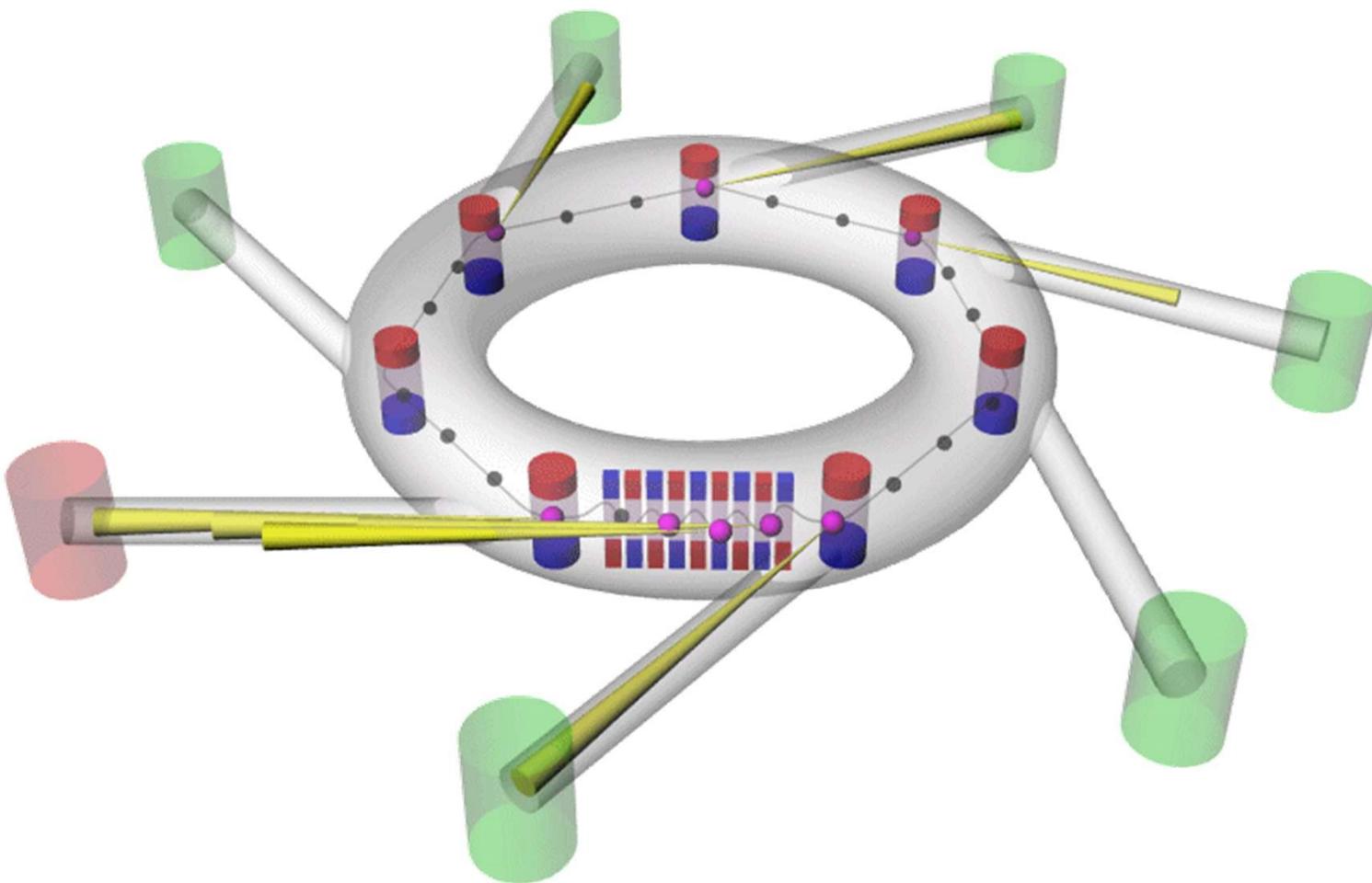


Для чего нужны синхротронные источники?

Зубавичус Ян, Институт катализа СО РАН

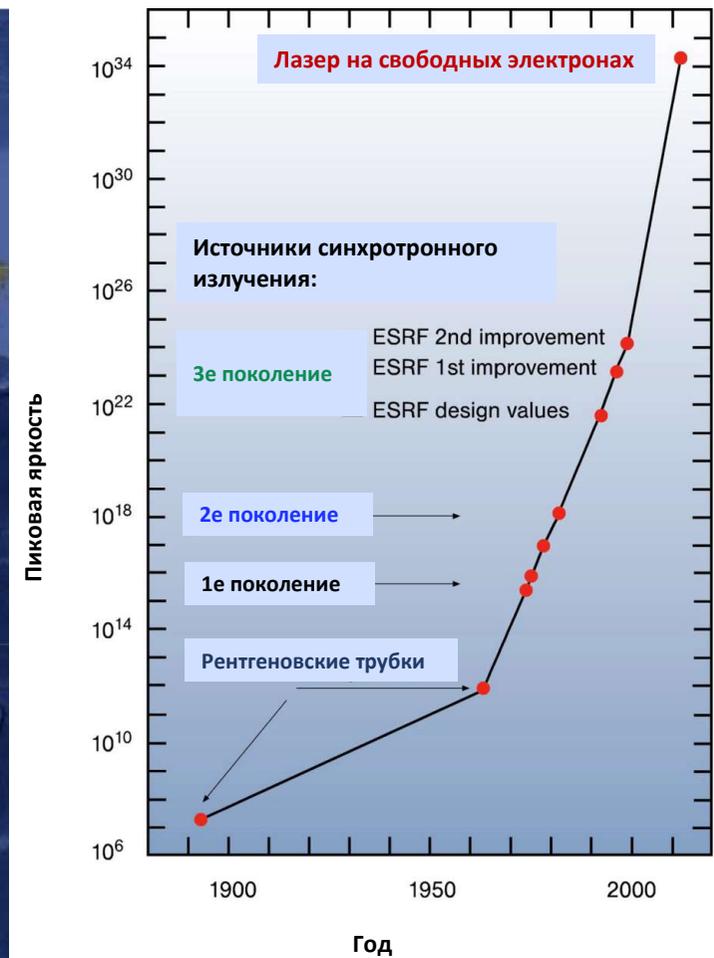
yvz@catalysis.ru

Терминология



- Синхротронный источник / накопительное кольцо / ЛСЭ
- Эмиттанс / яркость
- Ондулятор / вигглер / поворотный магнит
- Поколения синхротронных источников
- Каналы / Станции
- Пользователи

Экономическая география мировых синхротронных источников. 1.



Экономическая география мировых синхротронных источников. 2.

Sirius (Кампинас, Бразилия)

Бюджет строительства (2015-2018) 1.5 млрд. браз. реалов (1 R\$~17 ₺)

Max IV (Лунд, Швеция)

Бюджет строительства (2010-2016) 2.2 млрд. швед. крон (1 SEK ~7 ₺)

Здания – 0.7, Ускоритель – 0.7, Станции – 0.6, Вспом. инфраструктура – 0.2 млрд. швед. крон

Эксплуатационные расходы: 0.24 млрд. швед. крон/год (175 сотрудников)

ESRF (Франция, Гренобль):

Годовой бюджет – 135 М€ (взносы 13 государств-участников + 8 ассоциированных членов)

Численность сотрудников – 673

Бюджет проектов модернизации 160 М€ (2009-2015)

ESRF-EBS 150 М€ (2015-2022)

Австралийский синхротрон (Мельбурн)

Бюджет строительства (2003-2007) 210 М\$(Австр.) (1 \$A~46 ₺)

