

Институт ядерной физики им. Г.И. Будкера СО РАН



**ОТЧЁТ СИБИРСКОГО ЦЕНТРА СИНХРОТРОННОГО
ИЗЛУЧЕНИЯ ЗА 2001 ГОД.**

НОВОСИБИРСК - 2002

В настоящем отчете в краткой форме изложены основные направления и результаты деятельности Сибирского центра синхротронного излучения в 2001 году. Описаны существующие и разрабатываемые экспериментальные станции на пучках синхротронного излучения из накопителя ВЭП-3, обсуждаются результаты исследований, проведенных на этих станциях в 2001 году. Описаны результаты деятельности Сибирского центра СИ по направлениям: разработка и создание новой экспериментальной аппаратуры, создание специализированных накопителей – источников СИ и специальных генераторов СИ – вигглеров и ондуляторов, работы по лазерам на свободных электронах и строительству Сибирского центра фотохимии. Приведен также список статей, докладов и других материалов, опубликованных в 2001 году. Мы благодарны всем сотрудникам Сибирского центра и других организаций, предоставившим свои материалы для этого отчёта.

Редакторы–составители: В.Б.Барышев и К.В.Эпштейн.

СИБИРСКИЙ МЕЖДУНАРОДНЫЙ ЦЕНТР СИНХРОТРОННОГО ИЗЛУЧЕНИЯ

630090 Новосибирск, пр. Лаврентьева 11, ИЯФ им. Г.И.Будкера СО РАН
Факс: (3832) 34 21 63 INTERNET <http://ssrc.inp.nsk.su>

Директор Центра, зам. директора Института ядерной физики им. Г.И.Будкера СО РАН, член–корреспондент РАН
КУЛИПАНОВ Геннадий Николаевич

Тел. (3832) 39 44 98
e–mail: kulipanov@inp.nsk.su

РУКОВОДИТЕЛИ ПОДРАЗДЕЛЕНИЙ СИБИРСКОГО ЦЕНТРА СИ:

ВИНОКУРОВ Николай Александрович, д.ф.–м.н., зав. лабораторией 8–1
Тел. (3832) 39 40 03
e–mail: vinokurov@inp.nsk.su

МЕЗЕНЦЕВ Николай Александрович, к.ф.–м.н., зав. сектором 8–12
Тел. (3832) 39 41 55
e–mail: mezentsev@inp.nsk.su

КОРЧУГАНОВ Владимир Николаевич, к.ф.–м.н., зав. сектором 8–13
Тел. (3832) 39 42 38
e–mail: korchuganov@inp.nsk.su

Введение.

Сибирский центр синхротронного излучения, организованный на базе лабораторий Института ядерной физики им. Г.И.Будкера СО РАН, как и в прежние годы, является основным местом проведения исследований с синхротронным излучением (СИ) и лазерами на свободных электронах (ЛСЭ) в России. Программа работ Сибирского центра синхротронного излучения в 2001 году включала в себя следующие направления:

- проведение исследований и разработка новых технологий с использованием синхротронного излучения накопителя ВЭПП-3, подготовка к проведению работ на ВЭПП-4М;
- создание экспериментального оборудования для работы с СИ (каналы, экспериментальные станции, рентгеновская оптика, монохроматоры, детекторы);
- разработка и создание ускорителей – специализированных источников СИ,
- разработка и создание вигглеров и ондуляторов;
- создание лазеров на свободных электронах и Сибирского центра фотохимии.
- обучение и профессиональная подготовка студентов и аспирантов.

В 2001 г. работы Сибирского центра СИ, помимо небольшого бюджетного базового финансирования, проводились за счёт:

- а) государственной научно-технической программы "Синхротронное излучение, лучевые применения";
- б) грантов РФФИ (инициативные проекты и научная школа "Синхротронное излучение и лазеры на свободных электронах"), грантов МНТЦ, Интеграционной программы СО РАН (проекты № 51, 86, 87);
- в) доходов от работ, выполненных по контрактам с организациями России и зарубежных стран;
- г) международного сотрудничества.

1. Работа на накопителях ИЯФ СО РАН.

В 2001 г. на эксперименты с синхротронным излучением на ВЭПП-3 выделено 1932 часа из 3900 часов общего времени работы комплекса (49.5 %). 4 декабря 2000 г. работы на ВЭПП-2М были остановлены в связи с реконструкцией комплекса (проект ВЭПП-2000). Работы на пучках СИ на ВЭПП-4М в 2001 г. не проводились в связи с подготовкой и началом эксперимента по физике высоких энергий на низкой (1.5 ГэВ) энергии.

В связи с закрытием работ на ВЭПП-2М, в 2001 г. все экспериментальные работы на пучках СИ были сосредоточены на накопителе ВЭПП-3, где действовали 10 экспериментальных станций; еще 2 станции находятся на разных стадиях разработки и запуска (Таблица 1)..

Таблица 1. Экспериментальные станции на пучках СИ из накопителя ВЭПП-3 ИЯФ СО РАН.

Канал СИ	Станция
0	LIGA–технология–2 (новая станция на канале 11-полюсного вигглера, создается, тестируется, в 2001 г. проведены первые эксперименты)
0	“Взрыв - 1” - изучение процессов детонации и свойств вещества при прохождении детонационного фронта на пучке СИ из разрабатываемого 5 Т вигглера (планируется создать в течение 2001 -2002 гг.).
2	Дифрактометрия с высоким разрешением и аномальное рассеяние (работает)
3	Рентгенофлуоресцентный элементный анализ–1 (модернизирована, работает).
4	Дифрактометрия в области 30 – 34 кэВ, дифрактометрия при высоких давлениях (новая станция, работает).
5а	Рентгеновская микроскопия и микрофотография (временно не используется).
5b	Дифрактометрия с временным разрешением – дифракционное “кино” (работает).
5с	Макромолекулярная кристаллография (работает).
5d	Неупругое рассеяние, малоугловое рассеяние (работает).
5е	Наносекундная дифрактометрия и изучение детонационных процессов (в 2001 г. демонтирована).
5f	Рентгенофлуоресцентный элементный анализ–2 (создается, тестируется)
6	Люминесценция с временным разрешением (работает).
7	Технический канал. Стабилизация положения пучка СИ (работает).
8	EXAFS–спектроскопия (работает)
10	Рентгеновская литография и исследования десорбции под пучком СИ (в 2001 г. установлен бесфольговый канал вывода СИ, станция запускается, проведены первые эксперименты).

Основные усилия в 2001 году были сосредоточены на трех приоритетных направлениях: создание новой станции для исследования процессов детонации и поведения вещества при прохождении детонационного фронта, реконструкция сигналов палеоклимата в ядрах донных осадков оз. Байкал, создание новой станции и разработка LIGA-технологии.

2. Результаты исследований на пучках синхротронного излучения, разработка новых методов и аппаратуры.

2.1 Дифрактометрия с наносекундным временным разрешением. Исследования детонации и поведения вещества в детонационных процессах.

При сотрудничестве трех институтов СО РАН - ИХТТМ, ИЯФ и ИГиЛ, на ВЭПП-3 был разработан метод с использованием синхротронного излучения для

исследования изменений атомной структуры взрывчатого вещества (ВВ) во время взрыва, основанный на импульсном отклонении электронного пучка – источника СИ в накопителе. Методика позволяла получать структурную информацию о взрывчатом веществе и образцах в зоне взрыва при больших давлениях (≈ 500 кбар) с временным разрешением порядка времени оборота пучка в накопителе (250 нс). В 1999-2000 г.г. на первой экспериментальной станции “Взрыв” была проведена серия экспериментов по исследованию детонации и поведения вещества в детонационных процессах. Была получена, обработана и опубликована уникальная информация, полученная в первых экспериментах (взрыв мощностью до 20 г тротилового эквивалента): 1) о динамике изменения плотности ВВ; 2) о развитии флуктуаций электронной плотности при прохождении детонационного фронта; 3) о процессе сжатия образца вещества, помещенного в зоне взрыва; 4) о распределении электропроводности в зоне детонации. Полученные данные представляют несомненную ценность для понимания процессов, происходящих в детонационных волнах и при обжати вещества ударными волнами.

Тем не менее к началу 2001 г. возможности первой экспериментальной станции были практически исчерпаны. Получаемые на ней результаты носили качественный характер. Для получения количественных характеристик детонационного процесса было необходимо: 1) существенно улучшить экспериментальную технику – источник излучения (вигглер), детектор, взрывную камеру; 2) разработать принципиально новые методы получения информации о детонационных процессах.

Поэтому в 2001 г. первая экспериментальная станция “Взрыв” была демонтирована и начато сооружение новой станции в комплексе с разработкой новой аппаратуры и методик. Ведущие разработчики проекта – Б.П. Толочко, А.И. Анчаров (ИХТТМ СО РАН), С.И. Мишнев, В.М. Аульченко, П.Д. Воблый, Е.И. Антохин, М.Г. Федотов (ИЯФ СО РАН).

Разработка аппаратуры. Вигглеры. Один из решающих факторов, позволяющих перевести эксперимент по исследованию детонации на новый качественный уровень – увеличение интенсивности пучка СИ и смещение спектра излучения в более жесткую область. Этому вопросу в 2001 году было уделено особое внимание – был разработан и запущен в производство вигглер с полем 5 Т для установки на ВЭПП-3. Начато изготовление 7-ми полюсного вигглера с полем 3 Т для установки на ВЭПП-4. Проработан вариант изготовления 21-полюсного вигглера с полем 3 Т для установки на ВЭПП-4. Рассмотрена возможность изготовления и установки 100-полюсного вигглера с полем 7 Т на ВЭПП-3. Последовательная реализация программы установки вигглеров на накопителях позволит увеличить поток жестких фотонов (порядка 50 кэВ) на 5 порядков (от 10^9 до 10^{14} фот/сек/мрад/0.1% bw).

Детекторы. Второй решающий фактор, необходимый для разработки методов исследования детонационных процессов – создание однокоординатных рентгеновских детекторов с временным разрешением наносекундного диапазона. Было рассмотрено несколько вариантов детекторов – полупроводниковые (Si и AsGa) микростриповые и газовые микростриповые. После анализа достоинств и недостатков каждого детектора, учитывая возможности их практической реализации и возможные финансовые затраты, предпочтение было отдано газовому детектору. Прототип такого детектора DIMEX (ОД-5) уже изготовлен и прошёл тестирование на пучке СИ.

Каналы СИ и экспериментальные станции. Первые эксперименты по исследованию детонационных процессов были выполнены на канале 5-а ВЭПП-3. Этот канал был выделен для проведения экспериментов со взрывом на очень короткое время и после завершения серии взрывов эксперименты были прекращены. Решением руководства Сибирского центра СИ на канале «0-б» было начато строительство специальной станции для исследования детонационных процессов. Также разработан проект экспериментальной станции для исследования детонационных процессов на ВЭПП-4 с использованием излучения из 7-ми, а затем 21 – полюсных вигглеров.

В 2001 г. новая экспериментальная станция "Взрывные процессы" смонтирована на нулевом (центральном) канале вывода СИ из ВЭПП-3. Станция рассчитана на работу с гибридным вигглером с магнитным полем в вакуумной камере ВЭПП-3 до 5 Т. В экспериментах предполагается использовать поле в диапазоне от 2 до 4.5 Т. Разработана и изготовлена новая взрывная камера для работы со взрывчатыми веществами (ВВ) мощностью до 50 г тротилового эквивалента (Рис. 1).

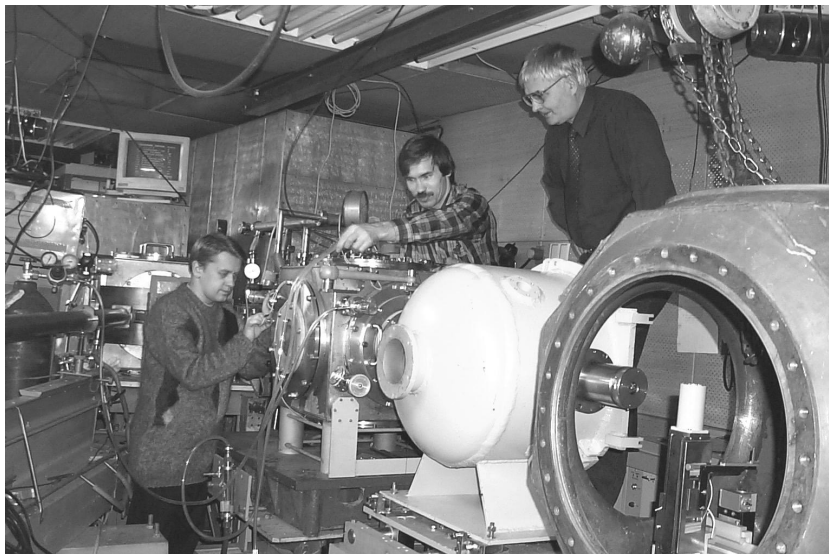


Рис. 1. Монтаж новой экспериментальной станции «Взрыв-1», предназначенной для исследования детонационных процессов при мощности взрыва до 50 г тротилового эквивалента.

Разработка методов. Восстановление распределения плотности. Одна из основных проблем, которая была решена в 2001 году – восстановление распределения плотности, устанавливающейся при протекании детонационных процессов. Для этого разработан математический аппарат, который был опробован на модельных объектах.

Определение параметров флуктуаций электронной плотности. Математический аппарат для малоуглового рентгеновского рассеяния монохроматического излучения давно разработан и постоянно совершенствуется. Однако в данном случае эксперимент проводится на полихроматическом излучении поэтому существующий математический аппарат использовать нельзя. Модернизация метода расчета была сделана в 2001 году. В частности, было

показано, что достоверность получаемых результатов существенно возрастает при работе со спектром излучения, имеющего резкие «края».

Определение функции радиального распределения атомов. Математический аппарат для определения функции радиального распределения атомов также хорошо разработан и широко используется в рентгеноструктурном анализе. Но этот математический аппарат не может быть использован для обработки экспериментальных данных, полученных на полихроматическом излучении. В частности, абсолютно не приемлем широко используемый метод обратного фурье-преобразования. Были предложены методы, позволяющие получить требуемую информацию из данных по рассеянию полихроматического рассеяния.

Регистрация дифрагированного кристаллом рефлекса с наносекундным временным разрешением. Разработка новых источников СИ с большими потоками рентгеновских фотонов позволяет надеяться, что в ближайшем будущем можно будет использовать в экспериментах монохроматическое излучение. С появлением прототипа детектора DIMEX (ОД-5) начата подготовка эксперимента такого рода. Основная цель эксперимента – оценить возможность регистрации дифракционной картины за время порядка одной наносекунды.

Исследование продуктов детонации. Для интерпретации данных полученных во время детонации, чрезвычайно важно знать о том, какие продукты получаются после всех превращений. Был выделены пробы продуктов детонации различных смесей ВВ и выполнен их рентгеноструктурный анализ с использованием СИ.

2.2 Работы на станции прецизионной дифрактометрии и аномального рассеяния.

В 2001 г. отработана методика синтеза мезоструктурированных мезофазных материалов (силикатов и элемент-силикатов) в области рН реакционной среды ~2.5–3.5. Получаемые с использованием триблокполимерного сурфактанта Pluronic 123 мезоструктуры имеют параметр двумерной гексагональной ячейки ~12 нм и обладают высокой степенью пространственной упорядоченности мезопор размером около 10 нм. Области когерентного рассеяния таких материалов составляют ~200–300 нм. Такие мезоструктуры демонстрируют хорошую гидро- и термостабильность в отличие от мезоструктур, получаемых в щелочных средах.

Исследованы образцы катализаторов ZnO различного времени мехактивации. Определен преимущественный характер дефектов структуры, возникающих на начальной стадии мехактивации. Показано появление межблочных границ в кристаллитах ZnO с разориентацией блоков на малые углы ~1°.

Исследованы образцы Pt/Au, полученные электрохимическим осаждением Pt. Методом дифракции под скользящими углами показано существование твердого раствора Au_xPt_y в объеме Au вблизи границы Au–Pt. Концентрация Pt резко падает с глубиной.

Исследованы процессы в диффузионно-твердеющих сплавах, в частности реакции взаимодействия жидкой галлий-оловянной эвтектики с порошками пересыщенных твердых растворов галлия в меди $Cu(Ga) + Ga-Sn = CuGa_2 + Sn$ при комнатной температуре. Показано, что за первые 3 часа образуется около 90% интерметаллида, тогда как олово проявляется рентгенографически только после 3 часов.

Исследована структура тонких пленок смешанного сульфида $Cd_xZn_{1-x}S$, полученных плазмохимическим разложением паров лигандных комплексов $Cd(/Zn)(S_2CN(C_2H_5)_2)_2 \cdot C_{10}H_8N_2$. Тонкие пленки представляют собой твердый раствор сульфида кадмия и цинка с параметрами решетки $a = 4.13 \text{ \AA}$ и $c = 6.71 \text{ \AA}$. На монокристаллических подложках происходит образование ориентированных кристаллитов смешанного сульфида с размерами $\sim 200\text{--}400 \text{ \AA}$.

Исследованы тонкие пленки карбонитрида бора, синтезированные плазмохимическим и термическим разложением $(CH_3)_2N \cdot BH_3$ и $(C_2H_5)_3N \cdot BH_3$. Обнаружено наличие ориентированных кристаллов гексагональных нитрида и карбида кремния, углерода и карбонитрида бора. Размер кристаллов неориентированной фазы оценен в $20 - 50 \text{ \AA}$.

Выполнены исследования фазового состава тонких пленок на поверхности Si(100), полученных методом Remote Plasma Chemical Vapor Deposition (RP CVD) Si,C,N-содержащего прекурсора $(CH_3)_2HSiNH(CH_3)_2$. Показано, что в образцах присутствует фаза, близкая к $\alpha\text{-Si}_3N_4$, которая представляет собой небольшое количество крупных ($>100 \text{ нм}$) кристаллитов наряду с аморфной тонкой пленкой состава $Si_xC_yN_z$.

2.3 Разработка и тестирование рентгеновской оптики.

За последние годы в ИЯФ достигнуты значительные успехи в разработке элементов многослойной рентгеновской оптики - многослойных зеркал, тонкопленочных рентгеновских волноводов и многослойных дифракционных решеток. Так, например, в 2000 г. в экспериментах на ВЭПП-3 с помощью тонкопленочных рентгеновских волноводов получено рекордное усиление плотности интенсивности резонансно захваченного рентгеновского пучка (~ 300). В 2001 году эти работы были продолжены.

На станции прецизионной дифрактометрии и аномального рассеяния отработана методика резонансного диффузного рассеяния для исследования многослойной рентгеновской оптики. С использованием этой методики были исследованы многослойные зеркала W/Si и показано существование микрошероховатостей на границах раздела слоев. Методом диффузного рассеяния исследованы многослойные зеркала Ni/C. Отработана технология изготовления зеркал и определена оптимальная температура отжига. Получены коэффициенты отражения $\sim 85\%$.

Для станции метрологии и EXAFS-спектроскопии в мягкой рентгеновской области (0.1 – 6 кэВ) начата разработка монохроматора на основе рентгеновских многослойных зеркал и многослойных дифракционных решеток.

