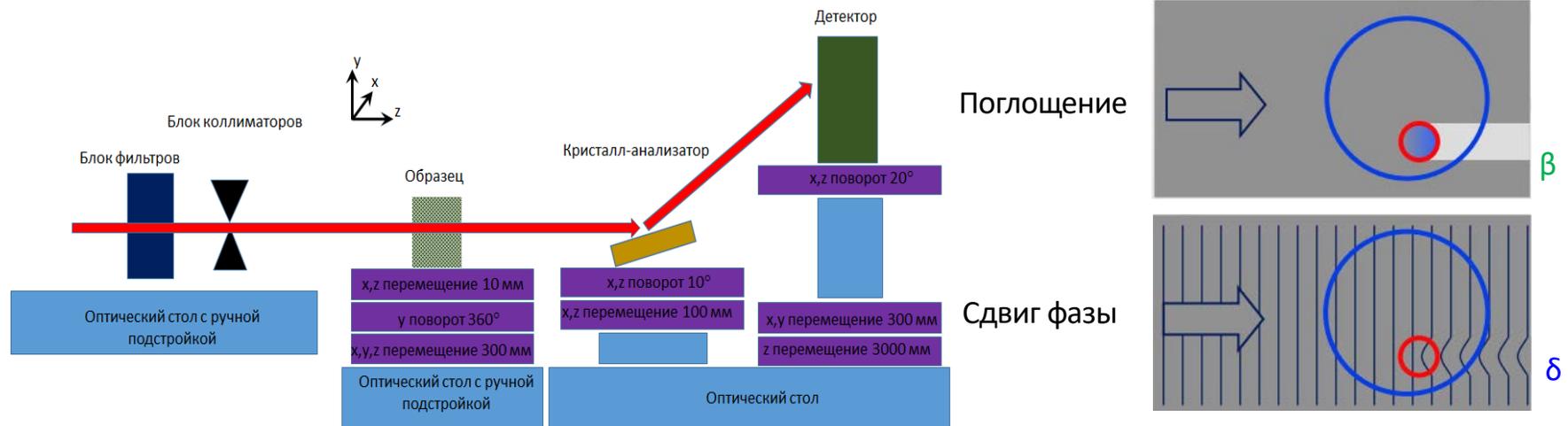
$$n = 1 - \delta + i\beta$$

где:

β - отвечает за поглощение излучения в веществе ($\sim \lambda^3$)

δ - за набег фазы излучения в веществе ($\sim \lambda^2$)

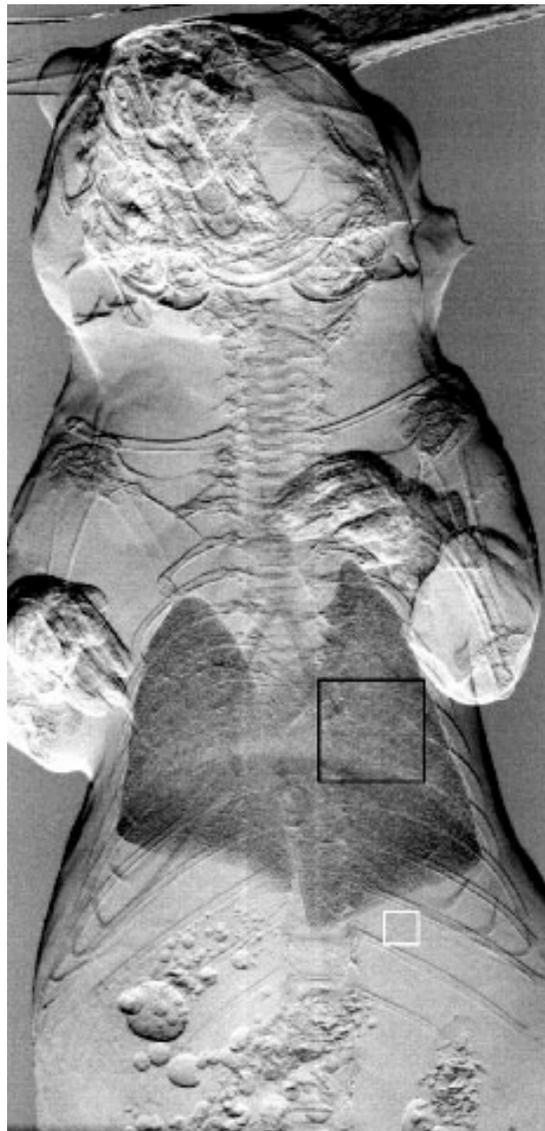
$$\Delta\varphi = 2\pi\delta t / \lambda$$



