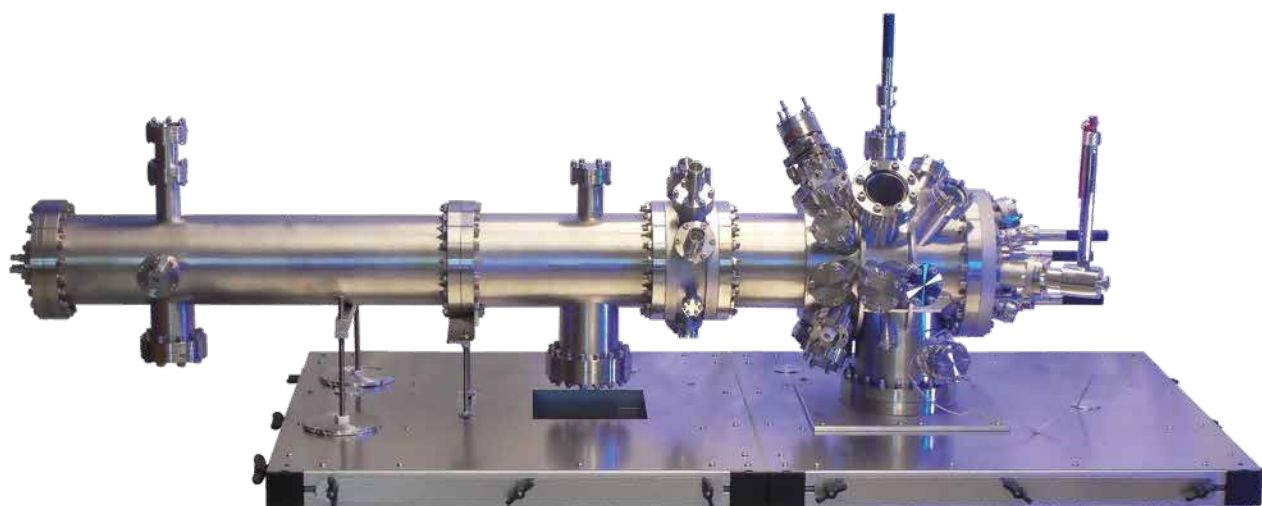

Времяпролетный импульсный микроскоп с опцией спиновой визуализации



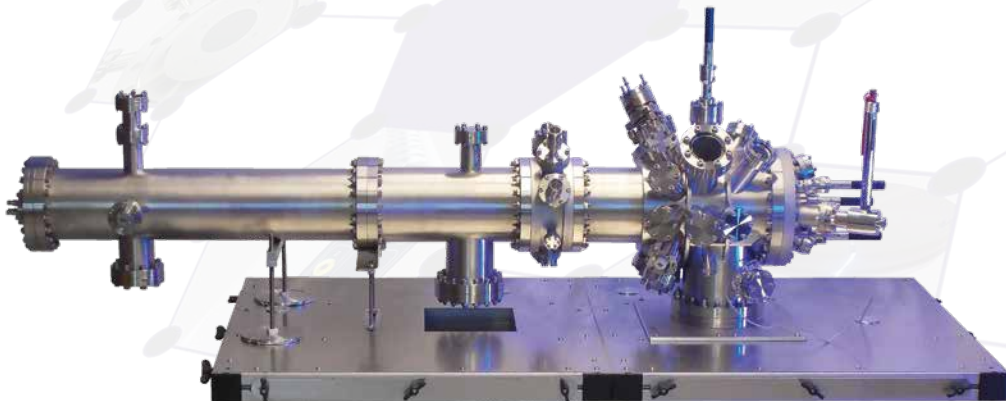
SURFACE
..... **CONCEPT**

Времяпролетный импульсный микроскоп с опцией спиновой визуализации

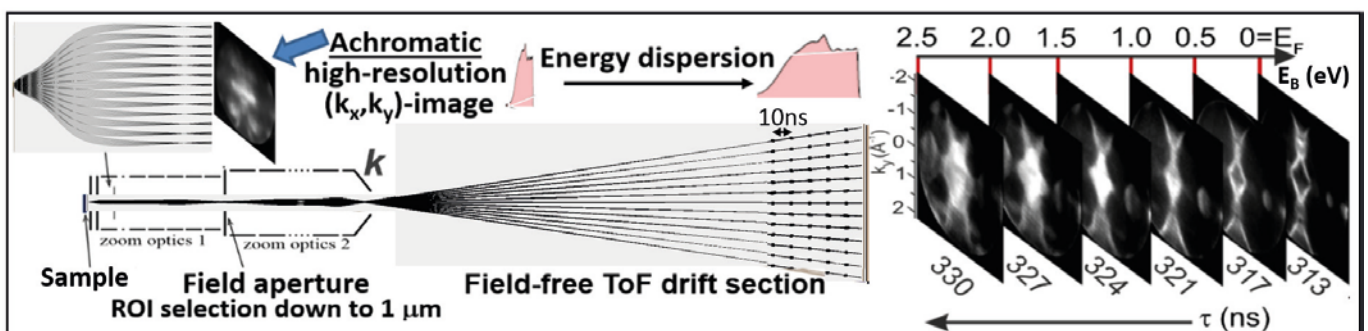
Времяпролетные спектрометрические системы:
Системы импульсной микроскопии и спектроскопии – это времяпролетные и параллельные спиновые анализаторы изображений, основанные на принципе параллельной работы с запатентованным спиновым фильтром на базе Ir или Ir/Au.