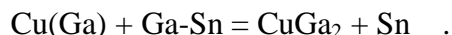
В 2001 г. ИЯФ совместно с Всероссийским институтом экспериментальной физики (Арзамас-16, Нижегородская обл.) получили грант МНТЦ №1794 “Создание высокоэффективных дифракционных решеток на основе многослойных структур для монохроматоров и полихроматоров синхротронного излучения и диагностики рентгеновского излучения сверхвысокого спектрального разрешения в диапазоне 0.1-10 кэВ”. Проект продолжительностью 2.5 года предусматривает разработку технологии и изготовление серии высококачественных многослойных дифракционных решеток для диагностики высокотемпературной, в частности

лазерной, плазмы и экспериментов на пучках синхротронного излучения в диапазонах мягкого и ультрамягкого рентгена.

2.4 Изучение методом дифрактометрии на СИ процессов отверждения диффузионно-твердеющих сплавов на основе галлия в целях развития технологии холодной пайки.

Одним из методов соединения деталей является пайка диффузионно-твердеющими сплавами на основе галлиевых эвтектик, при которой элементы конструкции соединяются без предварительного подогрева и без применения флюсов. Диффузионно-твердеющими сплавами (ДТС) или металлическими клеями называют соединения, получающиеся в результате взаимодействия твердого металлического порошка и металлического расплава. В результате диффузии жидкой компоненты в твердую матрицу образуется интерметаллид с температурой плавления более высокой, чем температура плавления жидкой компоненты (на 150-400 К, в зависимости от состава). Смешивая твердую и жидкую компоненты, получают пасту, которой можно спаивать различные материалы. Основное преимущество пайки с использованием ДТС по сравнению с обычной пайкой заключается в том, что соединение происходит при комнатной температуре или при небольшом нагреве. Поэтому не происходит деформации деталей, особенно тонкостенных, связанных с локальным нагревом.

С целью получения более полной информации о реакциях образования диффузионно-твердеющих сплавов (ДТС) на четырех станциях накопителя ВЭПП-3 рентгеноструктурными методами проведено комплексное исследование реакций образования ДТС в системе Cu-Ga-Sn. Исходный порошок получался механо-химическим сплавлением меди и галлия, в качестве жидкой компоненты использовалась галлий-оловянная эвтектика. После смешивания компонентов и получения пасты, методами аномального рассеяния, дифракционного кино и EXAFS-спектроскопии изучался процесс образования ДТС. Исследовались реакции взаимодействия жидкой галлий-оловянной эвтектики с порошками пересыщенных твердых растворов галлия в меди:



Станция "Прецизионной дифрактометрии" на 2-ом канале СИ накопителя ВЭПП-3 оборудована двухкристальным монохроматором, прецизионным гониометром и сцинтилляционным детектором с германиевым кристалл-анализатором. Высокая степень монохроматизации излучения, параллельная схема съемки, отсутствие дублетных линий и флуоресцентного фона позволяет получать дифрактограммы с высоким угловым разрешением. Съемки проводились на монохроматическом излучении с длиной волны $\lambda = 1.539 \text{ \AA}$ в диапазоне углов сканирования $30-52^\circ$ с шагом сканирования 0.05° . Время измерения в точке составляло 4 сек, и съемка дифрактограмм проводилась с интервалом в 40 минут. По дифрактограммам определялись положения дифракционных максимумов и проводился фазовый анализ. Дифрактограммы, полученные через разное время после смешения компонент, представлены на рис. 2.

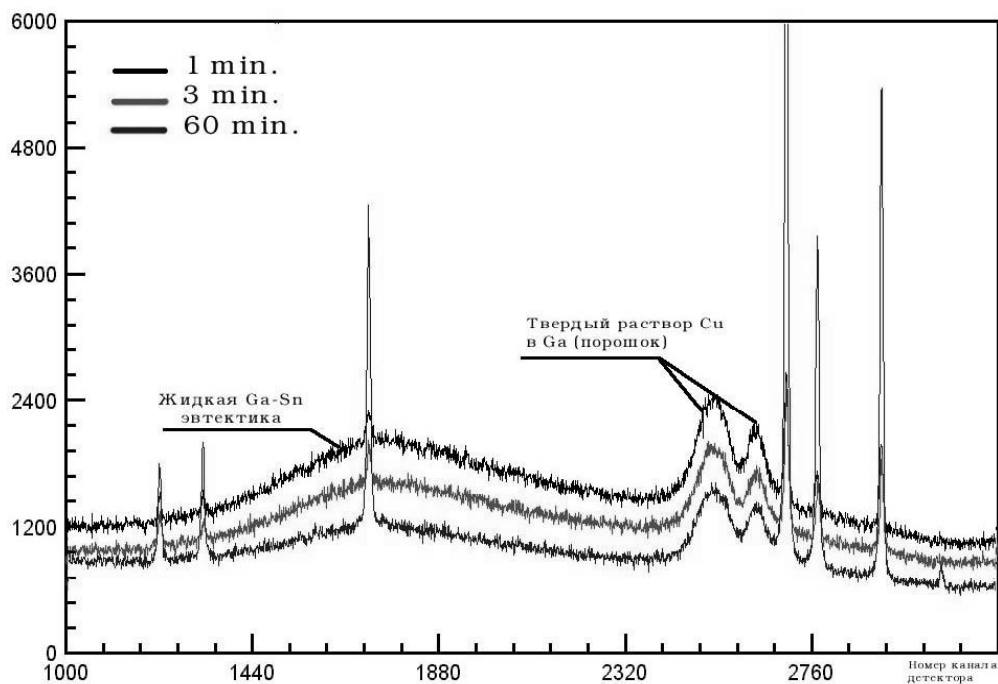


Рис. 2. Рентгеновские дифрактограммы, полученные за первый час после смешения компонент жидкой галлий-оловянной эвтектики с порошками пересыщенных твердых растворов галлия в меди.

Анализ дифракционных данных показал, что за первые 3 часа образуется около 90% интерметаллида. В то же время оказалось, что олово проявляется рентгенографически только после 3 часов. Чтобы более точно зафиксировать момент появления интерметаллида, проведено исследование на станции "Дифракционное кино". Станция оборудована фокусирующим монохроматором и однокоординатным детектором ОД-3. Большой поток излучения, падающего на образец, и наличие однокоординатного детектора позволяет получать качественные дифрактограммы за короткое время. Использовалось монохроматическое излучение с длиной волны $\lambda = 1.505 \text{ \AA}$. В течение первых семи часов после смешения компонентов производилась непрерывная съемка дифрактограмм со временем экспонирования кадра 1 мин. В последующие часы снимался один кадр в час, время экспонирования 1 мин.

Из дифракционных данных можно сделать вывод, что образование интерметаллида происходит по схеме, когда в начале происходит растворение медного порошка в жидкой фазе, а затем из жидкой фазы идет кристаллизация интерметаллида. При расходовании галлия из эвтектики получается метастабильная система, находящаяся в жидком состоянии. И только после того, как значительное количество галлия будет израсходовано, начинается кристаллизация олова, которое кристаллизуется в виде довольно крупных кристаллов. Таким образом, комплексное изучение структурными методами с использованием синхротронного излучения позволило описать механизм

образования ДТС, что открывает возможности дальнейшего усовершенствования процессов холодной пайки.

2.5 Исследования структурных изменений в интерфейсе частица-подложка при холодном газодинамическом напылении металлических частиц.

В ИТПМ СО РАН разработан метод "холодного" газодинамического напыления (ХГН), при котором частицы направляются на подложку сверхзвуковой струей газа. Несмотря на то, что метод ХГН нашел широкое применение в практике для получения покрытий с различными защитными и электротехническими характеристиками, механизм закрепления частицы на поверхности до конца не ясен и требует уточнения. Это позволит проводить теоретическое моделирование процессов напыления в рамках континуальной механики сплошных сред в целях оптимизации технических характеристик покрытий. В практическом плане дифрактометрия на пучке СИ позволяет определить режимы напыления, при которых напыляемые частицы образуют интерметаллическое соединение с материалом подложки, то есть покрытие становится неотделяемым.

Образцы для исследования были приготовлены в Институте теоретической и прикладной механики. На подложку из никеля, поликристаллическая поверхность которой имела шероховатость менее 1 мкм, напылялись частицы алюминия размером от 1 до 20 мкм. Скорость струи газа составляла 600 м/с. Среднестатистический размер частиц равнялся 10 мкм. Для получения покрытия с размером частиц алюминия 1–2 мкм напыление проводилось под малым углом (около 1 градуса). При таком режиме напыления на подложке закрепляются только частицы размером около 1 мкм.

С помощью метода скользящей рентгеновской дифрактометрии на станции "Дифракционное кино" (канал 5-б) на накопителе ВЭПП-3. проведено исследование образования интерметаллидов на интерфейсе частица-подложка. Идентифицировано, что в данном процессе образуется интерметаллит Ni_3Al . Сравнение уширений наиболее интенсивного рефлекса Ni_3Al и рефлексов от никеля и алюминия, с учетом угловой зависимости, позволяет сделать вывод, что основной вклад в уширение рефлекса Ni_3Al дает малый размер области когерентного рассеяния (порядка 250 Å).

На дифрактограммах образца, полученного напылением частиц алюминия на никелевую подложку, отчетливо виден рефлекс при $2\theta = 23.9$ градусов. Соответствующее межплоскостное расстояние кристаллической решетки $d = 3.58$ Å. Сравнение его с параметрами решетки известных интерметаллических соединений никеля с алюминием позволяет предположить, что этот рефлекс соответствует фазе Ni_3Al .

2.6 Разработка новых детекторов для рентгеновской дифрактометрии.

Начата и продолжается разработка сверхбыстрого многоканального микрострипового однокоординатного детектора с высоким временным разрешением DIMEX (Direct Image Measuring for Explosion), официальное название ОД-5, для реализации рентгенодифракционного кино с использованием

пространственно-временной саморазвертки процесса и с временным разрешением 60-15 нс (руководитель проекта В.М. Аульченко). Разрабатываемый детектор позволит накапливать и запоминать информацию о пространственном распределении плотности потока рентгеновского излучения за времена меньшие, чем расстояние между соседними банчами в накопителе (~125 нсек для ВЭПП-3). Детектор сможет записывать более 10 кадров, накопленных в таком быстром режиме, будет иметь пространственное разрешение до 0.1 мм при эффективности регистрации > 50% для рентгеновских квантов с энергиями ~30 кэВ и входную апертуру не менее 100x1 мм².

Разрабатываемый вариант детектора представляет собой ионизационную камеру с газовым электронным усилителем (ГЭУ), отделяющим область первичной конверсии рентгеновских фотонов от промежутка со считывающей микрополосковой структурой, выполненной с шагом 100 мкм. Координатное распределение интенсивности рентгеновского пучка определяется по величине заряда, протекшего через каждый элемент считывающей структуры за время экспозиции (100 нс). При заполнении камеры смесью Хе-СО₂ (80%–20%) под давлением более 7 атм. обеспечивается пространственное разрешение ~200 мкм и эффективность регистрации на энергии 30 кэВ не менее 50%. В настоящее время прототип детектора изготовлен и находится в стадии пучковых испытаний.

Таблица 2. Параметры детектора ОД-5 и его прототипа.

Детектор ОД-5		Прототип	
Кол-во каналов	- 2048	Количество каналов	- 256
Размер канала	- 0.1 мм	Размер канала	- 0.1 мм
Кол-во чипов	- 16	Количество чипов	- 2
Рабочая зона	- 205 мм	Рабочая зона	- 25.6 мм

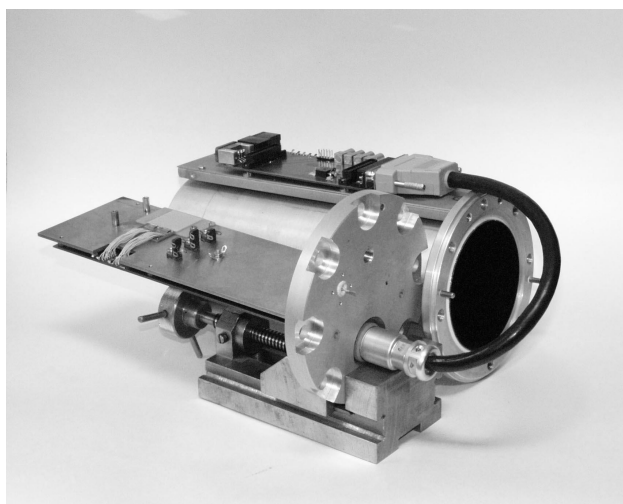


Рис. 3. Прототип детектора ОД-5 (на переднем плане — стриповая структура, на заднем — камера высокого давления детектора с интерфейсом Ethernet).

В разработанной схеме регистрации, учитывающей движение детонационного фронта со скоростью порядка 7 км/с, детектор позволит получать информацию о развитии детонационного процесса с эффективным временным разрешением порядка 13 нс.

2.7 Разработка и создание станции для разработки и изготовления изделий микромеханики (LIGA-технология).

На новой станции глубокой рентгеновской литографии LIGA-2 проведены первые эксперименты на пучке СИ. Измерены профили плотности мощности пучков СИ в плоскости образца от различных источников излучения (вигглер с магнитным полем 20 кГс или литографическая змейка с полем 10 кГс). Оборудование станции позволяет работать со слоями резиста большого диапазона толщин, от нескольких микрон до 1 мм и размерами поля облучения до 100x100 мм², обеспечивая равномерное распределение поглощенной дозы по полю образца. Проведены пробные эксперименты по экспонированию слоёв ПММА.

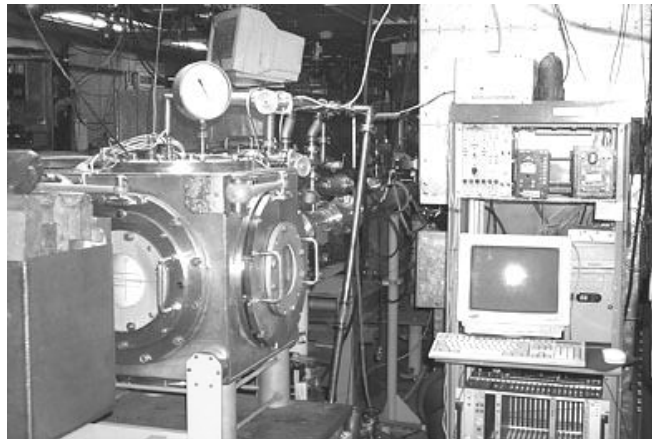


Рис. 4. Общий вид новой экспериментальной станции LIGA-2.

На станции LIGA-2 выполнен цикл экспериментальных исследований характеристик экспонирующего пучка СИ из накопителя ВЭПП-3. Экспериментально проверено, что, в зависимости от настройки канала СИ, в рабочий объем станции может выводиться как пучок СИ из 3-х полюсной змейки с магнитным полем 2 Т, так и рентгеновский пучок из 11-полюсной литографической змейки с независимо регулируемым магнитным полем от 0 до 1 Т. Такая особенность станции расширяет ее возможности по выбору и оптимизации необходимого спектра излучения для экспонирования заданных микроструктур.

В режиме настройки канала СИ, когда на станцию выведены пучки с примерно одинаковыми горизонтальными размерами одновременно из обеих змеек (42x12 мм² – из 3-х полюсной змейки, 39x12 мм² – из 11-полюсной), проведена проверка соответствия расчетных и измеренных распределений интегральных плотностей мощности СИ в плоскости образца. Экспонирующие поля пучков СИ регистрировались с помощью запоминающего рентгенолюминофорного экрана на основе ВаFBr при энергии электронов в накопителе 2 ГэВ и токе электронов 5

мкА. Для дальнейшей работы возможно изменение настройки канала СИ и, соответственно, горизонтальных размеров области экспонирования.

На новой станции LIGA-2 накопителя ВЭПП-3 выполнены первые эксперименты по экспонированию толстых (до 1 мм) пластин ПММА на пучке излучения из 3-х полюсной змейки. Измерена характеристическая кривая зависимости скорости травления от дозы облучения. При экспонировании через сетку в пластинах толщиной 1 мм по полю $70 \times 20 \text{ мм}^2$ получены сквозные отверстия размером $50 \times 50 \text{ мкм}^2$.

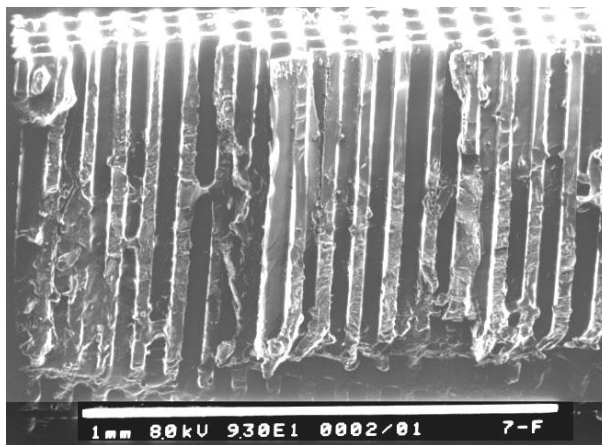


Рис. 5. Скол проэкспонированного образца ПММА толщиной 1 мм с площадью экспонирования $72 \times 20 \text{ мм}^2$ и сквозными отверстиями размером $50 \times 50 \text{ мкм}^2$.

2.8 EXAFS-спектроскопия.

В течение 2001 г. на станции EXAFS (8-й канал вывода СИ из ВЭПП-3) методами EXAFS- и XANES-спектроскопии были проведены исследования для 17 российских и зарубежных организаций. В рамках проведенных работ получены следующие основные результаты:

- Для серии оксидов титана, полученных с использованием различных анионов в качестве модификаторов их кислотных свойств, обнаружено соответствие эффективного заряда на катионе титана и кислотных свойств оксида.
- Отработана методика синтеза кластеров никеля и кобальта из соединений нового типа — солей пивалево́й кислоты. Показано, что меняя тип восстановителя можно менять морфологию частиц (например с круглой формы на плоскую и т.д.), создавая структуры с развитой одной заданной гранью.
- Изучена структура ряда полиядерных фосфиновых комплексов палладия. Определены условия синтеза на их основе катализаторов парциального окисления.
- Изучены структуры сульфидов различных металлов. Показано образование в межслоевом пространстве легко перемещающихся кластеров.
- Изучена температурная зависимость фактора Дебая для высокотемпературных сверхпроводников. Показано наличие аномальной особенности структуры при температуре на 20 градусов превышающей температуру фазового перехода.

- Изучен переход Cu(II) – Cu(I) для хлоридных комплексов в растворах.
- Изучена структура линейных полиорганосилоксанов меди.
- Изучены структуры нанесенных оксидных циркониевых систем на оксиде титана с добавлением ионов железа. Показано преимущественное взаимодействие железа с цирконием.
- Исследованы соединения типа мисфитов в межслоевых структурах. Показано наличие молекул типа AgO, свободно плавающих по плоскости.
- Исследованы кластеры металлического никеля размером менее 10 Å в зависимости от морфологии. Получена зависимость формы частиц от способа приготовления.
- Для дисульфида молибдена, полученного методом эксфолиации, показано наличие сверхструктуры типа волн зарядовой плотности.
- Показано, что взаимодействие ионов железа с оксидом циркония идет через образование поверхностных соединений без образования реальных растворов.

2.9 Беспольговый канал вывода СИ для новой станции метрологии и EXAFS-спектроскопии в мягкой рентгеновской области (0.1 – 6 кэВ).

С целью существенного расширения диапазона используемого СИ в мягкую область (до 100 эВ) в 2001 году произведен демонтаж старого канала вывода СИ и станции рентгенолитографии (канал № 10 накопителя ВЭПП-3), и на их месте смонтирована часть нового беспольгового канала СИ (от вакуумного шибера накопителя до входа в бункер СИ ВЭПП-3) для новой станции метрологии и EXAFS-спектроскопии в мягкой рентгеновской области. Установленная часть канала прогрета, и в ней получен рабочий вакуум 10^{-7} Па. Проведена трассировка пучка СИ через канал, и канал выставлен по пучку.