При этом размер источника

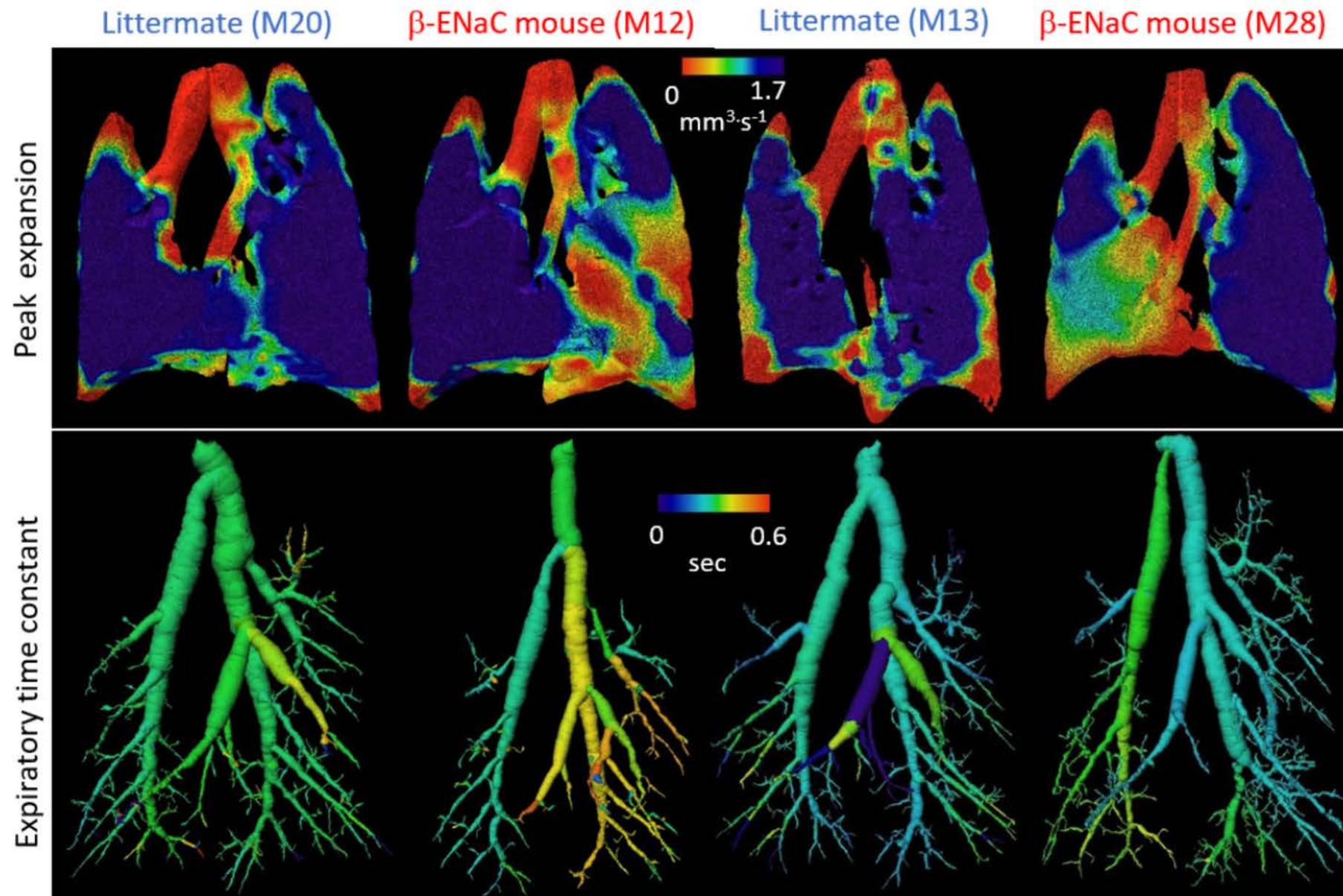
$$\sigma_s < \frac{Z}{S \cdot \lambda}$$

