

Российская Академия наук
Ордена Ленина Сибирское отделение
ИНСТИТУТ ЯДЕРНОЙ ФИЗИКИ им. Г.И. БУДКЕРА

ГОДОВОЙ ОТЧЕТ

2007

НОВОСИБИРСК

2007

Оглавление

Введение	7
1 Физика элементарных частиц	13
1.1 Детектор КМД-3	15
1.2 Детектор СНД	16
1.3 Детектор КЕДР	21
1.4 Детекторы для ФВЭ	29
1.5 Рентгеновские детекторы	29
1.6 Прочие работы	30
1.7 Газовые микроструктурные детекторы	30
1.8 Участие в коллаборации BELLE	32
1.9 Фотонный коллайдер	34
2 Электро- и фотоядерная физика	35
2.1 Эксперименты с внутренними мишенями	37
3 Теоретическая физика	43
3.1 Сильное взаимодействие	45
3.2 Ядерная физика и несохранение чётности	48
3.3 Квантовая электродинамика	49
3.4 Гравитация	51
3.5 Нелинейная динамика и хаос	53
4 Физика плазмы и управляемый термоядерный синтез	57
4.1 Установка ГДЛ	59
4.1.1 Модернизация системы атомарной инжекции установки ГДЛ (второй этап)	59
4.1.2 Реализация и исследование стационарного удержания плазмы с субтермоядерными параметрами в газодинамической ловушке	60
4.1.3 Накопление и удержание горячей анизотропной плазмы в торцевом компактном пробкотроне установки ГДЛ.	64
4.2 Установка ГОЛ-3	67
4.2.1 Увеличение длительности генерации пучка на ускорителе У-2	68
4.2.2 Выходной расширитель плазменного потока	69
4.2.3 Первые эксперименты по атомарной инжекции	70
4.2.4 Исследование механизмов эрозии графитовых мишеней под действием потока горячей плазмы	72
4.2.5 Развитие технологии формирования интенсивных электронных пучков большой длительности с плазменным эмиттером	74

4.2.6	Развитие возможностей измерительного комплекса	76
4.3	Установка ЭЛМИ	77
4.3.1	Компьютерное моделирование	78
4.3.2	Результаты экспериментов по генерации и транспортировке двух ленточных пучков	79
4.4	Теория плазмы	81
5	Установки со встречными электрон - позитронными пучками	83
5.1	Запуск электрон-позитронного коллайдера ВЭПП-2000	85
5.2	ВЭПП-4М	89
5.2.1	Эксперименты по ФВЭ	90
5.2.2	Исследование структуры протона на ВЭПП-3	91
5.2.3	Эксперименты с использованием синхротронного излучения	93
5.2.4	Ускорительная физика и техника	93
5.2.5	Проект super tau-charm фабрики (SCTF)	97
5.2.6	Международное сотрудничество и контрактные работы	100
5.3	Инжекционный комплекс ВЭПП-5	101
5.3.1	Контрактная деятельность	102
5.3.2	Ускорительный масс-спектрометрический комплекс AMS	103
5.4	Работы группы электронных пушек	106
5.5	Вакуумные технологии	107
5.5.1	Напыление тонкопленочных геттерных покрытий на внутрен- ние стенки вакуумных камер	107
5.5.2	Абсорберы для PETRA-3	110
5.5.3	Участие в проекте LHC в CERN	111
5.5.4	Разработка вакуумной системы протонно-ионного комплекса для лучевой терапии рака	112
6	Синхротронное излучение и лазеры на свободных электронах	113
6.1	Работы на пучках СИ из ВЭПП-3	115
6.1.1	Экстремальные состояния вещества	115
6.1.2	LIGA-технология и рентгеновская литография	118
6.1.3	Прецизионная дифрактометрия и аномальное рассеяние	121
6.1.4	Рентгенофлуоресцентный элементный анализ	127
6.1.5	Дифрактометрия при высоких давлениях	130
6.1.6	Рентгеновская микроскопия и томография	132
6.1.7	“Дифракционное кино”	134
6.1.8	Станция метрологии на ВЭПП-4М	134
6.2	Работа с пучками терагерцового излучения	135
6.2.1	Новосибирский терагерцовый лазер на свободных электронах	135
6.2.2	Экспериментальные станции на пучках ТГц излучения	135
6.2.3	Развитие Центра фотохимических исследований на базе ускорителя- рекуператора (УР) и ЛСЭ второй очереди на область 3 - 10 ТГц	143
6.2.4	Основные результаты работ в 2007 году и планы на 2008 год	145
6.3	Разработка и создание специализированных генераторов СИ	145
6.3.1	Сверхпроводящие вигглеры	145
6.3.2	Технологический накопительный комплекс (ТНК)	147
6.3.3	Магнитная система для метрологического источника света (MLS)	149

6.3.4	Вигглеры-затухатели на постоянных магнитах для PETRA-III (Гамбург)	150
6.3.5	Прототип радиационно-стойкого дипольного магнита для строящегося в GSI (Германия) ионного ускорителя	151
6.3.6	Разработка проекта специализированного источника СИ с использованием сверхпроводящих магнитов	151
6.4	Конференции, совещания, семинары	154
6.4.1	29-я Международная конференция по лазерам на свободных электронах (FEL 2007)	154
6.4.2	Круглый стол “Ядерные и лучевые технологии”	157
6.4.3	6-я конференция студентов и аспирантов СЦСТИ	159
7	Радиофизика и электроника	161
7.1	Источники питания электрофизических установок	163
7.1.1	Источники стабилизированного тока	163
7.1.2	Высоковольтные источники постоянного стабилизированного напряжения	166
7.2	Разработка систем и устройств автоматизации физических экспериментов	168
7.3	Исследования, связанные с моделированием и решением электростатических и электродинамических задач	172
7.4	Линейный ускоритель - инжектор ТНК, г. Зеленоград	173
7.5	Ускоряющие ВЧ станции для ионных синхротронов SIS100, SIS300 и экспериментального кольца NESR (GSI, Дармштадт, Германия)	176
7.6	Резонатор 700 МГц для источника рентгеновского излучения “НЕСТОР”	177
7.7	Создание прототипа промышленного линейного ускорителя 5 МэВ, 300 кВт	178
7.8	Модернизация ВЧ системы накопителя СИБИРЬ-1	179
7.9	Модернизация ВЧ системы накопителя СИБИРЬ-2	180
7.10	ВЧ генератор для лаборатории ТАЕ	182
7.11	Ускоряющие структуры для нового инжектора Linac4, ЦЕРН	183
7.12	Группирующий резонатор 1300 МГц для Корнеллского университета, США	184
7.13	Система обратной связи для подавления продольных колебаний пучка в накопителе ВЭПП-4	185
7.14	Резонатор для испытания различных материалов на электрическую прочность на частоте 34.272 ГГц	186
7.15	Система диагностики пучка для лазера на свободных электронах университета ДЮК, США	187
7.16	Термокатодная высокочастотная электронная пушка для микротрона-рекуператора ЛСЭ	188
8	Мощные электронные ускорители	189
8.1	Радиационные технологии и ускорители электронов серии ЭЛВ	191
8.2	Ускорители электронов типа ИЛУ и их применение	193
8.2.1	Ускоритель ИЛУ-9	193
8.2.2	Разработка ускорителя ИЛУ-12	194
8.2.3	Хоздоговорные работы и отработка новых технологий	200