Собрана система быстрой аварийной защиты накопителя по вакууму в случае непредвиденной вакуумной аварии на станции (подобная система ранее апробирована на каналах СИ накопителя ВЭПП-2М и показала свою высокую эффективность). Проведен расчет вакуумной проводимости канала; показано, что в существующей геометрии мощность дифференциальной откачки позволяет иметь в экспериментальном объеме станции остаточное давление до $3 \cdot 10^{-4}$ Па. Такое давление позволяет использовать в экспериментальном объеме неметаллические уплотнения и проводить измерения на станции с использованием непрогретых объектов.

Работоспособность канала апробирована на смонтированной экспериментальной станции фотостимулированной газовой десорбции, на которой выполнен цикл экспериментов по исследованию пленочных геттерных покрытий. Для станции начата разработка монохроматора на основе рентгеновских многослойных зеркал и многослойных дифракционных решеток.

2.10 Реконструкция состояния окружающей среды в прошлом.

На модернизированной станции рентгенофлуоресцентного анализа “Байкал” (3-й канал вывода СИ из ВЭПП-3) проведена работа и закончена обработка результатов по получению методом РФА-СИ подробной информации о состоянии

окружающей среды в далеком и недавнем прошлом на временной шкале до млн. лет на основе элементного анализа кернов бурения донных осадков озера Байкал (полученных в ходе выполнения международного проекта “BDP – Baikal Drilling Project”); до тысяч лет – анализом колонок донных осадков Телецкого озера; до 100–200 лет – путем анализа годовичных колец древесных кернов.

Для получения сверхподробных геохимических палеозаписей методом сканирующего РФА-СИ исследован участок колонки донных осадков озера Байкал длиной 70 см и продолжительностью около 14-16 тыс. лет, соответствующий предыдущему потеплению (Каргинский интервал 26-52 тыс. лет). Шаг сканирования колонки составлял от 4 до 20 лет, что на один-два порядка подробнее самых высокоразрешающих исследований, выполненных сегодня на Байкале и в океанских колонках, и соизмеримо с разрешением лучших ледовых записей. Показано, что на исследуемом интервале имеется не менее пяти-шести циклов резких потеплений–похолоданий; средняя длительность одного цикла около 2 тыс.лет. Найденные циклы представляют отклик Байкала на D/O события, обнаруженные в океанских осадках и характеризующиеся интенсивным сбросом в океан гигантских айсбергов (IRD). Обнаруженное поведение совпадает и с последними данными о содержании CO₂ в атмосфере, полученными недавно при исследовании льдов в Антарктиде (станция "Восток") и в Гренландии. Механизм резких климатических изменений на шкале 1 – 2 тыс. лет в настоящее время неизвестен.

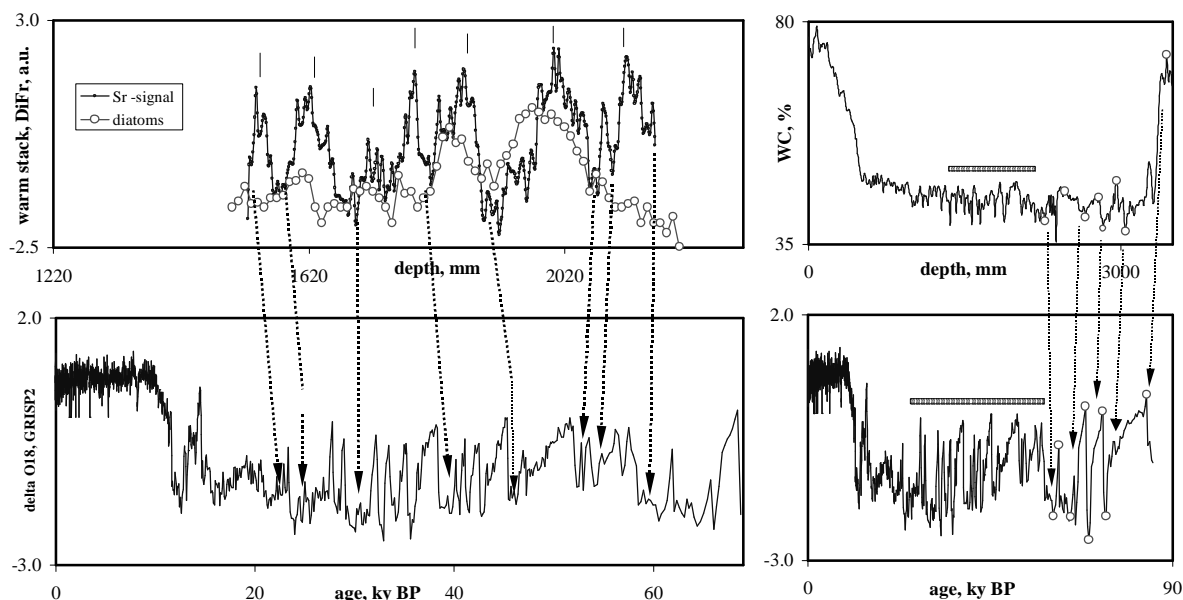


Рис 6. Записи изменения климата Евразии в осадках оз. Байкал (верхняя панель) и в Гренландии – GRISP2 (нижняя панель). Левая панель — результат сканирования с разрешением 1 мм. Правая панель — сравнение низкоразрешающего профиля влажности-WC (разрешение 2 см) с гренландской кривой дельта ¹⁸O. Жирной линией на правой панели показан интервал колонки, подвергнутый сканированию, и соответствующий интервал в GRISP2. Серые прямоугольники маркируют неотсканированные пока интервалы. Стрелочки показывают одновременные события на оз. Байкал и в Гренландии.

Выполнен цикл исследований по изменению климата за последнее тысячелетие с разрешением 2–3 года на основе осадков озера Телецкое. Обнаружено, что ряд элементов: K, Ca, Ti, Fe, V демонстрируют ярко выраженный цикл со средним периодом 9.45 года (Рис. 7). Среди глобальных процессов такой же период имеет цикл колебаний амплитуды приливных волн.

Проведено первое пробное сканирование образца древесного керна (образец Института леса им. Сукачева СО РАН, Красноярск) в целях изучения изменений элементного состава окружающей среды за период роста дерева.

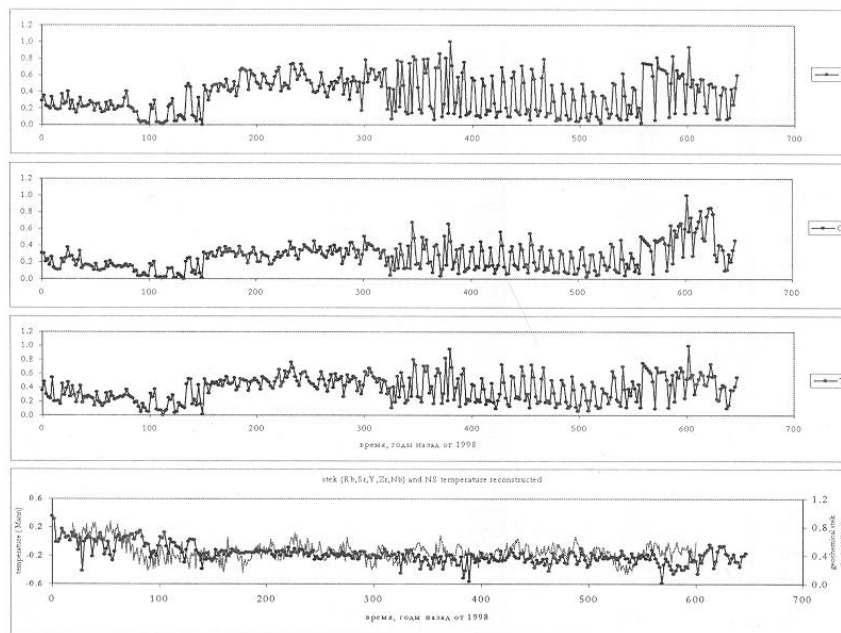


Рис. 7. Короткие (с периодом 9.45 года) колебания среднегодовой температуры в палеозаписях донных осадков озера Телецкое.

2.11 Анализ элементного состава проб атмосферных аэрозолей Байкальского региона методом РФА-СИ.

На протяжении последних десятилетий повышенное внимание привлекает постепенное накопление в природных средах озера Байкал и на прилегающей территории вредных химических веществ в виде атмосферных выпадений. Они включают в себя природную (фоновую) составляющую и выбросы местных и региональных источников. На малонаселенной территории, окружающей среднюю и северную часть озера, практически отсутствуют промышленные предприятия, но вокруг южной части озера сконцентрированы мощные промышленные комплексы, такие как Иркутск-Черемховский и Улан-Удэнский, Байкальский целлюлозно-бумажный комбинат и предприятия местного значения — Гусиноозерская ТЭЦ, Каменский цементный завод и др., являющиеся мощными источниками атмосферных загрязнений, по крайней мере, южной части озера.

Концентрации тяжелых металлов (Mn, Fe, Ni, Zn, Pb) в донных отложениях южной части озера Байкал существенно возросли в последние десятилетия, начиная с 30-х годов, что совпадает с началом индустриализации Сибири. В

загрязнении озера тяжелыми металлами атмосферный перенос и атмосферные выпадения, вероятно, сыграли важнейшую роль.

Однако химический состав байкальских аэрозолей, в отличие от его физических характеристик, исследован недостаточно. Это во многом обусловлено снижением возможностей (предел обнаружения, общее число проанализированных проб за разумное время) распространенных физических методов анализа при переходе к пробам очень малой массы (от микрограмм до десятков нанограмм).

Перспективным методом определения состава проб аэрозолей является рентгенофлуоресцентный анализ с возбуждением синхротронным излучением (РФА-СИ). В ходе данной работы (грант РФФИ 01-02-17668а, 2001 г.) проводилась, с одной стороны, оценка состава и возможных вариаций содержания элементов в атмосферных аэрозолях, собранных в различное время года в ряде пунктов Байкальского региона, резко различающихся по степени техногенного воздействия, с другой – оценка возможностей метода РФА-СИ при проведении подобных исследований

Совместно с Лимнологическим институтом СО РАН (Иркутск) для оценки уровней загрязнения атмосферы в различное время года проведен сбор проб атмосферных аэрозолей на территории от Иркутска до Улан-Удэ, в том числе на 4-х постоянных контрольных площадках Лимнологического института:

- Иркутск, крупнейший город района, расположен на западном берегу реки Ангары, около 50 км от Байкала. Контрольная площадка пробоотбора расположена в нескольких километрах от центра города. Зимой на этот район оказывает влияние большой индустриальный комплекс, расположенный в долине реки Ангары. В остальное время года этот район подвергается влиянию воздушных масс, переносимых с территории Центральной и Южной Сибири.
- Листвянка, поселок около Байкала, рядом с истоком реки Ангары. Контрольная площадка расположена на обсерватории Института солнечно-земной физики СО РАН на вершине холма (300 м над уровнем озера).
- Танхой, поселок, расположенный на восточном берегу озера Байкал напротив пос. Листвянки. Контрольная площадка находится на территории Байкальского заповедника, в 60 км от Байкальского целлюлозно-бумажного комбината, самого большого источника загрязнений воздуха на побережье озера Байкал.
- Монды, астрономическая обсерватория, расположенная на высоте 2000 м над уровнем моря на вершине горного хребта Хамар-Дабан. Этот участок удален более чем на 200 км от больших индустриальных центров Иркутска и Байкальска, и используется как фоновая контрольная площадка.

Фильтры Whatman-41 с диаметром экспонированной части 44 мм после прокачки воздуха разрезались в лаборатории Лимнологического института СО РАН (Иркутск) на 4 части, одна из которых направлялась в Новосибирск для анализа методом РФА-СИ, а другие – на исследование методами ИНАА, ICP-MS и другими, одна часть оставлялась в архиве.

Измерено содержание элементов от Са до Мо и РЬ для всех групп собранных проб и стандартных образцов. Определены предельно обнаружимые количества элементов, отнесенные к стандартизованным условиям: объем прокачанного воздуха 10 м³ на 1 см² фильтра, время измерения 1000 с и ток накопителя 100 мА. Характерная величина предела обнаружения составляет 0.1 нг/м³ для элементов типа Cu – Вг. Характерное изменение содержания элементов

представленной группы (от Ca до Zr) составляет примерно порядок при переходе от индустриального центра к удаленным точкам (Монды). Исключение составляет свинец, который имеет полностью техногенное происхождение (выхлопные газы автомобилей и т.п.). Результаты направлены для публикации в журнале "Поверхность".

2.12 Исследование эволюции дислокационной структуры поверхностного слоя металлов при трибологическом нагружении

Сотрудниками НГТУ и ИХТТМ СО РАН получены уникальные данные об эволюции дислокационной структуры в поверхностном слое металлов при трибологическом нагружении методом "in situ" рентгеновской дифрактометрии синхротронного излучения с временным разрешением ("дифракционное кино").

Для проведения экспериментов использовалась специально разработанная малогабаритная установка, обеспечивающая изнашивание и одновременное рентгенографирование материалов. Трибологические испытания проводили по схеме "вращающийся дисковый образец - неподвижный индентор". Нагружение поверхности трения металлических материалов осуществляли закрепленным абразивом, либо металлическим индентором. Нагружающее устройство позволяло в широком диапазоне изменять удельную нагрузку.

Уже в течение первых секунд воздействия на образец наблюдалось сильное изменение дифракционной картины – дифракционные пики смещались, их интенсивность уменьшалась, а ширина увеличивалась.

Такое поведение дифракционной картины обусловлено тем, что в поверхностном слое материалов в результате интенсивной пластической деформации, сопутствующей процессу изнашивания образуется фрагментированная структура с повышенной плотностью дислокаций и значительным уровнем микронапряжений. При достижении предельных значений микронапряжений металл разрушается.

Количественную оценку размеров областей когерентного рассеяния (концентрации дислокаций) и общей упругой микродеформации кристаллической решетки в поверхностном слое изнашиваемых материалов осуществляли методом гармонического анализа профиля рентгеновской линии.

3. Создание новых накопителей – источников СИ и магнитных систем для генерации СИ.

3.1 Специализированный накопитель – источник СИ «Сибирь–2».

Курчатовский источник синхротронного излучения (КИСИ, г. Москва) - специализированный ускорительный комплекс, предназначенный для генерации пучков синхротронного излучения (СИ). Он был полностью разработан, изготовлен в ИЯФ СО РАН (руководитель проекта В.Н. Корчуганов) и размещен на территории РНЦ "Курчатовский институт". Комплекс включает в себя два накопителя электронов: Сибирь–1 на 450 МэВ и Сибирь–2 на 2.5 ГэВ. Первый пучок инжектирован в Сибирь–2 на 450 МэВ в 1995 г.

В результате проведенных в 2001 г. работ на ускорительно-накопительном комплексе «Сибирь». выработан и стабильно воспроизводится стандартный режим работы, предназначенный для обеспечения экспериментов с синхротронным излучением.

Линейный ускоритель инжектирует электроны в Сибирь-1 с частотой 1 Гц на энергии 80 МэВ. Максимальный накопленный ток в Сибири-1 достиг 360 мА на энергии 80 МэВ. Максимальный ток, ускоренный в Сибири-1 до энергии 450 МэВ, составляет 260 мА. Периодичность эжекции пучка из Сибири-1 в Сибирь-2 сокращена до 30 сек.

Максимальный ток пучка, накопленный в Сибири-2 в одногустковом режиме, составляет 72 мА. Максимальный ток электронов, ускоренных до энергии 2.5 ГэВ в одногустковом режиме, равен 30-35 мА. Ток ограничен когерентной продольной неустойчивостью при взаимодействии пучка с высшими модами ВЧ резонаторов.

Достигнуты максимальный накопленный ток в Сибири-2 в многоступенчатом режиме — 156 мА, и ток, ускоренный до 2.5 ГэВ — 96 мА. Максимальный ток ограничивается когерентными продольными колебаниями всех ступеней.

Работа с пучком проводилась без использования каких-либо обратных связей для подавления неустойчивостей. Дальнейшее повышение накопленного тока будет обеспечено при постановке системы обратной связи для подавления поперечных и продольных неустойчивостей.

Время подъема энергии в Сибири-2 уменьшено до 2 минут 40 секунд, максимальная скорость подъема составляет 22 МэВ/сек. Типичная эффективность подъема тока в Сибири-2 равна 85–90%.

К середине 2001 года на энергии 2.5 ГэВ набран еще небольшой интеграл тока, равный 9.4 А·часа. При этом время жизни пучка в накопителе составило 1 час на 50 мА и 2.5-4 часа — на 10 мА при равном числе ступеней.

Для устранения локальных перегревов элементов вакуумной камеры Сибири-2 в 2001 году проведено вскрытие вакуумной камеры и модернизация приемников излучения на азимутах инфлектора и дефлектора. В настоящее время продолжается работа по обезгаживанию вакуумной камеры пучком СИ на энергии электронов 2.5 ГэВ.

Начата и продолжается модернизация системы автоматического управления комплексом "Сибирь-2". Реализован первый этап по развитию программного и аппаратного обеспечения, позволяющего создать локальную сеть с центральной ЭВМ и возможностью загрузки системы управления из периферийных персональных компьютеров.

Завершается изготовление новых высоковольтных коммутаторов наносекундных импульсов и готовится плановая замена высоковольтных коммутаторов в системе впуска-выпуска на накопителе "Сибирь-2". Начаты и продолжаются экспериментальные исследования по изучению установки ферритовых линий на высоковольтных наносекундных генераторах комплекса "Сибирь-2" с целью укорочения фронтов импульсов.

Выполнен цикл работ и продолжаются экспериментальные исследования динамики и времени жизни пучка в накопителе "Сибирь-2" на энергии 2.5 ГэВ.

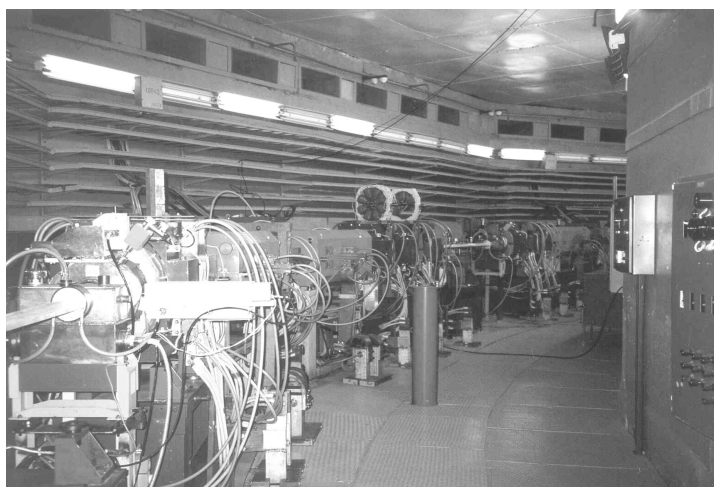


Рис. 8. Общий вид накопителя "Сибирь-2" (снимок 2001 г.).

3.2 Другие проекты источников СИ.

Источник СИ для префектуры Saga (Япония). Разработан, изготовлен и испытан прототип С-образного поворотного магнита для накопителя электронов на энергию 1.4 ГэВ — источника синхротронного излучения для префектуры Saga (Япония), разрабатываемого совместно с Kawasaki Heavy Industry, Ltd. Показано высокое качество поля в магните с относительным отклонением от расчетного, не превышающем $2 \cdot 10^{-4}$.