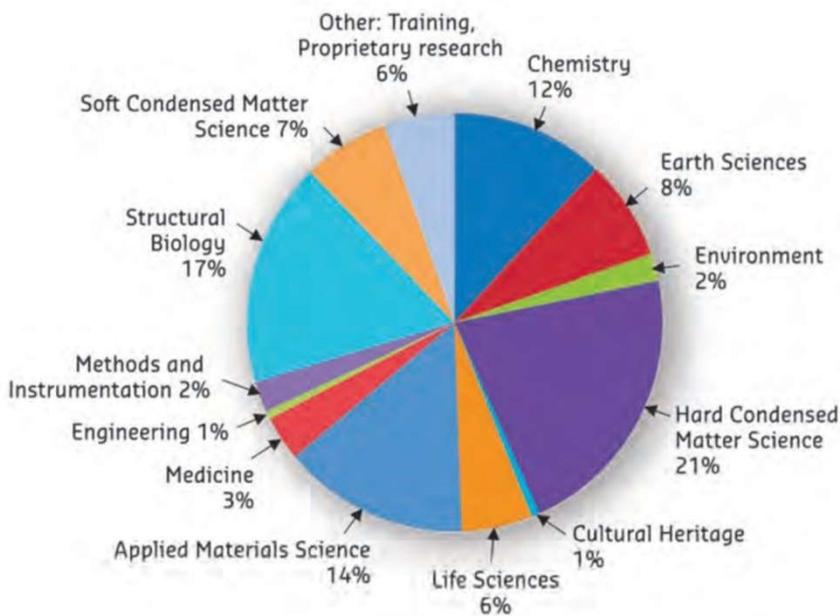
Бюджет создания 9 станций 1й очереди 50 М\$(Австр.), 2.5-8 М\$ на станцию

Зачем?

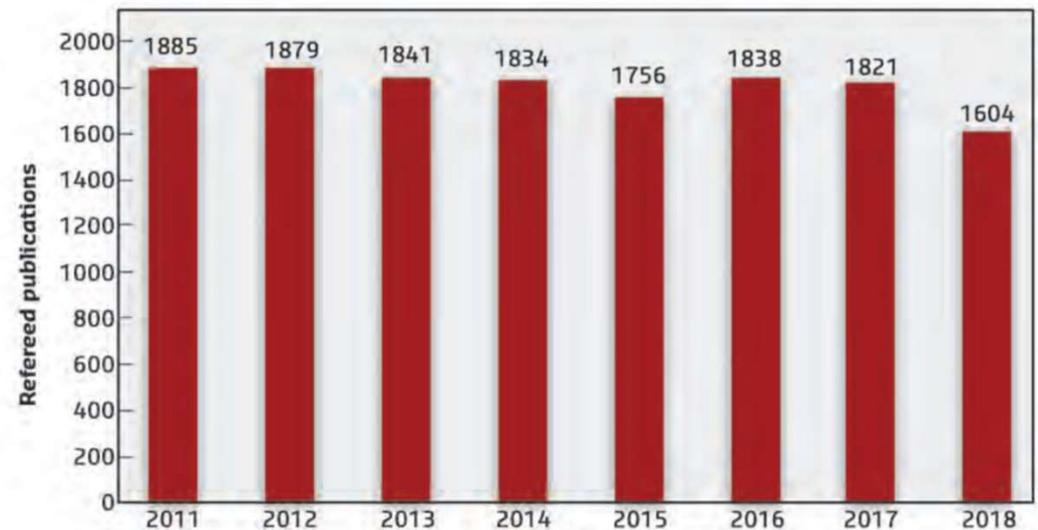
Наука, наука и еще раз наука...

Финансирование центра напрямую зависит от количества привлеченных пользователей, количества и научного уровня опубликованных статей

Распределение синхротронных смен по тематикам (ESRF, 2018)



Количество публикаций пользователей (ESRF)



Распределение количества статей по методам

Метод	Кол-во упоминаний в WoS	+ synchrotron
Tomography	60 000	450
Diffraction	60 000	1500
XPS	15 000	180
EXAFS	2 000	2 000
SAXS	2 000	200

Наиболее цитируемые статьи «synchrotron radiation»

- 2015, 506 цитирований
- 2014, 554 цитирований
- 2013, 433 цитирования
- 2012, 427 цитирований
- 2011, 946 цитирований

LETTER

doi:10.1038/nature13991

Native structure of photosystem II at 1.95 Å resolution viewed by femtosecond X-ray pulses

Michihiro Suga^{1*}, Fusamichi Akita^{1*}, Kumio Hirata^{2,3}, Go Ueno², Hiromori Murakami², Yoshiki Nakajima², Tetsuya Shimizu¹, Keitaro Yamashita², Masaki Yamamoto², Hideo Ago² & Jian-Ren Shen¹

Белковая кристаллография,
SACLA

New Journal of Physics

The open access journal at the forefront of physics

Institute of Physics Publishing | IOP Institute of Physics

Germanene: a novel two-dimensional germanium allotrope akin to graphene and silicene

M E Dávila¹, L Xian^{2,3}, S Cahangirov^{2,3}, A Rubio^{2,3,4,5} and G Le Lay⁶

nature COMMUNICATIONS

ARTICLE

Received 27 Jan 2013 | Accepted 12 Apr 2013 | Published 21 May 2013

Direct atomic-scale confirmation of three-phase storage mechanism in $\text{Li}_4\text{Ti}_5\text{O}_{12}$ anodes for room-temperature sodium-ion batteries

*Yang Sun¹, Liang Zhao², Huijie Pan¹, Xia Li², Lin Gu², Yong Sheng Hu², Hong Li², Michel Armand², Yoshio Kubota^{3,4,5}, Kazuo Chao³ & Xuebin Yu^{2,3}

Science

High-Resolution Protein Structure Determination by Serial Femtosecond Crystallography