Запатентованный [патенты DE102013005173C5 и DE102014018555B3] времяпролетный (ToF) импульсный микроскоп отображает полную эмиссионную полусферу ($2\pi\text{sr}$) k -пространства из выбираемой области образца реального пространства до диаметра $< 1\ \mu\text{m}$.

- Разрешение импульса $< 0.01\ \text{\AA}^{-1}$
- Пространственное разрешение $< 50\ \text{nm}$
- Энергетическое разрешение $< 20\ \text{meV}$
- Доступен столик для образцов с охлаждением жидким гелием
- Доступна опция визуализации с параллельным вращением



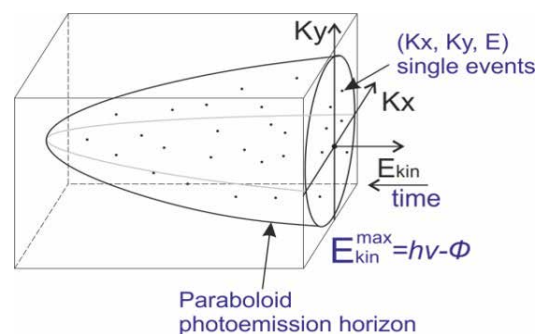
Времяпролетный (ToF) импульсный микроскоп работает следующим образом: зум-оптика 1 выбирает область образца в реальном пространстве, переключение между изображением в реальном пространстве и k -пространстве осуществляется зум-оптикой 2.



[Medjanik et al., Nature Materials, 16(6):615-621(2017)]

Обзор времяпролетного импульсного микроскопа

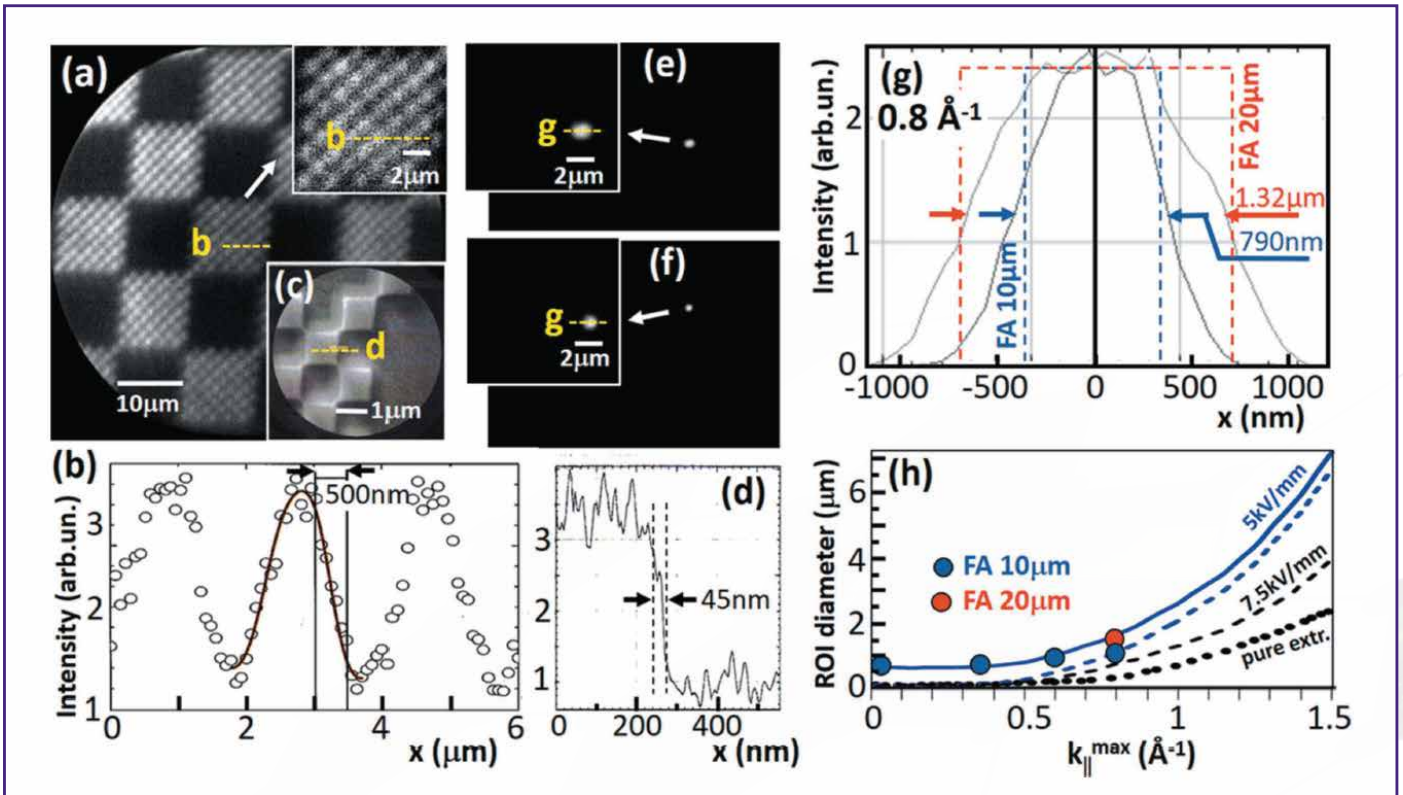
Пользователь может получить доступ ко всему пространству фотоэмиссионного параболоида от отсечки работы выхода до края Ферми за одно измерение (одобрено для энергий возбуждения до 21.7 эВ). Оптика непосредственно отображает угловое распределение в k_x и k_y (изогоническое), дальнейшее преобразование не требуется.



