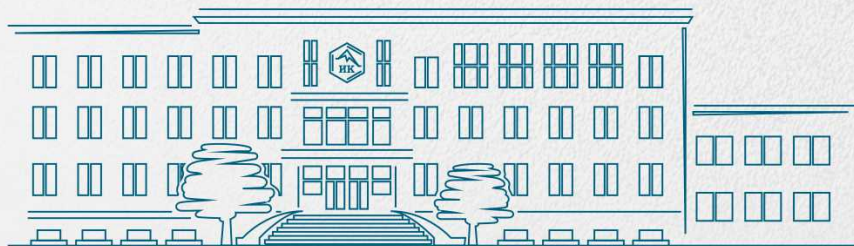




ИНСТИТУТ КАТАЛИЗА
им. Г.К. БОРЕСКОВА



Станция 1-4 «XAFS-спектроскопия и магнитный дихроизм» ЦКП «Сибирский кольцевой источник фотонов (СКИФ)»



к.ф.-м.н. Сараев Андрей Александрович (asaraev@catalysis.ru)

Томск, 2019

Основные научные задачи, решаемые на станции

Станция «XAFS-спектроскопии и магнитного дихроизма» предназначена для исследования локальной пространственной, электронной и магнитной структуры кристаллических и аморфных материалов, молекулярных кристаллов, примесей в сплавах, тяжелых элементов в биологической матрице с содержанием анализируемого элемента до 0.001%, а также жидкостей и газов.

- жидкости, молекулярные растворы, жидкие кристаллы;
- кристаллические и поликристаллические материалы;
- аморфные и высокоупорядоченные вещества;
- молекулы и макромолекулы, содержащие атомы металлов или в которых часть атомов замещена на тяжелые атомы.

Доступные методики	XANES, EXAFS, quick-EXAFS, XES, RIXS, магнитный дихроизм
Детекторы	Ионизационные камеры Быстродействующие ионизационные камеры Флуоресцентный, германиевый, диодный детекторы Эмиссионные спектрометры
Энергетический диапазон	4.5 кэВ < E < 35-40 кэВ (от титана)
Размер пучка, мм	мин. 0.01×0.01 (μXAS); макс. 4×1
Тип образцов	Любой
Условия экспериментов	Жидкостный He криостат (4-300K) Пресс Paris-Edinburgh (17 ГПа, 2000K) Проточный реактор (T ≈1000K) с анализом газовой фазы с помощью хроматографа и масс-спектрометра Высокотемпературная печь с контролируемой атмосферой (300-3000K) ИК-спектроскопия, UV-vis спектроскопия Газовая хроматография и масс-спектрометрия

Экспериментальные секции

«Спектроскопия рентгеновского поглощения»

- XANES/EXAFS в режиме регистрации на пропускание и выхода флуоресценции
- Quick-EXAFS (10 мс/1200-1500 эВ)
- Флуоресцентный анализ

«Рентгеновская эмиссионная спектроскопия»

- XES (нерезонансная рентгеновская эмиссионная спектроскопия)
- HERFD-XAS (флуоресцентный XAS с высоким энергетическим разрешением)
- XRS/IXS (неупругое рентгеновское рассеяние)
- RXES/RIXS (резонансная рентгеновская эмиссионная спектроскопия / резонансное неупругое рентгеновское рассеяние)

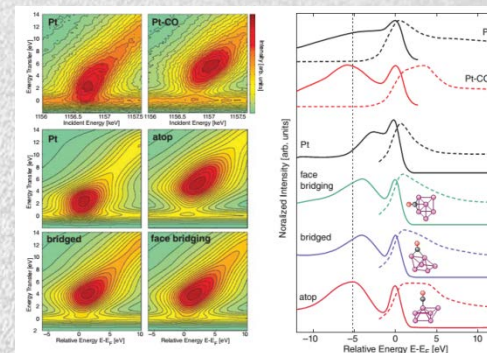
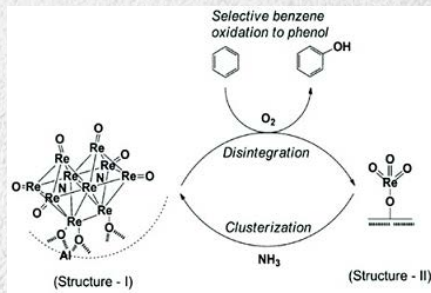
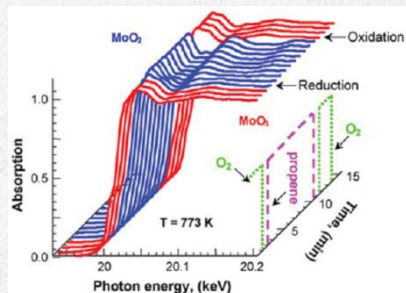
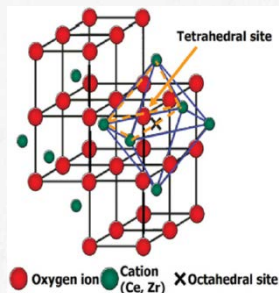
«Спектроскопия кругового и линейного магнитного дихроизма»

- Магнитное поле до 14 Т
- Температурный диапазон от 4 до 2000 К

Основные научные задачи, решаемые на станции

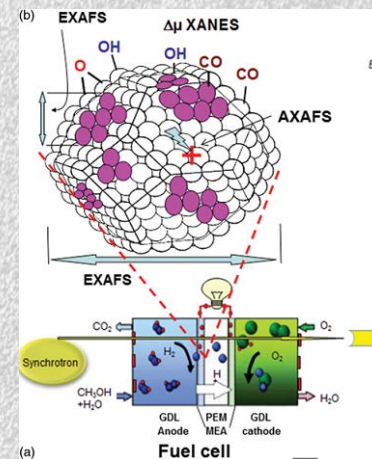
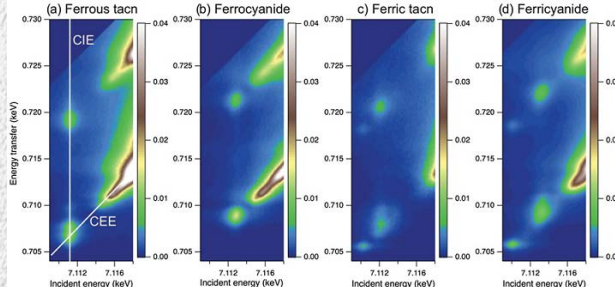
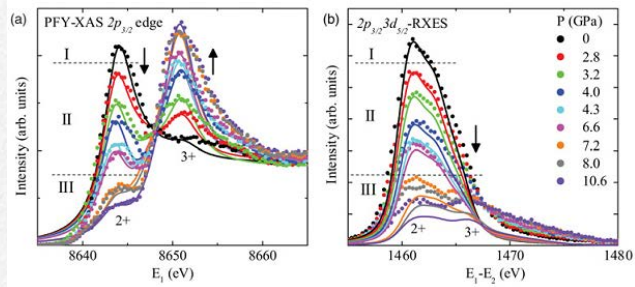
Блок задач 1. Катализаторы и каталитические технологии.

(ИК СО РАН, ИППУ СО РАН, ИНХ СО РАН, НИОХ СО РАН, ИХТТМ СО РАН, МГУ, ТПУ, ТГУ, НГУ, СКТБ «Катализатор», «СИБУР», «Газпром-Нефть»)



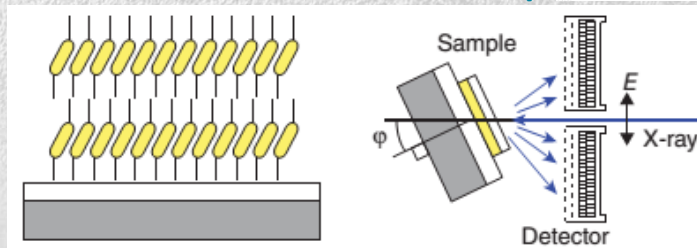
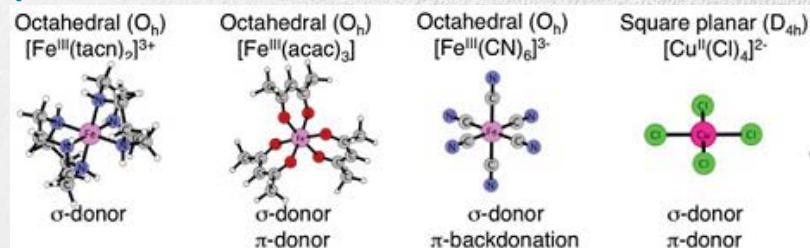
Блок задач 2. Функциональные материалы