РФЭС, Elettra

Порошковая дифракция
in situ, SSRF

Белковая кристаллография,
ESRF, CHESS, SLAC

LETTER

doi:10.1038/nature10313

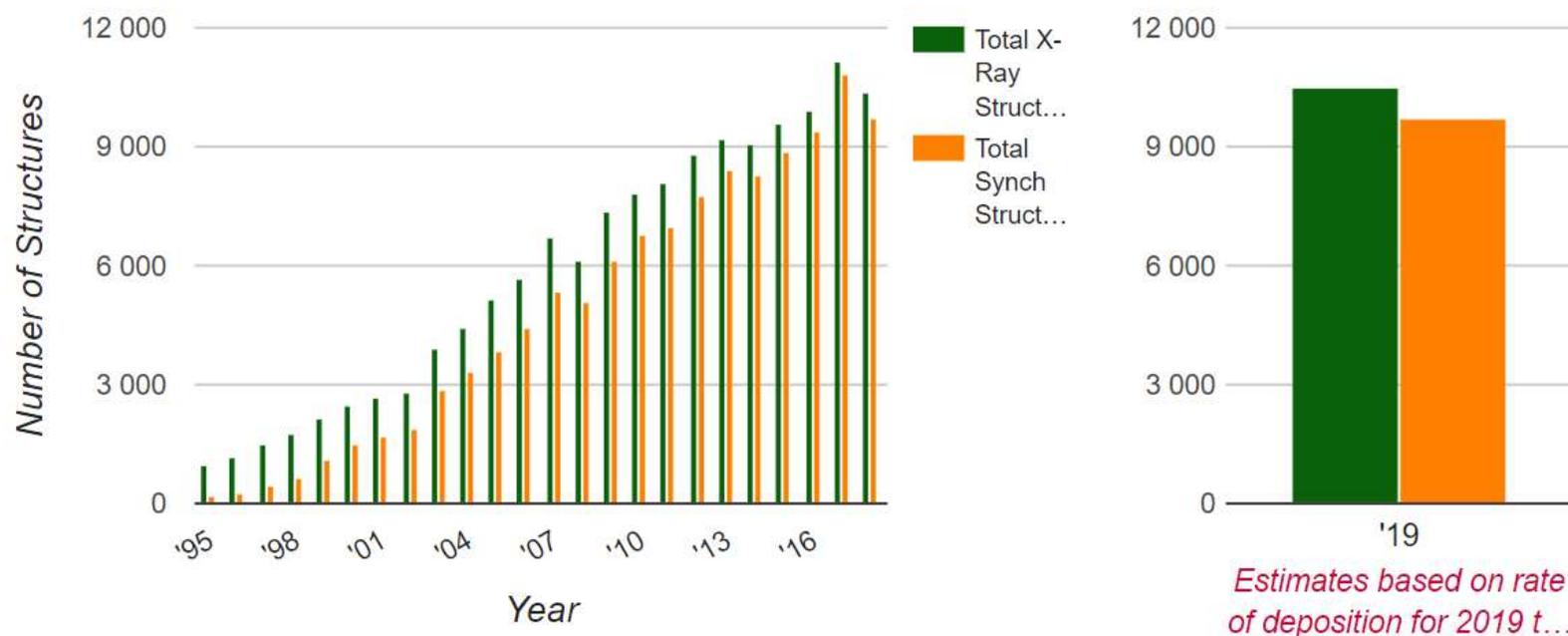
Inkjet printing of single-crystal films

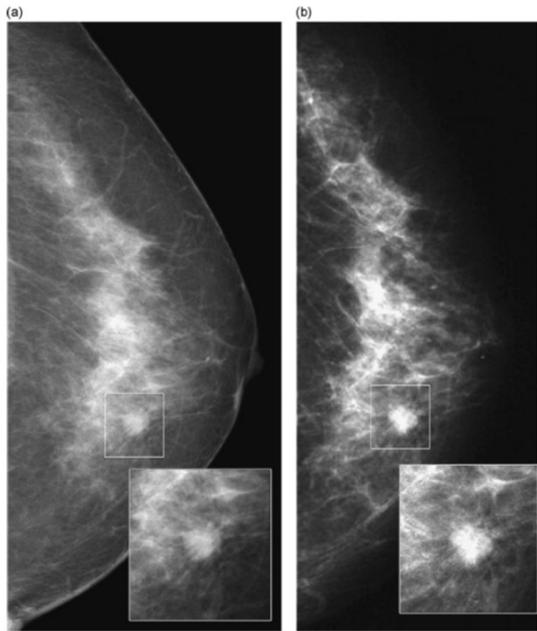
Hiromi Minemawari¹, Toshikazu Yamada¹, Hiroyuki Matsui¹, Jun'ya Tsutsumi¹, Simon Haas², Ryosuke Chiba^{1,2}, Reiji Kumai^{1,3} & Tatsuo Hasegawa¹

PCA монокристаллов,
Photon Factory

Синхротронное излучение для белковой кристаллографии: данные ассоциации BioSync

Figure 1 : Synchrotron structures deposited in the PDB vs all PDB deposited structures





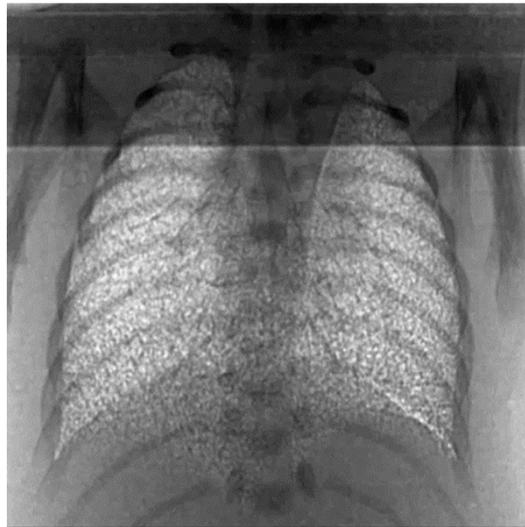
А если не только наука? Медицинские приложения СИ



Current studies and future perspectives of synchrotron radiation imaging trials in human patients

Renata Longo^{a,b,*}

Высококонтрастная маммография в режиме PPCI
SYRMEP, Elettra (Триест, Италия)
82 пациента 2006-2012



OPEN ACCESS Freely available online

PLOS ONE

Functional Lung Imaging during HFV in Preterm Rabbits

Jordan Thurgood^{1*}, Stuart Hooper², Melissa Siew², Megan Wallace², Stephen Dubsy¹, Marcus Kitchen³, R. Aidan Jamison¹, Richard Carnibella¹, Andreas Fouras¹

Дыхательный цикл кролика
BL20B2 Spring-8

2.08 x-Ray Imaging with Coherent Sources

L Rigon, University di Trieste, Trieste, Italy; INFN, Trieste, Italy

© 2014 Elsevier B.V. All rights reserved.

Table 1 Beamlines for medical imaging and biomedical applications

Beamline	Facility	Citation
X15A	NSLS (Brookhaven, NY, USA)	Zhong et al. (2000)
SYRMEP	Elettra (Trieste, Italy)	Tromba et al. (2010)
ID17	ESRF (Grenoble, France)	Bravin (2007)
ID19	ESRF (Grenoble, France)	Weitkamp et al. (2010)
BL14C	PF-KEK (Tsukuba, Japan)	Yoneyama et al. (2004)
BL20B2	Spring8 (Hyogo, Japan)	Goto et al. (2001)
BL20XU	Spring8 (Hyogo, Japan)	Suzuki et al. (2004)
TOMCAT	SLS-PSI (Villigen, Switzerland)	Stampanoni et al. (2006)
BMIT-05B1-1	CLS (Saskatoon, Canada)	Wysokinski et al. (2007)
BMIT-05ID-2	CLS (Saskatoon, Canada)	Wysokinski et al. (2013)
Imaging and medical beamline	Australian Synchrotron (Melbourne, Australia)	Hausermann et al. (2010)
BL10W1	SSRF (Shanghai, PRC)	Xie et al. (2013)
I13L	Diamond (Oxfordshire, UK)	Pešić et al. (2013)

Медицинские приложения СИ. 2.



Review

TRENDS in Biotechnology Vol.24 No.11

Full text provided by www.sciencedirect.com
ScienceDirect

New light for science: synchrotron radiation in structural medicine

Thomas L-M. Sorensen, Katherine E. McAuley, Ralf Flaig and Elizabeth M.H. Duke

Macromolecular Crystallography Group, Diamond Light Source Limited, Chilton, Didcot, Oxfordshire OX11 0DE, UK

www.currentdrugdiscovery.com

The impact of structure-guided drug design on clinical agents

Larry W Hardy & Antony Malikayil
Aurigene Discovery Technologies, USA & India

Table 1. Examples of marketed drugs for which structural biology has provided information about the target protein

Commercial drug	Active compound	Supplier	Disease target	Protein target	PDB entry
Gleevec	Imatinib	Novartis	Chronic myeloid leukaemia, Gastrointestinal stroma tumours	Abl tyrosine kinase C-Kit Platelet-derived growth factor tyrosine kinase (PDGF TK)	1XBB
Herceptin	Trastuzumab	Genentech	Breast cancer	HER2 receptor	1N8Z
Lipitor	Atorvastatin	Pfizer	High cholesterol levels	HMG-CoA (3-hydroxy-3-methylglutaryl-coenzyme A) reductase	1HWK
Avandia	Rosiglitazone	GlaxoSmithKline	Type 2 diabetes mellitus	Peroxisome proliferator-activated receptor-gamma (PPAR γ)	2PRG
Actonel	Risedronate	Procter and Gamble Pharmaceuticals	Osteoporosis	Farnesyl diphosphate synthase	1YV5
Evista	Raloxifene	Eli Lilly	Osteoporosis	Oestrogen receptor	1ERR
Casodex	Bicalutamide	AstraZeneca	Prostate cancer	Androgen receptor	1E3G
Norvir	Ritonavir	Abbott	HIV	HIV protease	1HXW
Ciprobay	Azithromycin	Pfizer	Bacterial infections	Type-I inosine monophosphate dehydrogenase	1AJ6
Relenza	Zanamivir	GlaxoSmithKline	Influenza virus	Influenza neuraminidase	1A4G



Structure-based or structure-guided drug design methods have had a significant impact on the creation of high-value compounds entering the market as drugs, or at least entering clinical trials. This report provides an update on the utility of structure-guided methods for creating compounds that have reached human testing. Seven such compounds are now approved and marketed drugs.