Модель	ToF импульсный микроскоп
Энергетическое разрешение	< 20 мэВ (17 мэВ показано при дрейфовом напряжении 10 В)
Одновременно сфокусированный энергетический диапазон	до 10 эВ
Разрешение импульса	< 0.01 Å ⁻¹
Диапазон разрешения импульса	± 3 Å ⁻¹
Боковое разрешение	< 50 нм
Поле зрения в реальном пространстве	11...1000 мкм
Контрастная апертура с пьезоуправлением	3 размера апертуры и 200 меш, регулировка по X/Y
Полевая апертура с пьезоуправлением	9 размеров апертуры (возможно уменьшение до 10 мкм и 200 меш, регулировка по X/Y)
Моторизованный манипулятор	6 осей (гексапод), что позволяет регулировать наклон образца на месте (например, для расщепленных образцов)
Диапазон температур	< 30 К...400 К (показано при 12 К)

Технические характеристики полной системы ToF импульсного микроскопа, включая 6-осевой предметный столик (гексапод)

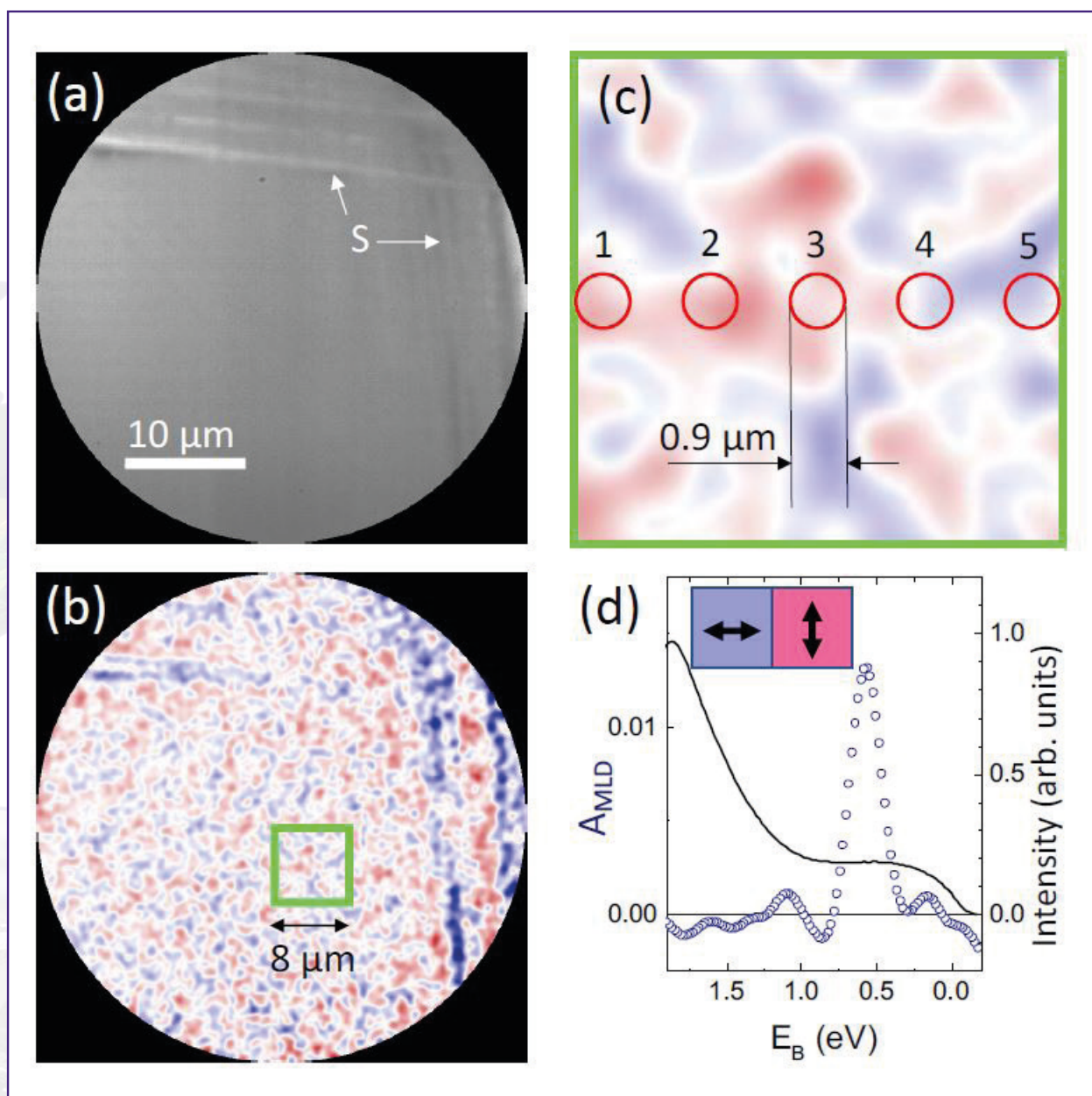
Последние результаты измерений: субмикронные области в реальном пространстве теперь доступны для ARPES