Сравнение фазово-контрастная и обычной радиогрaфии

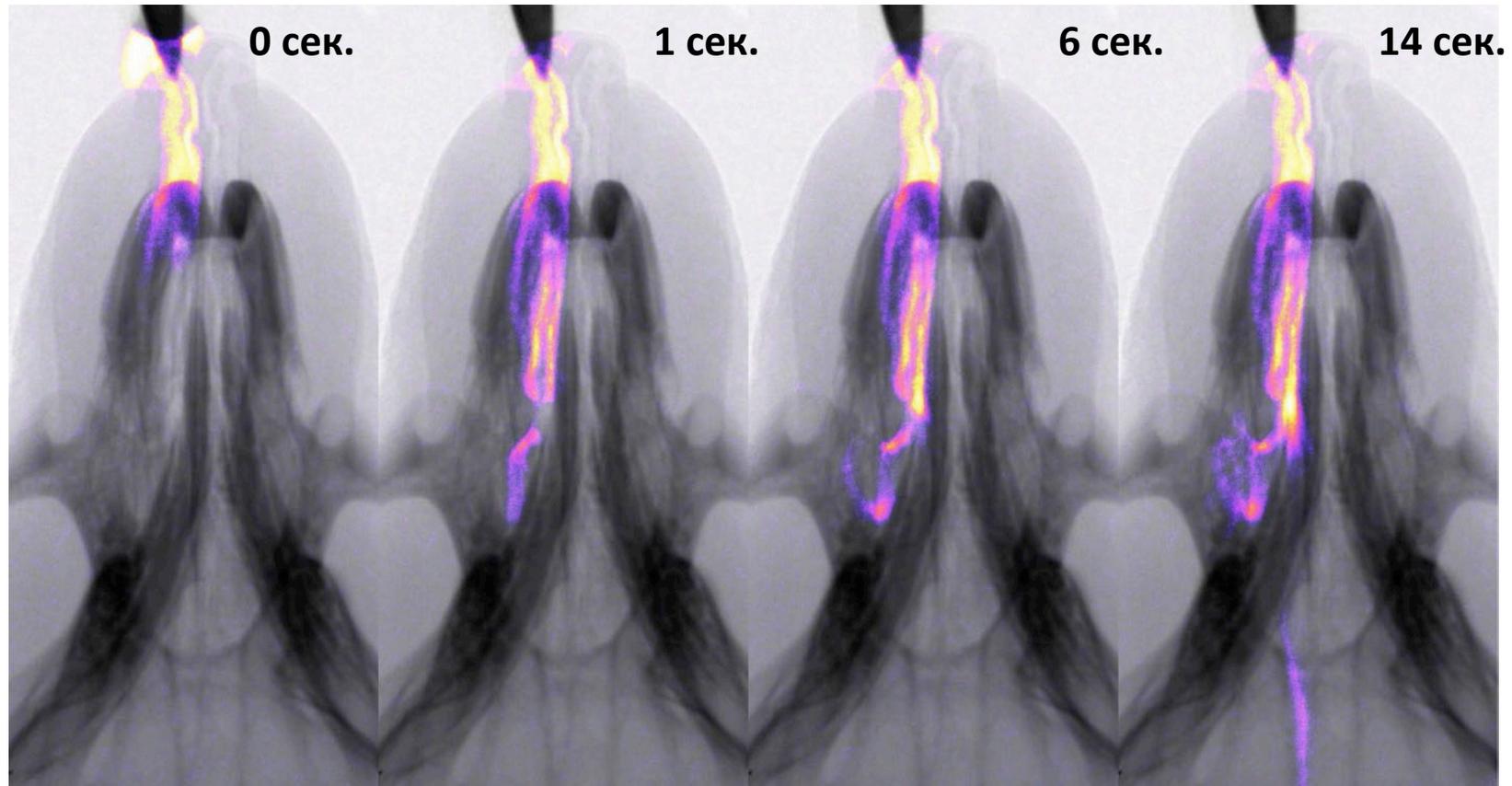


**M J Kitchen, R A Lewis, N Yagi et al
The British Journal of Radiology 2005**

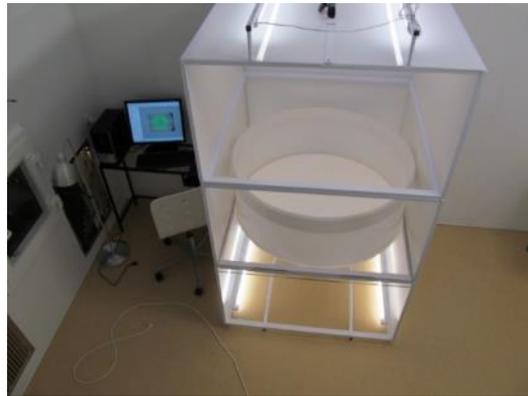
Пример фазово-контрастной радиогрaфии с временным разрешением