Источник СИ MARS. В 1997 г. на конференции «SRI-97» в Японии в докладе Н.А. Винокурова, Г.Н. Кулипанова, А.Н. Скринского была представлена новая концепция источника СИ четвертого поколения, названного MARS (Multy-pass Accelerator Recuperator Source). После трех лет проработки в 2000 г. на Международной конференции “Synchrotron Radiation Instrumentation SRI-2000” (Берлин, Германия, 21-25 августа 2000 г.) был представлен проект источника СИ MARS на основе двух микротронов-рекуператоров (Рис. 9). Вторая ступень ускорителя имеет параметры: максимальная энергия электронов – 6 ГэВ, средний ток до 10 мА, горизонтальный эмиттанс меньше 0.01 нм·рад., относительный разброс энергий в пучке – 0.001%.

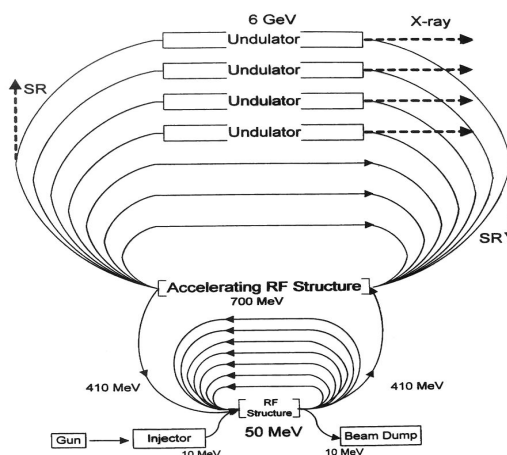


Рис. 9. Концептуальная схема источника СИ MARS.

Дальнейшая работа над проектом MARS требует экспериментальной проверки и отработки основных принципов работы ускорителя-рекуператора. Эту работу планируется начать в 2002 году на ускорителе-рекуператоре для лазера на свободных электронах Сибирского центра фотохимии, который служит также прототипом источника рентгеновского излучения MARS. Параллельно с этим будет продолжена детальная разработка проекта MARS. В 2001 г. выполнены основные работы по подготовке к запуску 14-МэВ ускорителя-рекуператора первой очереди: изготовлены все элементы системы ВЧ-питания (ВЧ-генераторы, анодное питание, волноводы, коаксиальные фидеры), изготовлена и собрана и запущена ВЧ-система, разработаны, сконструированы и изготовлены элементы системы управления и диагностики, завершается монтаж системы в целом, изготовлена большая часть магнитных элементов ускорителя-рекуператора и вакуумной системы.

Источник медленных позитронов. Разработанный в ИЯФ вигглер для накопителя SPring-8 (Japan) является источником особо жесткого синхротронного излучения (энергия фотонов более 1 МэВ) и ключевым элементом для создаваемого российско – японского источника медленных позитронов. В 1999 году была изготовлена и испытана магнитная система вигглера в собственном криостате и после успешных испытаний он был отправлен на накопитель SPring-8. В январе-феврале 2000 г. он был успешно запущен в Японии. В конце 2001 г. после почти двухлетней непрерывной работы вигглера с полем 10 Т в стороне от накопителя, показавшей его высокую надежность, было принято решение об установке в 2002 г. вигглера на SPring-8 и начале экспериментов.

3.3 Сверхпроводящие вигглеры

В ИЯФ СО РАН с 1979 года развивается производство сверхпроводящих вигглеров с высокой индукцией магнитного поля. Всего за период 1979-2000 г произведено 8 подобных вигглеров, 3 из которых размещались на накопителях ИЯФ, один на накопителе “Сибирь-1” (Москва), а остальные на зарубежных источниках СИ в Республике Корея, США, Японии и Германии.

В 2001 году была продолжена работа по созданию сверхпроводящих вигглеров для зарубежных накопителей – источников СИ (Таблица 3).

Изготовлен и испытан прототип сверхпроводящего 17-и полюсного вигглера с периодом $d=14$ см для накопителя BESSY-II (Берлин, Германия), достигнуто максимальное поле $B_0 = 7.35$ Тл. Прототип состоит из трех центральных диполей с полем B_0 (проектное $B_0 = 7$ Тл), двух боковых диполей с полем $\frac{3}{4} B_0$ и двух боковых диполей с полем $\frac{1}{4} B_0$.

Изготовлен и испытан прототип сверхпроводящего 49-полюсного 3.5 Т вигглера с периодом $d=6$ см для накопителя ELETTRA (Триест, Италия). Прототип состоит из пяти центральных диполей с полем $B_0 = 3.5$ Тл (достигнуто поле 3.55 Тл), двух боковых диполей с полем $\frac{3}{4} B_0$ и двух боковых диполей с полем $\frac{1}{4} B_0$. Уже завершено создание полного 49-полюсного магнита и данный вигглер будет установлен на накопитель ELETTRA в 2002 году.

Таблица 3.

Сверхпроводящие вигглеры, разрабатываемые в ИЯФ в 2001 – 2002 г.г.

Назначение	Год запуска	Макс поле, Т	Число полюсов (осн+корр.)	Зазор, мм	Длина полюса мм	Полная магн. длина, мм	Вертикапертура, мм	Мощность СИ, кВт	Энергия, ГэВ	Ток пучка e^- , А
НМИ- (BESSY-II, Germany))	2002	7.0	13+4	21	72	1360	14	56	1.9	0.5
ELETTRA (Italy)	2002	3.5	45+4	18	30	1680	11	6	2	0.1

Кроме того, в настоящее время завершается изготовление второго трехполюсного сверхпроводящего вигглера (шифтера) PSF-WLS с полем 7.5 Тл для BESSY-II, который будет установлен на накопитель в 2002 году (первый поставлен в 2000 г. и успешно работает). Ведущими разработчиками проектов и руководителями работ по созданию СП вигглеров являются Н.А. Мезенцев и В.А. Шкаруба (ИЯФ СО РАН).

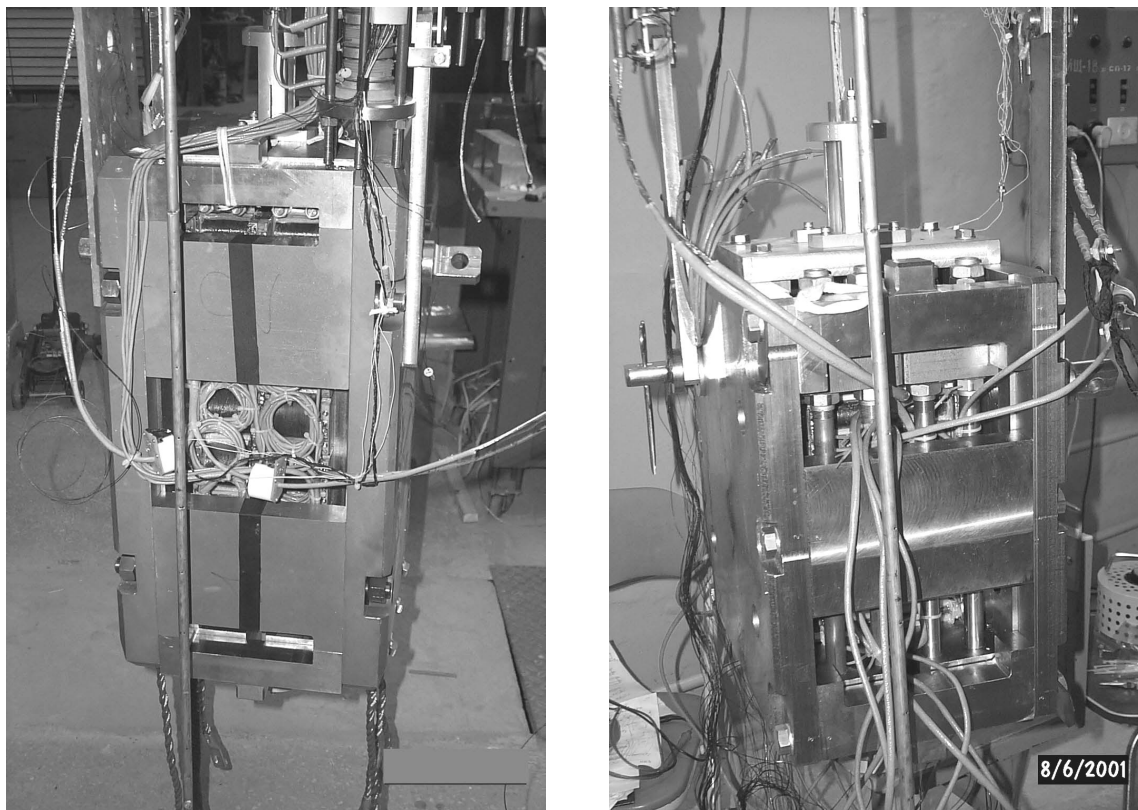


Рис. 10. Прототипы сверхпроводящего 17-и полюсного вигглера с периодом $d=14$ см для BESSY-II (слева) и сверхпроводящего 3.5 Т вигглера с периодом $d=6$ см для накопителя ELETTRA (справа) перед погружением в криостат.

3.4 Вигглер с полем до 5 Т для экспериментов по взрыву на ВЭПП-3.

Концепция сильнополевых магнитных систем без использования сверхпроводимости впервые была предложена сотрудником ИЯФ П.Д. Воблым на основе анализа предельных возможностей гибридных систем (постоянный магнит из сплавов редкоземельных элементов + электромагнит + железный магнитопровод) при ограниченной (до 100 кВт) мощности источника питания.

Чтобы перевести проводимые на ВЭПП-3 эксперименты по исследованию детонации на новый качественный уровень, необходимо увеличение интенсивности пучка СИ и смещение спектра излучения в более жесткую область. Поэтому в конце 2000 г. было принято принципиальное решение об установке на ВЭПП-3 сильнополевого гибридного вигглера и рассмотрены варианты его реализации.

В 2001 г. проведен окончательный пересмотр магнитной схемы 3-х полюсного вигглера гибридного типа для получения максимального поля 5 Т при межполюсном зазоре 20 мм. Магнитная схема пересмотрена с целью использования полной мощности источника питания. Выполнены теоретические исследования по влиянию вигглера на динамику пучка электронов в накопителе ВЭПП-3 и выработаны соответствующие требования на конструкцию вигглера.

С учетом выбранной магнитной схемы и ускорительных требований проведена оптимизация конструкции вигглера и подготовлено техническое задание для конструирования. Выполнено конструирование, проведена технологическая проработка чертежей и начато изготовление элементов вигглера. Проработана технология сборки вигглера с учетом рассчитанных действующих электромагнитных сил от постоянных магнитов и электромагнита.

Выполнены расчеты по влиянию ошибок постоянных магнитов на качество поля в вигглере. По результатам этих расчетов установлены требования и составлена спецификация на постоянные магниты для вигглера.

Проработана геометрия пучков СИ из вигглера на накопителе ВЭПП-3, рассчитаны спектры СИ для различных режимов работы накопителя. Завершено конструирование вакуумной камеры и приемников излучения для постановки вигглера на накопитель. Начато их изготовление. Завершается разработка и подготовка системы магнитных измерений для аттестации вигглера. Ведущие разработчики проекта – П.Д. Воблый и Е.И. Антохин (ИЯФ СО РАН).

3.5 Ондюляторы.

В 2001 году было изготовлено и настроено два квазипериодических эллиптических ондулятора длиной 4.5 м каждый, с периодом 21.2 см, вертикальным полем 0.52 Тл и горизонтальным полем 0.12 Тл для накопителя SLS (Paul Scherer Institute, гор. Yilligen, Швейцария). Ондюляторы переданы заказчику, установлены на SLS и в настоящее время на них уже проводятся эксперименты.

Кроме того, начата разработка двух сверхпроводящих ондуляторов. Выполнены расчеты магнитных полей и разработана принципиальная схема конструкции 100-периодного 1.0 Т плоского ондулятора с периодом $d=18$ мм. Выполнено конструирование 100-периодного 1.2 Т спирального ондулятора с периодом $d=25$ мм.

4. Создание Сибирского центра фотохимических исследований на основе мощного лазера на свободных электронах

Лазеры на свободных электронах (ЛСЭ) позволяют получать монохроматическое излучение на любой заданной длине волны. В настоящее время в мире ведутся интенсивные работы по созданию мощных (> 1 кВт средней мощности) ЛСЭ. Проблему составляет также относительно широкая линия генерации (обычно более 0.1%) существующих ИК лазеров. Для создания промышленных фотохимических технологий требуется достичь уровня средней мощности ~ 10 кВт и более при монохроматичности не хуже нескольких сотых процента.

Работы по созданию ЛСЭ в России ведутся, в основном, в ИЯФ СО РАН, где получено много важных экспериментальных и теоретических результатов в этой области. В частности, ЛСЭ, запущенный в 1989 году, длительное время оставался самым коротковолновым в мире. Концепция создания мощного ЛСЭ, разработанная в ИЯФ, признана наиболее перспективной большинством специалистов по ЛСЭ. Результаты этих исследований неоднократно докладывались на семинарах в России и за рубежом, на международных конференциях, опубликованы в журналах Nuclear Instruments and Methods и IEEE Journal of Quantum Electronics.

Строящийся полномасштабный ЛСЭ на основе микротрона-рекуператора будет иметь диапазон перестройки от 2 до 50 микрон, генерируя 30-пикосекундные импульсы с энергией 1 миллиджоуль и средней мощностью до 100 кВт. По решению Президиума СО РАН № 314 от 15.12.92 на базе этого ЛСЭ создается Центр фотохимических исследований, который будет предоставлять излучение и пользовательские станции для проектов на конкурсной основе. ЛСЭ строится в специализированном отдельном корпус ИХКиГ СО РАН. К настоящему моменту закончена модернизация здания N 11 ИХКиГ, разработан, смонтирован и запущен электронный инжектор ускорителя-рекуператора ЛСЭ. Изготовлена ВЧ-система ускорителя-рекуператора. Смонтирована общая дорожка ускорителя-рекуператора и каналы впуска и выпуска пучка. Полномасштабный проект ЛСЭ включает в себя восьмидорожечный микротрон-рекуператор на энергию 100 МэВ (рис. 11).

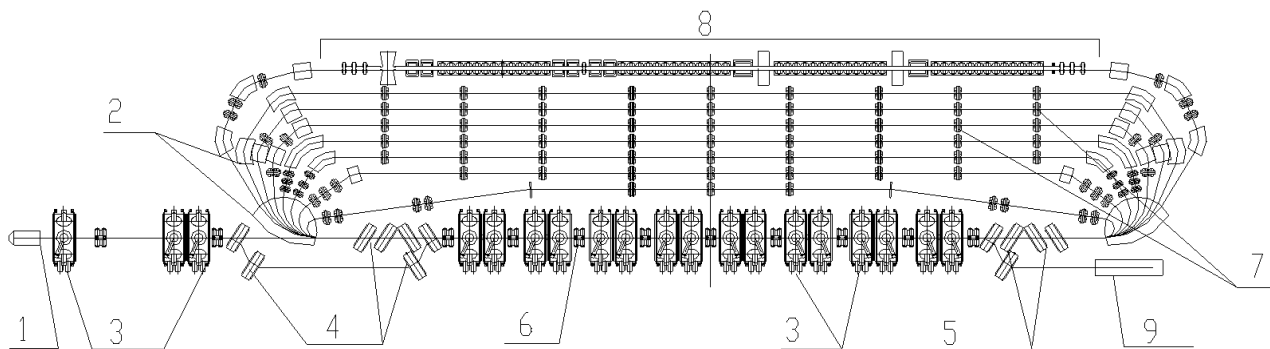


Рис. 11. Схема лазера на свободных электронах на основе ускорителя-рекуператора. 1 – электронная пушка, 2 – поворотные магниты, 3 – высокочастотные резонаторы, 4 – впускные магниты, 5 – выпускные магниты, 6 и 7 – квадрупольные линзы на общей и отдельных дорожках, 8 – магнитная система лазера на свободных электронах, 9 – поглотитель отработанного электронного пучка.

Обсуждение возможных экспериментов с сотрудниками Российских институтов показало, что десятки институтов смогут использовать уникальное излучение данной установки, а большая мощность излучения позволит разрабатывать новые технологии, в частности, разделения изотопов.

Основными разработчиками проекта и руководителями работ по созданию и запуску отдельных систем Сибирского Центра фотохимических исследований являются: Н.А.Винокуров - руководитель проекта, Н.Г.Гаврилов, Э.И.Горникер, Г.Я.Куркин, С.В.Мигинский, А.Д.Орешков, В.М.Петров, И.К.Седяров, М.А.Щеглов (ИЯФ СО РАН) и руководитель научной программы использования мощных пучков ИК излучения А.К.Петров (ИХКиГ СО РАН).

4.1 Научная программа центра фотохимии

Строящийся ЛСЭ будет генерировать монохроматическое излучение в виде повторяющихся микроимпульсов длительностью ~ 10 пикосекунд с энергией ~ миллиджоуля и с перестройкой длины волны от 1 до 50 мкм. Это позволит резонансно воздействовать на любое колебание в молекулах. На нем можно будет проводить уникальные эксперименты в области физики, химии, биологии и медицины. Например, селективно возбуждать или диссоциировать только одну разновидность молекул в смеси (изотопы, изомеры, микропримеси), исследовать влияние колебательного возбуждения молекул и радикалов на скорость бимолекулярных реакций, что чрезвычайно важно, в частности, для понимания химических процессов в атмосфере, изучать быстротекающие реакции, спектроскопию возбужденных состояний.

Ниже приведены ожидаемые приложения ЛСЭ, излучающих в ИК-диапазоне, в фундаментальных и прикладных исследованиях.

Физика:

- ◆ Полупроводники – примесные уровни, возбуждение, рекомбинационная динамика.
- ◆ Сверхпроводимость – зоны проводимости, примеси.
- ◆ Оптические отражающие поверхности и мономолекулярные слои.
- ◆ Физика поверхности.

Спектроскопия:

- ◆ Молекулярные вращательные и колебательные переходы.
- ◆ Диагностика зоны горения.
- ◆ Лидар.
- ◆ Калибровка детекторов ИК-излучения.

Химия:

- ◆ Селективные реакции и разделение изотопов.
- ◆ Динамика возбуждения молекул.
- ◆ Лазерный катализ.

Важнейшие же приложения столь мощной и дорогой машины лежат в области высокой технологии.

Технологические применения мощного ЛСЭ непрерывного действия

◆ Разделение изотопов

Основной процесс – селективная многофотонная диссоциация молекул. Область резонансных длин волн - 2...50 мкм. Требуется энергия в импульсе не менее 0.1 мДж и монохроматичность $10^{-2} \dots 10^{-4}$ в зависимости от типа реакции.

Максимальное давление (и эффективность) в реакторе обратно пропорционально длительности импульса излучения и при ~10 пс может превышать атмосферное.

Массовое производство стабильных изотопов:

^{28}Si – теплопроводность чистого изотопа более чем на 50% выше, чем у природной смеси. Это дает большой выигрыш при производстве мощных полупроводниковых приборов и микрочипов. ^{28}Si используется также в метрологии и технологии будущего – спиновой электронике.

^{13}C - спиновая метка для ЯМР-томографии при разработке новых лекарств и медицинской диагностике.

^{15}N - также спиновая метка - исследования и текущий контроль потребления азотных удобрений в агрохимии и сельском хозяйстве.