Импульсная микроскопия малых площадей с использованием малых полевых апертур. Результаты получены для шахматно-видной структуры из золота («Chessy», Plano GmbH) с апертурой полностью открытого поля (a) и апертурами 20 мкм (e) и 10 мкм (f). (c) Предел разрешения в режиме РЕЕМ; (b, d, g) Штриховые развертки вдоль пунктирных линий на (a, c, e и f). Пунктирные квадратные профили на (g) обозначают ширину, ожидаемую для идеального объектива без aberrаций. (a, b, e – g) Измерено на краю Ферми структуры Au при $E_{\text{kin}} = 2.5$ эВ, что соответствует $k_{\text{max}} = 0.8 \text{ \AA}^{-1}$. (h) Диаметр ROI в зависимости от k_{max} , измеренный для полевых апертур 20 мкм (красная точка) и 10 мкм (синие точки) и рассчитанный для полной линзовой оптики при поле $E = 5 \text{ кВ}\cdot\text{мм}^{-1}$ в малом пределе апертуры (штриховая синяя кривая) и для апертуры 10 мкм (сплошная синяя кривая). Для сравнения также показаны пределы малой апертуры для $E = 7.5 \text{ кВ}\cdot\text{мм}^{-1}$ и для чистого поля экстрактора $5 \text{ кВ}\cdot\text{мм}^{-1}$ [все кривые представлены из C. Tusche et al., Ultramicroscopy 159, 520-529 (2015)].

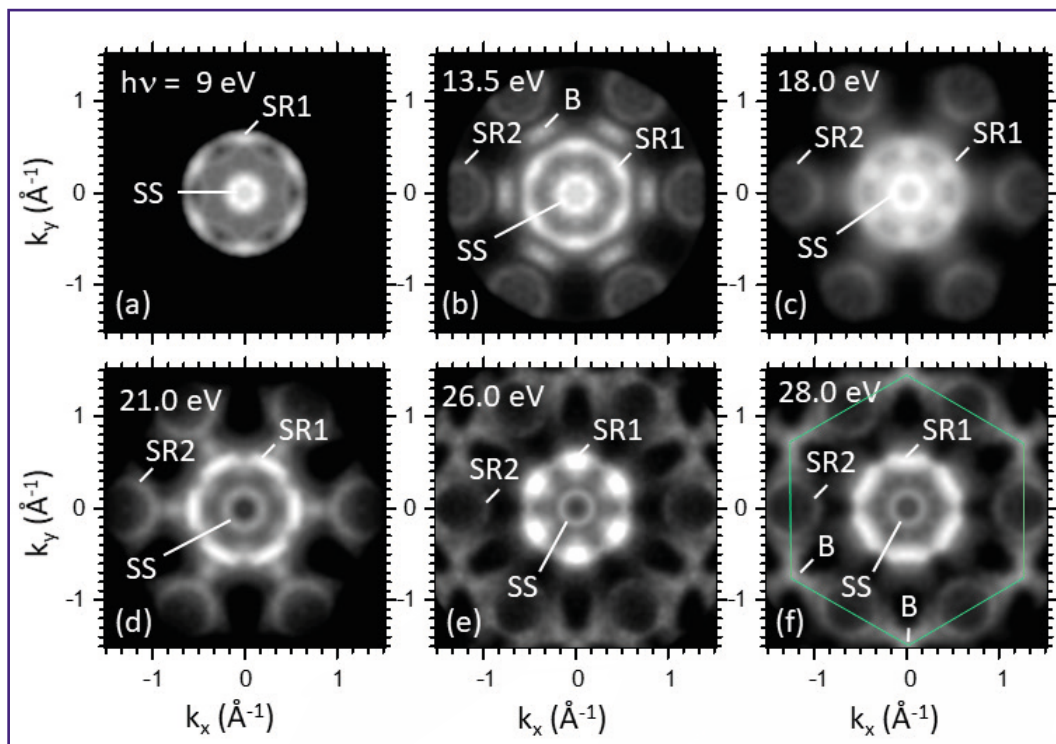
[G. Schönhense et al., J. Synchr. Radiation 28, 1891 (2021)]

Пример: разрешение микроразмерных антиферромагнитных доменов в Mn_2Au с нарушением антиферромагнитной четности (APV)