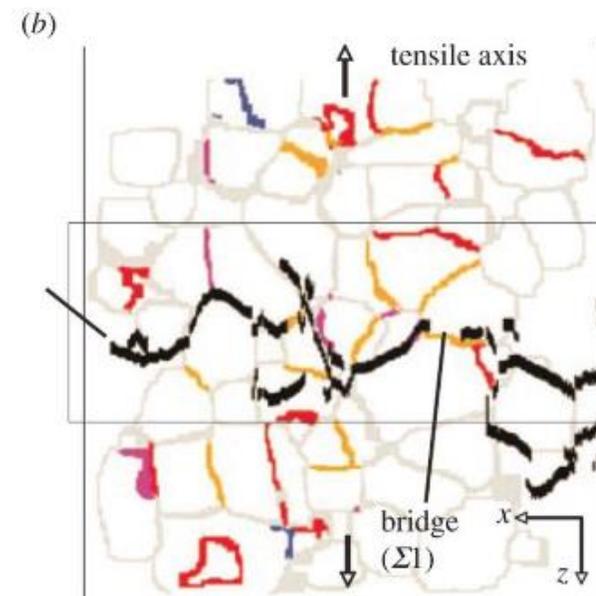
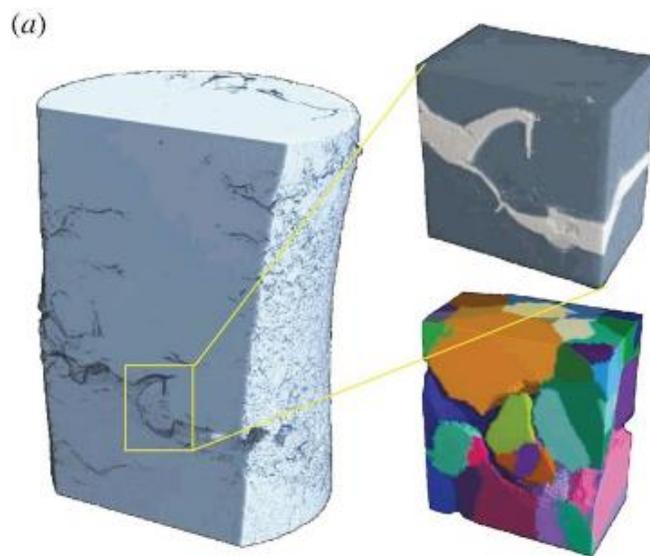
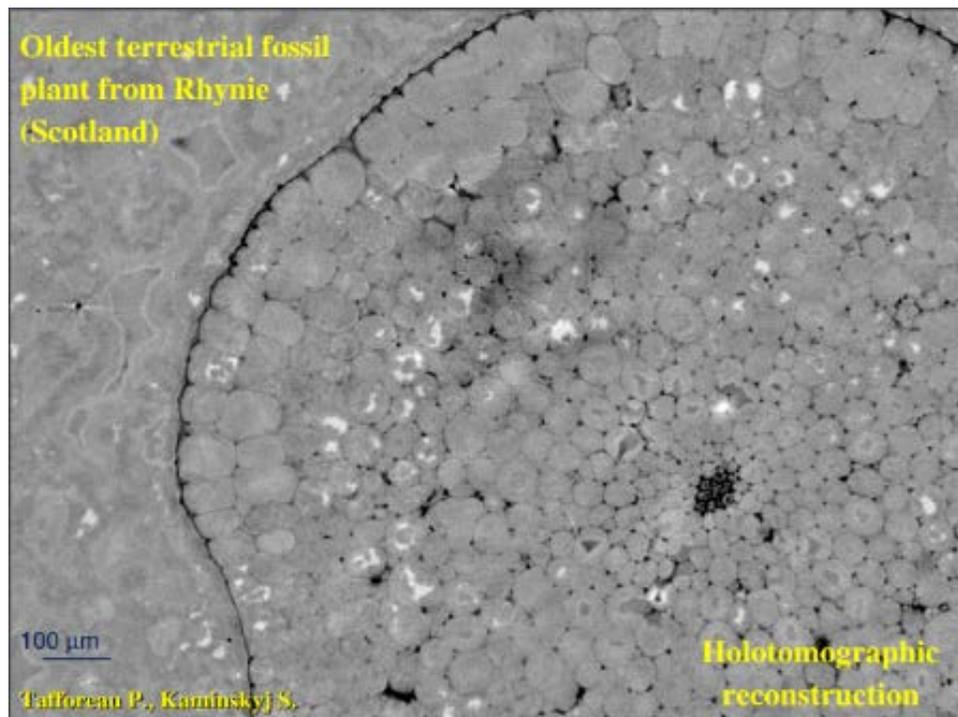
Пример фазово-контрастной радиогрaфии с временным разрешением



*Станция «Фазово-контрастной радиографии»
(Инфраструктура для содержания и обследования лабораторных животных)*