◆ Обработка поверхности полимеров

Цель - механическая (резкое увеличение площади поверхности), химическая (преобразование амидных в аминные группы) модификация или пиролиз (превращение в чистый углерод) поверхности полимерных пленок и синтетических волокон.

Новые свойства:

Повышенная адгезия пленок (механическая модификация) друг к другу и другим поверхностям.

Матовая поверхность без зеркального отражения. Более насыщенные цвета при окраске (механическая модификация).

Антисептические свойства поверхности (химическая модификация).

Проводящая поверхность (пиролиз).

Диапазоны длин волн: 5.8...6.2 мкм (область поглощения карбонила) и 180...200 нм ($\pi - \pi^*$ переходы).

Монохроматичность не хуже $5 \cdot 10^{-2}$ для УФ и 10^{-2} для ИК областей.

Необходимая экспозиция - 0.3...30 кДж/м² в зависимости от типа процесса.

Требуемая непрерывная мощность 6...600 кВт в расчете на 1000 м²/мин линию.

Потребность - сотни машин для модернизации мирового производства полимерных пленок и искусственных волокон.

• Транспортировка энергии в космос

В настоящее время питание искусственных спутников Земли (ИСЗ) осуществляется от солнечных батарей либо от ядерных реакторов. Недостатки: ограниченная мощность солнечных батарей, большая масса и экологическая опасность ядерных реакторов.

Альтернатива - мощные ЛСЭ непрерывного действия с длиной волны 0.84 мкм (область прозрачности атмосферы и максимум эффективности солнечных батарей). При этом плотность потока мощности на солнечные батареи многократно выше, чем от Солнца.

Области применений:

- Питание ИСЗ во время прохождения области тени.
- Периодическая подкачка энергии для подъема и коррекции орбиты ИСЗ.
- Постоянное питание ИСЗ при высокой потребляемой мощности.
- Постоянное питание лунных станций.

Необходимая мощность ЛСЭ - от 100 кВт до 10 МВт в зависимости от области применений.

Потребность в ЛСЭ - от единиц до десятков машин по всей поверхности Земли.

В Институте химической кинетики и горения, где существует лаборатория лазерной фотохимии и имеется 20-летний опыт работы по ИК-фотохимии, сформулированы конкретные научные проекты с использованием излучения ЛСЭ. Некоторые из них перечислены ниже. Кроме чисто научных задач и получения новых знаний ЛСЭ такого типа может быть использован для реализации серьезных коммерческих проектов, таких например, как подзарядка космических спутниковых систем или разделение и наработка стабильных изотопов средних масс (^{13}C , ^{15}N , ^{17}O и т.д.) для дальнейшего использования их в медицине или в агрохимии.

Научные проекты ИХКиГ СО РАН

1. Реакции колебательно возбужденных молекул с атомами и свободными радикалами.
2. Реакции колебательно возбужденных радикалов.
3. Роль колебательного возбуждения молекул в изотопном обмене (совместно с Институтом катализа).
4. Влияние колебательного возбуждения молекул на их адсорбцию и хемосорбцию (совместно с Институтом катализа).
5. Механизм ИК многофотонной диссоциации.
6. Модово-селективная диссоциация молекул.
7. Разделение изотопов путем селективной ИК-многофотонной диссоциации.

Научные проекты институтов СО РАН

1. Создание опорного пункта зондирования атмосферы. ИОА СО РАН, Томск, д.ф.-м.н. Г.Г.Матвиенко, к.ф.-м.н. В.П.Галилейский.
2. Исследование многофотонных процессов в металлоорганических соединениях при их резонансном взаимодействии с ИК-излучением ЛСЭ. ИНХ СО РАН, Новосибирск, д.х.н. И.К.Игуменов.
3. Влияние резонансного ИК-излучения ЛСЭ на реакционную способность органических соединений на примере терпеноидов. НИОХ, Новосибирск, д.х.н. И.А.Григорьев, д.х.н. Н.Ф.Салахутдинов.

4. Исследование короткоживущих ион-радикалов с большой шириной спектра ЭПР в неполярных растворах. ИХКиГ СО РАН, Новосибирск, акад. Ю.Н.Молин, к.ф.-м.н. В.И.Боровков.

4.2 Первая очередь ЛСЭ для центра фотохимии – субмиллиметровый лазер на свободных электронах со средней мощностью до 7 кВт

Как было указано выше, в настоящее время в г. Новосибирске ведутся работы по созданию мощного ЛСЭ инфракрасного диапазона. Первая очередь машины включает в себя полномасштабную ВЧ-систему микротрона-рекуператора и лишь один оборот пучка. Некоторые важнейшие параметры ускорителя-рекуператора первой очереди таковы:

Длина волны ускоряющего ВЧ, м	1.66
Число ускоряющих ВЧ-резонаторов	16
Амплитуда ВЧ на каждом резонаторе, МВ	0.8
Число орбит	1
Энергия инжекции, МэВ	2
Максимальная энергия электронов, МэВ	14
Частота повторения, МГц	2...22.5
Энергетический разброс в пучке, %	0.2
Длительность электронных сгустков, нс	0.02...0.1
Пиковый ток сгустка, А	50...10

На единственную обратную дорожку ускорителя-рекуператора первой очереди будет установлен ЛСЭ субмиллиметрового диапазона. ЛСЭ состоит из двух ондуляторов, группирователя, оптического резонатора с двумя зеркалами и устройства вывода излучения.



Рис. 12. Схема однопорожечного ускорителя-рекуператора и субмиллиметрового ЛСЭ.

Оба ондулятора - одинаковые, плоские электромагнитные, длиной 4 м каждый, с периодом 120 мм, зазором 80 мм и К до 0.8. Может быть использован один из ондуляторов или оба вместе, в последнем случае может быть включен или отключен группирователь. Оба зеркала - одинаковые, сферические, медные, охлаждаемые водой. В выводе излучения использованы два или четыре плоских медных зеркала. Зеркала отклоняют часть излучения с периферии резонаторной

моды. Такая схема подавляет генерацию высших мод. Группирователь представляет собой электромагнитный трехполосный вигглер.

Основные параметры ЛСЭ приведены ниже

Длина волны излучения, мм	0.1...0.2
Длительность импульса, нс	0.02...0.1
Импульсная мощность, МВт	1...7
Средняя мощность, кВт	0.6...7

4.3 Основные результаты за 2001 год

- Создание новых экспериментальных станций.
- Создание экспериментального стенда для лазерного разделения изотопов.
- **Изготовление и монтаж ВЧ-системы ускорителя-рекуператора.**
- Полностью прошли производственный цикл и установлены на общую дорожку ускорителя-рекуператора 4 ВЧ-резонатора ускоряющей структуры. Таким образом, вместе с имевшимися к началу 2001 г. двенадцатью резонаторами, в настоящий момент все 16 резонаторов ускоряющей структуры ускорителя-рекуператора полностью готовы и установлены на место (Рис. 12).
- Все элементы системы ВЧ-питания (ВЧ-генераторы, анодное питание, волноводы, коаксиальные фидеры) изготовлены. Завершается монтаж системы.
- **Изготовление и монтаж элементов магнитной системы ускорителя.**
- Бóльшая часть магнитных элементов ускорителя-рекуператора изготовлена. Остальные элементы выйдут из производства в ближайшее время.
- Все элементы системы питания магнитной системы изготовлены, устанавливаются на место и отлаживаются.
- Проложена бóльшая часть кабельных трасс от источников питания до магнитных элементов.
- **Изготовление и монтаж вакуумного тракта ускорителя.**
- Смонтирован инжекционный канал ускорителя-рекуператора.
- Смонтирована общая дорожка ускорителя-рекуператора.
- Ведется монтаж обратной дорожки ускорителя-рекуператора.
- Все элементы вакуумной системы изготовлены либо запущены в производство.
- **Изготовление и монтаж системы управления и диагностики машины.**
- Прокладываются кабельные трассы систем управления и диагностики.
- Все элементы диагностики электронного пучка изготовлены либо на выходе из производства.
- Все элементы системы управления изготовлены либо на выходе из производства.
- **Изготовление и монтаж магнитной системы ЛСЭ.**
- Группирователь ЛСЭ изготовлен.
- Завершается изготовление ондуляторов ЛСЭ.
- **Изготовление и монтаж оптической системы ЛСЭ.**
- Завершено проектирование оптической системы ЛСЭ.
- Элементы оптической системы ЛСЭ запущены в производство.



Рис. 13. Ускоряющая система ускорителя-рекуператора, состоящая из 16-ти 180 МГц резонаторов. Полностью запущена в августе 2001 г.

5. Научное сотрудничество.

Работы, проводимые в Сибирском центре СИ, традиционно носят коллективный характер и перекрывают широкий спектр научных и технологических задач. Основой научно-технического коллектива Центра являются сотрудники Лаборатории синхротронного излучения (объединенная лаборатория 8) и ряда других лабораторий ИЯФ вместе с постоянно работающими в Центре СИ и строящемся Центре фотохимии сотрудниками из нескольких других институтов СО РАН (ИХТТИМ, ИХКиГ, ИК, ИНХ). Именно этот персонал численностью около 100 человек обеспечивает работу по основным проектам Центра и функционирование экспериментальных станций. Значительно больший круг исследователей проводят свои эксперименты на станциях Центра СИ лично или с помощью своих партнеров по грантам, контрактам, соглашениям о научно-техническом сотрудничестве. Такие работы проводятся периодически, в пределах выделяемого на них времени, 1-3 смены в неделю для сотрудников СО РАН или заездами длительностью от одной до нескольких недель для иногородних. В 2001 г. в работах участвовали около 70 организаций России и зарубежья.

Новосибирские институты СО РАН: Институт химии твердого тела и механохимии, Институт катализа, Институт неорганической химии, Институт органической химии, Институт ядерной физики. Институт автоматики и электрометрии, Объединенный институт геологии и геофизики, Институт минералогии и петрографии, Институт гидродинамики, Институт химической кинетики и горения, Институт теоретической и прикладной механики, Конструкторско-технологический институт монокристаллов, Биологический институт, Институт цитологии и генетики.

Институты других научных центров СО РАН: Омский отдел Института катализа

СО РАН, Лимнологический институт СО РАН, Институт физики атмосферы, Томск; Институт физики прочности и проблем материаловедения, Томск, Институт физики СО РАН, Красноярск, Институт химической технологии, Красноярск.

Институты РАН: Институт теоретической и экспериментальной биофизики, Пущино, Московская обл., Институт металлургии, Екатеринбург, Институт физики металлов, Екатеринбург, Физико-технический институт Уральского отделения РАН, Ижевск, Институт физики металлов УрО РАН, Институт металлургии УрО РАН, Институт неорганических и элементо-органических соединений, Москва, Институт нефтехимического синтеза РАН, Москва, Институт кристаллографии, Москва, Физический институт им. П.Н.Лебедева, Москва, Санкт-Петербургский институт ядерной физики, Институт химической физики РАН.

Университеты и вузы России: Новосибирский государственный университет, Новосибирский государственный технический университет, Институт физики и механики при Саратовском государственном университете, Томский политехнический университет, НИИЯФ при Томском политехническом университете, Челябинский государственный университет., Томский политехнический университет, Иркутский государственный университет.

Отраслевые научно-исследовательские институты России: Всероссийский научно-исследовательский институт технической физики, Снежинск, Челябинск-7, Всероссийский институт экспериментальной физики, Арзамас-16, Нижегородская обл., Государственное научно-производственное предприятие «Научно-исследовательский институт полупроводниковых приборов», Томск; Институт Нефтехимического синтеза им. Топчиева, Институт химической физики им.

Карпова. **Зарубежные институты и организации. Германия:** Радиометрическая лаборатория РТВ, Берлин, Германия, Ганн-Майтнер институт, Берлин, Германия, Берлинский технический университет, Германия, Институт современной химии, Берлин, Германия; BESSY-II, Берлин, Германия. **Франция:** Институт катализа, Лион, Франция, Университет Жозефа Фурье, Гренобль, Франция; ESRF, Гренобль, Франция. **Швейцария:** Paul Scherer Institute, Виллиген, Швейцария, Институт неорганической и аналитической химии Университета Фрибурга, Швейцария.

Япония: Национальный центр физики высоких энергий *KEK*, Цукуба, Япония, Японский исследовательский институт синхротронного излучения (*JASRI*), Хариме, Япония. **Южная Корея:** Университет Поханга, Южная Корея; Корейский институт атомной энергии (KAERI). **Великобритания:** Бристольский университет, Бристоль, Великобритания. **США:** Университет Дюк, США, Аргонская национальная лаборатория, США..

6. Конференции

Семинар МНТЦ «Фундаментальные науки в деятельности МНТЦ»

23-27 Апреля 2001 г., ИЯФ им. Г.И. Будкера СО РАН, Новосибирск

В 2000 году Научно-консультативный комитет (НКК) Международного Научно-Технического Центра (МНТЦ) запланировал провести семинар по теме «Фундаментальные науки в деятельности МНТЦ». После обсуждения в НКК были определены следующие темы семинара: физика высоких энергий, астрофизика и биологические науки, так как в последнее время именно по данным направлениям были наибольшие успехи и достижения.

В конце 2000 года было принято решение провести данный семинар в Институте ядерной физики им. Г.И.Будкера СО РАН, который является одним из ведущих мировых центров в области ускорителей со встречными пучками, а так же активным участником в работе МНТЦ – как по контрактам, так и по другим направлениям.

Семинар был открыт 23 апреля 2001 года. В нем приняли участие 23 зарубежных гостя из США, Португалии, Франции, Кореи, Германии, Италии, Грузии и Японии. Российские научные центры были представлены городами: Москва, Ст-Петербург, Якутск, Томск, Снежинск, Гатчина, Дубна и Саров (22 участника). Новосибирск был представлен институтами: ИЯФ СО РАН (24 сотрудника института были официальными участниками Семинара), ИЦИГ СО РАН, НИБОХ СО РАН, ВБ «Вектор» (Кольцово), ИХТТИМ СО РАН, Институт физиологии СО РАМН, и другими (всего 116 участников из институтов СО РАН и СО РАМН, не включая ИЯФ).

Научная программа семинара полностью охватила заявленные в названии темы. В течении семинара было представлено 7 пленарных и 47 устных докладов, а так же более 120 стендовых докладов. Традиционно были проведены экскурсии по физическим установкам ИЯФ СО РАН, а также экскурсии в ВБ «Вектор» и Институт цитологии и генетики СО РАН. Перед началом семинара был выпущен сборник тезисов докладов, представляемых на семинаре, а по результатам семинара был выпущен сборник трудов, в который вошли большинство представленных на семинаре работ.

Участие в других конференциях.

•Кроме этого, работы, выполненные в Сибирском центре СИ, в 2001 г. были представлены еще на ряде международных и российских конференций и совещаний, в том числе:

•III Национальная конференция по применению рентгеновского, синхротронного излучений, нейтронов и электронов для исследования материалов (РСНЭ'2001, Москва, 21-25 мая 2001 г.).

•International Workshop “High Temperature Superconductivity and Novel Inorganic Materials” (HTSC-MSU-VI, Moscow – Sankt-Petersburg, June 25-29, 2001).

•7th Analytical Russian-Germany-Ukrainian Symposium (ARGUS'2001, Baikalsk, July 30 - August 5, 2001)

•International Free Electron Laser Conference FEL-2001, August 2001, Darmstadt, Germany.

•Synchrotron Radiation Instrumentation Conference SRI-2001, August 2001, Madison

•International Symposium “Adaptation and Transfer of Advanced Technologies in Asia”, August 21-23, 2001, Novosibirsk, Russia.

•APAC'01, September 17-21, 2001 Beijing, China.

•XVII International Workshop on Charged Particle Accelerators, September 17-23, 2001, Alushta, Ukraine.

•Japan – Russia ISTC Workshop, October 2001, Tokyo, Japan.

•Shanghai Symposium on Intermediate-energy Light Sources, September 24-26, 2001, Shanghai, China.

**СПИСОК ПУБЛИКАЦИЙ СОТРУДНИКОВ ЦЕНТРА СИ
за 2001 год.**

(В алфавите по фамилии первого автора.

Интервью, популярные статьи приводятся в конце списка)

- 2 **Алешаев А.Н., Мишнев С.И., Федотов М.Г., Пиндюрин В.Ф., Панченко В.Е., Гаврилов Н.Г., Полетаев И.В., Толочко Б.П.** Система стабилизации пучков синхротронного излучения накопителя ВЭПП-3 // XVII Совещание по ускорителям заряженных частиц: Сборник докладов в 2-х томах/ ГНЦ РФ Ин-т физики высоких энергий, Протвино, 17-20 окт. 2000 года. – Протвино: ИФВЭ, 2000. – Т. 1. – С. 34-37. – Библиогр.: 2 назв.
- 3 **Анчаров А.И., Анчарова У.В., Гаврилов Н.Г., Жогин И.Л., Толочко Б.П.** Проект рентгенооптической схемы для 4-го канала СИ накопителя ВЭПП-3 // III Национальная конференция по применению рентгеновского, синхротронного излучений, нейтронов и электронов для исследования материалов: Продолжение Всесоюз. совещ. по применению рентгеновских лучей для исследования материалов. Тезисы докладов, Москва, 21 – 25 мая 2001 года. – М.: ИК РАН, 2001. – С. 436.
- 4 **Анчаров А.И., Григорьева Т.Ф., Никитенко С.Г., Шарафутдинов М.Р.** Рентгенографическое и EXAFS-спектроскопическое изучение протекания реакций в диффузионно-твердеющих сплавах на основе системы Cu-Ga // III Национальная конференция по применению рентгеновского, синхротронного излучений, нейтронов и электронов для исследования материалов: Продолжение Всесоюз. совещ. по применению рентгеновских лучей для исследования материалов. Тезисы докладов, Москва, 21 – 25 мая 2001 года. – М.: ИК РАН, 2001. – С. 39.
- 5 **Арбузов В.С., Баклаков Б.А., Болотин В.П., Бушуев А.А., Веремеенко В.Ф., Волков В.Н., Гаврилов Н.Г., Горникер Э.И., Евтушенко Ю.А., Кенжебулатов Е.К., Кондаков А.А., Кондакова Н.Л., Крутихин С.А., Крючков Я.Г., Купцов И.В., Куркин Г.Я., Лоскутов В.Ю., Медведев Л.Э., Мироненко Л.А., Мотыгин С.В., Осипов В.Н., Петров В.М., Пилан А.М., Попов А.М., Седяров И.К., Трибендис А.Г., Фомин Н.Г., Штейнке А.Р.** Создание ВЧ-системы разрезного микротрона-рекуператора для мощного лазера на свободных электронах // XVII Совещание по ускорителям заряженных частиц: Сборник докладов в 2-х томах/ ГНЦ РФ Ин-т физики высоких энергий, Протвино, 17-20 окт. 2000 года. – Протвино: ИФВЭ, 2000. – Т. 1. – С. 114-117. – Библиогр.: 6 назв.
- 6 **Архипов В.А., Антропов В.К., Балалыкин Н.И., Белошицкий П.Ф., Бровко О.И., Бутенко А.В., Иванов И.Н., Кадышевский В.Г., Калинин В.В., Кобец В.В., Мешков И.Н., Минашкин В.Ф., Морозов Н.А., Поляков Ю.А., Русакович Н.А., Шакун Н.Г., Сидорин А.О., Сисакян А.Н., Сидоров Г.И., Сумбаев А.П., Смирнов В.И., Сыресин Е.М., Титкова И.В., Тютюнников С.И., Федоренко С.Б., Швец В.А., Юрков**

М.В., Воблый П.Д., Кулипанов Г.Н., Левичев Е.В., Мезенцев Н.А., Скринский А.Н., Шатунов Ю.М., Ушаков В.А., Voer-Rookhuizen H., Heine E., Heuber W.P.J., Kaan A.P., Kroes F.B., Kuijer L.H., v.d. Laan J.B., Langelaar J., Louwrier P.W.F., Luijckx G., Maas R., van Middelkoop G., Noomen J.G., Spelt J.B. Проект Дубненского электронного синхротрона // XVII Совещание по ускорителям заряженных частиц: Сборник докладов в 2-х томах/ ГНЦ РФ Ин-т физики высоких энергий, Протвино, 17-20 окт. 2000 года. – Протвино: ИФВЭ, 2000. – Т. 1. – С. 11-15. – Библиогр.: 8 назв.