9 Физика для медицины	201
9.1 Работы по созданию основанного на ускорителе источника нейтронов ..	203
9.2 Детекторы рентгеновского излучения для медицины и досмотра людей	206
9.2.1 Малодозовая Цифровая Рентгенографическая Установка (МЦ- РУ) “Сибирь”	206
9.3 Система Рентгеновского Контроля (СРК) “Сибскан” для досмотра людей	206
9.4 Маммография	207
Библиография	209
Список публикаций	209
Препринты	259
Авторефераты	267
Участие в конференциях	269
Соглашения о сотрудничестве	272
Состав научных сотрудников	274
Члены Российской академии наук	274
Дирекция	274
Учёный совет	274
Секции учёного совета по направлениям	275
Научные сотрудники и их публикации	278

Введение

Институт ядерной физики СО АН СССР был создан в 1958 году на базе руководимой Г.И. Будкером Лаборатории новых методов ускорения Института атомной энергии, возглавляемого И.В. Курчатовым.

Академик Г.И. Будкер был основателем и первым директором института. Со дня его смерти в 1977 году директором института, который называется теперь “Институт ядерной физики им. Г.И. Будкера СО РАН”, является академик А.Н. Скринский.

Руководство научной и производственной деятельностью института осуществляется через “Круглый стол” — Учёный Совет института. Сегодня общее число сотрудников института составляет примерно 2800 человек. Среди них около 420 научных сотрудников, более 50 аспирантов, 760 инженеров и техников, около 350 лаборантов и 1200 рабочих. Среди научных сотрудников института 5 действительных членов Российской академии наук, 5 членов-корреспондентов РАН, около 50 докторов наук, 160 кандидатов наук.

Институт является одним из ведущих мировых центров в нескольких важных областях физики высоких энергий, управляемого термоядерного синтеза и прикладной физики. По большинству своих направлений Институт является единственным в России.

Основные направления деятельности Института

I. Проведение фундаментальных исследований

1. Исследования в области физики элементарных частиц на основе функционирующих и создаваемых комплексов с электрон-позитронными встречными пучками.

2. Исследования в области электро- и фотоядерной физики на основе использования накопителей заряженных частиц.

3. Исследования по физике плазмы и управляемому термоядерному синтезу на основе систем открытого типа.

II. Разработка и создание новых уникальных установок для фундаментальных научных исследований и высоких технологий.

1. Установки со встречными электрон-позитронными пучками на сверхвысокую светимость (e^+e^- фабрики).

2. Разработка концепции и технологии линейных электрон-позитронных коллайдеров.

3. Источники синхротронного излучения.

4. Мощные лазеры на основе электронных пучков высокой энергии (лазеры на свободных электронах).

5. Высокоинтенсивный генератор термоядерных нейтронов на основе плазменной “газодинамической” ловушки.

6. Создание мощных электронных ускорителей и разработка электронно-лучевых, в том числе экологических, технологий на их основе.

7. Создание оборудования и приборов для медицинских приложений на базе ускорительных и детекторных разработок Института.

III. Участие в выполнении обязательств, предусмотренных межгосударственными, межправительственными, межведомственными соглашениями, договорами и другими документами о международном научно-техническом сотрудничестве.

IV. Подготовка и переподготовка высококвалифицированных научных кадров по специальностям:

- физика ядра и элементарных частиц;
- физика пучков заряженных частиц и ускорительная техника;
- теоретическая физика;
- физика и химия плазмы;
- техника физического эксперимента;
- физика приборов;
- автоматизация физических исследований.

Ежегодно в лабораториях Института проходят практику более 200 студентов 3 - 6 курсов из НГУ и НГТУ, защищается около 90 дипломных работ на степень магистра и бакалавра.

Институт осуществляет широкое взаимовыгодное сотрудничество со многими лабораториями и промышленными предприятиями:

- более 100 экспериментальных групп из различных научных учреждений России и многих стран мира использовали и используют установки института;

- Институт тесно и активно сотрудничает с национальными лабораториями и университетами США, Германии, Англии, Франции, Италии, Китая, Японии, Нидерландов, Финляндии, Швеции, Кореи, Индии, с международным научным центром ЦЕРН; Кроме совместных научных работ Институтом выполняются и контракты на разработку передового научного оборудования для этих лабораторий;

- ИЯФ осуществляет совместные конструкторские и промышленные разработки со многими российскими предприятиями, оснащенными передовой технологией;

- более 150 созданных в ИЯФ мощных электронных ускорителей работают на различных технологических линиях в России, на Украине, в Белоруссии, Германии, Японии, Китае, Польше, Чехии, Венгрии, Румынии, Южной Кореи, Италии, Индии. Институт является надежным партнером в проведении совместных исследований и разработок в области физики и пользуется во всем мире хорошей репутацией как поставщик высокотехнологичного оборудования для научных и производственных целей.