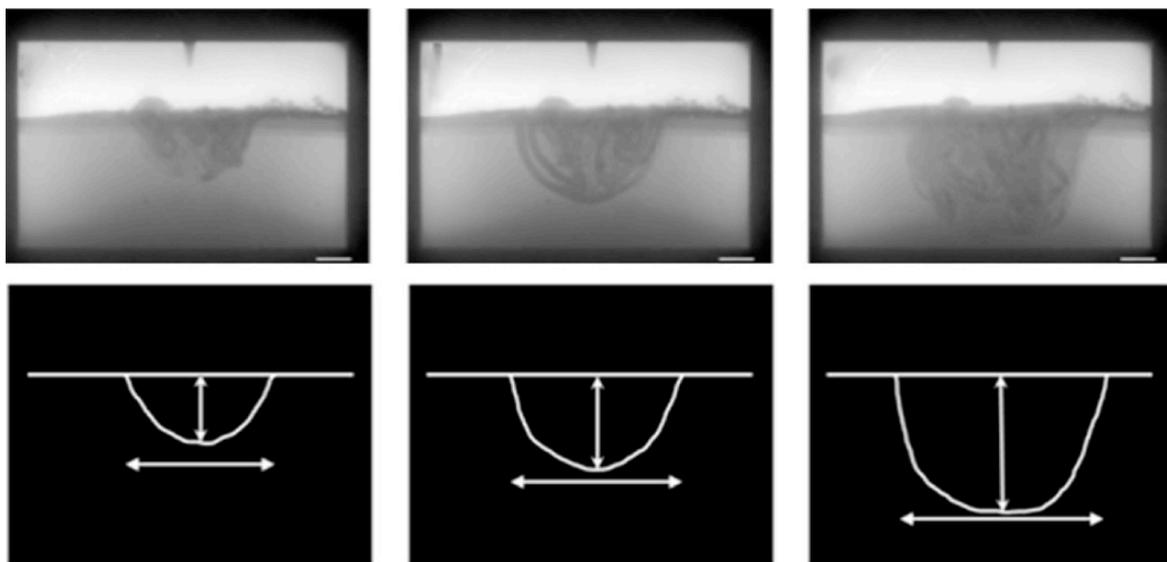
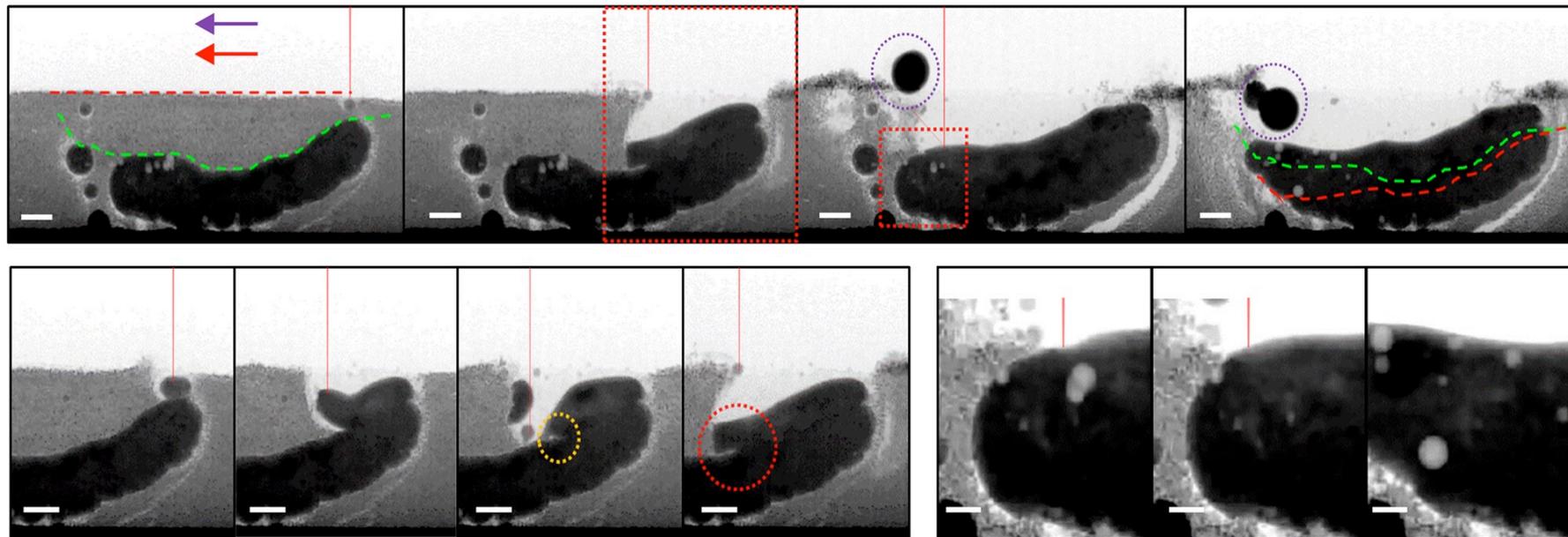
Примеры исследований с использованием фазово-контрастной радиографии



Пример радиографии с временным разрешением на уровне 1 мсек.

Динамика процесса взаимодействия порошка Инвара с лазерным излучением.