(ИК СО РАН, ИНХ СО РАН, НИОХ СО РАН, ИХТТМ СО РАН, МГУ, ТПУ, ТГУ)

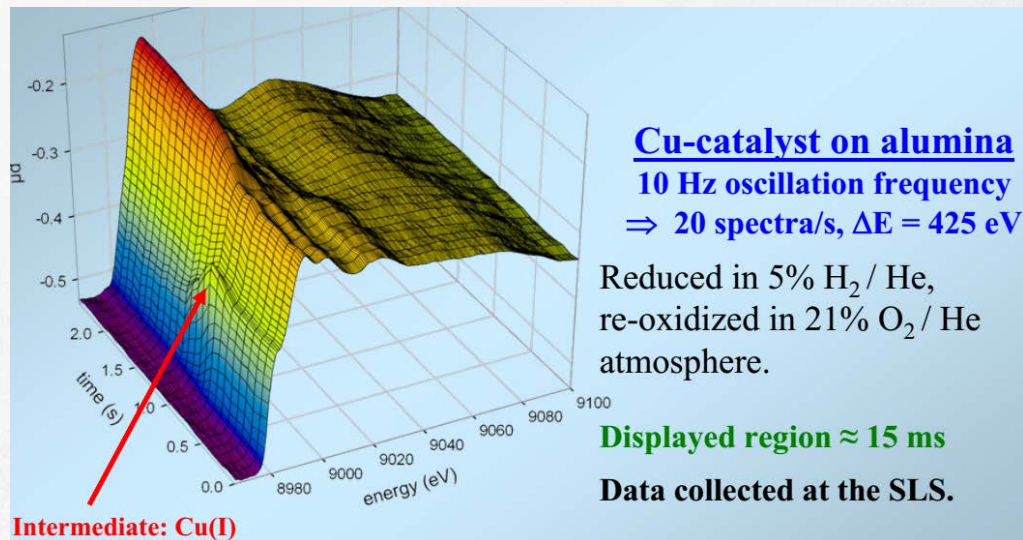


Блок задач 3. Нанотехнологии.

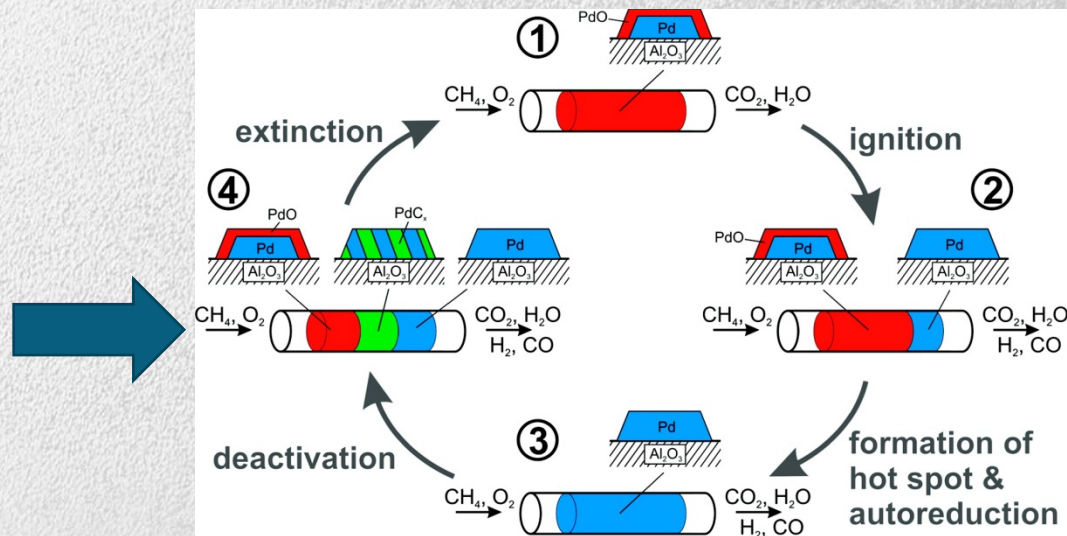
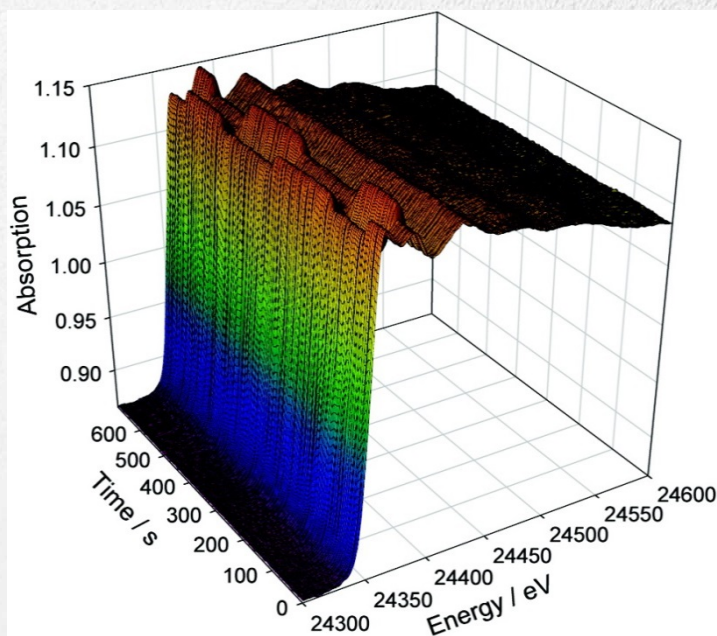
(ИК СО РАН, ИНХ СО РАН, НИОХ СО РАН, ИХТТМ СО РАН, МГУ, ТПУ, ТГУ, НГУ)



Задачи Блока 1



- Изучение структуры катализатора (наночастиц)
- Синтез катализатора и формирование активного компонента
- Исследование функционирующего катализатора
- Активация и дезактивация катализатора
- Изучение фазового и химического состава катализаторов

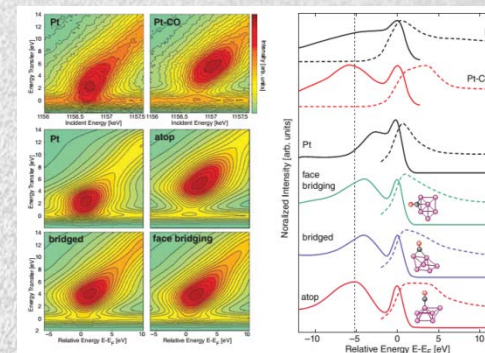
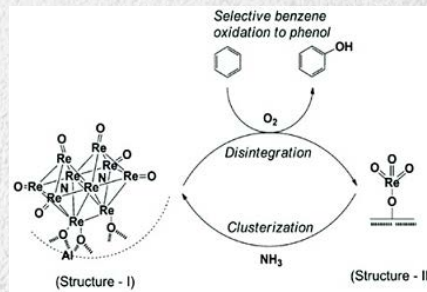
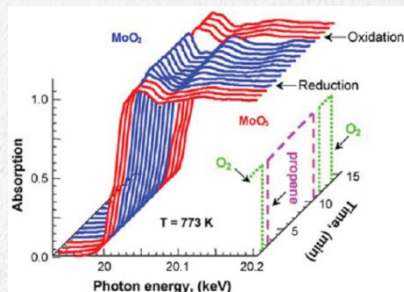
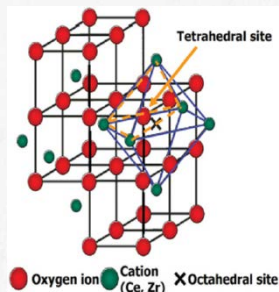