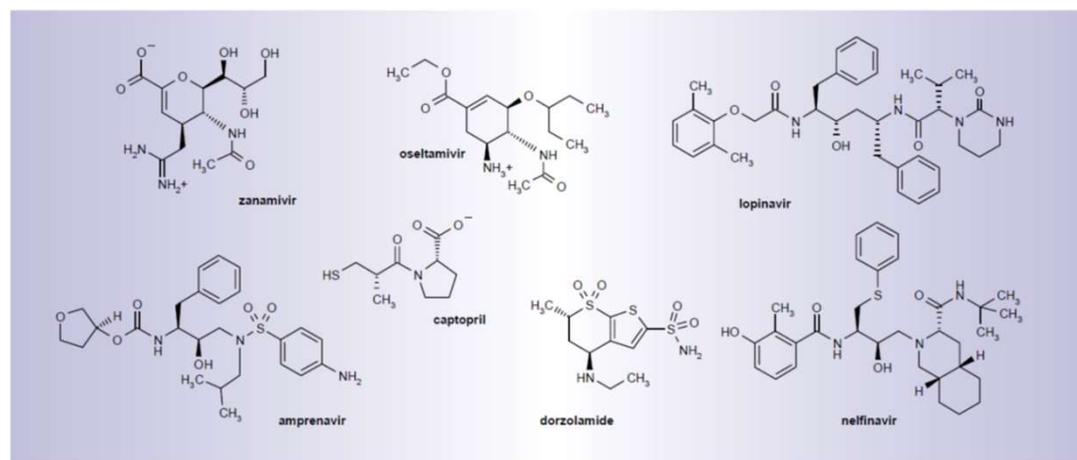


Figure 1. Approved and marketed drugs whose discovery has been aided by structure-guided design methods.

А если не только наука?

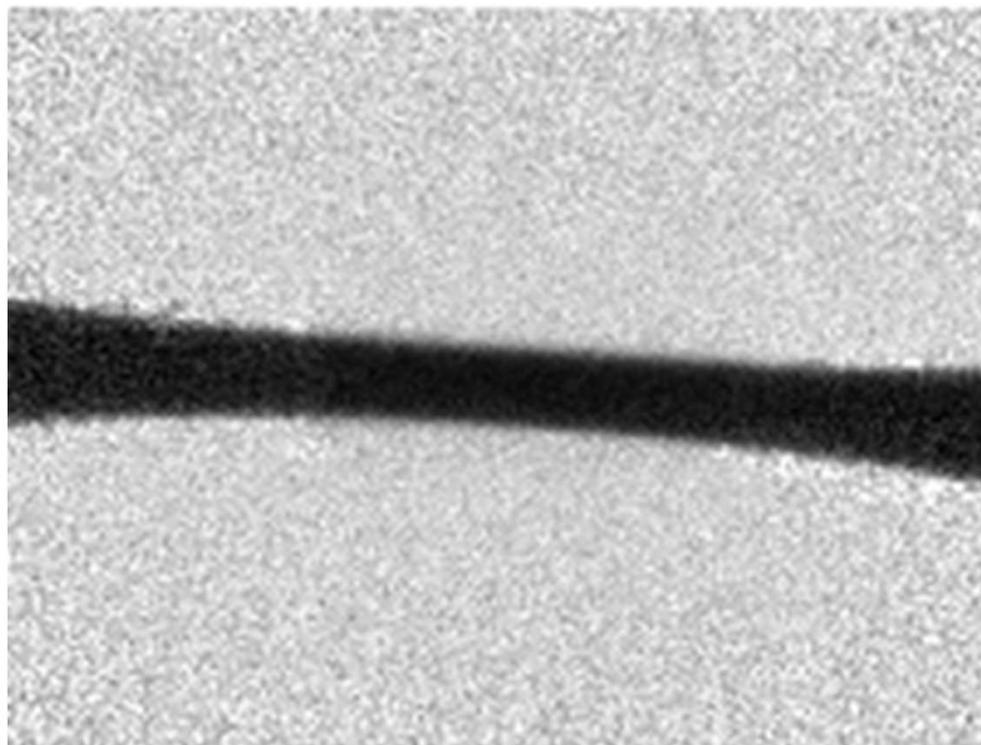
Промышленные приложения

**ESRF: до 30% всех исследовательских проектов выполняются с участием промышленных партнеров;
Среди пользователей ESRF насчитывается 150 компаний реального сектора экономики**



Промышленные приложения. 2.

17.4 us



500 μm

Olbinado, et. al. (2017)

Research Article

Vol. 25, No. 12 | 12 Jun 2017 | OPTICS EXPRESS 13857

Optics EXPRESS

MHz frame rate hard X-ray phase-contrast imaging using synchrotron radiation

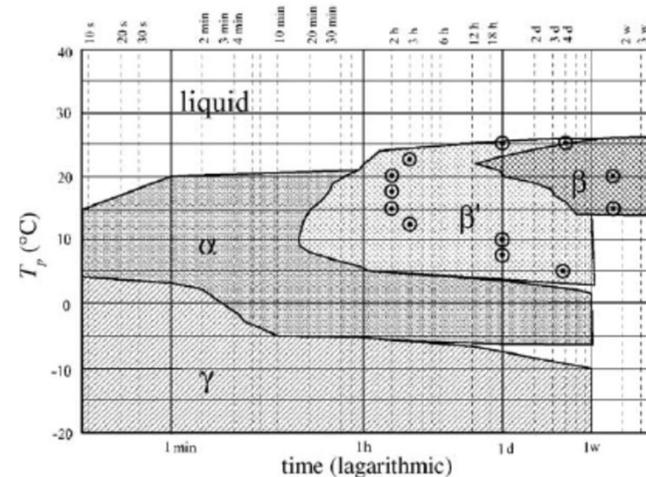
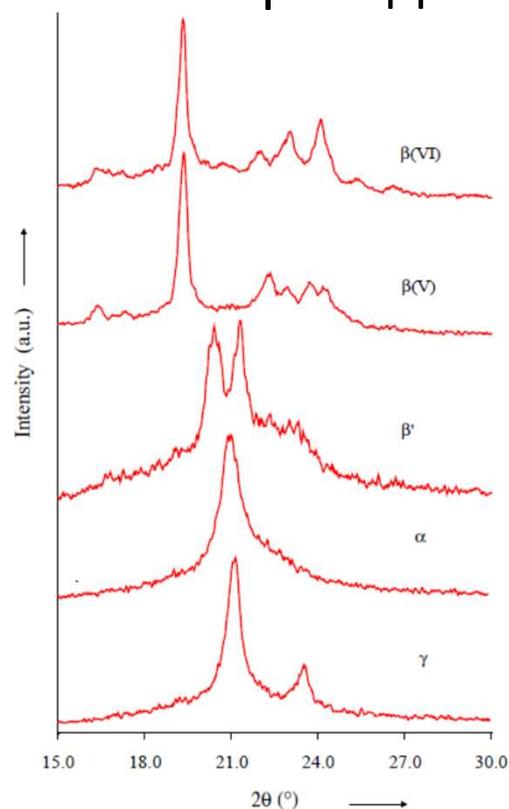
MARGIE P. OLBINADO,^{1,*} XAVIER JUST,² JEAN-LOUIS GELET,³ PIERRE LHUISSIER,² MARIO SCHEEL,⁴ PATRIK VAGOVIC,^{5,6} TOKUSHI SATO,^{5,6} RITA GRACEFFA,⁶ JOACHIM SCHULZ,⁶ ADRIAN MANCUSO,⁶ JOHN MORSE,¹ AND ALEXANDER RACK¹

Перегорание предохранителя – ESRF, рентгеновское кино (110 ns, 5 Mfps)

Продукты питания и потребительские товары

Почему шоколад портится?