К числу основных достижений ИЯФ в науке и технике относятся следующие:

В области физики элементарных частиц и ядерной физики:

- пионерские работы по развитию метода встречных пучков (в настоящее время – основной метод в физике высоких энергий):

- первые эксперименты по электрон-электронному взаимодействию (одновременно со Принстон-Стэнфордскими работами), 1965 год,

- первые в мире эксперименты по электрон-позитронному взаимодействию, (1967 год),

- первое в мире наблюдение процесса двойного тормозного излучения, (1967 год),

- пионерские работы по двухфотонной физике, (1970 год);

- исследование характеристик векторных мезонов на установках со встречными электрон-позитронными пучками ВЭПП-2, ВЭПП-2М и ВЭПП-4, (с 1967 года);
- открытие явления множественного рождения адронов в электрон-позитронной аннигиляции, (1970 г.);
- прецизионное измерение вклада адронной поляризации вакуума в величину аномального магнитного момента мюона для одного из наиболее чувствительных тестов Стандартной модели, проводящегося совместно с Брукхевенской национальной лабораторией, (1984 - 2005 годы);
- разработка метода резонансной деполяризации для прецизионного измерения масс элементарных частиц, достижение рекордной точности измерения масс K^- , ρ^- , ω^- , φ^- , ψ^- - мезонов и Υ^- - мезонов, (1975-2004 гг.);
- открытие эффектов несохранения четности в атомных переходах, подтверждение единой теории электрослабого взаимодействия, (1978 г.);
- разработка метода проведения экспериментов на внутренних сверхтонких мишенях в накопителях (с 1967 года) и исследование электромагнитной структуры дейтрона в поляризационных экспериментах (с 1984 года);
- разработка метода получения интенсивных потоков меченых гамма-квантов высокой энергии на основе использования обратного комптоновского рассеяния (1980–1982 гг.); экспериментальное наблюдение расщепления фотона в кулоновском поле ядра, (1997 г);
- развитие новых методов детектирования заряженных и нейтральных частиц высокой энергии, создание уникальных детекторов для установок со встречными пучками (ОЛЯ, КМД-1, МД-1, КМД-2, НД, СНД, КЕДР), с 1974 года;
- разработка рентгеновских детекторов для медицинских целей и создание на их основе малодозной цифровой рентгенографической установки со сверхнизким уровнем облучения пациента и системы рентгеновского контроля для досмотра людей “Сибскан” (с 1981 года).

В области теоретической физики :

- разработка резонансной теории динамического хаоса и псевдохаоса в классической и квантовой механике, (с 1959 г.);
- первое вычисление перенормировки заряда в теории Янга- Миллса, (1969 год);
- разработка метода правил сумм КХД (1979 - 1984 гг.);
- предсказание большого усиления эффектов несохранения чётности в нейтронных резонансах в тяжёлых ядрах (1980 – 1985 гг.);
- разработка теории жёстких эксклюзивных реакций в КХД (1977 -1984 гг.);
- развитие операторного подхода к квантовой электродинамике во внешних полях (1974 – 1976 гг.);
- разработка квантовой электродинамики в периодических структурах, в том числе в лазерной волне (1972 – 1997 гг.);
- развитие теории радиационных эффектов при прохождении заряженных частиц и фотонов высокой энергии через ориентированные монокристаллы, (с 1978 г.);
- вывод уравнения эволюции в КХД для распределения партонов по энергии (BFKL-уравнение) (1975 – 1997 гг.);
- предсказание эффекта когерентности при излучении глюонов в КХД и изучение его влияния на адронные распределения (1981 – 1982 гг.).

В области физики и технологии ускорителей:

- успешный многолетний опыт работы по созданию накопителей и установок со встречными пучками;
- изобретение, разработка и экспериментальная проверка метода “электронного охлаждения” для пучков тяжелых частиц, используемого в настоящее время в лабораториях всего мира; обеспечение эффективными “охлаждителями” ускорительные комплексы тяжелых ионов в Германии, Китае, ЦЕРНе (1965– 2005 гг.);
- изобретение и разработка новых типов мощных ВЧ генераторов (гирокон, релятивистский клистрон, магникон), с 1967 года;
- предложение метода линейных электрон-позитронных встречных пучков с целью получения сверхвысоких энергий (1968 год), представление физически самосогласованного проекта, (1978 год);
- разработка элементов сильнополевой импульсной магнитной оптики (X-линзы, литиевые линзы), используемых в настоящее время в различных лабораториях, (с 1962 года);
- изобретение и экспериментальная проверка метода перезарядной инжекции, применяемого в настоящее время на всех крупных протонных ускорителях, (1960–1964 гг.);
- теоретические и экспериментальные исследования получения поляризованных пучков и спиновой динамики в коллайдерах и ускорителях, концептуальная разработка и создание высокоэффективных спиновых ротаторов и “сибирских змеек” для ряда ускорительных комплексов, (1966 – 1995 гг.);
- теоретические и экспериментальные исследования стохастической неустойчивости и “эффектов встречи”, ограничивающих светимость установок со встречными пучками, (с 1966 года);
- разработка физической концепции нового поколения электрон - позитронных коллайдеров с очень высоким уровнем светимости, так называемых электрон - позитронных фабрик, (с 1987 года);
- предложение и разработка метода ионизационного охлаждения мюонов для создания мюонных коллайдеров и нейтринных фабрик, (1969 -1981 - 2002);
- разработка и создание мощных электронных ускорителей малой энергии для различных технологических применений, включая защиту окружающей среды, в том числе ускорители ЭЛВ-12 с мощностью 500 кВт и энергией 1 МэВ и ИЛУ- 10 с мощностью до 50 кВт и энергией 5 МэВ, (с 1963 года);
- предложение и реализация схемы ускорителя - рекуператора для лазеров на свободных электронах с высоким КПД, (1979 - 2003 годы)

В области физики плазмы и термоядерного синтеза:

- изобретение (1954 год) и создание (1959 год) “классической” открытой магнитной ловушки (пробкотрона) для удержания горячей плазмы;
- изобретение и разработка новых схем открытых ловушек: многопробочной, с вращающейся плазмой, амбиполярной, газодинамической; экспериментальное осуществление многопробочного удержания плазмы с суб-термоядерными параметрами на ловушке ГОЛ-3; экспериментальное осуществление стабилизации МГД неустойчивостей в аксиально-симметричной газодинамической ловушке на установке ГДЛ, (с 1971 года);
- открытие бесстолкновительных ударных волн в плазме, (1961 год);
- разработка метода нагрева плазмы релятивистскими электронными пучками, (с 1971 года);

- разработка поверхностно-плазменных высокоинтенсивных источников отрицательных ионов, получивших широкое распространение во всем мире, (1969 - 1981 гг.);
- предложение и разработка концепции мощного термоядерного источника нейтронов для материаловедения на основе открытой ловушки, (с 1987 года).
- теоретическое предсказание ленгмюровского коллапса (1972 год), экспериментальное обнаружение сильной ленгмюровской турбулентности и коллапса ленгмюровских волн в магнитном поле, (1989 - 1997 гг.);
- Создание серии уникальных мощных прецизионных источников атомов водорода для исследования высокотемпературной плазмы для ряда крупных установок, (с 1997 г.)