J. Stötzel, R. Frahm, B. Kimmerle, M. Nachttegaal, and J.-D. Grunwaldt, *J. Phys. Chem. C* 116, 599 (2012).

Основные научные задачи, решаемые на станции

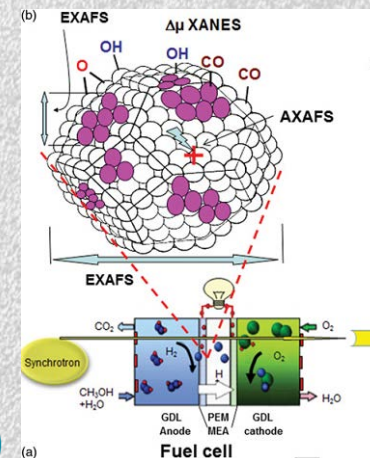
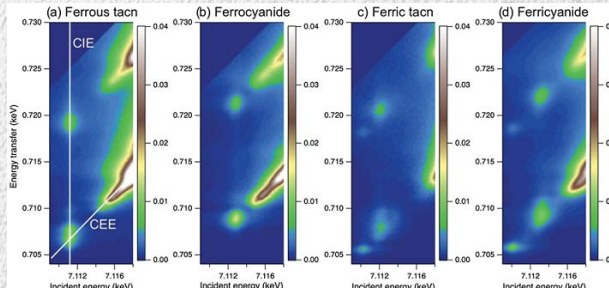
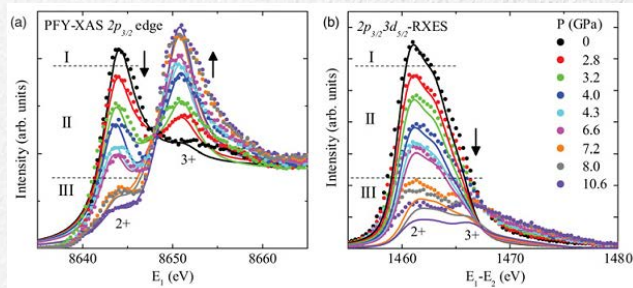
Блок задач 1. Катализаторы и каталитические технологии.

(ИК СО РАН, ИППУ СО РАН, ИНХ СО РАН, НИОХ СО РАН, ИХТТМ СО РАН, МГУ, ТПУ, ТГУ, НГУ, СКТБ «Катализатор», «СИБУР», «Газпром-Нефть»)



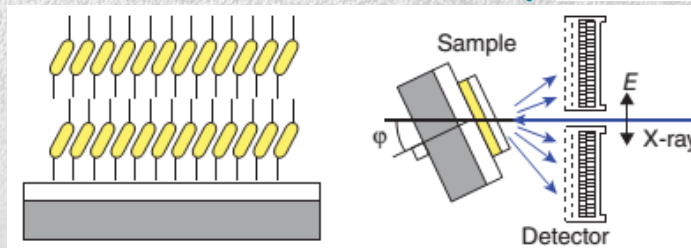
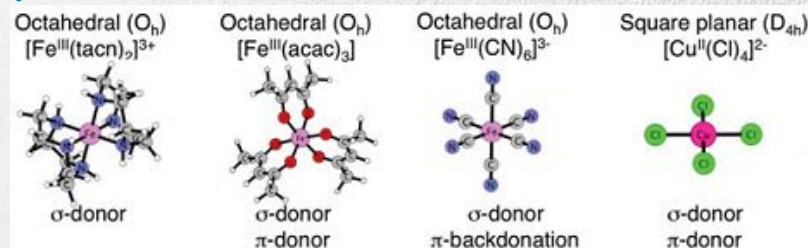
Блок задач 2. Функциональные материалы

(ИК СО РАН, ИНХ СО РАН, НИОХ СО РАН, ИХТТМ СО РАН, МГУ, ТПУ, ТГУ)



Блок задач 3. Нанотехнологии.

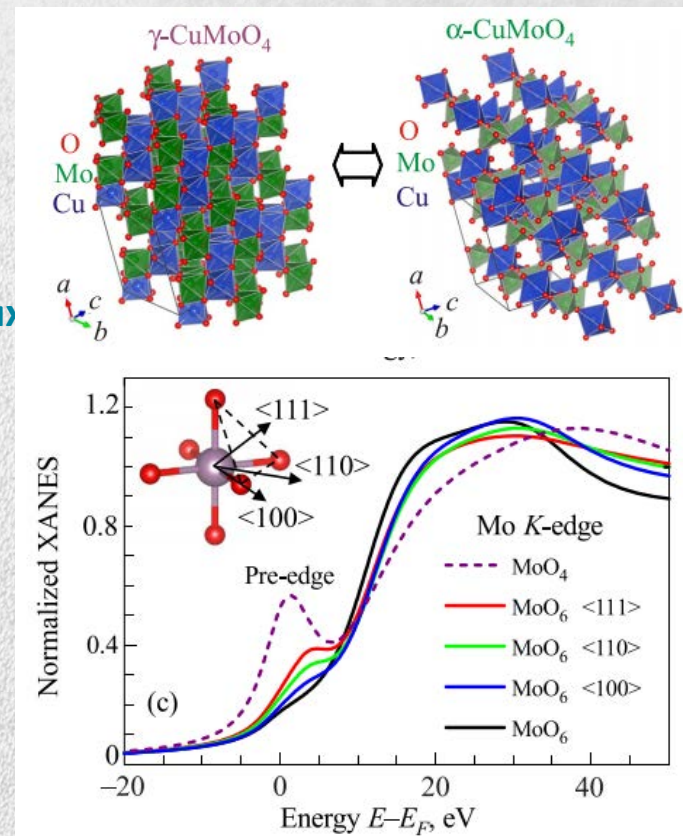
(ИК СО РАН, ИНХ СО РАН, НИОХ СО РАН, ИХТТМ СО РАН, МГУ, ТПУ, ТГУ, НГУ)



Задачи Блока 2

Новые функциональные материалы для авиационной, космической, автомобильной, ядерной, оборонной промышленности

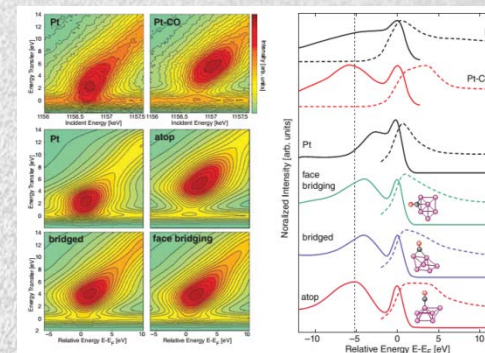
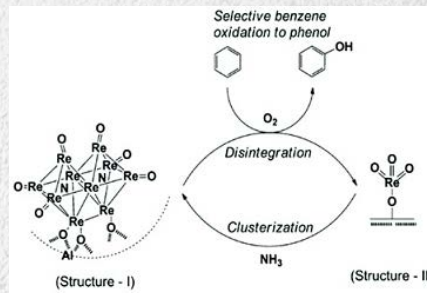
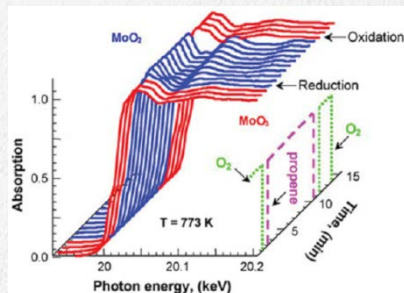
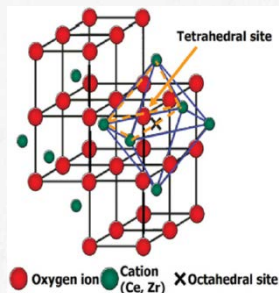
- Характеризация материалов (XAFS, XES)
- In situ исследование процессов формирования наночастиц, биметаллических, многокомпонентных наносплавов, сплавов (QXAFS), композитных материалов
- In situ изучение материалов в экстремальных условиях (P, T) для выяснения их стабильности, для получения новых структур с новыми свойствами (XAFS)
- Operando эксперименты с топливными элементами, аккумуляторами с целью выяснения механизмов деградации электродных материалов, выбора безопасного режима зарядки/разрядки (QXAFS)
- Исследование фазовых переходов в мультиферроиках, пьезоэлектриках, сверхпроводниках... (XAFS, QXAFS)
- Исследование магнитных материалов и фазовых переходов в них (XMCD, XAFS)
- Исследование физических явлений таких как термохромизм, сверхпроводимость, сегнетоэлектричество, фотолюминисценция...