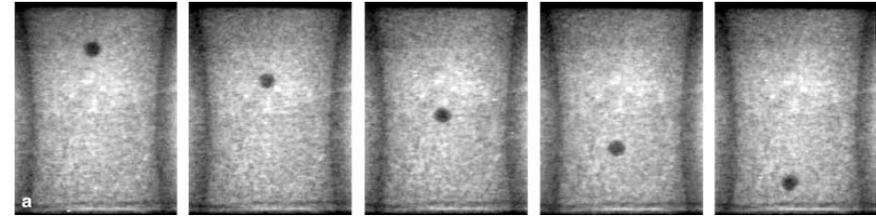
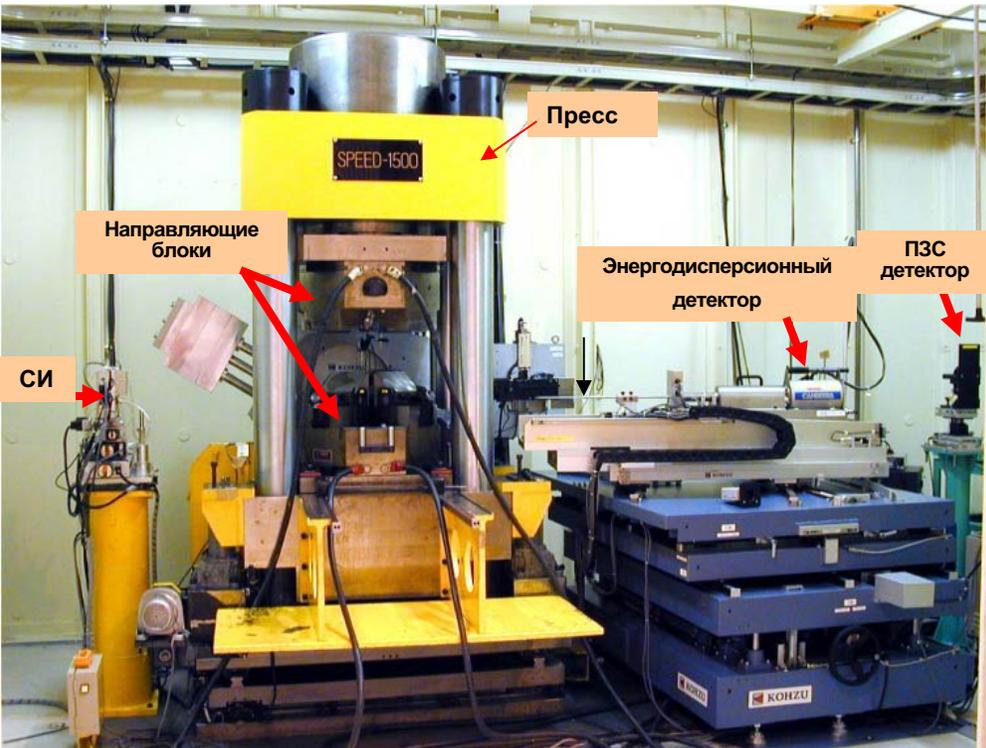
Chu Lun Alex Leung, Sebastian Marussi, Robert C. Atwood, et al. Nature Communications, 2018



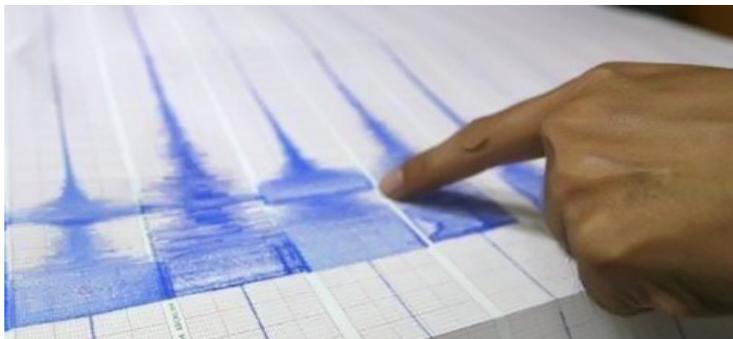
Динамика процесса плавления железа во время электродуговой сварки.

Lee Aucott, Hongbiao Dong, Wajira Mirihanage, et al., Nature Communications, 2018

Секция «Исследования материалов при высоких давлениях и температуре»