В области синхротронного излучения и лазеров на свободных электронах:

- использование синхротронного излучения накопителей ИЯФ для различных научных и технологических целей и создание Сибирского международного центра синхротронного излучения на базе накопителей ВЭПП-2М, ВЭПП-3, ВЭПП-4 (с 1973 года);
- теоретические и экспериментальные исследования излучения частиц в периодических структурах (ондуляторы, вигглеры, кристаллы), с 1972 года;
- разработка и создание специализированных источников синхротронного излучения, (с 1983 года);
- разработка и создание одно- и двухкоординатных детекторов для экспериментов с синхротронным излучением, (с 1975 года);
- изобретение и разработка оптического клистрона (1977 год), получение генерации когерентного излучения от инфракрасной до ультрафиолетовой области спектра, (с 1980 года);
- разработка и создание мощного лазера на свободных электронах (для фотохимических исследований и технологических применений, а также для передачи энергии с Земли на спутник) на основе наиболее перспективной схемы, использующей микротрон - рекуператор; получение мощного (400 Вт) лазерного излучения терагерцового диапазона, (с 1987 года);
- создание серии сверхпроводящих магнитных устройств с сильными полями для источников СИ и электронных накопителей (вигглеры и поворотные магниты с полем до 10 Т, соленоиды с полем до 13 Т), с 1996 года.

Лучшими работами 2007 года Ученый Совет признал

1. ВЭПП-2000:

Успешно осуществлен запуск комплекса ВЭПП-2000. Электронный и позитронные пучки были успешно инжектированы и захвачены, осуществлена встреча “круглых” пучков и получена первая светимость.

2. Детектор СНД:

Закончен анализ процесса рождения пары заряженных К- мезонов. Полученное сечение в целом согласуется с прежними измерениями, но имеет более высокую точность. Сечение в зависимости от энергии хорошо описывается моделью векторной доминантности с учетом возбужденного состояния $\phi(1680)$.

3. Инжекционный комплекс ВЭПП-5:

Введены в опытную эксплуатацию все системы накопителя-охладителя. В кольцо инжектирован и захвачен электронный пучок на энергии 300 МэВ с током до 20 мА.

4. Международные коллаборации:

В 2007 году коллаборациями Belle и Babar с участием сотрудников Института ядерной физики СО РАН впервые было получено экспериментальное указание на наличие D0 - анти-D0 смешивания. Стандартная модель предсказывает, что оно должно быть мало, поэтому его исследование важно для поиска проявлений “новой физики”.

5. Установка ГДЛ:

Увеличение длительности атомарной инжекции в ГДЛ с 1 до 5 мс позволило перейти к исследованию квазистационарного режима удержания. Достигнута плотность быстрых ионов $3 \times 10^{13} \text{ см}^{-3}$ со средней энергией 10 кэВ. Параметр β при этом превышает 40%.

6. Протонный ускоритель - тандем:

На протонном ускорителе - тандеме для бор - нейтрон захватной терапии и обнаружения взрывчатых веществ получен ток протонов 2 мА при энергии 1,9 МэВ; проведен успешный эксперимент по генерации гамма-излучения с энергией 9,17 МэВ на изотопе углерода ^{13}C и его резонансному поглощению на мишени из жидкого азота;

7. Промышленные ускорители электронов:

Из ускорителя ЭЛВ выведен в атмосферу электронный пучок с энергией $1,0 \div 1,5$ МэВ и мощностью до 100 кВт, способный испарять практически любые вещества. Это свойство использовано для получения нанодисперсных порошков окиси кремния и других материалов (металлов, нитридов) путем испарения. Метод применяется впервые в мире. Результатом работы явилось создание опытно-промышленной установки для получения нанодисперсного порошка окиси кремния из природного кварцевого песка. Работа ведется совместно с Институтом теоретической и прикладной механики СО РАН.

8. Теоретические работы:

Ядро уравнения, определяющего зависимость амплитуд КХД от энергии, найдено в пространстве прицельных параметров в следующем за главным приближении.

Показано, что взаимодействие антипротонов в накопителе с поляризованными протонами водородной мишени позволяет получать пучки поляризованных антипротонов с параметрами, обеспечивающими возможность проведения поляризационных экспериментов в GSI.

В отчетном году три сотрудника Института (Г.Н. Кулипанов, А.С. Медведко, Н.А. Мезенцев) удостоены премии Правительства РФ в области науки и техники.

В 2007 году Институт провел Международную конференцию по лазерам на свободных электронах

Глава 1

Физика элементарных частиц

1.1 Детектор КМД-3

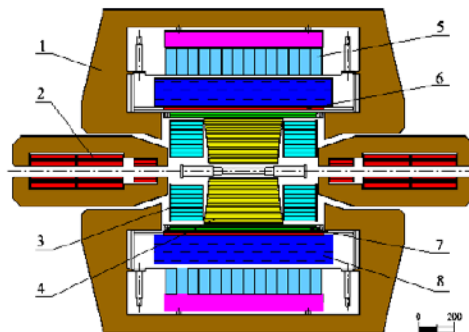


Рис. 1: Детектор КМД-3. 1 — ярмо магнита; 2 — сверхпроводящие соленоиды ВЭПП-2000; 3 — электромагнитный калориметр на основе кристаллов ВГО; 4 — дрейфовая камера; 5 — электромагнитный калориметр на основе кристаллов CsI; 6 — сверхпроводящий соленоид КМД-3; 7 — Z-камера; 8 — электромагнитный калориметр на основе жидкого ксенона.

Схематический продольный разрез детектора КМД-3 показан на рис. 1.

В течение 2007 года продолжались работы по изготовлению и тестированию систем детектора КМД-3.