Основные научные задачи, решаемые на станции

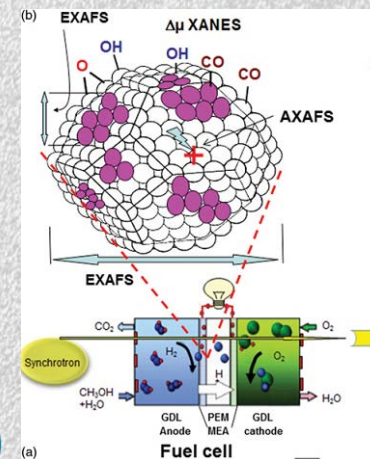
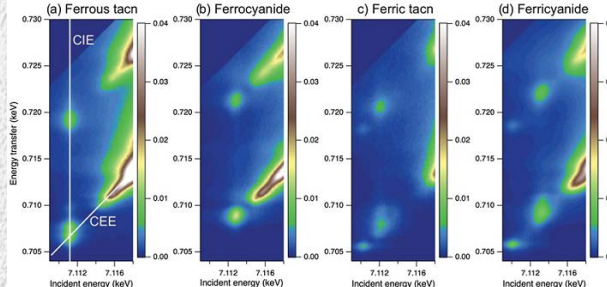
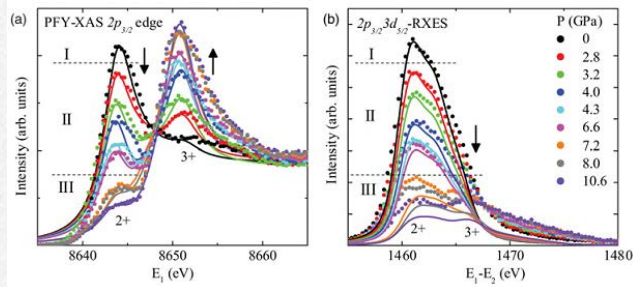
Блок задач 1. Катализаторы и каталитические технологии.

(ИК СО РАН, ИППУ СО РАН, ИНХ СО РАН, НИОХ СО РАН, ИХТТМ СО РАН, МГУ, ТПУ, ТГУ, НГУ, СКТБ «Катализатор», «СИБУР», «Газпром-Нефть»)



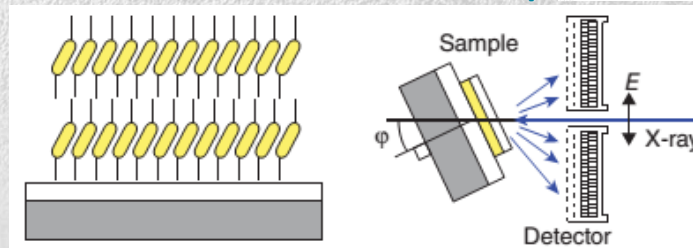
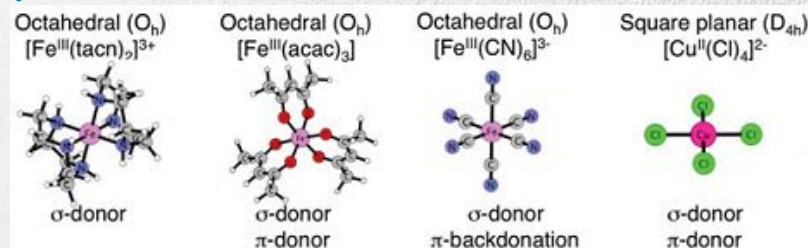
Блок задач 2. Функциональные материалы

(ИК СО РАН, ИНХ СО РАН, НИОХ СО РАН, ИХТТМ СО РАН, МГУ, ТПУ, ТГУ)



Блок задач 3. Нанотехнологии.

(ИК СО РАН, ИНХ СО РАН, НИОХ СО РАН, ИХТТМ СО РАН, МГУ, ТПУ, ТГУ, НГУ)



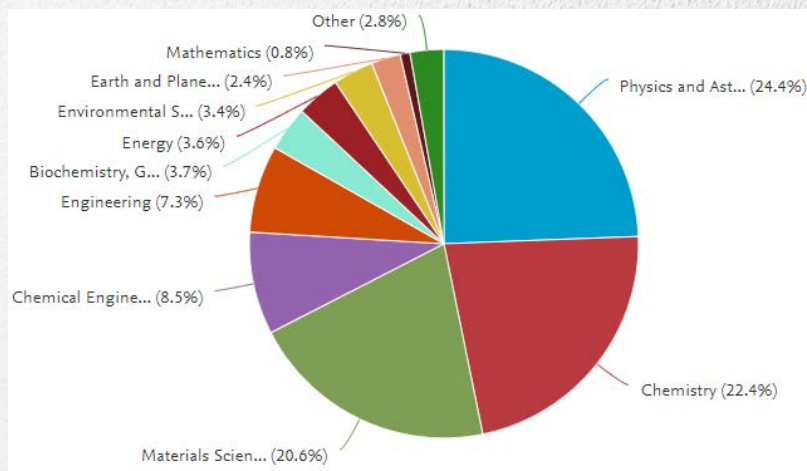
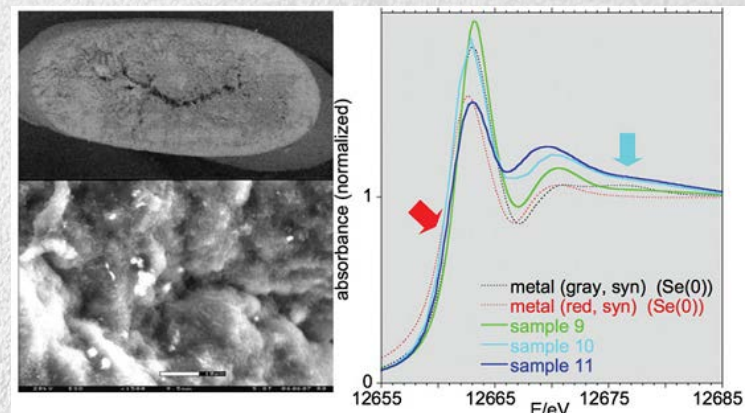
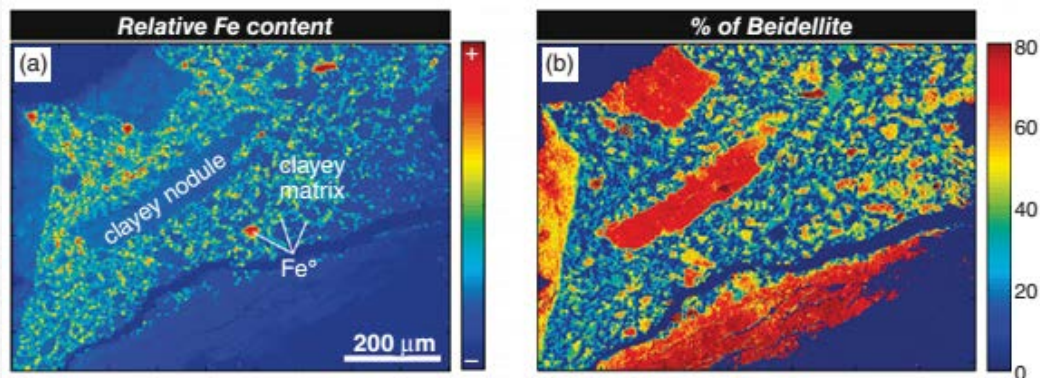
Задачи Блока 3

*Микроэлектроника, Молекулярная, Квантовая электроника,
Спинтроника*

- **Объекты исследования: молекулярные, супрамолекулярные соединения; квантовые точки, провода; тонкие пленки, полупроводниковые гетероструктуры, топологические диэлектрики, ...**
- **Характеризация материалов (XAFS, XES)**
- **In situ приготовление гетероструктур, тонких пленок, полупроводниковых материалов, ...**
 - **Исследование взаимодействия между слоями, с подложкой, диффузионных эффектов**
- **Исследование физических явлений таких как спин-кроссовера, новые типы возбуждения – вейлевские фермионы (полуметаллы Вейля) и аксионы**