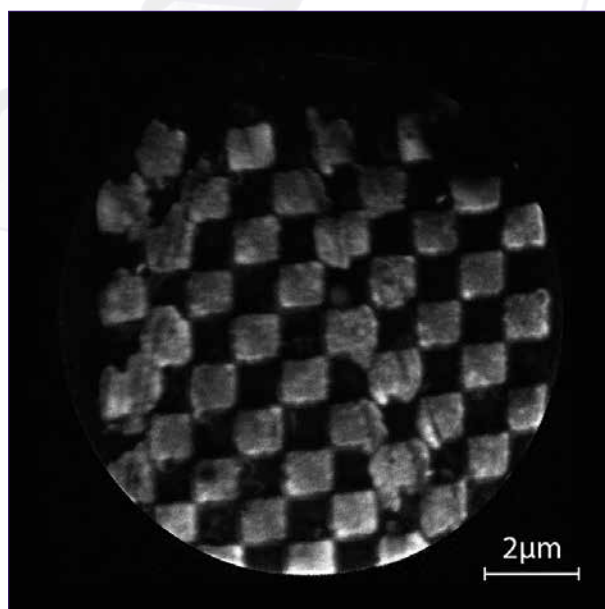


(a) PEEM-изображение поверхности образца $Mn_2Au(100)$, полученное с энергией фотона 6.4 эВ. Царапины (S) на однородной поверхности служат для определения положения. (b) Изображение магнитного линейного дихроизма (MLD) для области, как на (a), с цветовой (красный/синий) закодированной асимметрией $AMLD = (I_p - I_s)/(I_p + I_s)$ ($E_B = 0.6$ эВ, p- и s-поляризованный свет). (c) Увеличенное изображение зеленого квадрата, указанного в (b). Пять пронумерованных кругов определяют интересующие области, выбранные полевой апертурой, которые используются для импульсной микроскопии. (d) Интенсивность (черная линия) и асимметрия MLD, AMLD (кружки) по сравнению с E_B .

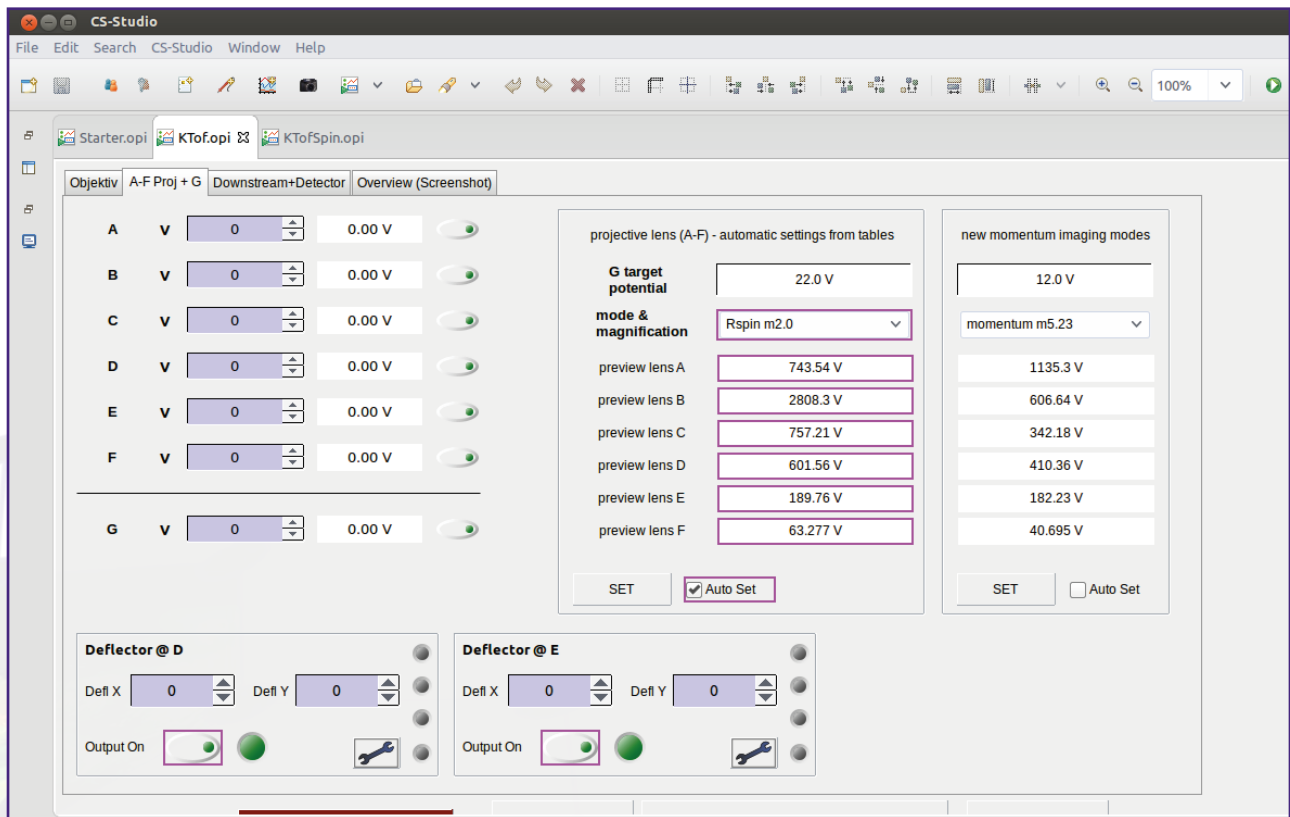
[H. J. Elmers et al., arXiv:2110.12186 (2021)]



Карты постоянной энергии, измеренные при различных энергиях фотонов Re (0001)
 [H.J. Elmers et al., Phys. Rev. Research 2, 013296 (2020)]



Снимок образца Au на Si в реальном пространстве (шахматно-видная структура).
 Видны даже дефекты на поверхности образца, такие как царапины и загрязнения.