Закончен монтаж сигнальных кабелей дрейфовой камеры и в производстве ИЯФ изготовлена вся оцифровывающая электроника - платы T2Q. С ее использованием и проведены заходы с космическими частицами. Получены разрешения 100-120 мкм в плоскости дрейфа и 3 мм вдоль оси камеры, что полностью соответствует проектным параметрам. Начата отладка систем заряженного триггера, который будет использоваться в экспериментах с электрон-позитронными пучками.

Z-камера, служащая для точного измерения координат трека и триггера, установлена в детектор в зале накопителя ВЭПП-2000 вместе с электроникой считывания и оцифровки данных. Подготавливается программное обеспечение системы сбора данных и реконструкции событий в этой системе детектора.

Изготовлен и испытан новый сверхпроводящий трансформатор, предназначенный для ввода тока в сверхпроводящий соленоид. С его использованием проведены успешные стендовые испытания, в которых ток соленоида поднимался до проектного значения 1000 А, соответствующего магнитному полю 1.5 Тл. После этого элементы сверхпроводящей системы были установлены и испытаны в детекторе. В настоящее время ведутся работы по снижению расхода жидкого гелия.

Все октанты цилиндрического электромагнитного калориметра на основе кристаллов CsI собраны и проверены. Два октанта установлены на детектор в зале ВЭПП-2000 и с ними ведутся работы с помощью космических частиц. В частности, проверена новая версия платы УФО-32, первые десять экземпляров которой изготовлены в производстве ИЯФ. Сформировано задание на изготовление всей партии из 40 плат. Система измерения температуры и влажности CsI калориметра изготовлена и проходит стадию наладки. Начато создание программ реконструкции событий в калориметре.

Полностью подготовлен к сборке в детекторе торцевой электромагнитный калориметр на основе кристаллов ВГО. Близятся к концу работы по изготовлению и испытаниям системы термостабилизации, и производству радиочастотных кабелей.

Практически завершена разработка программ моделирования и реконструкции калориметра.

Был проведен заход с космическими частицами, в котором Z-камера, сцинтилляционные счетчики и LXe калориметр работали совместно. При этом калориметр на основе жидкого ксенона был полностью оборудован аналоговой электроникой. Запуск детектора осуществлялся по сигналам с Z-камеры и мюонных счетчиков. В заходе были изучены пространственные и временные разрешения систем.

В 2007 году установлен новый мощный ОНЛАЙН сервер системы сбора данных, который на несколько лет удовлетворит потребности детектора. Отработано чтение электроники, выполненной в стандарте “КЛЮКВА” через сеть Ethernet. Полностью подготовлено и используется во всех тестовых заходах программное обеспечение контроля параметров различных систем детектора.

В системе ОФФЛАЙН обработки данных ведется активная работа по созданию программ реконструкции событий. Созданы модуль чтения событий из системы MIDAS (основа системы сбора данных детектора КМД-3) и запись события в формат ROOT. Ведется создание системы визуализации событий и разрабатывается программа их реконструкции “на лету”.

В работе принимали участие:

Анисенков А.В., Аульченко В.М., Ахметшин Р.Р., Баштовой Н.С., Барков Л.М., Банзаров В.Ш., Бондарь А.Е., Брагин А.В., Видюк С.Н., Воробьев А.И., Гребенюк А.А., Григорьев Д.Н., Епифанов Д.А., Зайцев А.С., Зверев С.Г., Зинченко А.В., Игнатов Ф.В., Казанин В.Ф., Карпов С.В., Кахута К.И., Козырев А.Н., Кузьмин А.С., Логашенко И.Б., Лукин П.А., Михайлов К.Ю., Охалкин В.С., Пестов Ю.Н., Пирогов С.А., Попов А.С., Попов Ю.С., Рыскулов Н.М., Рубан А.А., Редин С.И., Сибидапов А.Л., Снопков И.Г., Солодов Е.П., Талышев А.А., Титов В.М., Федотович Г.В., Хазин Б.И., Шварц Б.А., Эйдельман С.И., Юдин Ю.В.

Институт Ядерной Физики им. Г.И. Будкера СО РАН, Новосибирск

Робертс Б.Л. (Бостонский Университет, Бостон, США)

Ф. Гранканьоло Университет Лечче, Лечче, Италия

1.2 Детектор СНД

1. Модернизация СНД и подготовка к экспериментам на ВЭПП-2000.

После окончательной сборки в декабре 2006 года трековая система была установлена в электронной пультовой СНД. Все 216 сигнальных проволок были подключены к штатной регистрирующей электронике - аналоговым усилителям и информационным платам Т2АМ в стандарте КЛЮКВА. В январе – июне 2007 года была выполнена серия экспериментов по измерению основных параметров системы, используя частицы космического излучения.

При первых включениях были зафиксирована высокая частота срабатываний отдельных проволок, обусловленная мелкими частицами пыли, оставшимися в объеме трековой системы после сборки. Было проведено несколько серий тренировок проволочной структуры напряжением обратной полярности величиной до 70% от номинального напряжения с последующей промывкой газового объема системы спиртом. Такие мероприятия позволили заметно подавить шумовые срабатывания сигнальных проволок и получить расчетный коэффициент газового усиления, равный $\simeq 0.5 \cdot 10^6$ во всех дрейфовых ячейках трековой системы.

Для включения трековой системы использовался высоковольтный делитель, потенциалы которого были вычислены и оптимизированы по результатам тестов с полноразмерным прототипом трековой системы в 2005 – 2006 годах. Используемый делитель позволил получить проектную однородность коэффициента газового усиления на уровне 10% для всех слоев сигнальных проволок. Это, в свою очередь, позволило обеспечить эффективность регистрации для каждой ячейки регистрации на уровне не ниже 98% при проектной величине порога дискриминатора. Конструкцией трековой системы предусмотрена схема распараллеливания высоковольтного питания с целью уменьшения влияния загрузки детектора треками заряженных частиц на стабильность коэффициента газового усиления.