Основные научные задачи, решаемые на станции

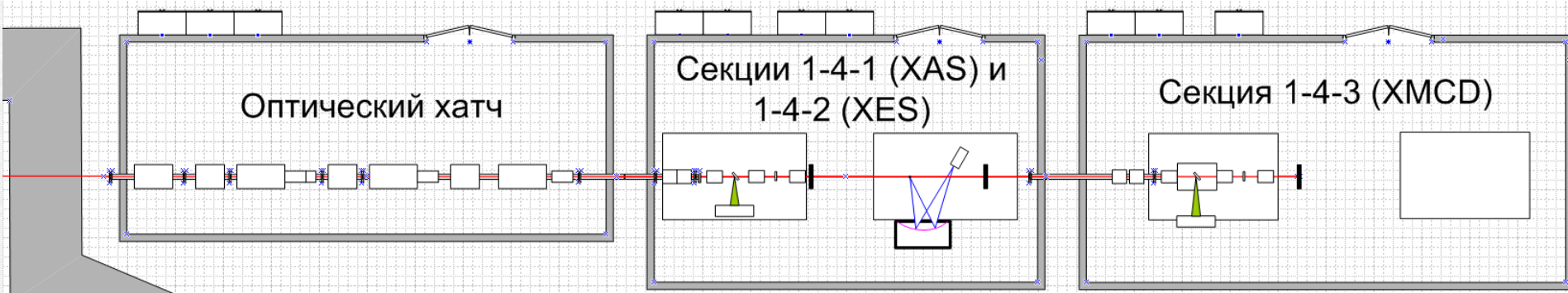
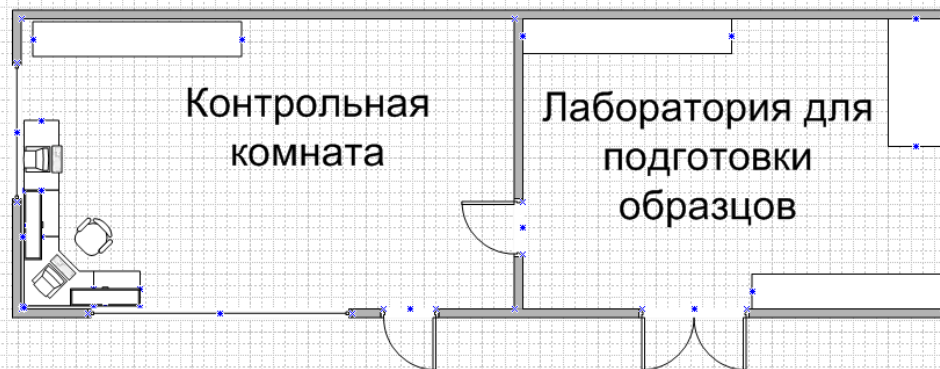
Блок задач 4. Науки о жизни и Земле, геология, защита окружающей среды.
(ИК СО РАН, ИЦИГ СО РАН, ИНХ СО РАН, НИОХ СО РАН, ИХТТМ СО РАН, ИГМ СО РАН, ГИН СО РАН, МГУ, ТПУ, ТГУ, НГУ)



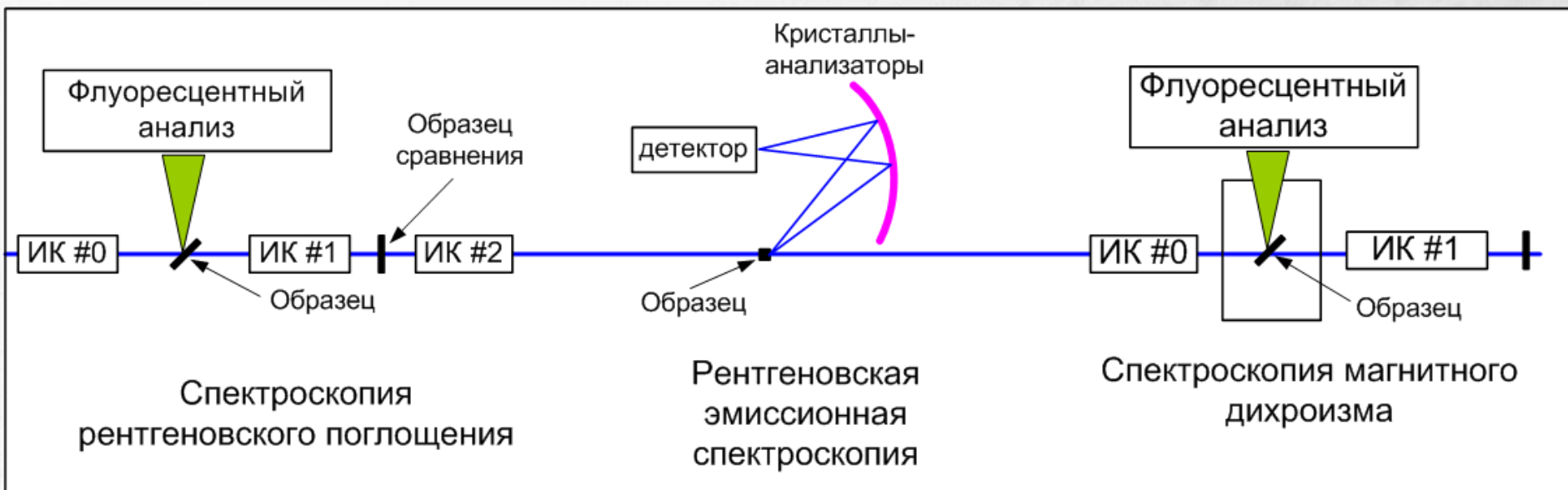
Станция 1-4 – План расположения помещений

Доступные методики:

- XANES/EXAFS
- Quick-EXAFS (до 100 Гц)
- XES (фон Хамос и Иогановский спектрометры)
- Магнитный круговой и линейный дихроизм (до 14 Т)



Станция 1-4 – Секции станции

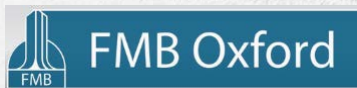


Особенности (оборудование):

- Новый тип источника СИ – сверхпроводящий ондулятор (ИЯФ СО РАН, Россия)
- Два монохроматора: классический (FMB Oxford, Англия) и быстрый (RI, Германия)
- Два эмиссионных спектрометра (JJ Xray, Дания)

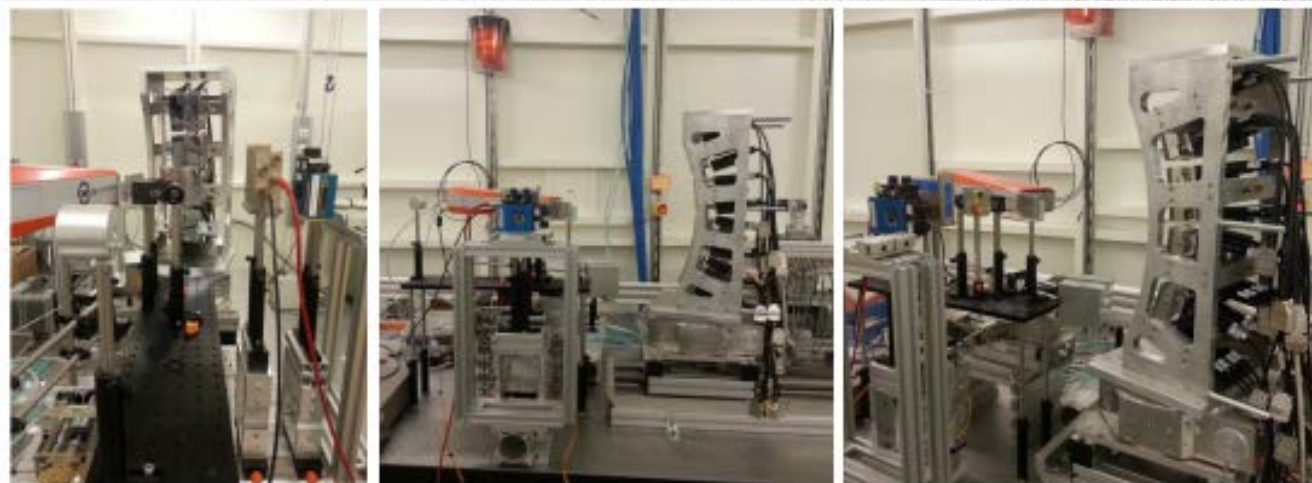
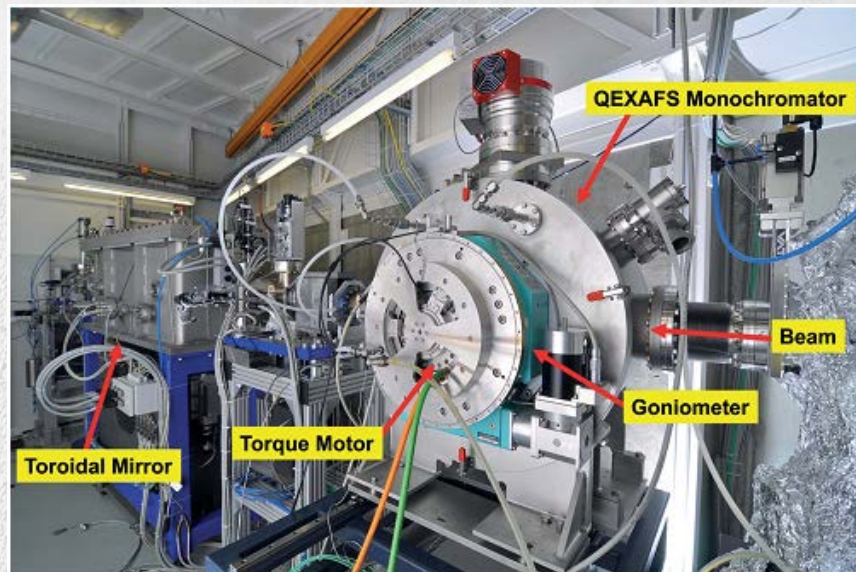
Возможности (исследование):