- 7 **Аульченко В.М., Букин М.А., Васильев А.В., Великжанин Ю.С., Дроздецкий А.А., Дубровин М.С., Скрипкин А.Г., Титов В.М., Толочко Б.П., Шарафутдинов М.Р.** Быстрый беспараллаксный однокоординатный детектор рентгеновского излучения с углом регистрации фотонов до 360^0 // III Национальная конференция по применению рентгеновского, синхротронного излучений, нейтронов и электронов для исследования материалов: Продолжение Всесоюз. совещ. по применению рентгеновских лучей для исследования материалов. Тезисы докладов, Москва, 21 – 25 мая 2001 года. – М.: ИК РАН, 2001. – С. 444.
- 8 **Аульченко В.М., Жуланов В.В., Шехтман Л.И.** Однокоординатный рентгеновский детектор с быстрой записью изображения // III Национальная конференция по применению рентгеновского, синхротронного излучений, нейтронов и электронов для исследования материалов: Продолжение Всесоюз. совещ. по применению рентгеновских лучей для исследования материалов. Тезисы докладов, Москва, 21 – 25 мая 2001 года. – М.: ИК РАН, 2001. – С. 446.
- 9 **Баклаков Б.А., Батраков А.М., Болотин В.П., Веремеенко В.Ф., Винокуров Н.А., Воблый П.Д., Гаврилов Н.Г., Горникер Э.И., Евтушенко Ю.А., Зиневич Н.И., Кайран Д.А., Колмогоров В.В., Колобанов Е.И., Кондаков А.А., Крутихин С.А., Кубарев В.В., Кулипанов Г.Н., Купер Э.А., Купцов Е.И., Куркин Г.Я., Медведев Л.Э., Медведко А.С., Мигинская Е.Г., Мигинский С.В., Мироненко Л.А., Орешков А.Д., Овчар В.К., Петров В.М., Петров С.П., Попик В.М., Седяров И.К., Скринский А.Н., Тарарышкин С.В., Трибендис А.Г., Холопов М.А., Шафган Т.В., Шевченко О.А., Шубин Е.И., Щеглов М.А.** Первая очередь лазера на свободных электронах для Сибирского центра фотохимических исследований // XVII Совещание по ускорителям заряженных частиц: Сборник докладов в 2-х томах/ ГНЦ РФ Ин-т физики высоких энергий, Протвино, 17-20 окт. 2000 года. – Протвино: ИФВЭ, 2000. – Т. 2. – С. 298-301. – Библиогр.: 5 назв.
- 10 **Барышев В.Б., Золотарёв К.В., Потёмкин В.Л., Ходжер Т.В.** Исследование элементного состава проб атмосферных аэрозолей Байкальского региона методом РФА-СИ // III Национальная конференция по применению рентгеновского, синхротронного излучений, нейтронов и электронов для исследования материалов: Продолжение Всесоюз. совещ. по применению рентгеновских лучей для исследования материалов. Тезисы докладов, Москва, 21 – 25 мая 2001 года. – М.: ИК РАН, 2001. – С. 356.

- 11 **Бауск Н.В., Эренбург С.Б., Варнек В.А., Юданов Н.Ф., Федотова Н.Е., Жаркова Г.И., Морозова Н.Б., Мазалов Л.Н., Игуменов И.К.** Определение геометрии локального окружения атомов переходных металлов в интеркалированных соединениях фторида графита с использованием EXAFS и XANES спектроскопии // III Национальная конференция по применению рентгеновского, синхротронного излучений, нейтронов и электронов для исследования материалов: Продолжение Всесоюз. совещ. по применению рентгеновских лучей для исследования материалов. Тезисы докладов, Москва, 21 – 25 мая 2001 года. – М.: ИК РАН, 2001. – С. 47.
- 12 **Валишев А.А., Волков В.Н., Ганюшин Д.И., Евстигнеев А.В., Иванов П.М., Кооп И.А., Лысенко А.П., Мезенцев Н.А., Митянина Н.В., Нестеренко И.Н., Отбоев А.В., Переведенцев Е.А., Петров С.П., Середняков С.И., Скринский А.Н., Шатунов П.Ю., Шатунов Ю.М., Шварц Д.Б., Щеголем Л.М., Эйдельман С.И.** Проект нового электрон-позитронного коллайдера ВЭПП-2000 // XVII Совещание по ускорителям заряженных частиц: Сборник докладов в 2-х томах/ ГНЦ РФ Ин-т физики высоких энергий, Протвино, 17-20 окт. 2000 года. – Протвино: ИФВЭ, 2000. – Т. 1. – С. 38-41. – Библиогр.: 4 назв.
- 13 **Гаврилов Н.Г., Толочко Б.П.** Исследования неоднородной деформации твёрдых тел и возможности её применения. Разработки элементов напряжённой механики в устройствах прецизионного перемещения в высоком вакууме // III Национальная конференция по применению рентгеновского, синхротронного излучений, нейтронов и электронов для исследования материалов: Продолжение Всесоюз. совещ. по применению рентгеновских лучей для исследования материалов. Тезисы докладов, Москва, 21 – 25 мая 2001 года. – М.: ИК РАН, 2001. – С. 442.
- 14 **Гаганов В.В., Купер К.Э., Николенко А.Д., Пиндюрин В.Ф., Субботин А.Н.** Абсолютная калибровка рентгеновских полупроводниковых детекторов на синхротронном излучении накопителя ВЭПП-2М в диапазоне энергий фотонов от 0.3 до 1.6 кэВ // III Национальная конференция по применению рентгеновского, синхротронного излучений, нейтронов и электронов для исследования материалов: Продолжение Всесоюз. совещ. по применению рентгеновских лучей для исследования материалов. Тезисы докладов, Москва, 21 – 25 мая 2001 года. – М.: ИК РАН, 2001. – С. 443.
- 15 **Гаганов В.В., Коваленко Н.В., Купер К.Е., Легкодымов А.Г., Николенко А.Д., Пиндюрин В.Ф., Субботин А.Н., Чернов В.А.** Измерение пропускания тонких плёнок, используемых в методе поглощающих фильтров в диапазоне энергий фотонов от 0.6 до 1.5 кэВ // III Национальная конференция по применению рентгеновского, синхротронного излучений, нейтронов и электронов для исследования материалов: Продолжение Всесоюз. совещ. по применению рентгеновских лучей для исследования материалов. Тезисы докладов, Москва, 21 – 25 мая 2001 года. – М.: ИК РАН, 2001. – С. 452.

- 16 **Гаджиев А.М., Вазина А.А., Сергиенко П.М.** «Устаёт» ли мышца на уровне актин-миозинового взаимодействия? Анализ данных рентгеновской дифракции с временным разрешением. // III Национальная конференция по применению рентгеновского, синхротронного излучений, нейтронов и электронов для исследования материалов: Продолжение Всесоюз. совещ. по применению рентгеновских лучей для исследования материалов. Тезисы докладов, Москва, 21 – 25 мая 2001 года. – М.: ИК РАН, 2001. – С. 23.
- 17 **Генцелев А.Н., Гольденберг Б.Г., Кондратьев В.И., Кулипанов Г.Н., Мигинская Е.Г., Мишнев С.И., Назьмов В.П., Пиндюрин В.Ф., Цуканов В.М.** LIGA-станция на накопителе ВЭПП-3 // III Национальная конференция по применению рентгеновского, синхротронного излучений, нейтронов и электронов для исследования материалов: Продолжение Всесоюз. совещ. по применению рентгеновских лучей для исследования материалов. Тезисы докладов, Москва, 21 – 25 мая 2001 года. – М.: ИК РАН, 2001. – С. 431.
- 18 **Гольдберг Е.Л., Федорин М.А., Грачёв М.А., Золотарёв К.В., Хлыстов О.М.** Геохимические индикаторы изменений палеоклимата в осадках озера Байкал // Геология и геофизика. – 2001. – Т. 42, № 1/2. – С. 76-86. – Библиогр.: 39 назв.
- 19 **Дорофеев С.Г., Лебедев А.И., Никитенко С.Г., Случинская И.А., Тананаева О.И.** Определение зарядового состояния тулия в RbTe методом XANES // III Национальная конференция по применению рентгеновского, синхротронного излучений, нейтронов и электронов для исследования материалов: Продолжение Всесоюз. совещ. по применению рентгеновских лучей для исследования материалов. Тезисы докладов, Москва, 21 – 25 мая 2001 года. – М.: ИК РАН, 2001. – С. 98.
- 20 **Зубавичус Я.В.** Структурная характеристика слабоупорядоченных интеркаляционных соединений дисульфида молибдена: Автореф. Дис. ... канд. хим. наук. – М., 2001. – 23 с. – Библиогр.: 18 назв. (Главные результаты получены на ВЭПП-3).
- 21 **Зубков П.И., Кулипанов Г.Н. (ИЯФ), Лукьянчиков Л.А., Ляхов Н.З., Тен К.А., Титов В.М., Толочко Б.П., Федотов М.Г. (ИЯФ), Шарафутдинов М.Р., Шеромов М.А. (ИЯФ)** Измерение плотности вещества за фронтом ударных и детонационных волн с помощью синхротронного излучения // Экстремальные состояния вещества. Детонация. Ударные волны = Extreme states of substance. Detonation. Shock waves: III Харитоновские тематич. науч. чтения = III Khariton topical sci. Reading: Сборник тезисов докладов, (г. Саров, 26 февраля – 2 марта 2001 г.). – Саров: ВНИИЭФ, 2001. – С. 238-240. – Библиогр.: 3 назв.
- 22 **Зубков П.И., Кулипанов Г.Н., Лукьянчиков Л.А., Ляхов Н.З., Титов В.М., Тен К.А., Толочко Б.П., Федотов М.Г., Шарафутдинов М.Р., Шеромов М.А.** Использование МУРР для определения динамики роста ультра

дисперсных алмазов при детонации конденсированных ВВ // III Национальная конференция по применению рентгеновского, синхротронного излучений, нейтронов и электронов для исследования материалов: Продолжение Всесоюз. совещ. по применению рентгеновских лучей для исследования материалов. Тезисы докладов, Москва, 21 – 25 мая 2001 года. – М.: ИК РАН, 2001. – С. 464.

- 23 **Зубков П.И., Кулипанов Г.Н. (ИЯФ), Лукьянчиков Л.А., Ляхов Н.З., Тен К.А., Титов В.М., Толочко Б.П., Федотов М.Г. (ИЯФ), Шарафутдинов М.Р., Шеромов М.А. (ИЯФ)** Исследование органических веществ при ударном сжатии с помощью синхротронного излучения // Экстремальные состояния вещества. Детонация. Ударные волны = Extreme states of substance. Detonation. Shock waves: III Харитоновские тематич. науч. чтения = III Khariton topical sci. Reading: Сборник тезисов докладов, (г. Саров, 26 февраля – 2 марта 2001 г.). – Саров: ВНИИЭФ, 2001. – С. 254-255. - Библиогр.: 3 назв.
- 24 **Кайран Д.А.** Динамика электронного пучка в разрезном микротроне-рекуператоре: Автореф. дис. ... канд. физ.-мат. наук. – Новосибирск, 2001. – 15 с. – Библиогр.: 4 назв. – В надзаг.: Ин-т ядерн. физики им. Г.И. Будкера СО РАН.
- 25 **Корчуганов В.Н., Матвеев Ю.Г., Шведов Д.А.** Высоковольтные наносекундные генераторы для питания кикеров ускорителей заряженных частиц // XVII Совецание по ускорителям заряженных частиц: Сборник докладов в 2-х томах/ ГНЦ РФ Ин-т физики высоких энергий, Протвино, 17-20 окт. 2000 года. – Протвино: ИФВЭ, 2000. – Т. 2. – С. 19-23. – Библиогр.: 9 назв.
- 26 **Корчуганов В.Н.** Разработка и создание специализированных источников синхротронного излучения: Автореф. дис. Д-ра физ.-мат. наук. – Новосибирск, 2001. – 31 с. – Библиогр.: 12 назв. – В надзаг.: Ин-т ядерн. физики им. Г.И. Будкера СО РАН.
- 27 **Мазалов Л.Н., Диков Ю.П., Бауск Н.В., Эренбург С.Б., Варнек В.А.** Сравнительное EXAFS и мессбауэровское исследование образцов лунного грунта // III Национальная конференция по применению рентгеновского, синхротронного излучений, нейтронов и электронов для исследования материалов: Продолжение Всесоюз. совещ. по применению рентгеновских лучей для исследования материалов. Тезисы докладов, Москва, 21 – 25 мая 2001 года. – М.: ИК РАН, 2001. – С. 103.
- 28 **Максимовский Е.А., Румянцев Ю.М., Файнер Н.И., Косинова М.Л.** Исследование ориентированных тонких плёнок дифракцией синхротронного излучения // III Национальная конференция по применению рентгеновского, синхротронного излучений, нейтронов и электронов для исследования материалов: Продолжение Всесоюз. совещ. по применению рентгеновских лучей для исследования материалов. Тезисы докладов, Москва, 21 – 25 мая 2001 года. – М.: ИК РАН, 2001. – С. 248.

- 29 **Маренкин С.Ф., Юрьев Г.С.** Определение величины нанокристалла структурным анализом // III Национальная конференция по применению рентгеновского, синхротронного излучений, нейтронов и электронов для исследования материалов: Продолжение Всесоюз. совещ. по применению рентгеновских лучей для исследования материалов. Тезисы докладов, Москва, 21 – 25 мая 2001 года. – М.: ИК РАН, 2001. – С. 250.
- 30 **Мезенцев Н.А.** Генераторы синхротронного излучения в жёстком рентгеновском диапазоне: Автореф. дис. ... д-ра физ.-мат. наук. – Новосибирск: ИЯФ СО РАН, 2001. – 30 с. – Библиогр.: 10 назв. – В надзаг.: Ин-т ядерн. физики им. Г.И. Будкера СО РАН.
- 31 **Назьмов В.П., Мезенцева Л.А., Виленский А.И., Загорский Д.Л., Мчедлишвили Б.В.,** Радиационная модификация полиимида синхротронным излучением в процессах рентгенолитографического формирования «регулярных» мембран // III Национальная конференция по применению рентгеновского, синхротронного излучений, нейтронов и электронов для исследования материалов: Продолжение Всесоюз. совещ. по применению рентгеновских лучей для исследования материалов. Тезисы докладов, Москва, 21 – 25 мая 2001 года. – М.: ИК РАН, 2001. – С. 253.
- 32 **Салосина В.В., Шарафутдинов М.Р., Толочко Б.П.** Кинетические параметры реакции твердофазного синтеза вольфрамата никеля // III Национальная конференция по применению рентгеновского, синхротронного излучений, нейтронов и электронов для исследования материалов: Продолжение Всесоюз. совещ. по применению рентгеновских лучей для исследования материалов. Тезисы докладов, Москва, 21 – 25 мая 2001 года. – М.: ИК РАН, 2001. – С. 460.
- 33 **Тимченко Н.А., Канаев В.Г., Литвин С.В., Громова Л.П., Ларионова Е.Г., Глазунова Н.В., Юрченко В.И., Забаев В.Н., Каплин В.В., Углов С.Р., Пиндюрин В.Ф., Мезенцева Л.А., Назьмов В.П.** Технология получения микроструктур с высоким аспектным отношением и рентгеношаблонов для глубокой литографии с синхротронным излучением из кристаллического арсенида галлия // III Национальная конференция по применению рентгеновского, синхротронного излучений, нейтронов и электронов для исследования материалов: Продолжение Всесоюз. совещ. по применению рентгеновских лучей для исследования материалов. Тезисы докладов, Москва, 21 – 25 мая 2001 года. – М.: ИК РАН, 2001. – С. 424.
- 34 **Титова С.Г., Шориков Д.О., Бринтце И., Балакирев В.Ф., Воронин В.И., Кочубей Д.И., Никитенко С.Г.** Исследование искажения кристаллической структуры в ВТСП материале $Hg_{0.8}Tl_{0.2}Ba_2Ca_2Cu_3O_{8.10}$ методами рентгенографии, нейтронографии и EXAFS // III Национальная конференция по применению рентгеновского, синхротронного излучений, нейтронов и электронов для исследования материалов: Продолжение Всесоюз. совещ. по применению рентгеновских лучей для исследования материалов. Тезисы

докладов, Москва, 21 – 25 мая 2001 года. – М.: ИК РАН, 2001. – С. 158.

- 35 **Толочко Б.П., Зубков П.И., Кулипанов Г.Н., Лукьянчиков Л.А., Ляхов Н.З., Мишнев С.И., Тен К.А., Титов В.М., Федотов М.Г., Шеромов М.А.** Разработка аппаратуры и методов синхротронного излучения для “*in situ*” исследования взрывных процессов с наносекундным временным разрешением // III Национальная конференция по применению рентгеновского, синхротронного излучений, нейтронов и электронов для исследования материалов: Продолжение Всесоюз. совещ. по применению рентгеновских лучей для исследования материалов. Тезисы докладов, Москва, 21 – 25 мая 2001 года. – М.: ИК РАН, 2001. – С. 433.
- 36 **Успенский А.В., Наумов Д.Ю., Жогин И.Л., Толочко Б.П., Бару С.Е., Грошев В.Р., Сасинов Г.А.** Проект канала СИ «Монокристаллическая дифрактометрия» на накопителе ВЭПП-4 // III Национальная конференция по применению рентгеновского, синхротронного излучений, нейтронов и электронов для исследования материалов: Продолжение Всесоюз. совещ. по применению рентгеновских лучей для исследования материалов. Тезисы докладов, Москва, 21 – 25 мая 2001 года. – М.: ИК РАН, 2001. – С. 466.
- 37 **Федорин М.А., Гольдберг Е.Л., Бобров В.А., Хлыстов О.М., Грачёв М.А.** Определение урана и тория в донных осадках Байкала методом многоволнового РФА СИ для палеоклиматической стратиграфии в пределах эпохи Брюнес // Геология и геофизика. – 2001. – Т. 42, № 1/2. – С. 186-193. – Библиогр.: 28 назв.
- 38 **Федотов М.Г.** Возможности «белых» пучков СИ при исследовании ударных и детонационных волн методом теневой рентгенографии. – Новосибирск, 2001. – 23 с. – ((Препринт / Ин-т ядерной физики им. Г.И. Будкера СО РАН; ИЯФ 2001-39).
- 39 **Федотов М.Г.** Предельные возможности «белых» пучков СИ при теневой рентгенографии ударных и детонационных волн в конденсированных средах // III Национальная конференция по применению рентгеновского, синхротронного излучений, нейтронов и электронов для исследования материалов: Продолжение Всесоюз. совещ. по применению рентгеновских лучей для исследования материалов. Тезисы докладов, Москва, 21 – 25 мая 2001 года. – М.: ИК РАН, 2001. – С. 307.
- 40 **Шарафутдинов М.Р., Сучкова Г.А., Жогин И.Л., Толочко Б.П., Ляхов Н.З.** Учёт влияния распределения по размерам частиц на кинетику твёрдофазного синтеза NiWO₄ // III Национальная конференция по применению рентгеновского, синхротронного излучений, нейтронов и электронов для исследования материалов: Продолжение Всесоюз. совещ. по применению рентгеновских лучей для исследования материалов. Тезисы докладов, Москва, 21 – 25 мая 2001 года. – М.: ИК РАН, 2001. – С. 290.
- 41 **Шкаруба В.А.** Сверхпроводящий трёхполюсный генератор синхротронного

излучения с полем 7.5 Тл и фиксированной точкой излучения: Автореф. дис. ... канд. техн. Наук. – Новосибирск, 2001. – 22 с. – В надзаг.: Ин-т ядерн. физики им. Г.И. Будкера СО РАН.