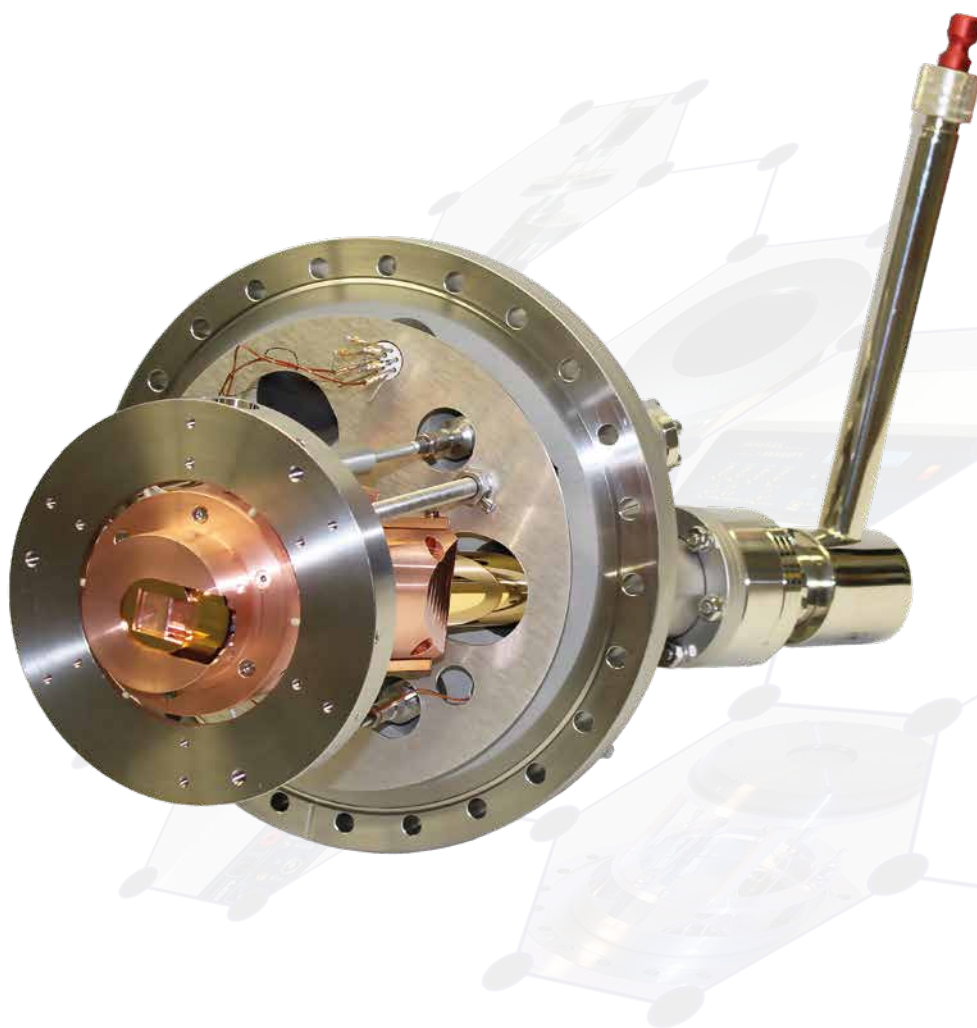


Программное обеспечение на основе EPICS поддерживает полностью удаленные измерения через ПК. Архитектура сервер-клиент позволяет выполнять настраиваемые автоматические процедуры измерения с помощью пользовательских сценариев. Вы можете интегрировать дополнительные специфические для Вас устройства, внедрив дополнительные модули EPICS.