Фазовая диаграмма и фазовые переходы в шоколадном масле



Available online at www.sciencedirect.com

SCIENCE @ DIRECT®

Radiation Physics and Chemistry 71 (2004) 829–835

Radiation Physics
and
Chemistry

www.elsevier.com/locate/radphyschem

Understanding the structure of chocolate

H. Schenk*, R. Peschar

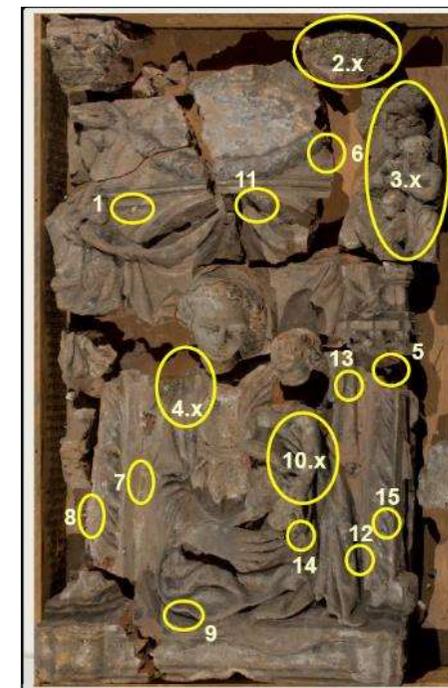
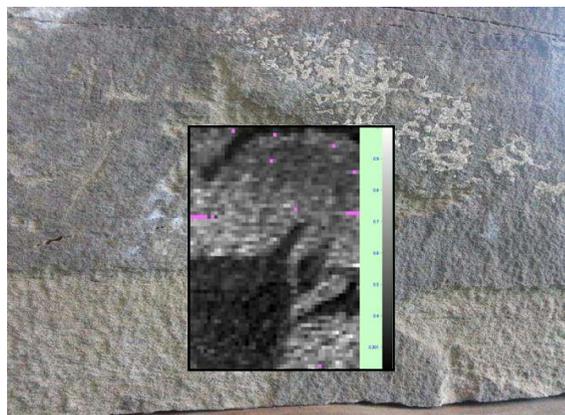
Laboratorium voor Kristallografie, IMC, FNWI, Universiteit van Amsterdam, Nieuwe Achtergracht 166, 1018 WV Amsterdam, The Netherlands

Объекты культурного и природного наследия

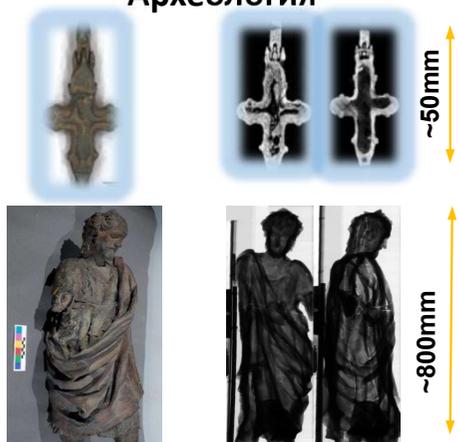
Угасшие надписи



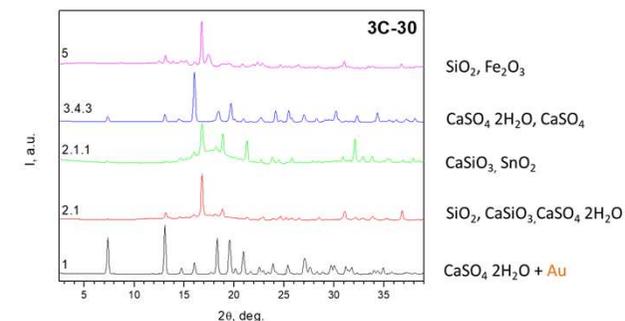
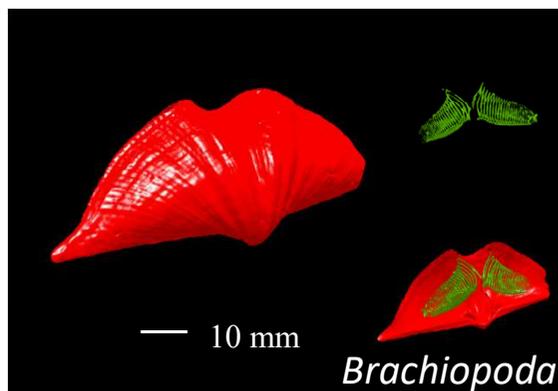
Наскальные рисунки и петроглифы



Археология



Палеонтология



Данные : Курчатовский источник синхротронного излучения, НИЦ «Курчатовский институт» (2015-2018)

Россия в мировом синхротронном ландшафте

- Сибирский центр синхротронного и терагерцового излучения (СЦСТИ) – работает с середины 1970-х годов

Накопительные кольца ВЭПП-3 (2 ГэВ, 120 мА), ВЭПП-4М (6 ГэВ, 40 мА) – оба **первого поколения** ($\varepsilon \sim 300$ нм·рад)

11 станций ssrc.inp.nsk.su

- Курчатовский источник синхротронного излучения (НИЦ «Курчатовский институт», Москва)

Сибирь-1 (бустер, 450 МэВ) – 4 станции в ВУФ-диапазоне, эксплуатация завершена

Сибирь-2 – специализированный, **второго поколения** (2.5 ГэВ, 300 мА, $\varepsilon \sim 75$ нм·рад), 15 каналов

www.kcsni.nrcki.ru

ДЭЛСИ (ОИЯИ, Дубна), Зеленоград – ?

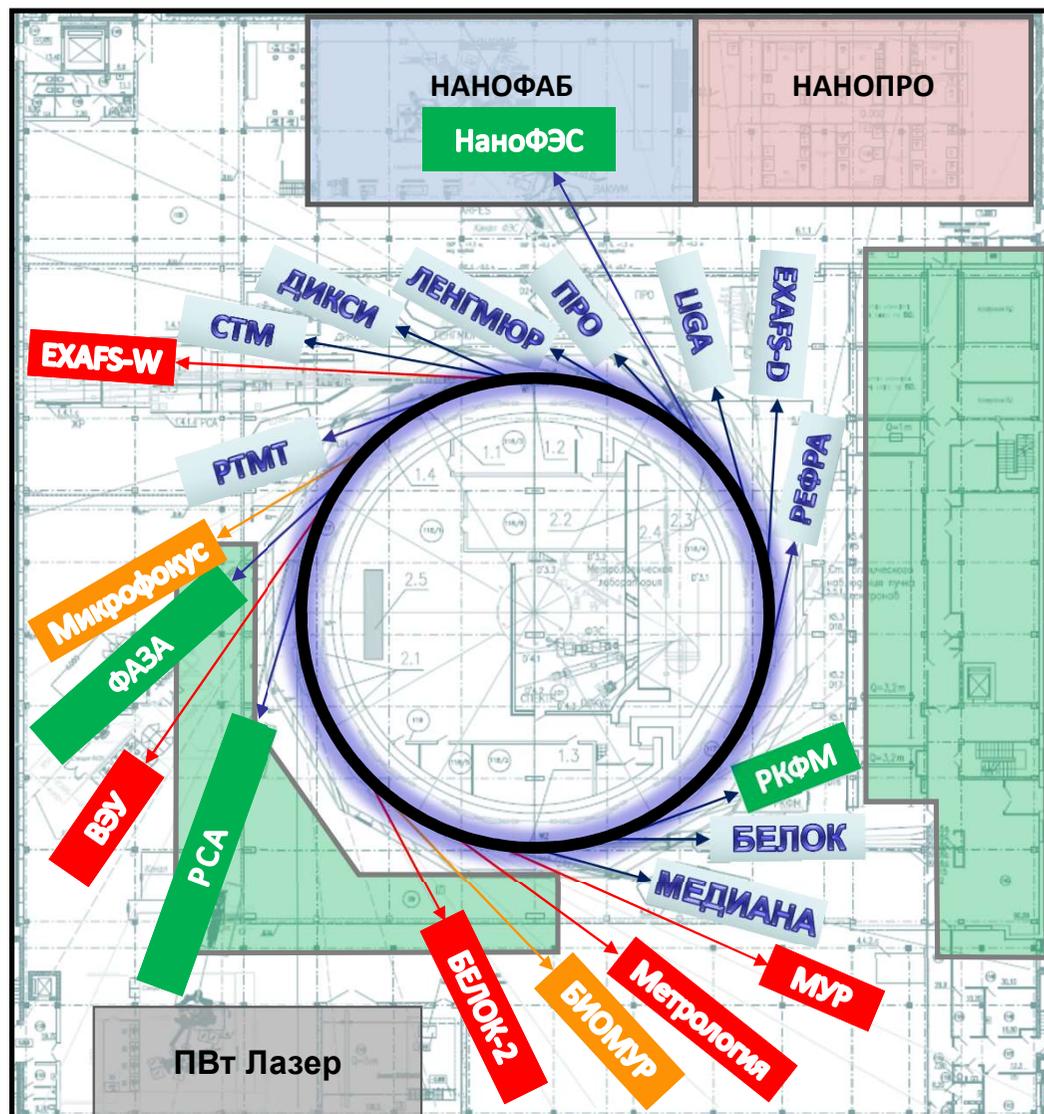
Международное сотрудничество

РФ – член консорциума ESRF с 2014 года (доля акционерного капитала 6%)