- От титана до церия (К-края)
- Остальные элементы на L₃-краях
- Геометрия: на пропускание (>1%) и по выходу флуоресценции (0.01-1%)
- In situ/operando исследования с одновременной записью ИК-спектров (DRIFTS-XAS эксперименты)
- Эмиссионная спектроскопия: разрешение до 100 мэВ и концентрации до 0.001%

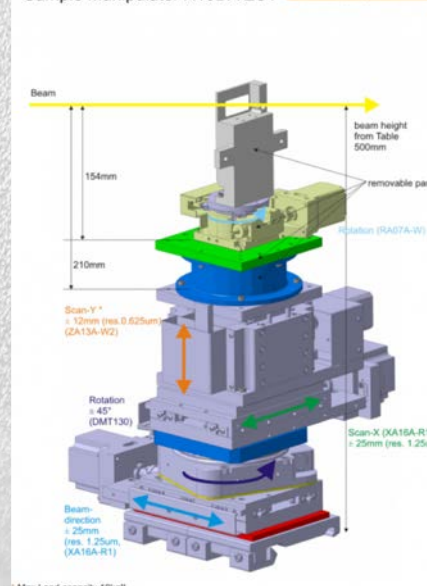


Станция 1-4 – Станции-аналоги

- SuperXAS@SLS (Швейцария)
- P64/P65 @PETRAIII (Германия)
- CAT-ACT@ANKA (Германия)
- Balder@MAX IV (Швеция)
- ROCK@Soleil (Франция)
- BM23@ESRF (Франция)