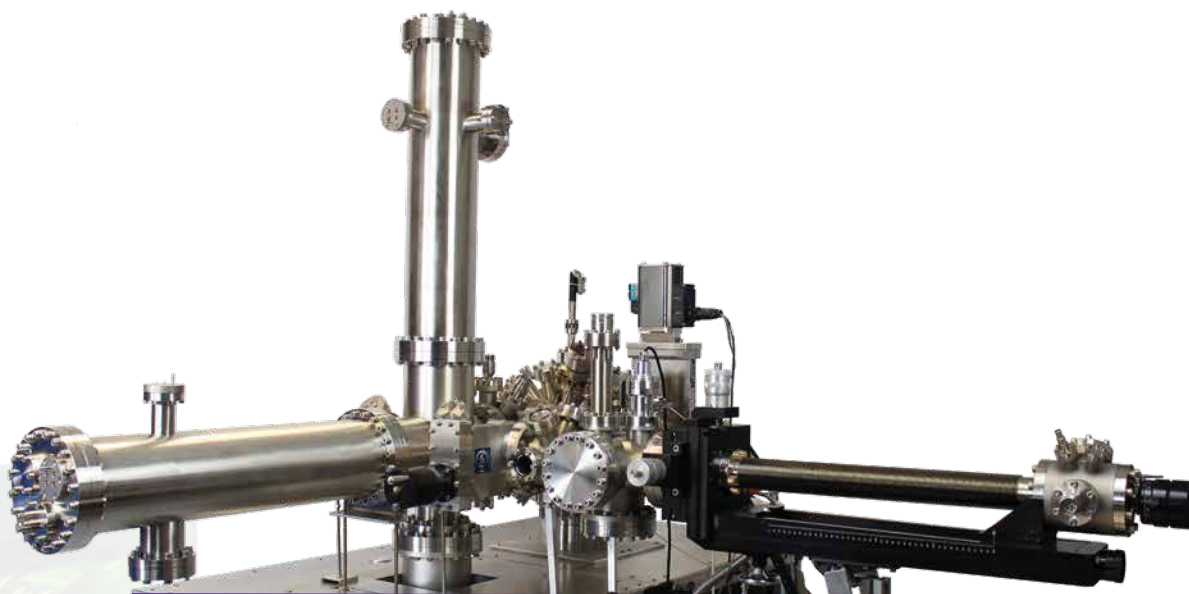
SURFACE
CONCEPT

Гексапод для ToF импульсного микроскопа

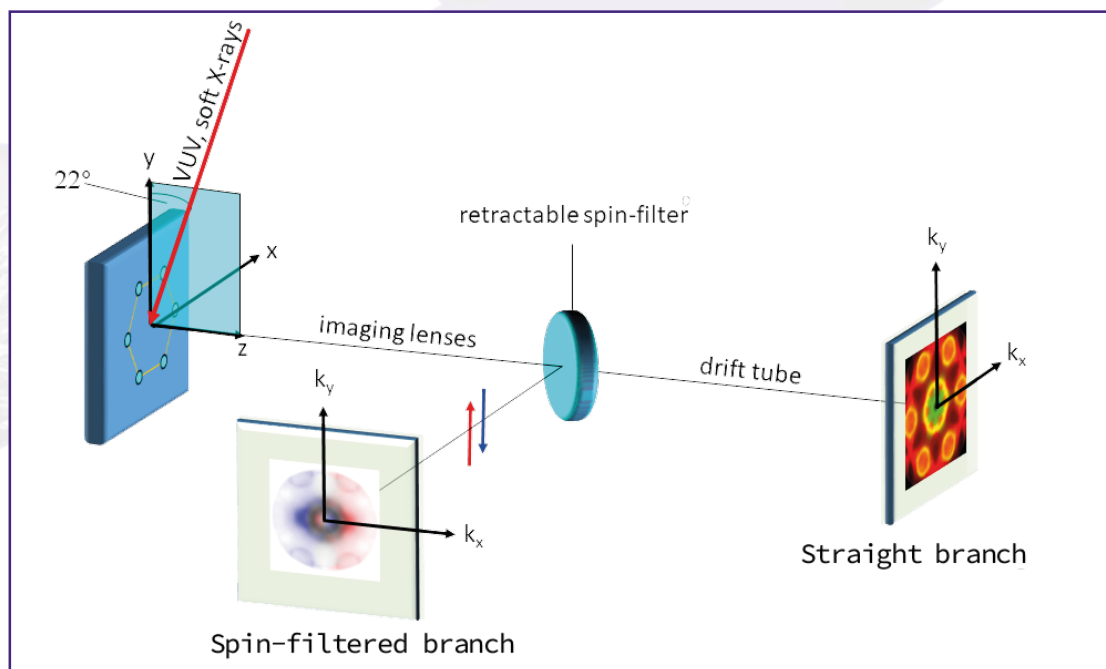
Гексапод представляет собой 6-осевой столик для образцов с охлаждением жидким гелием. Он обеспечивает очень точное позиционирование образца, включая вращение и наклон до $\pm 5^\circ$. Каждая ось оснащена датчиком положения. Таким образом, пользователь может сохранять позиции образцов, которые могут быть воспроизведены позже.