Исследование вязкости расплавов методом падающей сферы

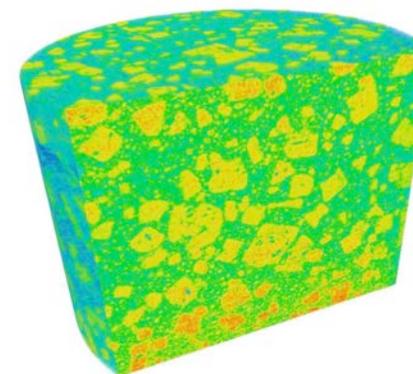
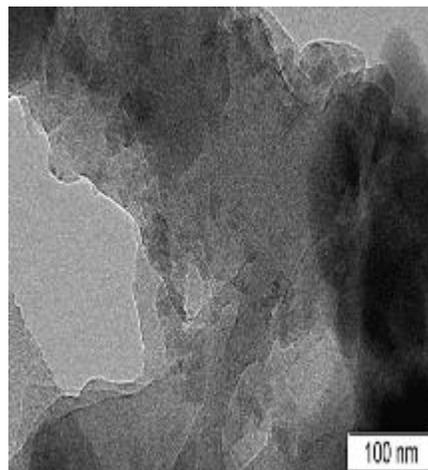
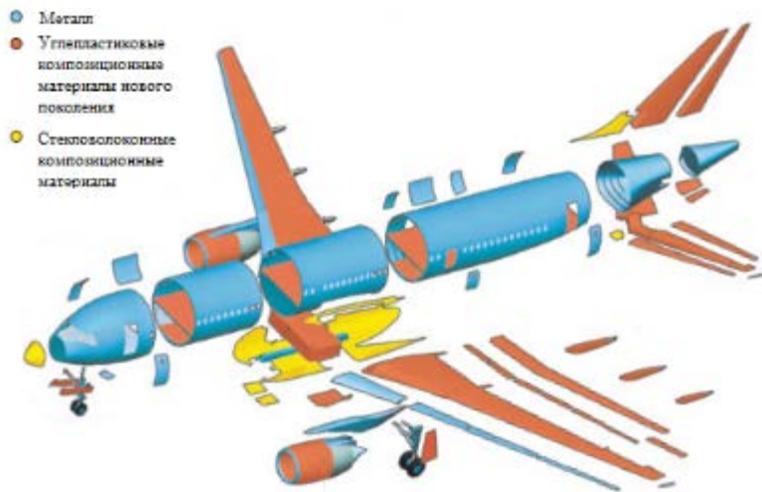
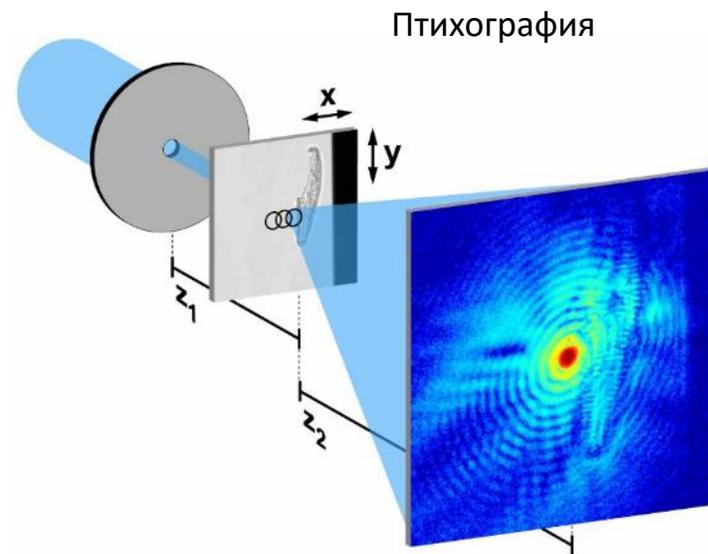
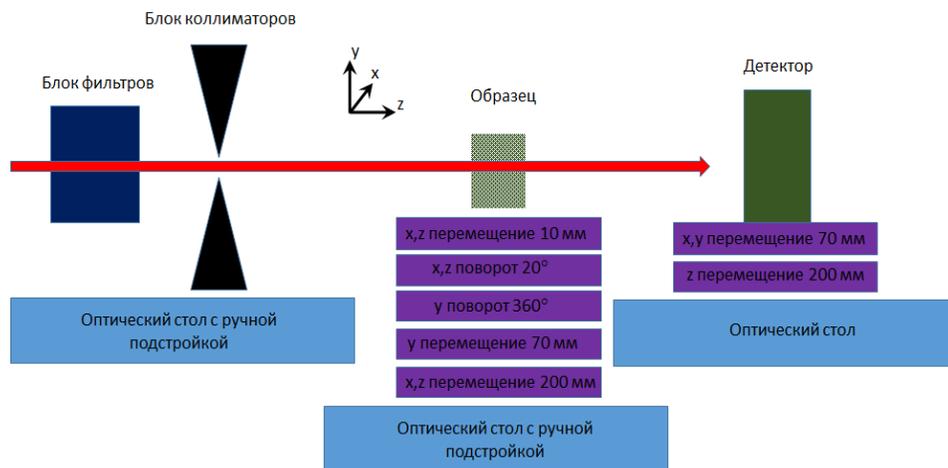


Прогноз сейсмических аномалий вокруг погружающихся в мантию литосферных плит.



Бронежилеты и защитные шлемы из керамики на основе карбида бора (справа) и микроструктура спекаемых изделий (слева).