При проведении экспериментов с частицами космического излучения использовалось несколько вариантов запуска чтения данных. В одном из вариантов запуск электроники осуществлялся по сигналу совпадения срабатываний двух ФЭУ сцинтилляционного счетчика, расположенного в цилиндрической полости трековой системы. Вторым вариантом предусматривалось совпадение сигналов от ФЭУ с сигналом логики треков, разработанной для экспериментов с детектором СНД на ВЭПП-2000. Для каждой сработавшей в событии проволоки записывалось время срабатывания дискриминатора с точностью порядка одной наносекунды и последовательность измеренных с шагом 25 наносекунд амплитуд сигналов с обеих сторон проволоки (цифровые осциллограммы). Скорость записи событий составляла около 0,2 Гц, всего было записано более 30 тысяч треков частиц космического излучения.

Для измерения координатного разрешения по времени дрейфа использовалась программа реконструкции событий, основанная на фильтре Кальмана. Скорость дрейфа полагалась постоянной, а ее исходное значение и зависимость координатного разрешения от расстояния дрейфа определялись из моделирования. Окончательные значения параметров линейной аппроксимации зависимости координаты от времени дрейфа (по два параметра для каждого слоя) и координатное разрешение для всех девяти слоев определялись по экспериментальным событиям. Для этого минимизировалась соответствующая функция правдоподобия, построенная по всем реконструированным трекам частиц космического излучения с четырьмя и более сработавшими проволочками. Параметры треков при минимизации были фиксированы.

Описанный алгоритм положен в основу пилотной версии программы калибровки зависимости координаты от времени дрейфа. Полученная зависимость находится в хорошем согласии с расчетом и данными моделирования. Усредненное по длине дрейфа ионизационное разрешение соответствует проектному и составляет 150 мкм. При малой длине дрейфа заметно ухудшение разрешения, связанное со статистической природой распределения первичных кластеров ионизации вдоль трека, при больших длинах дрейфа заметен вклад зависимости скорости дрейфа от расстояния и направления дрейфа. Полученные экспериментальные результаты будут в дальнейшем учтены в процедуре калибровки зависимости координаты от времени дрейфа.

Реализована начальная версия программы калибровки координаты вдоль оси пучков. Координата определяется методом деления заряда в высокоомной сигнальной проволоке с регистрацией сигналов с обеих сторон. Калибровка координаты проводится в несколько этапов. Сначала к измеренным значениям зарядов применяются результаты генераторной калибровки амплитудных каналов регистрирующей электроники, что позволяет учесть неоднородность отклика используемой электроники. На втором этапе отбираются события с треками, целиком лежащие в одной из дрейфовых ячеек. Анализ таких событий позволяет учесть смещение каждой сигнальной проволоки относительно общей системы координат детектора. Третий этап - абсо-

лютная калибровка координатной шкалы вдоль оси пучков.

Среднее разрешение по координате вдоль оси пучков, измеренное по результатам экспериментов 2007 года, составило 2 мм, что близко к проектной величине 1,5 мм. В дальнейшем предполагается уточнение этой координаты с помощью информации с катодных полосок, размещенных на обращенных внутрь газового объема поверхностях обечаек корпуса трековой системы.



Рис. 1: Фотография трековой системы СНД во время испытаний

В 2007 года был изготовлен первый сегмент счетчика с аэрогелем. Измерения на космических частицах с этим сегментом дали результат, статистически согласующийся с результатом, полученном на тестовом счетчике. Во втором полугодии 2007 года проводилась сборка двух оставшихся сегментов счетчика. На данный момент завершается монтаж электроники в корпусах сегментов, после чего будет выполнен последний этап сборки - упаковка аэрогеля.

В этом же году была изготовлена и установлена электроника для пропорциональных счетчиков мюонной системы СНД. Модули пропорциональных счетчиков испытаны с помощью радиоактивного источника и космических частиц и готовы к постановке на детектор. Изготовлена также электроника для системы сбора данных с мюонной системы. Проведена проверка на космических мюонах большей части баррельных сцинтилляционных счетчиков. В 2008 году планируется установить мюонную систему на детектор и подключить к системе считывания данных СНД.

В настоящее время электроника всех подсистем детектора укомплектована и готова к работе. Ведется ее тестирование в электронной пультовой детектора.

В целях подготовки эксперимента по измерению нуклонных формфакторов изготовлен прототип формирователя импульсов счетчика калориметра для измерения времени пролета. В ближайшее время будут проведены измерения временного разрешения счетчика калориметра СНД с этим формирователем с целью оптимизации его параметров. С использованием моделирования в GEANT4 и данных, записанных с детектором СНД на ВЭПП-2М, ведется работа по оптимизации критериев отбора событий рождения нейтрон-антинейтронных пар и подавлению фона.

Программное обеспечение системы сбора данных доработано и модернизировано с учетом требований эксперимента:

- реализована оценка светимости по триггеру;
- реализовано чтение плат “да-нет”;
- реализован отбор событий для визуализации по логической формуле триггерных масок;
- оптимизирован доступ к базам данных через веб-интерфейс;
- реализована возможность запуска третичного триггера L3 для обработки событий в офф-лайн режиме, без взаимодействия с он-лайн процессами;
- реализована новая возможность параметризации модулей третичного триггера: в начале программы есть возможность выбрать, откуда будут браться параметры модулей: из БД (как раньше) или из файла (через AppParams);
- улучшен сценарий остановки процессов: добавлены предупреждающий сигналы об остановке и обработка в процессы;
- реализован процесс восстановления контекста Readout;
- проводится набор по-канальных срабатываний: добавлен подсчет срабатываний каналов в L3;
- в операторский интерфейс добавлено отображение данных с ВЭПП (токи) и расчетных данных СНД (светимость);
- улучшено масштабирование графика пересчетов;
- добавлена новая запись масок третичного триггера в посылку;
- проведено профилирование работы L3;
- реализована возможность запускать разные сборки framework (оптимизированную, отладочную и пр.) в L3Shell;
- по результатам тестовых и эксплуатационных заходов исправлены ошибки, улучшена эффективность работы системы.

Начат переход машин кластера СНД на операционную систему Scientific Linux 5. Эта ОС предполагается как рабочая, т.е. будет использоваться в течение всего времени набора и анализа данных.

Для моделирования работы детектора СНД реализованы отклики трековой системы, калориметра и мюонной системы. В моделировании отклика трековой системы учтены флуктуации первичной ионизации, дрейф и диффузия ионизации, газовое усиление. Для калориметра создан модуль учета неоднородностей светосбора. В моделировании триггера включены все подсистемы, кроме черенковского счетчика. В настоящее время проводится модернизация программы реконструкции событий в трековой системе СНД для повышения скорости восстановления событий.