РФ – ключевой партнер XFEL с 2009 года, 27% от 1.2 G€

Специализированные российско-германские каналы P23 in situ and nanodiffraction на PETRA III (Гамбург) и RGBL на BESSY II (Берлин)

Курчатовский источник синхротронного излучения (КИСИ)



Действующие (11)

Запуск 2015-16 (4)

Запуск 2018-2019 (2)

Строится (5)

СТАТИСТИКА РАБОТЫ КУРЧАТОВСКОГО ИСТОЧНИКА СИ (2016–2017)

350 выполненных заявок

50 организаций

20 городов

>120 пользовательских групп

2500-2700 часов работы на эксперимент в год

>240 статей WoS



Статистика работы УНК на пользователей СИ в 2018 г.

Полное время работы на пользователей (согласно календарному плану работы УНК)	3384 час
Чистое запланированное время работы на пользователей (без учета времени на настройку и перенакопление = полное время минус 15%)	2876 час
Фактическое время работы на эксперимент (в БН имеется ненулевой ток пучка при E=2.5 ГэВ)	3035 час
в % запланированному	106%
Суммарная наработка всех каналов вывода СИ	22365 кан.-час.
Среднее количество работающих каналов вывода СИ	7.4

Подробнее по каналам.

Наименование каналов вывода СИ и экспериментальных станций	Суммарное время работы канала в 1-м кв. 2018г, чч:мм	Доля во времени работы УНК на эксперимент, %
К1.2 Ленгмюр	2178:18	71.8%
К1.3 Дикси/СТМ	2766:35	91.2%
К1.6 РТ-МТ	1472:41	48.5%
К2.2 Микрофокус	452:08	14.9%
К2.3 ФАЗА	1735:43	57.2%
К2.6 РСА	2022:22	66.6%
К3.5 БиоМУР	1868:05	61.6%
К4.3 Медиана	2245:51	74.0%
К4.4Е Белок	356:35	11.8%

Результативность по годам

Год	Время «Эксперимент», час (полная наработка, кан-час)	Показатели результативности		
		Статьи	Конференц. тезисы	Дисс. + Студ. квал. Раб.
2013	1881 (4702)	78	53	11 + 5
2014	1816 (8163)	80	50	7 + 5
2015	2030 (11098)	95	98	8 + 6
2016	2755 (18396)	131	184	9 + 20
2017	2691 (17402)	153	123	12 + 12
2018	3035 (22365)	174		

Распределение статей 2018 г. по станциям и методам

№	Станция	Метод	Количество статей
1	БЕЛОК	Рентгеноструктурный анализ монокристаллов	55
		Порошковая дифракция	4
		Белковая кристаллография	1
2	СТМ	EXAFS	51
		Порошковая дифракция	5
3	ДИКСИ	МУР	11
4	ЛИГА + МЕДИАНА	Имиджинг	7
5	НАНОФЭС	РФЭС	6
6	Все станции ИР-8	нейтроны	10

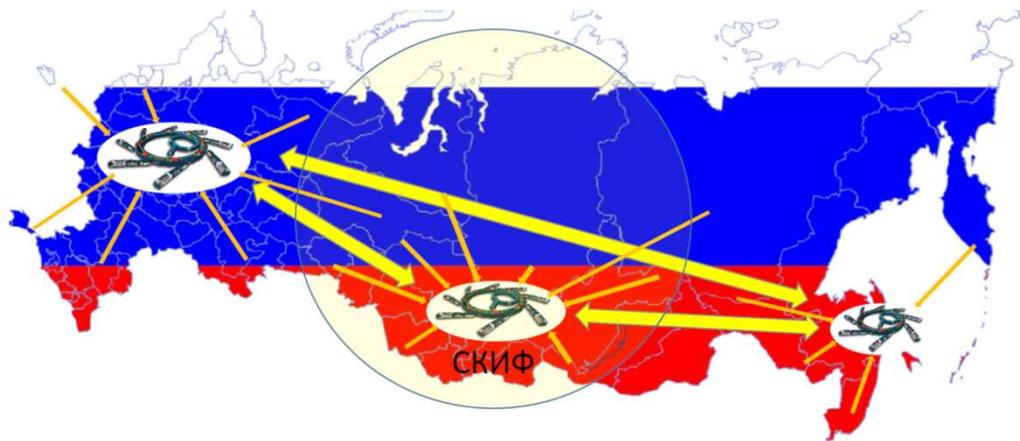
Российское пользовательское сообщество

- Российские ученые играют заметную роль в международном ускорительном сообществе
- Во многих международных центрах СИ российские ученые являются руководителями станций и целых научных направлений
- Российские ученые являются активными пользователями международных центров СИ (ESRF, PETRA III, BESSY II, MAX IV, SLS, Diamond, Elettra, Soleil, SPRing-8, PLS)
- Синхротронными пользователями сегодня являются 800-1000 сотрудников из 135 российских организаций

Имеющихся на сегодняшний день возможностей в области синхротронных источников катастрофически не хватает!

Создание национальной сети источников синхротронного излучения

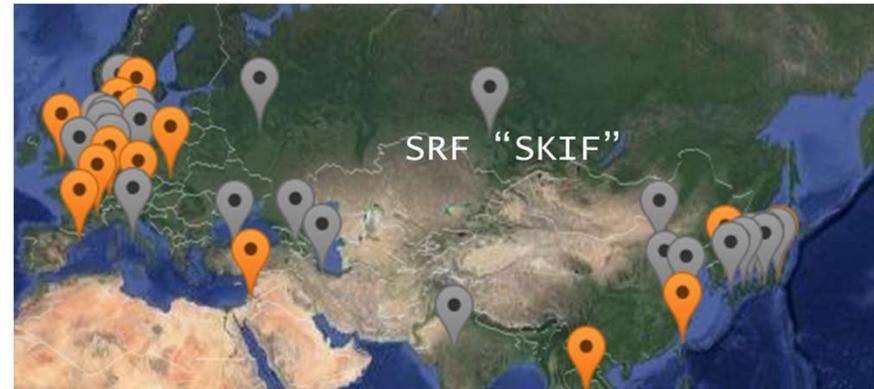
- Специализированный источник синхротронного излучения ИССИ-4 (Протвино, Московская область, базовая организация НИЦ «Курчатовский институт»)
- Сибирский кольцевой источник фотонов «СКИФ» (Кольцово, Новосибирская область, базовые организации ИЯФ СО РАН и ИК СО РАН)
- Дальневосточный источник синхротронного излучения (о. Русский)