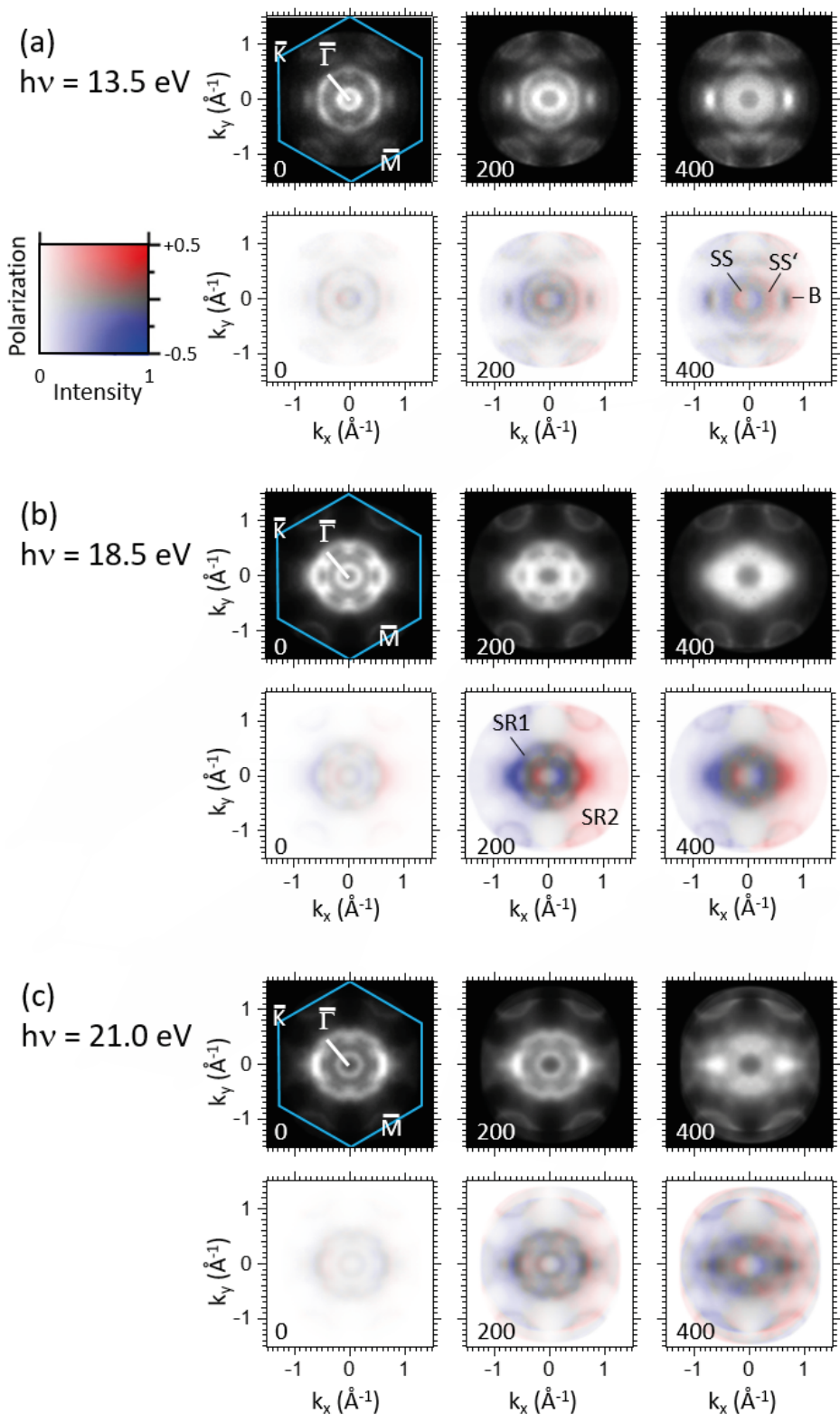
ToF импульсный микроскоп с изображающим спиновым детектором



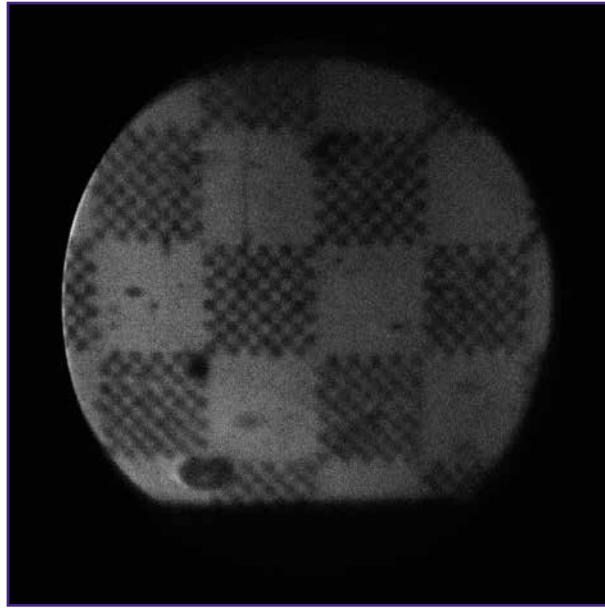
Данная опция представляет собой модернизацию существующего ToF импульсного микроскопа, в которой спиновая визуализация основана на параллельно работающем запатентованном [патенты DE 102013005173C5 и DE 102005045622B4] принципе спинового фильтра на базе Au/Ir.



Прибор работает либо как обычный ToF импульсный микроскоп в прямой ветви, либо кристалл спинового фильтра отклоняет изображение для спинового анализа в перпендикулярной ветви (ветвь со спиновой фильтрацией).



Карты постоянной энергии Re (0001), измеренные с энергией фотонов 13.5, 18.5 и 21 эВ. Энергии связи слева направо: 0 мВ, 200 мЭВ и 400 мЭВ. В нижнем ряду отображаются измерения, отфильтрованные по спину. [H.J. Elmers et al., Phys. Rev. Research 2, 013296 (2020)]



Изображение с полем зрения 450 мкм образца шахматно-видной структуры с > 9000 пикселями в полном изображении. Это демонстрирует качество изображения спин-фильтрованной ветви.

SURFACE
CONCEPT

Surface Concept GmbH

Am Sägewerk 23a
55124 Mainz
Germany

phone: +49 6131 62716 0
fax: +49 6131 62716 29
email: info@surface-concept.de
web: www.surface-concept.de



лабораторное оборудование

Официальный дистрибьютор в РФ ООО "Промэнерголаб"

105318, Россия, г. Москва, ул. Ткацкая, 1

Тел.: +7 (495) 22-11-208, 8 (800) 23-41-208

e-mail: info@czl.ru

www.czl.ru



Обзор
времяпролетного импульсного микроскопа
с опцией спиновой визуализации
Редакция от 10 ноября 2021 г.