В 2007 г. с помощью калориметра детектора СНД, используя созданную систему сбора данных, была измерена светимость ВЭПП-2000 по событиям процессов $e^+e^- \rightarrow e^+e^-$ и $e^+e^- \rightarrow \gamma\gamma$. Удельная светимость составила около $10^{28} \text{ с}^{-1}\text{см}^{-2}$.

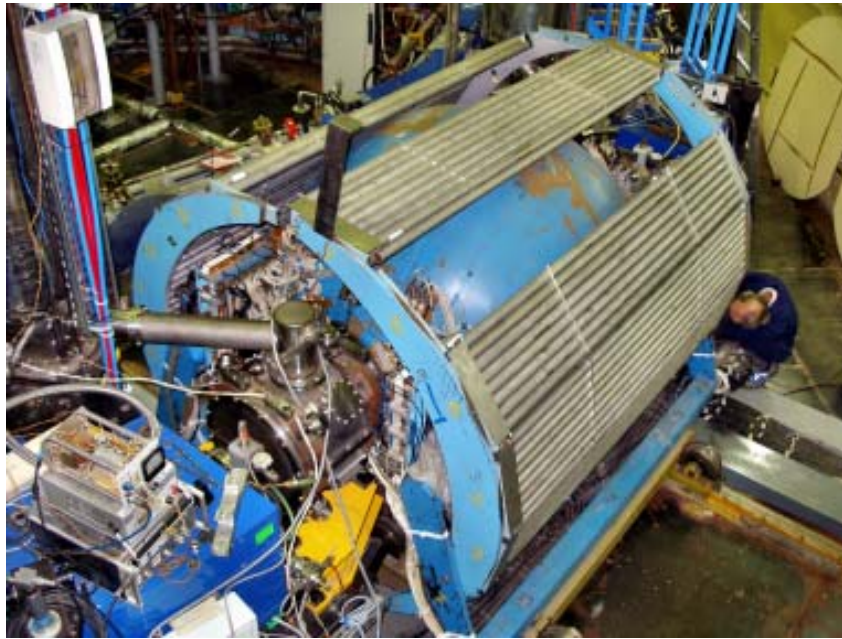


Рис. 2: Детектор СНД на ВЭПП-2000.

2. Обработка данных с ВЭПП-2М.

В 2007 году опубликована статья, посвященная измерению полного сечения процесса $e^+e^- \rightarrow K^+K^-$ в интервале энергии $\sqrt{s} = 1.04 \div 1.38$ ГэВ. Полная интегральная светимость в эксперименте составила 6.7 пб^{-1} . Средняя статистическая ошибка измерения равна 4.4 %, систематическая — 5.2 %. Сечение описывается моделью векторной доминантности с учетом вклада легких векторных мезонов ρ , ω , ϕ и первых возбуждений этих состояний.

Завершается анализ процесса $e^+e^- \rightarrow \mu^+\mu^-$ в области энергии выше 1 ГэВ. Продолжается анализ процессов $e^+e^- \rightarrow \pi^0\gamma$, $e^+e^- \rightarrow \pi^+\pi^-$ ($2E > 1$ ГэВ), $e^+e^- \rightarrow e^+e^-\gamma\gamma$ и ряда других, записанных в течение цикла экспериментов на ВЭПП-2М с детектором СНД.

3. Участие в международных проектах.

За 2007 год коллаборацией BABAR опубликовано 58 статей, четыре из которых были подготовлены с определяющим вкладом группы ИЯФ. С использованием новой методики, позволяющей уменьшить теоретическую погрешность, было проведено определение элемента матрицы Кабиббо-Кобаяши-Маскавы $|V_{ub}|$ по инклюзивным бесшармовым распадам В-мезонов. Методом радиационного возврата были измерены сечения e^+e^- аннигиляции в пару гиперонов $\Lambda\bar{\Lambda}$, $\Lambda\bar{\Sigma}^0$, $\Sigma^0\bar{\Sigma}^0$ и сечения процессов $e^+e^- \rightarrow K^+K^-\pi^+\pi^-$, $K^+K^-2\pi^0$, $2(K^+K^-)$ и $e^+e^- \rightarrow 2(\pi^+\pi^-)\pi^0$, $2(\pi^+\pi^-)\eta$, $K^+K^-\pi^+\pi^-\pi^0$, $K^+K^-\pi^+\pi^-\eta$ для энергий от порога реакций до 4.5 ГэВ. Большинство из этих сечений измерено впервые. Результаты работ были доложены на конференциях LP07 и HADRON07.

4. Развитие экспериментальной методики.

В 2007 году совместно с Лаб.3-12 были продолжены работы по модернизации детектора рентгеновского излучения ОД-3. Основное отличие нового детектора от своего предшественника состоит в использовании новой регистрирующей электроники. Современная элементная база позволяет проводить полную обработку регистрируемых сигналов в компактном электронном отсеке в непосредственной близости от чувствительного объема детектора, выполненного на основе много-проводочной

пропорциональной камеры. Для передачи данных и управления работой детектора с удаленного компьютера используется стандартный протокол Ethernet. Наряду с повышением компактности и эргономичности установки такое решение призвано улучшить ряд метрологических и эксплуатационных свойств детектора, повысить его надежность.

Весной этого года были проведены первые включения прототипа детектора с частью электроники регистрации, а в конце года начались полномасштабные испытания первого изготовленного и полностью оснащенного детектора ОД-3М. Первые результаты, выполненные с излучением от изотопа ^{55}Fe , подтверждают достижимость проектных эксплуатационных и метрологических параметров нового детектора. В соответствии с заключенным контрактом в начале следующего года первая установка ОД-3М будет поставлена в КИСИ (г. Москва).