- 42 **Шмаков А.Н., Соловьёв Л.А., Дервянкин А.Ю., Кирик С.Д., Романников В.Н.** Строение мезоструктурированных силикатов и некоторых их производных // III Национальная конференция по применению рентгеновского, синхротронного излучений, нейтронов и электронов для исследования материалов: Продолжение Всесоюз. совещ. по применению рентгеновских лучей для исследования материалов. Тезисы докладов, Москва, 21 – 25 мая 2001 года. – М.: ИК РАН, 2001. – С. 178.
- 43 **Эренбург С.Б., Бауск Н.В., Степина Н.П., Якимов А.И., Никифоров А.И., Двуреченский А.В., Мазалов Л.Н.** Структурные параметры нанокластеров Ge в Si-матрице и их связь с особенностями электронного спектра квантовых точек // III Национальная конференция по применению рентгеновского, синхротронного излучений, нейтронов и электронов для исследования материалов: Продолжение Всесоюз. совещ. по применению рентгеновских лучей для исследования материалов. Тезисы докладов, Москва, 21 – 25 мая 2001 года. – М.: ИК РАН, 2001. – С. 299.
- 44 **Эренбург С.Б., Бауск Н.В., Наумов Н.Г., Артёмкина С.Б., Хуторной В.А., Фёдоров В.Е., Мазалов Л.Н.** EXAFS исследование структуры новых соединений, содержащих октаэдрические кластерные анионы рения или молибдена и катионы 3d металлов после отжига в вакууме // III Национальная конференция по применению рентгеновского, синхротронного излучений, нейтронов и электронов для исследования материалов: Продолжение Всесоюз. совещ. по применению рентгеновских лучей для исследования материалов. Тезисы докладов, Москва, 21 – 25 мая 2001 года. – М.: ИК РАН, 2001. – С. 115.
- 45 **Юрьев Г.С., Маренкин С.Ф., Гусков В.Н.** Структура твёрдых растворов $Zn_{1-x}Cd_xTe$ // III Национальная конференция по применению рентгеновского, синхротронного излучений, нейтронов и электронов для исследования материалов: Продолжение Всесоюз. совещ. по применению рентгеновских лучей для исследования материалов. Тезисы докладов, Москва, 21 – 25 мая 2001 года. – М.: ИК РАН, 2001. – С. 183.
- 46 **Юрьев Г.С., Маренкин С.Ф., Астахов В.В.** Структура тонких плёнок CdTe // III Национальная конференция по применению рентгеновского, синхротронного излучений, нейтронов и электронов для исследования материалов: Продолжение Всесоюз. совещ. по применению рентгеновских лучей для исследования материалов. Тезисы докладов, Москва, 21 – 25 мая 2001 года. – М.: ИК РАН, 2001. – С. 206.
- 47 **Aksirov A.M., Gerasimov V.S., Kondratyev V.I. (INP), Korneev V.N., Kulipanov G.N. (INP), Lanina N.F., Letyagin V.P., Mezentsev N.A. (INP), Sergienko P.M., Tolochko B.P., Trounova V.A., Vazina A.A.** Biological and

medical application of SR from the storage rings of VEPP-3 and “Siberia-2”. The origin of specific changes of small-angle X-ray diffraction pattern of hair and their correlation with the elemental content // Nuclear instrument and methods in physics research. – 2001. – Vol. A470, No 1/2. – P. 380-387. – Bibliogr.: 12 ref.

- 48 **Aleshaev A.N., Batrakov A.M., Fedotov M.G., Kulipanov G.N., Luckjanchikov L.A., Ljachov N.Z., Mishnev S.I., Sheromov M.A., Ten K.A., Titov V.M. (IH), Tolochko B.P., Zubkov P.I.** Methods of research of the detonation and shock wave processes with the help of SR. Possibilities and prospects // Nuclear instrument and methods in physics research. – 2001. – Vol. A470, No 1/2. – P. 240-244. – Bibliogr.: 4 ref.
- 49 **Aleshaev A.N., Fedotov M.G., Gavrilov N.G., Mishnev S.I., Panchenko V.E., Pindyurin V.F., Poletaev I.V. (ISSCh), Tolochko B.P. (ISSCh).** Stabilization system of synchrotron radiation beams at the VEPP-3 storage ring // Nuclear instrument and methods in physics research. – 2001. – Vol. A470, No 1/2. – P. 94-100. – Bibliogr.: 5 ref.
- 50 **Anashin V.V., Dostovalov R.V., Krasnov A.A., Malyshev O.B., Nas'mov V.P., Pyata E.I., Shaftan T.V. (INP).** The new method for residual gas density measurements // Nuclear instrument and methods in physics research. – 2001. – Vol. A470, No 1/2. – P. 215-218. – Bibliogr.: 6 ref.
- 51 **Ancharov A.I. (ISSCh), Manakov A.Yu. (InCh), Mezentsev N.A., Tolochko B.P. (ISSCh), Sheromov M.A., Tsukanov V.M.** New station at the 4th beamline of the VEPP-3 storage ring // Nuclear instrument and methods in physics research. – 2001. – Vol. A470, No 1/2. – P. 80-83. – Bibliogr.: 3 ref.
- 52 **Ancharov A.I. (ISSCh), Gavrilov N.G., Kondrat'ev V.I., Poletaev I.V., Sheromov M.A. (INP), Shmakov A.N., Tolochko B.P. (ISSCh), Tsukanov V.M. (INP), Zhogin I.L. (ISSCh).** Project of ultrahigh-vacuum double-crystal monochromator // Nuclear instrument and methods in physics research. – 2001. – Vol. A470, No 1/2. – P. 128-130. – Bibliogr.: 2 ref.
- 53 **Antohin E.I., Churkin I.N., Demenev V.V., Golubenko O.B., Korchuganov V.N. (INP), Mikhailov S.F. (Duke), Ogurtsov A.B. (INP), Rivkin L. (PSI), Semenov E.P., Steshov A.G. (INP), Vollenweider Ch., Zichy J.A. (PSI).** Precise measurements of magnetic field parameters of the multipoles for the SLS storage ring // Nuclear instrument and methods in physics research. – 2001. – Vol. A470, No 1/2. – P. 11-17. – Bibliogr.: 3 ref.
- 54 **Arishkin N.I. (ICB), Gerasimov ((ITEB), Korneev V.N. (ICB), Sergienko P.M. (ITEB), Shishkov V.I. (ICB), Sheromov M.A. (INP), Stankevich V.G. (KI), Vazina A.A. (ITEB).** System of primery collimators of SR beam at the small-angle station for KSRS // Nuclear instrument and methods in physics research. – 2001. – Vol. A470, No 1/2. – P. 118-121. – Bibliogr.: 6 ref.
- 55 **Arkhipov V.A., Antropov V.K., Balalykin N.I., Beloshitsky P.F., Boer-**

Rookhuizen H., Brovko O.I., Butenko A.B., Fedorenko S.B., Ivanov I.N. (JINR), Heine E., Heubers W.P.J., Kaan A.P. (NIKHEF), Kadyshevsky V.G., Kalinichenko V.V., Kobets V.V., Krasavin E.A. (JINR), Kroes F.B., Kuijjer L.H. (NIKHEF), Kulipanov G.N. (INP), Laan J.B.V.D., Langelaar J. (NIKHEF), Levichev E.B. (INP), Louwrier P.W.F., Luijckx G., Maas R. (NIKHEF), Meshkov I.N. (JINR), Mezentsev N.A. (INP), van Middelkoop G. (NIKHEF), Minashkin V., Morozov N.A. (JINR), Noomen J.G. (NIKHEF), Polyakov Yu.A., Russakovich N.A., Sidorin A.O., Sidorov A.I., Sidorov G.I., Sissakyan A.N., Shakun N.G. (JINR), Shatunov Yu.M. (INP), Shvets V.A. (JINR), Skrinsky A.N. (INP), Smirnov V.I., Sumbaev A.P. (JINR), Spelt J.B. (NIKHEF), Syresin E.M. (JINR), Titkova I.V. (JINR), Tyutyunnikov S.I. (JINR), Ushakov V.A. (INP), Vobly P.D. (INP), Vodopyanov A.S. (JINR), Yurkov M.V. (JINR). Project of the Dubna electron synchrotron // Nuclear instrument and methods in physics research. – 2001. – Vol. A470, No 1/2. – P. 1-6. – Bibliogr.: 7 ref.

- 56 Arkhipov V.A., Antropov V.K., Balalykin N.I., Beloshitsky P.F., Brovko O.I., Butenko A.B., Fedorenko S.B., Ivanov I.N., Kadyshevsky V.G., Kalinichenko V.V., Kobets V.V., Krasavin E.A., Meshkov I.N., Minashkin V., Morozov N.A., Polyakov Yu.A., Russakovich N.A., Sidorin A.O., Sidorov A.I., Sidorov G.I., Sissakyan A.N., Shakun N.G., Shvets V.A., Smirnov V.I., Sumbaev A.P., Syresin E.M., Titkova I.V., Tyutyunnikov S.I., Vodopyanov A.S., Yurkov M.V. (JINR), Boer-Rookhuizen H., Heine E., Heubers W.P.J., Kaan A.P. (NIKHEF), Kroes F.B., Kuijjer L.H., Laan J.B.V.D., Langelaar J., Louwrier P.W.F., Luijckx G., Maas R., van Middelkoop G., Noomen J.G., Spelt J.B. (NIKHEF), Kulipanov G.N., Levichev E.B., Mezentsev N.A., Shatunov Yu.M., Skrinsky A.N., Ushakov V.A., Vobly P.D. (INP), Kolobanov V.N., Mikhailin V.V. (MSU) Project of the Dubna electron synchrotron // Nuclear instrument and methods in physics research. – 2001. – Vol. A467-A468, pt 1. – P. 59-62. – Bibliogr.: 5 ref.
- 57 Aulchenko V.M., Bukin M.A., Drozdetsky A.A., Dubrovin M.S. (INP), Sharafutdinov M.R. (ISSCh), Titov V.M. (INP), Tolochko B.P. (ISSCh), Vasiljev A.V., Velikzhanin Yu.S. (INP). Fast parallax-free, one-coordinate X-ray detector OD120 with the registration angle up to 360^0 // Nuclear instrument and methods in physics research. – 2001. – Vol. A470, No 1/2. – P. 168-172. – Bibliogr.: 8 ref.
- 58 Babichev E.A., Baru S.E., Groshev V.R., Khabakhpashev A.G., Kolachev G.M., Porosev V.V., Savinov G.A. (INP), Ancharov A.I., Pirogov B.J., Sharafutdinov M.R., Tolochko B.P. (ISSCh). The position sensitive 1D-160 detector for high resolution powder diffraction // Nuclear instrument and methods in physics research. – 2001. – Vol. A470, No 1/2. – P. 173-177. – Bibliogr.: 3 ref.
- 59 Baklakov B.A., Batrakov A.M., Bolotin V.P., Evtushenko Y.A., Gavrillov N.G., Gorniker E.I., Kairan D.A., Kholopov M.A., Kolmogorov V.V., Kolobanov E.I., Kondakov A.A., Krutikhin S.A., Kubarev V.V., Kulipanov G.N., Kuper E.A., Kuptsov I.V., Kurkin G.Ya., Medvedev L.E., Medvedko A.S., Miginsky E.G., Miginsky S.V., Mironenko L.A., Oreshkov A.D., Ovchar V.K. (INP),

- Petrov A.K. (IchKC), Petrov V.M., Popik V.M., Sedlyarov I.K., Shaftan T.V., Scheglov M.A., Shevchenko O.A., Shubin E.I., Skrinsky A.N., Tararyshkin S.V., Tribendis A.G., Vereemeenko V.F., Vinokurov N.A., Vobly P.D., Zinevich N.I. (INP).** Status of the free electron laser for the Siberian centre for photochemical research // Nuclear instrument and methods in physics research. – 2001. – Vol. A470, No 1/2. – P. 60-65. – Bibliogr.: 8 ref.
- 60 **Baryshev V.B. (INP), Kondratyev V.I. (INP), Trubina S.V., Trounova V.A.** Analytical testing of the SRXRF experimental station // Nuclear instrument and methods in physics research. – 2001. – Vol. A470, No 1/2. – P. 416-430. – Bibliogr.: 4 ref.
- 61 **Baryshev V.B. (INP), Kudryashova A.F., Tarasov L.S., Ulyanov A.A., Zolotarev K.V. (INP).** Geochemistry of rare elements in different types of lunar rocks (based on μ XFA-SR data) // Nuclear instrument and methods in physics research. – 2001. – Vol. A470, No 1/2. – P. 422-425. – Bibliogr.: 1 ref.
- 62 **Batnikov A., Ilyin I., Karpov G., Kozak V., Kuzin M., Kuper E., Mamkin V., Mezentsev N., Repkov V., Selivanov A., Shkaruba V.** Control and data acquisition systems for high field superconducting wigglers // Nuclear instrument and methods in physics research. – 2001. – Vol. A467-A468, pt 1. – P. 202-205. – Bibliogr.: 1 ref.
- 63 **Batnikov A., Borovikov V., Bekhtenev E., Fedurin M. (INP), Hara M. (Spring), Karpov G., Kuzin M., Mezentsev N. (INP), Miahara Y., Shimada T. (Spring), Shkaruba V. (INP), Soutome K., Tsumaki K. (Spring).** Magnetic measurements of the 10 T superconducting wiggler for the Spring-8 storage ring // Nuclear instrument and methods in physics research. – 2001. – Vol. A467-A468, pt 1. – P. 190-193. – Bibliogr.: 2 ref.
- 64 **Bobrov V.A., Granina L.Z., Kolmogorov Yu.P., Melgunov M.S.** Minor elements in aeolian and riverine suspended particles in Baikal Region // Nuclear instrument and methods in physics research. – 2001. – Vol. A470, No 1/2. – P. 431-436. – Bibliogr.: 13 ref. (Все авторы из других ин-тов).
- 65 **Bolesta A.V., Fomin V.M., Sharafutdinov M.R., Tolochko B.P.** Investigation of interface boundary occurring during cold gas-dynamic spraying of metallic particles // Nuclear instrument and methods in physics research. – 2001. – Vol. A470, No 1/2. – P. 249-252. – Bibliogr.: 4 ref. (Все авторы из др. ин-тов).
- 66 **Borovikov V.M., Fedurin M.G., Karpov G.V., Korshunov D.A., Kuper E.A., Kuzin M.V., Mamkin V.R., Medvedko A.S., Mezentsev N.A., Repkov V.V., Shkaruba V.A., Shubin E.I., Vereemeenko V.F. (INP).** Precise NMR measurement and stabilization system of magnetic field of a superconducting 7 T wave length shifter // Nuclear instrument and methods in physics research. – 2001. – Vol. A467-A468, pt 1. – P. 198-201. – Bibliogr.: 3 ref.
- 67 **Borovikov V.M., Djurba V.K., Fedurin M.G., Repkov V.V., Karpov G.V.,**

- Kulipanov G.N., Kuzin M.V., Mezentsev N.A., Shkaruba V.A. (INP), Kraemer D., Richter D. (BESSY)** Superconducting 7T wave length shifter for BESSY-II // Nuclear instrument and methods in physics research. – 2001. – Vol. A467-A468, pt 1. – P. 181-184. – Bibliogr.: 3 ref.
- 68 **Buzykaeva A.N. (NSU), Chernov V.A. (IC), Kovalenko N.V. (INP), Mytnichenko S.V. (ISSCh).** A secondary X-ray analyser using a flat ring-shaped radially graded multilayer // Nuclear instrument and methods in physics research. – 2001. – Vol. A470, No 1/2. – P. 135-141. – Bibliogr.: 12 ref.
- 69 **Chankina O.V., Churkina T.V., Ivanov A.V., Ivanov V.A., Ivanova G.A., Koutsenogii K.P., Kovalskaya G.A.** Multielement composition of the aerosols of the forest fires of boreal forests upon burning of forest combustibles // Nuclear instrument and methods in physics research. – 2001. – Vol. A470, No 1/2. – P. 444-447. – Bibliogr.: 8 ref. (Все авторы из других ин-тов).
- 70 **Chankina O.V., Kovalskaya G.A., Koutzenogii K.P., Osipova L.P., Savchenko T.I.** SRXRF determination of the multielement composition of the hair and blood of the children of Tundra Nenetz population // Nuclear instrument and methods in physics research. – 2001. – Vol. A470, No 1/2. – P. 448-451. – Bibliogr.: 11 ref. (Все авторы из других ин-тов).
- 71 **Chernov V.A. (IC), Kondratiev V.I. (INP), Kovalenko N.V. (INP), Mytnichenko S.V. (ISSCh).** An experimental study of the q_{\perp} -dependence of X-ray resonant diffuse scattering from multilayers // Nuclear instrument and methods in physics research. – 2001. – Vol. A470, No 1/2. – P. 145-154. – Bibliogr.: 16 ref.
- 72 **Chernov V.A. (IC), Kovalenko N.V. (INP), Mytnichenko S.V. (ISSCh).** An extended anomalous fine structure of X-ray quasi-Bragg diffuse scattering from multilayers // Nuclear instrument and methods in physics research. – 2001. – Vol. A470, No 1/2. – P. 210-214. – Bibliogr.: 12 ref.
- 73 **Chernov V.A. (IC), Kovalenko N.V. (INP), Mytnichenko S.V. (ISSCh).** The use of quasi-Bragg diffuse scattering for express measurement of changes in multilayer d-spacing // Nuclear instrument and methods in physics research. – 2001. – Vol. A470, No 1/2. – P. 155-157. – Bibliogr.: 4 ref.
- 74 **Chernov V.A. (IC), Kovalenko N.V. (INP), Mytnichenko S.V. (ISSCh).** An X-ray grazing incidence phase multilayer grating // Nuclear instrument and methods in physics research. – 2001. – Vol. A470, No 1/2. – P. 158-161. – Bibliogr.: 8 ref.
- 75 **Danilenko A.M., Chernov V.A., Kriventsov V.V.** EXAFS study of the reaction of graphite-MeCl₂ (Me=Ni, Co) intercalation compounds with bromine fluorides // Nuclear instrument and methods in physics research. – 2001. – Vol. A470, No 1/2. – P. 373-375. – Bibliogr.: 10 ref. (Все авторы из др. ин-тов).
- 76 **Erenburg S.B., Bausk N.V., Naumov N.G., Fedorov V.E., Mazalov L.N.** Fluorescent mode XAFS measurements of structure changes of new complex

porous compounds in the act of annealing in vacuum // Nuclear instrument and methods in physics research. – 2001. – Vol. A467-A468, pt 2. – P. 1553-1556. – Bibliogr.: 8 ref. (Все авторы из других ин-тов).