Sample Manipulator X10DA ES1 **SLS X10DA**
Super XAS Experiment



Спасибо за внимание



ИНСТИТУТ КАТАЛИЗА
им. Г.К. БОРЕСКОВА



ИНХ СО РАН



Институт ядерной физики
имени Г. И. Будкера СО РАН



Институт геологии
и минералогии им.
В.С. Соболева

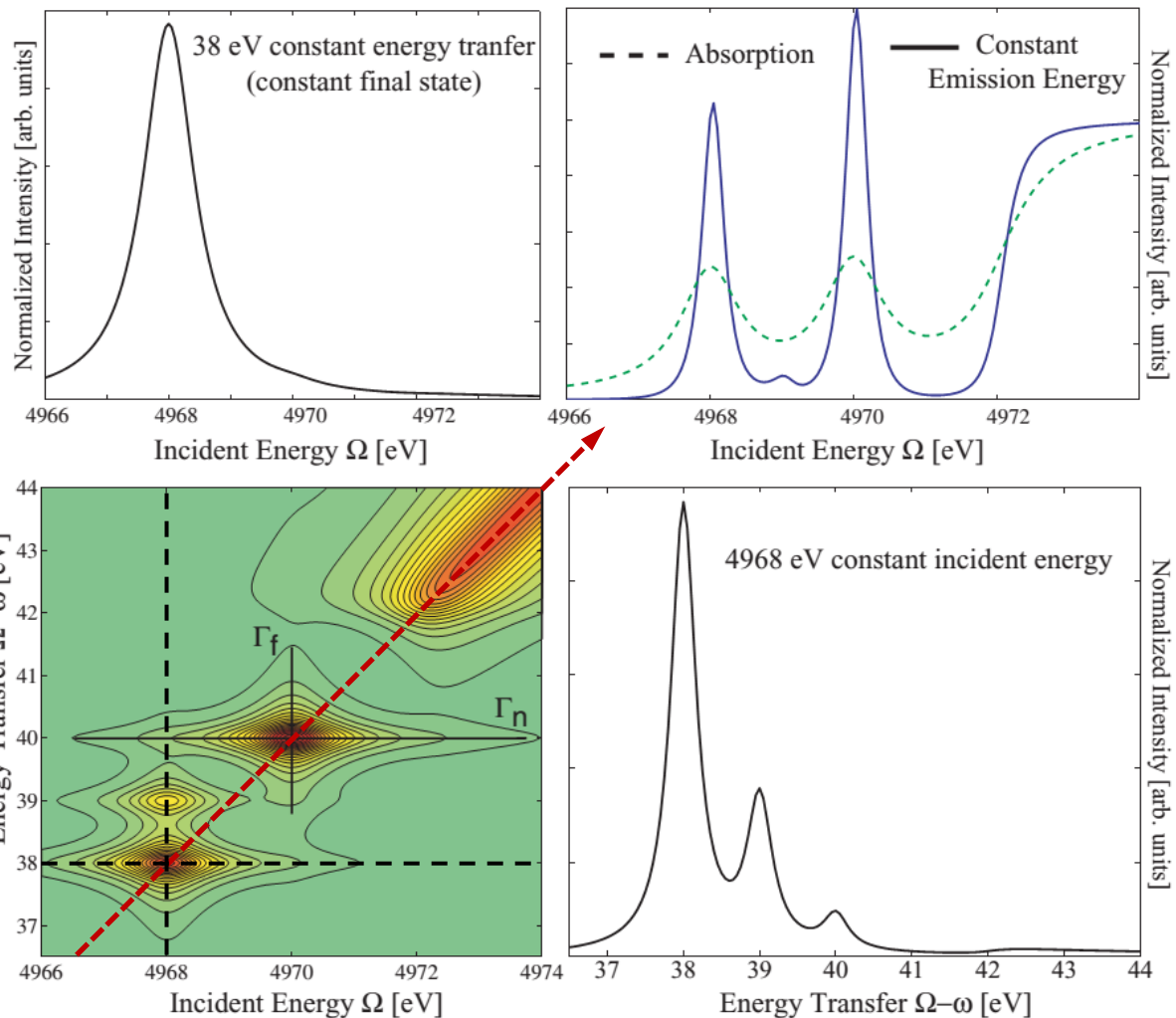


Национальный
исследовательский
Томский
государственный
университет

N* Новосибирский
государственный
университет
***НАСТОЯЩАЯ НАУКА**



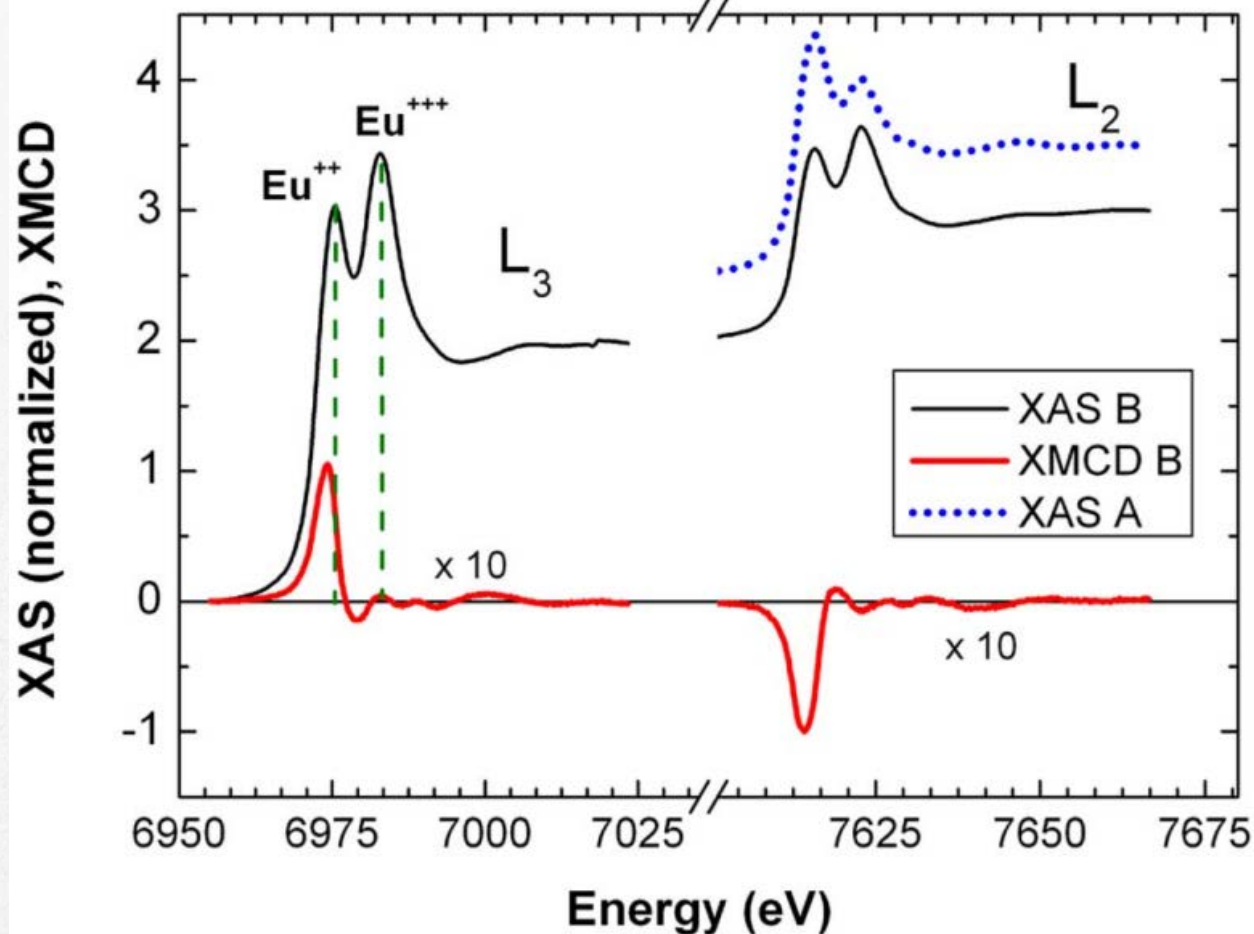
Станция 1-4 – Рентгеновская эмиссионная спектроскопия



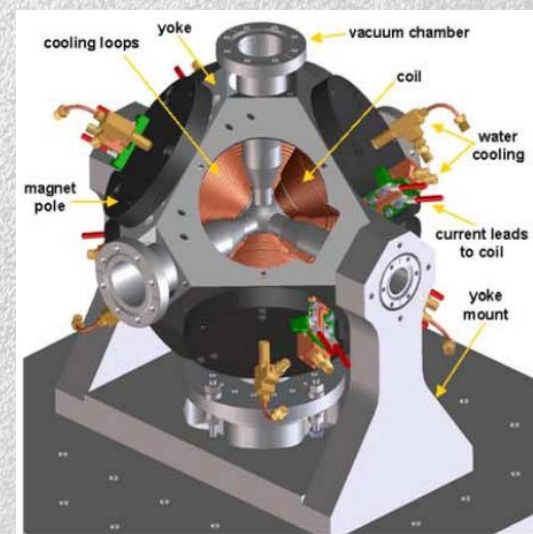
- Определение типов лигандов
- Электронный/протонный перенос
- Активные центры белков
- Электронная структура с селективностью по спину для ферро-, антиферро-, парамагнетиков и ферритов
- Определение валентности поглощающего атома
- Электронная структура f-уровней для материалов с аномальными свойствами
- Ультразабавленные образцы
- Рамановская спектроскопия для легких элементов на жестком рентгеновском излучении (без вакуума, объемно-чувствительный метод)

P. Glatzel, M. Sikora and M. Fernandez-Garcia, Eur Phys J-Spec Top 169 207-214 (2009)

Станция 1-4 – Спектроскопия магнитного дихроизма

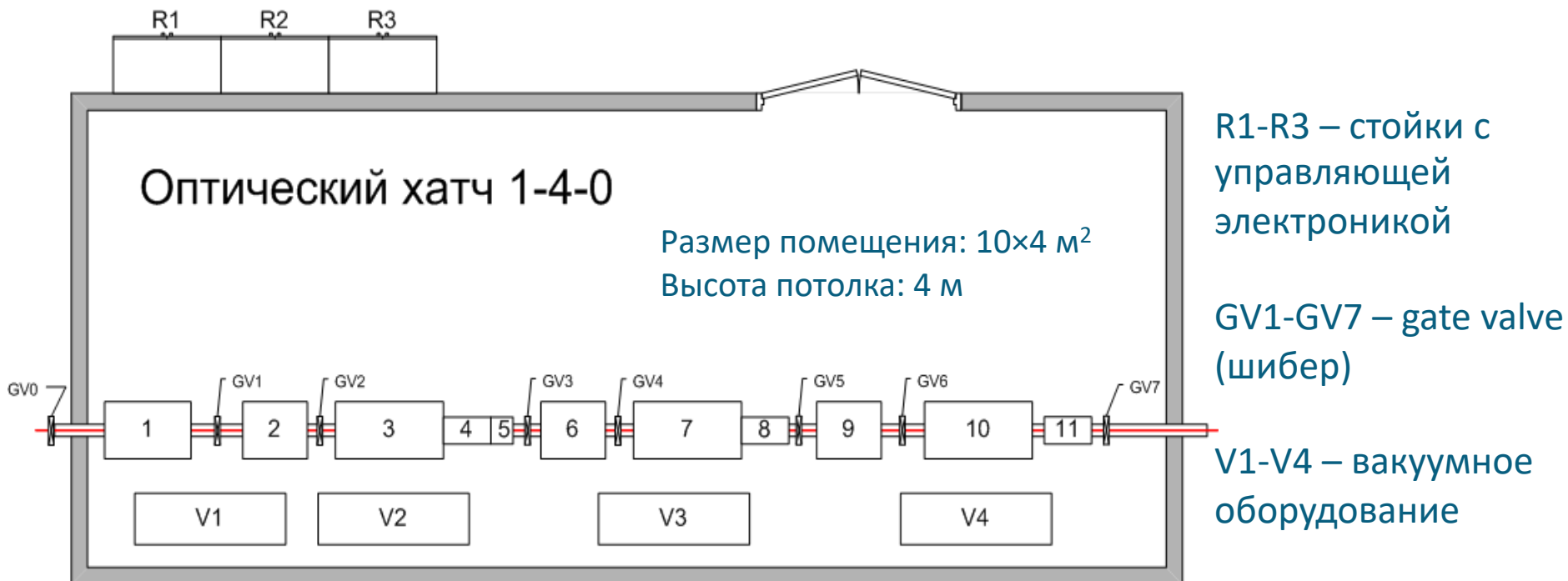


- К-края 3d элементов
- L_{2,3}-края лантаноидов и актиноидов
- Магнитные свойства объектов для спинтроники
- Бионеорганические объекты
- Магнитные материалы



S. D. Pappas, P. Pouloupoulos, B. Lewitz, A. Straub, A. Goschew, V. Kapaklis, F. Wilhelm, A. Rogalev, and P. Fumagalli, *Scientific Reports* **3**, 1333 (2013)