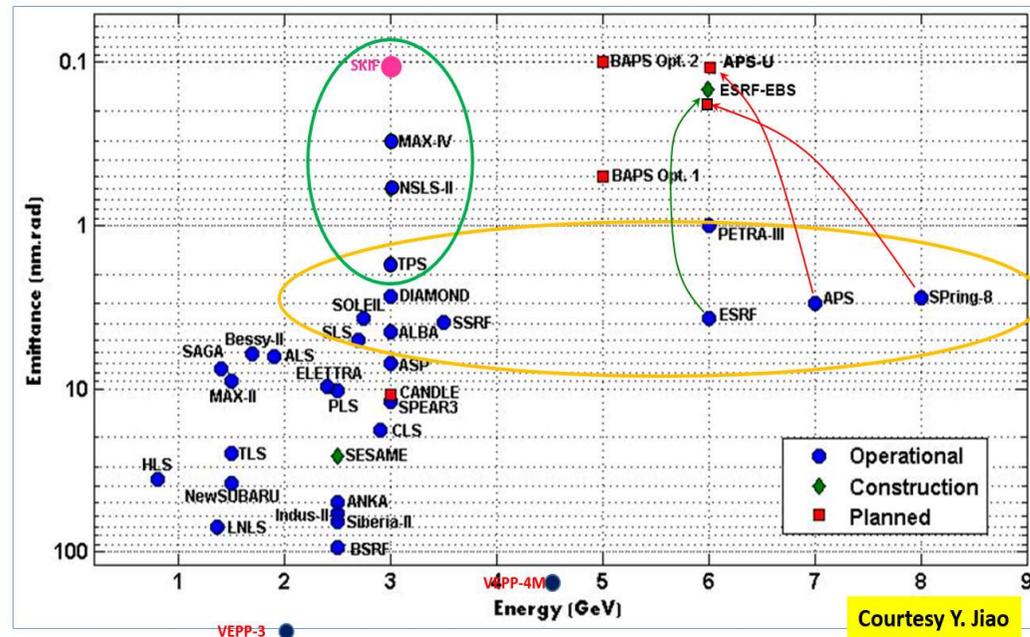
«Разработать и утвердить... комплекс мер, направленных на проведение синхротронно-нейтронных исследований, включая создание специализированного источника синхротронного излучения четвёртого поколения (ИССИ-4) в г. Протвино Московской области и синхротронного ускорителя в новосибирском Академгородке.»
Перечень поручений Президента по итогам заседания Совета при Президенте по науке и образованию и встречи с учёными СО РАН от 18.04.2018

ПРОЕКТ ЦКП «СКИФ»

Источник СИ 4го поколения



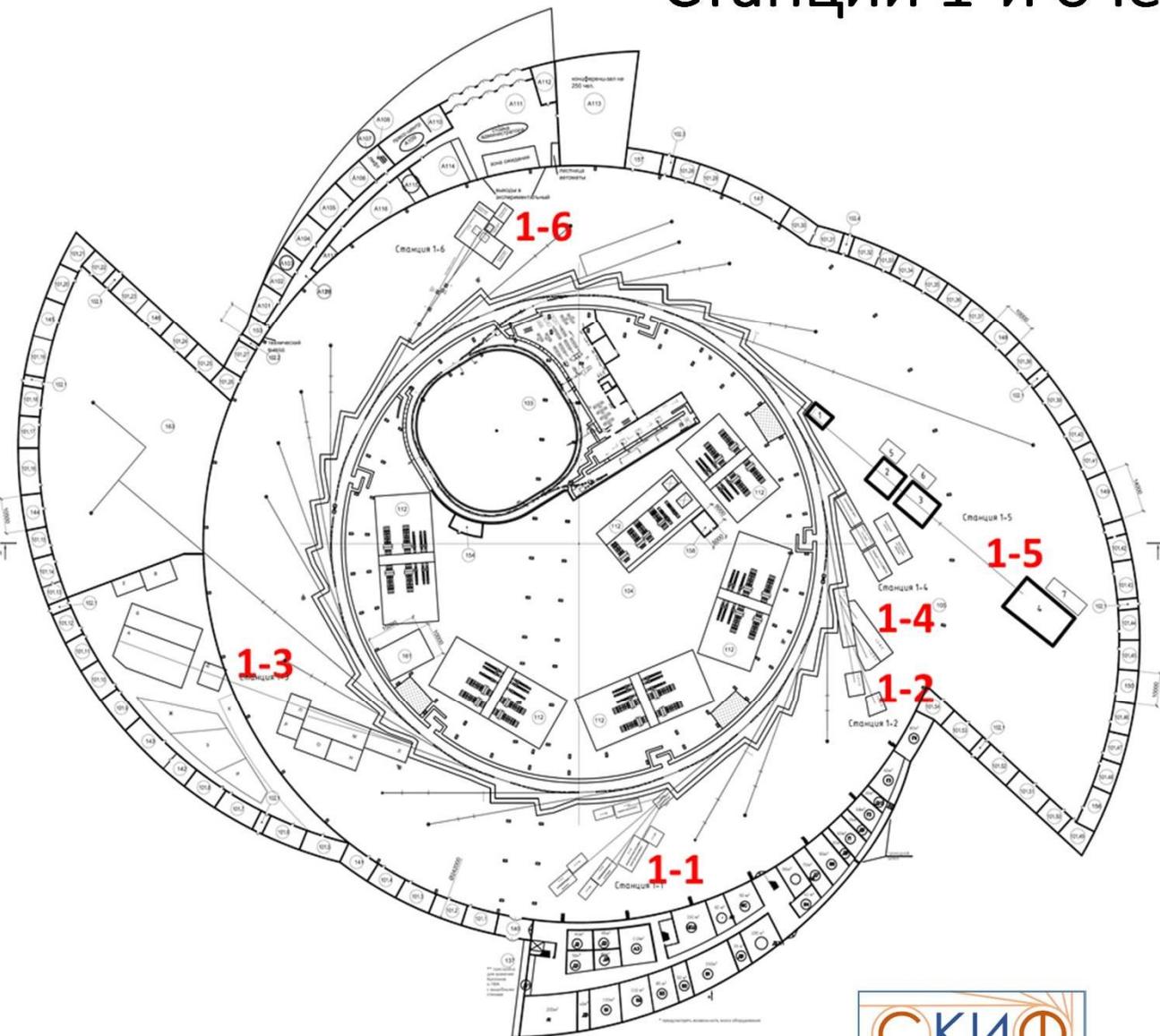
Parameter	Value
Energy	3 GeV
Current	Up to 400 mA
Emittance	60 - 90 pm·rad
Injection type	Full injection
Perimeter	476m
Number of experimental stations	6 (first stage) +24 (second stage)
Number of IDs	14



Courtesy Y. Jiao

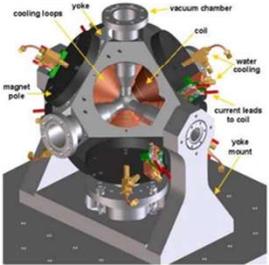
План 1го этажа

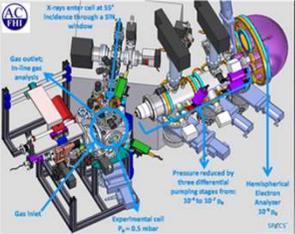
Станции 1-й очереди



Шифр	Название (ответственный)
1-1	МИКРФОКУС (С.В. Ращенко)
1-2	СТРУКТУРНАЯ ДИАГНОСТИКА (Б.А. Захаров)
1-3	БЫСТРОПРОТЕКАЮЩИЕ ПРОЦЕССЫ (И.А. Рубцов)
1-4	ХАФС-СПЕКТРОСКОПИЯ И МАГНИТНЫЙ ДИХРОИЗМ (А.А. Сараев)
1-5	ДИАГНОСТИКА В ВЫСОКОЭНЕРГЕТИЧЕСКОМ РЕНТГЕНОВСКОМ ДИАПАЗОНЕ (К.Э. Купер)
1-6	ЭЛЕКТРОННАЯ СТРУКТУРА (А.В. Бухтияров)