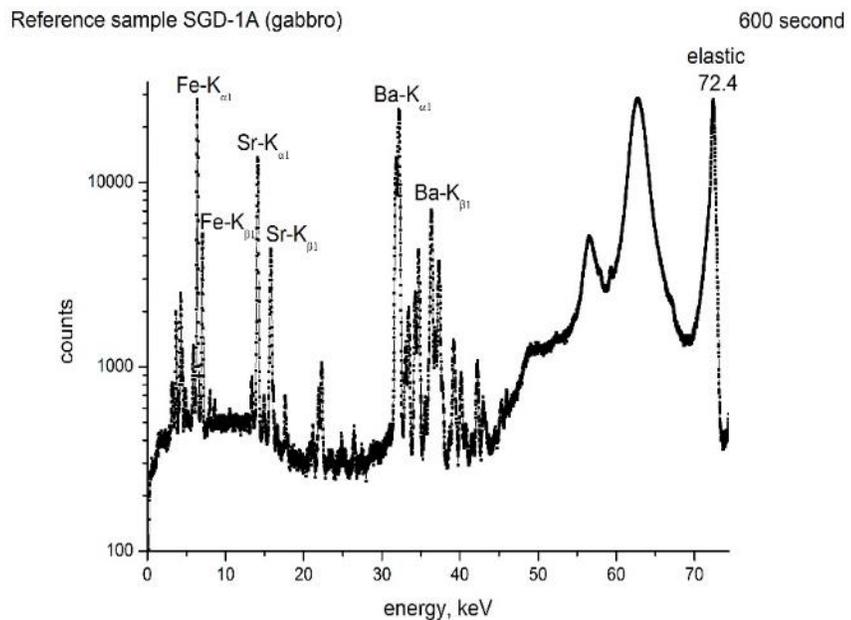
Секция «Рентгеновской микроскопии и томографии»



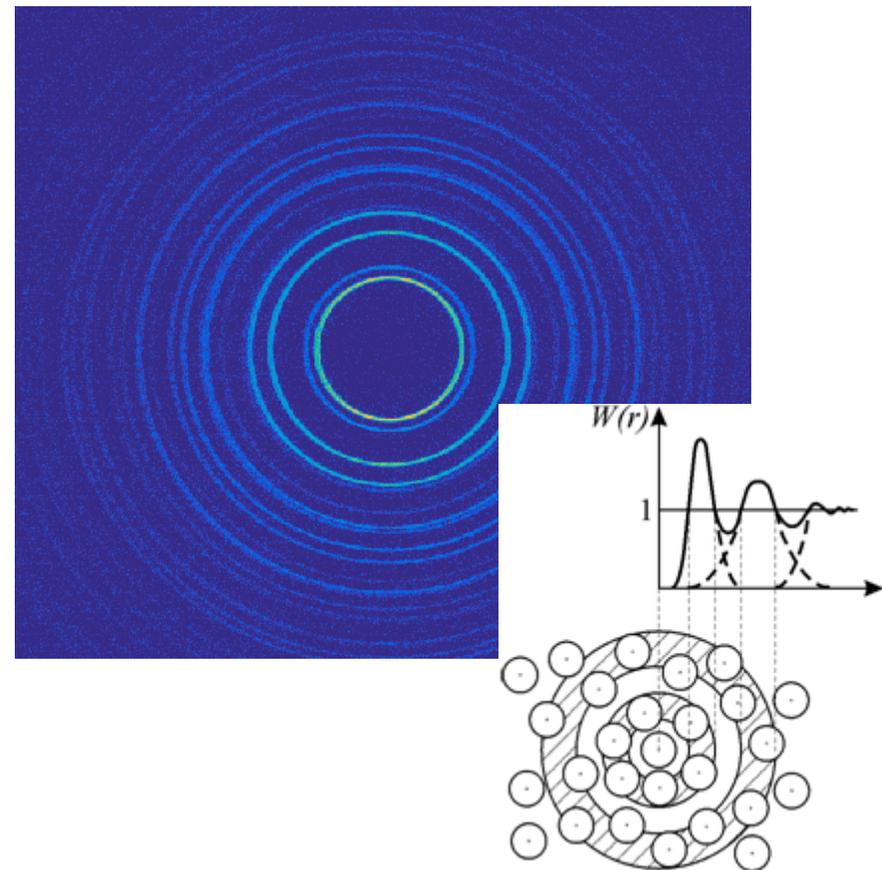
Исследование структуры композитных материалов

Доля углепластиковых композиционных материалов, используемых в авиационной промышленности (слева), структура полимера, наполненного упрочняющими наночастицами (справа).

Секция «Рентгеновской микроскопии и томографии»



**Рентгенофлуоресцентный
анализ**



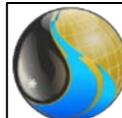
**Метод функции радиального
распределения**

Спасибо за внимание!

Организации заинтересованные и участвующие в проекте
канала СИ «Диагностика в высокоэнергетическом
рентгеновском диапазоне»



Институт геологии и
минералогии им. В.С.
Соболева



ИНГГ
СО РАН