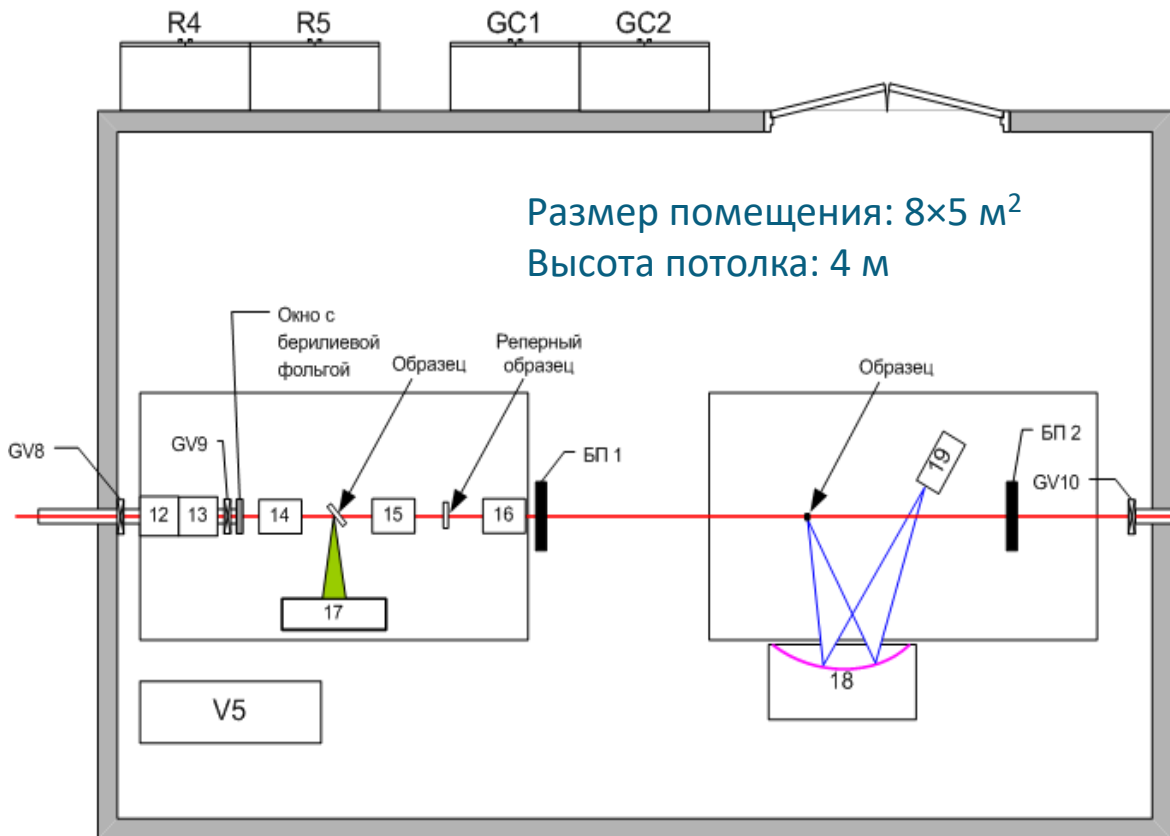
ЭКСПЛИКАЦИЯ ПОМЕЩЕНИЙ 1-4-0 Оптический хатч (1 из 5)



1 – Входная 4х створчатая щель и блок низкоэнергетических фильтров;
2 – Диагностический модуль 1;
3 – Двухкристальный монохроматор;
4 – поглотитель «розового» излучения;
5 – монитор интенсивности пучка;
6 – Диагностический модуль 2;

7 – Быстродействующий монохроматор;
8 – поглотитель «розового» излучения;
9 – Диагностический модуль 3;
10 – Система микрофокусировки;
11 – Радиационная заслонка.

ЭКСПЛИКАЦИЯ ПОМЕЩЕНИЙ 1-4-1 и 1-4-2 (2 из 5)



R4-R5 – стойки с управляющей электроникой

GC1-GC2 – вентилируемый шкаф для установки газовых баллонов

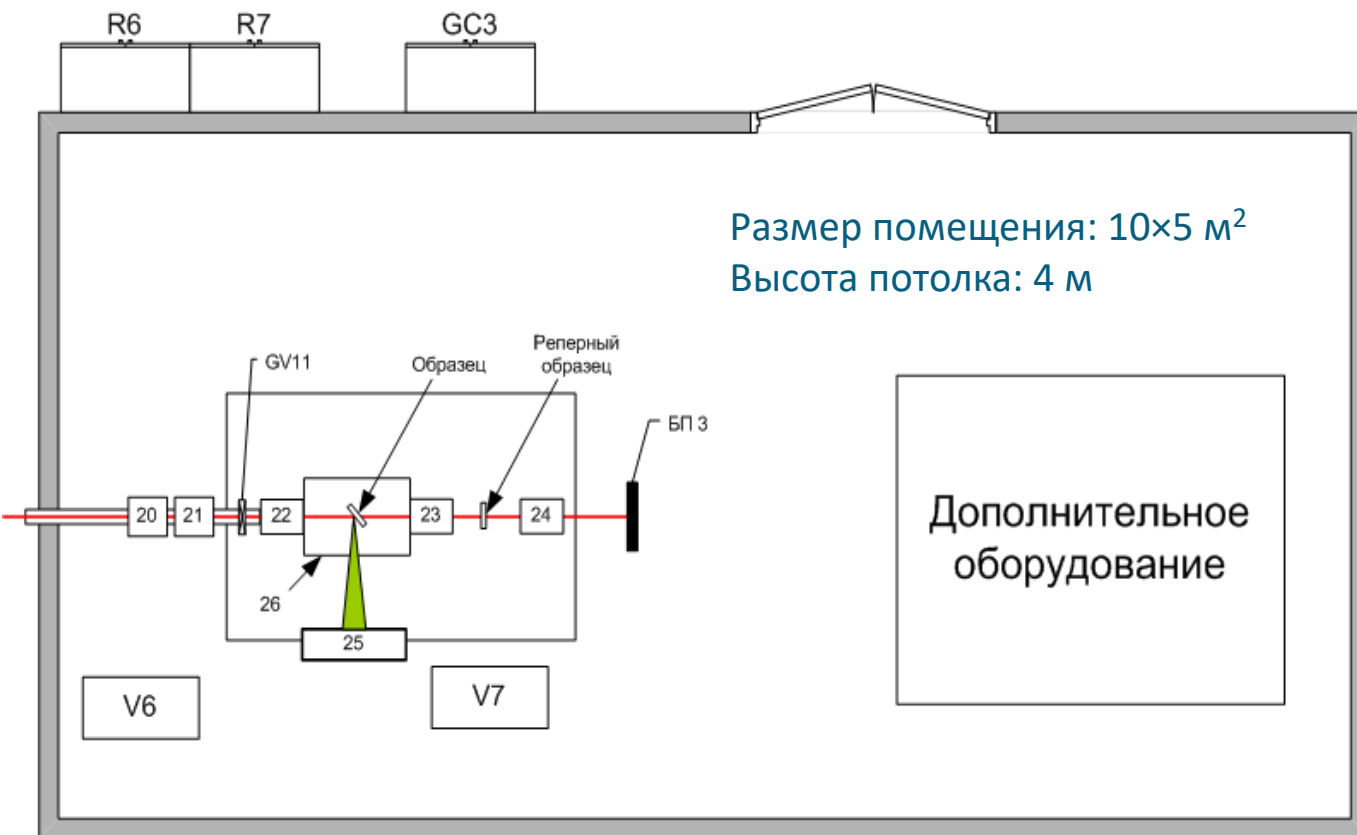
GV8-GV10 – gate valve (шибер)

V5 – вакуумное оборудование

БП1-БП2 – блок-поглотитель синхротронного излучения

- 12 – Входная 4х створчатая щель и блок фильтров;
- 13 – Диагностический модуль 4;
- 14-16 – Ионизационные камеры;
- 17 – Флуоресцентный детектор;
- 18 – Кристаллы-анализаторы и система их позиционирования;
- 19 – Детектор и система позиционирования.

ЭКСПЛИКАЦИЯ ПОМЕЩЕНИЙ СТАНЦИЯ 1-4-3 (3 из 5)



R6-R7 – стойки с управляющей электроникой

GC3 – вентилируемый шкаф для установки газовых баллонов

GV11 – gate valve (шибер)

V6-V7 – вакуумное оборудование

БПЗ – блок-поглотитель синхротронного излучения

20 – Фазовый преобразователь и поляриметр;
21 – Диагностический модуль 5;
22-24 – Ионизационные камеры;
25 – Флуоресцентный детектор;
26 – Сильнопольный магнит (14Т) с системой позиционирования образца.

ЭКСПЛИКАЦИЯ ПОМЕЩЕНИЙ контрольная комната и лаборатория (4 из 5)

Размер помещения: $8.5 \times 5 \text{ м}^2$
Высота потолка: 3.5 м

Размер помещения: $7 \times 5 \text{ м}^2$
Высота потолка: 3.5 м



Количество рабочих мест: 4

Количество рабочих мест: 2