Шифр станции	Излучатель	Диапазон энергий, кэВ	Особенности	Методики
1-1 «Микрофокус»  	Сверхпроводящий ондулятор	17-47	<ul style="list-style-type: none"> • 4 секции, способные работать параллельно (центральная - Элементное картографирование, боковые - Белковая кристаллография, Гамма-резонанс, Экстремальные условия) • Боковые секции используют фиксированную энергию (гармоники ондулятора), пучки разводятся алмазными однокристалльными монохроматорами-сплитерами • Оптические элементы сохраняют когерентные свойства пучка <ul style="list-style-type: none"> • Оптимизированная нанофокусировка • Окружения образца: прессы, алмазные наковальни (3+ млн. атм.), лазерные системы нагрева (6000 К), магнитное поле и др. 	<ul style="list-style-type: none"> • Рентгенофлуоресцентное 2D и 3D-картографирование с нанопучком • Белковая кристаллография с функцией in-line микроскопии, режим серийной кристаллографии • Мессбаэровская спектроскопия на ядрах ⁵⁷Fe • Рентгеновская микроскопия, микродифракция, микроспектроскопия, томография с разными механизмами формирования контраста
1-2 «Структурная диагностика» 	Сверхпроводящий ондулятор	5-35	<ul style="list-style-type: none"> • 4 секции, способные работать параллельно (центральная – Дифрактометрия высокого разрешения, боковые – Монокристалльная дифракция, Исследования in situ, Малоугловое рассеяние) • Боковые каналы используют фиксированную энергию (гармоники ондулятора), пучки разводятся алмазными однокристалльными монохроматорами-сплитерами • Оптические элементы сохраняют когерентные свойства пучка 	<ul style="list-style-type: none"> • Порошковая дифрактометрия, в том числе высокого углового разрешения (с кристаллоанализатором) и в режиме in situ • PCA монокристаллов с функцией in-line микроскопии, режимы серийной кристаллографии, фотокристаллографии, pump-probe • Малоугловое рассеяние, в том числе в режиме фотон-корреляционной спектроскопии

Шифр станции	Излучатель	Диапазон энергий, кэВ	Особенности	Методики
<p>1-3 «Быстропротекающие процессы»</p> 	Сверхпроводящий вигглер	15-100	<ul style="list-style-type: none"> • 3 секции, 2 из которых способны работать параллельно (на оси пучка – Динамические процессы и Плазма; боковая – Экстремально высокие температуры) • Специальные «малобанчевые» режимы работы накопительного кольца • Уникальные детекторы со сверхвысокой скоростью счета (ИЯФ СО РАН) • Специализированные взрывные камеры, газовые пушки и системы неравновесного нагрева (лазер, электронная пушка и пр.) 	Рентгенография, порошковая дифракция и малоугловое рассеяние со сверхвысоким временным разрешением (до 1 пс)
<p>1-4 «Рентгеноабсорбционная спектроскопия и магнитный дихроизм»</p> 	Сверхпроводящий ондулятор с модифицирующими катушками	2.5-35	<ul style="list-style-type: none"> • 3 секции, работающие попеременно (XAS, XES, XMCD) • Очень высокая плотность пучка на образце – низкие пределы обнаружения следовых элементов • Различные каталитические in situ и operando ячейки, ГХ-МС контроль газовой атмосферы • Вспомогательное оборудование: ИК/УФ/КР-спектрометры <ul style="list-style-type: none"> • Спектрометры вторичного излучения (von Hamos +Johann) • Алмазная четверть-волновая пластина) для генерации излучения с круговой поляризацией • Криомагнитная система образца 	<ul style="list-style-type: none"> • EXAFS и Quick-EXAFS (100 Гц), в том числе в режиме in situ • EXAFS высокого энергетического разрешения (HERFD-XAFS) <ul style="list-style-type: none"> • Рентгеновский магнитный круговой и линейный дихроизм (XMCD/XMLD) • Рентгенофлуоресцентный анализ <ul style="list-style-type: none"> • Рентгеноэмиссионная спектроскопия • Резонансное неупругое рассеяние • Рентгеновское рамановское рассеяние

Шифр станции	Излучатель	Диапазон энергий, кэВ	Особенности	Методики
<p>1-5 «Диагностика в высокоэнергетическом диапазоне»</p> 	Сверхпроводящий вигглер	10-200	<ul style="list-style-type: none"> • 3 секции, работающие попеременно (Рентгеновская микроскопия и томография, Исследования материалов при высоких давлениях и температуре, Фазово-контрастная радиография) • Оптические элементы, работающие в условиях высокой термической и радиационной нагрузки • Двухкристальный Лауэ-монохроматор • Пресс большого объема с системой нагрева • Инфраструктура для содержания и обследования лабораторных животных 	<ul style="list-style-type: none"> • Рентгеновская микроскопия, радиография, томография с различными механизмами формирования контраста • Птихография • Флуоресцентный анализ • Энерго-дисперсионная дифракция • Рентгеновское рассеяние (РРА)
<p>1-6 «Электронная структура»</p> 	Сверхпроводящий шифтер 0.1-0.5 Тл	0.01-1.9	<ul style="list-style-type: none"> • 3 секции, работающие попеременно (РФЭС высокого давления, ФЭС с угловым разрешением, Рефлектометрия и метрология мягкого диапазона) • Общая безоконная вакуумная система с накопителем • Система оптических элементов (зеркал и дифракционных решеток) для мягкого рентгеновского диапазона 	<ul style="list-style-type: none"> • XPS и NAP-XPS • ARPES, в том числе со спиновой поляризацией • NEXAFS и NAP-NEXAFS • определение оптических констант (коэффициентов поглощения, отражения) в мягком рентгеновском диапазоне)

ПОРТФЕЛЬ НАУЧНЫХ ЗАДАЧ ЦКП «СКИФ»

Оборона и национальная безопасность



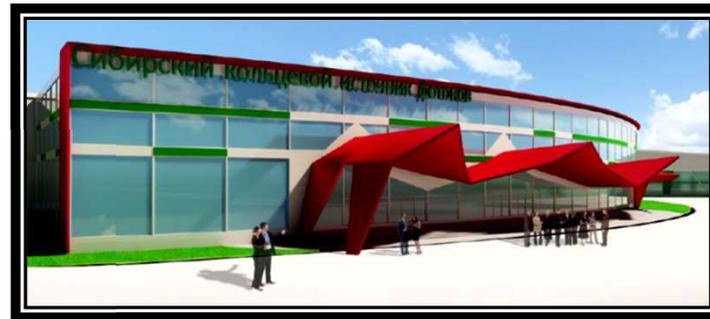
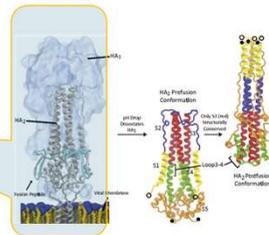
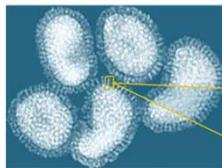
Биомедицина и фармацевтика



Вирусология,
эпидемиология,
биологическая
защита



80-120 нм



Материалы для новой
энергетики, катализ,
экология

- Каталитическое восстановление оксидов азота (DeNOx)
- Полное окисление метана (газ. двигатели)

Функциональные и композитные материалы

Сульфидные катализаторы гидроочистки нефтяных фракций

Нанозлектроника и спинтроника: исследования зонного спектра и спиновой поляризации твердых тел



ЦКП «СКИФ»: статус

2019-2020 **Проектирование**

2021-2024 **Строительство**

2024 **Запуск и первые эксперименты**

Количество сотрудников около 300 чел.

Количество пользователей более 50 одновременно, 3000-5000 чел. в год

Пучковое время до 6500 часов в год



**Бюджет
в рамках
национального
проекта
«Наука»**

Комплекс	Оценка стоимости (млн. руб. 1й кв. 2019)
Ускорительный комплекс	11 014.8
Экспериментальные станции	4 935.2
Лабораторный комплекс	535.5
Здание и инженерно- строительная инфраструктура	15 361.9
Итого:	31 847.4

ЦКП «СКИФ»: ожидаемые эффекты ввода в эксплуатацию

- Резкий рост объемов и уровня проводимых исследований, формирование крупных межинститутских и межВУЗовских ассоциаций
- Новые ускорительные компетенции и технологии (ИЯФ)
- Локализация технологий научного приборостроения: рентгеновская оптика, детекторы, системы прецизионного позиционирования, лабораторное оборудование и системы образца
- Развитие IT-технологий
- Развитие наукоемких производств
- Точка притяжения для талантливой научной молодежи
- Развитие социальной инфраструктуры региона: дороги, гостиницы, рестораны, сфера услуг и развлечений
- Международная кооперация

Спасибо за внимание