- 77 **Erenburg S.B., Bausk N.V., Stepina N.P., Nikiforov A.I., Nenashev A.V., Mazalov L.N.** Microscopic parameters of heterostructures containing nanoclusters and thin layers of Ge in Si matrix // Nuclear instrument and methods in physics research. – 2001. – Vol. A470, No 1/2. – P. 283-289. – Bibliogr.: 15 ref. (Все авторы из др. ин-тов).
- 78 **Erenburg S.B., Bausk N.V., Mazalov L.N., Nikiforov A.I., Stepina N.P., Nenashev A.V.** Surface sensitive mode XAFS measurement of local structure of ordered Ge nanoclusters (quantum dots) on Si(001) // Nuclear instrument and methods in physics research. – 2001. – Vol. A467-A468, pt 2. – P. 1229-1232. – Bibliogr.: 12 ref. (Все авторы из других ин-тов).
- 79 **Evdokov O.V. (ISSCh), Fedotov M.G., Kulipanov G.N. (INP), Luckjanchikov L.A. (IH), Lyakhov N.Z. (ISSCh), Mishnev S.I. (INP), Sharafutdinov M.R. (ISSCh), Sheromov M.A. (INP), Ten K.A. (IH), Titov V.M. (IH), Tolochko B.P. (ISSCh), Zubkov P.I. (IH).** Dynamics of the formation of the condensed phase particles at detonation of high explosives // Nuclear instrument and methods in physics research. – 2001. – Vol. A470, No 1/2. – P. 236-239. – Bibliogr.: 4 ref.
- 80 **Fainer N.I., Maximovski E.A., Rumyantsev Yu.M., Kosinova M.L., Kuznetsov F.A. (ICh).** Study of structure and phase composition of nanocrystal silicon carbonitride films // Nuclear instrument and methods in physics research. – 2001. – Vol. A470, No 1/2. – P. 193-197. – Bibliogr.: 11 ref.
- 81 **Fedotov M.G., Kulipanov G.N. (INP), Luckjanchikov L.A. (IH), Lyakhov N.Z. (ISSCh), Sharafutdinov M.R. (ISSCh), Sheromov M.A. (INP), Ten K.A. (IH), Titov V.M. (IH), Tolochko B.P. (ISSCh), Zubkov P.I. (IH).** Dynamics of the formation of particles of the condensed carbon phase at shock compression of organic materials // Nuclear instrument and methods in physics research. – 2001. – Vol. A470, No 1/2. – P. 245-248. – Bibliogr.: 3 ref.
- 82 **Fedotov M.G.** Multi-spectrozoal detectors for temporal-resolved SR experiments // Nuclear instrument and methods in physics research. – 2001. – Vol. A470, No 1/2. – P. 178-181. – Bibliogr.: 3 ref.
- 83 **Fedotov M.G., Kholopov M.A., Kuz'minykh V.S., Mironenko L.A., Mishnev S.I., Panchenko V.E., Protopopov I.Ya., Rachkova V.V., Rukhlyada L.P., Selivanov A.N.** SR front ends of VEPP-4M storage ring // Nuclear instrument and methods in physics research. – 2001. – Vol. A470, No 1/2. – P. 89-93. – Bibliogr.: 3 ref.
- 84 **Fedurin M.G., Kuzin M.V., Mezentsev N.A., Shkaruba V.A.** Status of the activity on fabrication and application of high-field superconducting wavelength shifters at Budker INP // Nuclear instrument and methods in physics research. –

2001. – Vol. A470, No 1/2. – P. 34-37. – Bibliogr.: 5 ref.
- 85 **Gaponov Yu.A., Karakchiev L.G., Lyakhov N.Z., Amemiya Yu., Ito K., Kamikubo H.** Comparative study of the structure rearrangement in mixed and binary Zr – Ti sol-xerogels // Nuclear instrument and methods in physics research. – 2001. – Vol. A470, No 1/2. – P. 215-218. – Bibliogr.: 6 ref. (Все авторы из др. ин-тов).
- 86 **Gaponov Yu.A., Dementyev E.A. (INP), Kochubei D.I., Tolochko B.P.** Portable high precision small/wide angle X-ray scattering diffractometer // Nuclear instrument and methods in physics research. – 2001. – Vol. A467-A468, pt 2. – P. 1092-1096. – Bibliogr.: 4 ref.
- 87 **Goldberg E.L., Grachev M.A., Phedorin M.A., Kalugin I.A., Khlystov O.M., Mezentsev S.N., Azarova I.N., Vorobyeva S.S., Zheleznyakova T.O., Kulipanov G.N. (INP), Kondratyev V.I. (INP), Miginsky E.G. (INP), Tsukanov V.M. (INP), Zolotarev K.V. (INP), Trunova V.A., Kolmogorov Yu.P., Bobrov V.A.** Application of synchrotron X-ray fluorescent analysis to studies of the records of paleoclimates of Eurasia stored in the sediments of Lake Baikal and Lake Teletskoe // Nuclear instrument and methods in physics research. – 2001. – Vol. A470, No 1/2. – P. 388-395. – Bibliogr.: 32 ref.
- 88 **Gonchar A., Kolmogorov Yu., Dikalova A., Yelinova V., Kondratev V. (INP).** Analysis of trace elements responsible for antioxidant protection by SRXFA method // Nuclear instrument and methods in physics research. – 2001. – Vol. A470, No 1/2. – P. 405-408. – Bibliogr.: 14 ref.
- 89 **Gorchakov V.N., Dragun G.N., Kolmogorov Y.P., Smelova V.A., Tikhonova L.I., Tysjachnova Y.V.** The using of SR XRF for estimation of macro- and microelement contents of biological objects at the clay treatment // Nuclear instrument and methods in physics research. – 2001. – Vol. A470, No 1/2. – P. 437-440. – Bibliogr.: 8 ref. (Все авторы из других ин-тов).
- 90 **Ivanov V.Yu., Petrov V.L., Pustovarov V.A., Shulgin B.V., Vorobjov V.V., Zinevich E.G. (USTU), Zinin E.I. (INP).** Electronic excitations and energy transfer in $A_2SiO_5 - Ce$ ($A=Y, Lu, Gd$) and Sc_2SiO_5 single crystals // Nuclear instrument and methods in physics research. – 2001. – Vol. A470, No 1/2. – P. 358-362. – Bibliogr.: 13 ref.
- 91 **Kipriyanova L.M., Dvurechenskaya S.Ya., Sokolovskaya I.P., Trunova V.A., Anoshin G.N.** XRF SR technique in the investigations of elements content in aquatic vascular plants and bottom sediments // Nuclear instrument and methods in physics research. – 2001. – Vol. A470, No 1/2. – P. 441-443. – Bibliogr.: 8 ref. (Все авторы из других ин-тов).
- 92 **Kochubey V.I., Bashkatova T.A., Kochubey D.I.** Alteration of EXAFS spectrum structure of KBr crystals resulting from a change of registration methods // Nuclear instrument and methods in physics research. – 2001. – Vol. A470, No 1/2. – P. 323-

326. – Bibliogr.: 2 ref. (Все авторы из др. ин-тов).

- 93 **Kochubey V.I., Konyukhova Yu.G., Bashkatova T.A., Gyunsburg K.E., Zvezdova N.P., Kochubey D.I.** Investigation of structure of luminescence centres in NaCl-NI crystals // Nuclear instrument and methods in physics research. – 2001. – Vol. A470, No 1/2. – P. 327-330. (Все авторы из др. ин-тов).
- 94 **Kosinova M.L., Rumyantsev Yu.M., Fainer N.I., Maximovski E.A., Kuznetsov F.A.** The structure study of boron carbonitride films obtained by use of trimethylamine borane complex // Nuclear instrument and methods in physics research. – 2001. – Vol. A470, No 1/2. – P. 253-257. – Bibliogr.: 15 ref. (Все авторы из др. ин-тов).
- 95 **Kriventsov V.V., Kochubey D.I., Sadykov V.A., Pavlova S.N., Zabolotnaya G.V.** Stabilization of heavy metal cations in the framework of zirconium phosphates // Nuclear instrument and methods in physics research. – 2001. – Vol. A470, No 1/2. – P. 336-340. – Bibliogr.: 8 ref. (Все авторы из др. ин-тов).
- 96 **Kriventsov V.V., Kochubey D.I., Maximov Yu.V., Suzdalev I.P., Tsodikov M.V., Navio J.A., Hidalgo M.C., Colón G.** Structural determination of the Fe-modified zirconium oxide // Nuclear instrument and methods in physics research. – 2001. – Vol. A470, No 1/2. – P. 341-346. – Bibliogr.: 17 ref. (Все авторы из др. ин-тов).
- 97 **Kriventsov V.V., Kochubey D.I., Tsodikov M.V., Navio J.A., Restrepo G.M., Macias M.** XAFS of TiO₂/SiO₂ system prepared by sol-gel from inorganic precursors // Nuclear instrument and methods in physics research. – 2001. – Vol. A470, No 1/2. – P. 347-352. – Bibliogr.: 11 ref. (Все авторы из др. ин-тов).
- 98 **Kriventsov V.V., Kochubey D.I., Tsodikov M.V., Navio J.A.** XAFS study of the structured modified oxides of titanium // Nuclear instrument and methods in physics research. – 2001. – Vol. A470, No 1/2. – P. 331-335. – Bibliogr.: 8 ref. (Все авторы из др. ин-тов).
- 99 **Krivoruchko O.P., Shmakov A.N., Zaikovskii V.I. (IC).** In situ X-ray diffraction study of solid state transformations during catalytic graphitisation of amorphous carbon // Nuclear instrument and methods in physics research. – 2001. – Vol. A470, No 1/2. – P. 198-201. – Bibliogr.: 7 ref.
- 100 **Kulipanov G.** MARS and MARS-L projects based on accelerator-recuperator developed in Budker INP // Digest reports of the IV ISTC Scientific advisory committee seminar on “Basic science in ISTC activities”, Akademgorodok, Novosibirsk, 23-27 April, 2001. – Novosibirsk: INP, 2001. – P. 35.

- 101 **Kulipanov G.N., Skrinsky A.N., Vinokurov N.A.** MARS – a project of the diffraction-limited fourth generation X-ray source based on supermicrotron // Nuclear instruments and methods. – 2001. – Vol. A467-A468, pt 1. – P. 16-20. – Bibliogr.: 9 ref.
- 102 **G.N. Kulipanov, D.I. Kochubey, M.V. Kuzin and V.B. Baryshev.** Preface for Proceedings of the 13th National synchrotron radiation conference: SR-2000, Novosibirsk, Russia, July 17-21, 2000 // Nuclear instrument and methods in physics research. – 2001. – Vol. A470, No 1/2. – P. VII-X.
- 103 **Miginsky S.V.** New quadratures with local error estimation and two strategies of step control in calculation of definite integrals. – Novosibirsk, 2001. – 22 p. – (Preprint/ Budker Inst. of Nucl. Physics; Budker INP 2001-18).
- 104 **Mirinski D.S., Manakov A.Yu., Larionova E.G., Kurnosov A.V. (IinCh), Ancharov A.I. (ISSCh), Dyadin Yu.A. (IinCh), Tolochko B.P. (ISSCh), Sheromov M.A. (INP).** The piston-cylinder apparatus for in-situ structural investigation of high-pressure phases of gas hydrates with the use of synchrotron radiation // Nuclear instrument and methods in physics research. – 2001. – Vol. A470, No 1/2. – P. 114-117. – Bibliogr.: 10 ref.
- 105 **Moog E.R., Milton S.V., Arnold N.D., Benson C., Berg W., Biedron S.G., Borland M., Chae Y.-C., Dejus R.J., Den Hartog P.K., Deriy B., Erdmann M., Gluskin E., Huang Z., Kim K.-J., Lewellen J.W., Li Y., Lumpkin A.H., Makarov O., Nassiri A., Sajaev V., Soliday R., Tieman B.J., Trakhtenberg E.M., Travish G., Vasserman I.B., Vinokurov N.A. (INP), Wiemerslage G., Yang B.X.** SASE saturation at the APS free-electron laser // 12th U.S. National synchrotron radiation instrumentation conference, SRI 2001, Madison, Wisconsin, Aug. 22-24, 2001: Program and abstracts. – Masison, 2001. – P. 13.
- 106 **Proceedings of the 13th National synchrotron radiation conference: SR-2000,** Novosibirsk, Russia, July 17-21,2000 / Editors D. Kochubey, M.V. Kuzin. – Amsterdam et al.: North-Holland, 2001. – XXVI, 472 p. – Bibliogr. at the end of the art. – (Nuclear instruments and methods in physics research. Sec. A.; Vol. A470, No 1/2).
- 107 **Pustovarov V.A., Ivanov V.Yu. (USTU), Kirm M. (IEPh), Korotaev A.V., Kruzhhalov A.V. (USTU), Zimmerer G. (IEPh), Zinin E.I. (INP).** Time-resolved luminescent VUV spectroscopy of F- and F⁺ -centres in single BeO crystals // Nuclear instrument and methods in physics research. – 2001. – Vol. A470, No 1/2. – P. 353-357. – Bibliogr.: 13 ref.
- 108 **Rivkin L., Vollenweider Ch., Zichy J.A., Korchuganov V.N., Mikhailov S.F., Churkin I.N., Steshov A.G., Semenov E.P., Ogurtsov A.B., Golubenko O.B., Antokhin E.I., Demenev V.V.** Precise measurements of magnetic field parameters of the multipoles for the SLS storage ring // XVII Сoвeщaниe пo yскopитeлям зaряжeнных чaстиц: Сбopник дoклaдoв в 2-х тoмaх/ ГИЦ РФ Ин-т физики

высоких энергий, Протвино, 17-20 окт. 2000 года. – Протвино: ИФВЭ, 2000. – Т. 1. – С. 29-33. – Библиогр.: 4 назв.

- 109 **Rylov G.M., Yefimova E.S., Sobolev N.V. (IMP), Kulipanov G.N., Kondratyev V.I. (INP), Tolochko B.P., Sharafutdinov M.R. (ISSCh).** Study of imperfect natural diamonds with the application of the X-ray synchrotron radiation (the “Laue-SR” methods) // Nuclear instrument and methods in physics research. – 2001. – Vol. A470, No 1/2. – P. 182-188. – Bibliogr.: 5 ref.
- 110 **Sharafutdinov M.R., Tolochko B.P., Lyakhov N.Z.** Usage of the synchrotron radiation diffraction for “in situ” kinetics study of the nickel tungstenate solid state synthesis // Nuclear instrument and methods in physics research. – 2001. – Vol. A470, No 1/2. – P. 228-231. – Bibliogr.: 5 ref. (Все авторы из др. ин-тов).
- 111 **Shorikov D.O., Titov A.N., Titova S.G., Tolochko B.P.** Structural parameters of intercalation compounds based on titanium dichalcogenides near the temperature of the polaronic band collapse // Nuclear instrument and methods in physics research. – 2001. – Vol. A470, No 1/2. – P. 215-218. – Bibliogr.: 6 ref. (Все авторы из др. ин-тов).
- 112 **Slovokhotov Yu.L., Zubavichus Y.V., Golub A.S., Novikov Yu.N., Akselrud L.G., Kulikov L.M., Semenov-Kobzar A.A.** XAFS study of local atomic environment in well- and ill-ordered transition metal sulfides M_xTS_2 ($T=Mo, Nb, Ta$) derived from TS_2 intercalates // Nuclear instrument and methods in physics research. – 2001. – Vol. A470, No 1/2. – P. 295-301. – Bibliogr.: 618ref. (Все авторы из др. ин-тов).
- 113 **Subbotin A.N., Chernov V.A., Gaganov V.V., Kalutsky A.V., Kovalenko N.V. (INP), Krasnov A.K., Kuper K.E. (INP), Legkodymov A.G. (INP), Nikolenko A.D. (INP), Nesterenko I.N. (INP), Pindyurin V.F. (INP), Romaev V.N.** Absolute calibration of X-ray semiconductor detectors in the 0.3 – 1.5 keV photon energy range on synchrotron radiation from VEPP-2M storage ring // Nuclear instrument and methods in physics research. – 2001. – Vol. A470, No 1/2. – P. 452-458. – Bibliogr.: 13 ref.
- 114 **Tolochko B.P., Aleshaev A.N. (INP), Fedotov M.G. (INP), Kulipanov G.N. (INP), Lyakhov N.Z., Luk'yanchikov L.A., Mishnev S.I. (INP), Sheromov M.A. (INP), Ten K.A., Titov V.M., Zubkov P.I.** Synchrotron radiation instrumentation for “in situ” investigation of explosion with nanosecond time resolution // Nuclear instrument and methods in physics research. – 2001. – Vol. A467-A468, pt 2. – P. 990-993. – Bibliogr.: 1 ref.
- 115 **Vasilenko A.P., Kolesnikov A.V. (ISPh), Nikitenko S.G. (IC), Fedorov A.A., Sokolov L.V., Nikiforov A.I., Trukhanov E.M. (ISPh).** X-ray film interferometer as an instrument for semiconductor heterostructure investigation // Nuclear instrument and methods in physics research. – 2001. – Vol. A470, No 1/2. – P. 110-113. – Bibliogr.: 6 ref.

- 116 **Volosov V.I., Meshkov O.I., Mezentsev N.A.** Conceptual design of a slow positron source based on a magnetic trap // Nuclear instrument and methods in physics research. – 2001. – Vol. A470, No 1/2. – P. 38-43. – Bibliogr.: 15 ref.
- 117 **Voronin V.I., Berger I.F., Cherepanov V.A., Gavrilova L.Ya., Petrov A.N., Ancharov A.I., Tolochko B.P., Nikitenko S.G.** Neutron diffraction, synchrotron radiation and EXAFS spectroscopy study of crystal structure peculiarities of the lanthanum nickelates $\text{La}_{n+1}\text{Ni}_n\text{O}_y$ ($n=1,2,3$) // Nuclear instrument and methods in physics research. – 2001. – Vol. A470, No 1/2. – P. 202-209. – Bibliogr.: 28 ref. (Все авторы из др. ин-тов).
- 118 **Zelentsov E.L., Moroz T.N., Kolmogorov Yu.P., Tolmachev V.E., Dragun G.N., Palchik N.A., Grigorieva T.N.** The elemental SRXRF analysis and mineral composition of human salivary stones // Nuclear instrument and methods in physics research. – 2001. – Vol. A470, No 1/2. – P. 417-421. – Bibliogr.: 10 ref. (Все авторы из др. ин-тов).
- 119 **Zolotarev K.V. (INP), Goldberg E.L. (LI), Kondratyev V.I., Kulipanov G.N., Miginsky E.G., Tsukanov V.M. (INP), Phedorin M.A. (LI), Kolmogorov Yu.P. (UIGG).** Scanning SR-XRF beamline for analysis of bottom sediments // Nuclear instrument and methods in physics research. – 2001. – Vol. A470, No 1/2. – P. 376-379. – Bibliogr.: 10 ref.

Интервью, популярные статьи

- 120 **Винокуров Н.А.** Лазер на свободных электронах в здании 11 // Энергия – импульс. – 2001. - № 4, апрель. – С. 1, 5.
- 121 **Ерастова А.** Нетипичный ИЯФ: [Интервью с Г.Н. Кулипановым] // ДВ учёный. – 2001. - № 13, 11 июля 2001 г. – С. 4.