В работе принимали участие:

Г.Н. Абрамов, П.М. Астигеевич, М.Н. Ачасов, В.М. Аульченко, А.Ю. Барняков, К.И. Белобородов, А.В. Бердюгин, В.Е. Блинов, А.Г. Богданчиков, А.А. Ботов, А.Д. Букин, Д.А. Букин, М.А. Букин, А.В. Васильев, В.М. Весенев, Е.П. Волкова, В.Б. Голубев, Т.В. Димова, В.П. Дружинин, Д.П. Коврижин, А.А. Король, С.В. Кошуба, Е.А. Кравченко, А.Ю. Кульпин, К.А. Мартин, А.Е. Образовский, А.П. Онучин, Е.В. Пахтусова, В.М. Попов, С.И. Середняков, З.К. Силагадзе, А.А. Сироткин, К.Ю. Сковпень, И.К. Сурин, А.И. Текутьев, Ю.В. Усов, П.В. Филатов, А.Г. Харламов, Ю.М. Шатунов, Д.А. Штоль, А.Н. Шукаев.

1.3 Детектор КЕДР

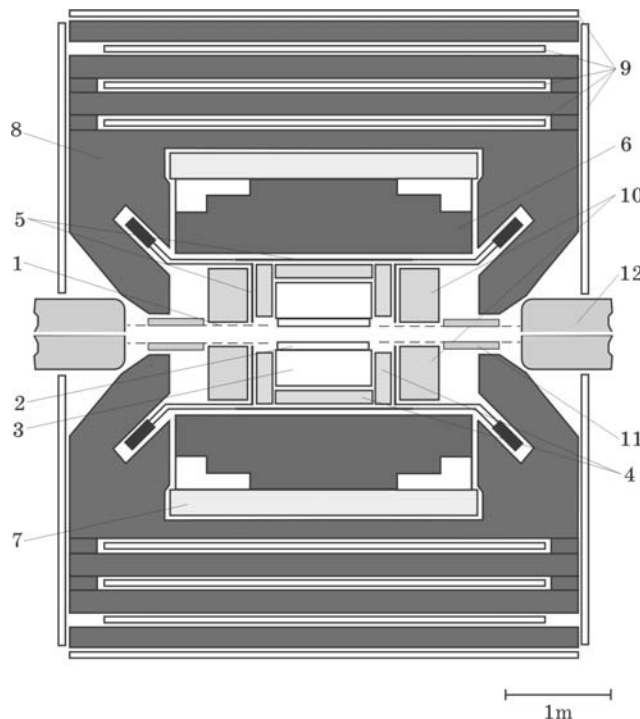


Рис. 1: Детектор КЕДР. 1 - вакуумная камера ускорителя, 2 - вершинный детектор, 3 - дрейфовая камера, 4 - аэрогелевые пороговые счетчики, 5 - времяпролетные счетчики, 6 - барельный жидкокритоновый калориметр, 7 - сверхпроводящая катушка, 8 - ярмо, 9 - мюонные камеры, 10 - торцевой CsI калориметр, 11 - компенсирующая катушка, 12 - квадруполь.

Детектор КЕДР – это универсальный магнитный детектор, ведущий эксперименты на e^-e^+ -коллайдере ВЭПП-4М в области энергий от 2 до 11 ГэВ в системе центра масс. Детектор КЕДР состоит из следующих основных систем : вершинный детектор, дрейфовая камера, аэрогелевые черенковские счетчики, времяпролетные сцинтилляционные счетчики, электромагнитный калориметр на основе жидкого криптона в барели, торцевой электромагнитный калориметр на основе кристаллов CsI, сверхпроводящая магнитная катушка, мюонная система, система регистрации рассеянных электронов и монитор светимости.

Вершинный детектор. Вершинная камера детектора КЕДР (или вершинный детектор, ВД) расположена между дрейфовой камерой и вакуумной трубой накопителя и увеличивает перекрываемый координатной системой телесный угол до 98%. ВД состоит из 312 цилиндрических дрейфовых трубок длиной 670 мм и диаметром 10 мм, формирующих шесть концентрических слоев, охватывающих вакуумную камеру. Количество вещества детектора на пути частицы не превышает $0.2 \%X_0$. Дрейфовая трубка состоит из цилиндрического катода, изготовленного из однослойного алюминизированного лавсана толщиной 20 мкм, и центральной анодной проволоочки диаметром 28 мкм из позолоченного вольфрамового сплава. Трубки работают в пропорциональном режиме усиления с коэффициентом газового усиления 10^5 на смеси Ar/CO₂ (70/30). В вершинном детекторе производятся только измерения расстояния от трека заряженной частицы до центра трубки по времени дрейфа ионизации к аноду. Пространственное разрешение ВД составляет около 170 мкм и ограничивается наводками между каналами электроники.

При работе в составе детектора информация с ВД обрабатывается совместно с данными дрейфовой камеры для восстановления треков заряженных частиц. Кроме того, срабатывание трубочек ВД используется для формирования решения вторичного триггера, что позволяет уменьшить долю фоновых событий в потоке данных с детектора.

Дрейфовая камера. Дрейфовая камера (ДК) детектора КЕДР имеет цилиндрическую форму, ее длина равна 1100 мм, внутренний радиус — 125 мм, внешний радиус — 535 мм. В дрейфовой камере детектора используется ячейка джетового типа с шестью анодными проволочками. Расстояние дрейфа электронов около 30 мм. В качестве рабочего газа используется чистый диметиловый эфир (ДМЭ). Использование ДМЭ в ячейке нашего типа с большой длиной дрейфа, в которой координатное разрешение ограничено диффузией, позволило получить среднее по ячейке пространственное разрешение лучше 100 мкм.

Камера содержит около 32000 проволочек из них 1512 анодных. Длина проволочек 970 мм. Проволочки образуют семь суперслоев ячеек — четыре аксиальных с проволочками параллельными оси пучков и три стерео с углом наклона проволочек с осью камеры ± 100 мрад для измерения координаты трека вдоль проволочки. Всего производится 42 измерения координаты и ионизационных потерь для частицы пересекающей всю камеру. Телесный угол для частиц, проходящих через три суперслоя, составляет 87% и уменьшается до 70% при пересечении всех семи суперслоев.

Поектное импульсное разрешение при измерении только по ДК при напряженности магнитного поля 1 Т, 42 измерениях координаты с точностью 100 мкм и измерительной базе 370 мм равно:

$$(dP_{\perp}/P_{\perp})^2 = (0.004)^2 + (0.01 \times P_{\perp})^2,$$

где P — импульс частицы в ГэВ/с. При установленном в этом сезоне магнитном поле 0.6 Т и отключенных из-за закороток внешних суперслоях, что существенно уменьшило измерительную базу, достигнуто разрешение

$$(dP_{\perp}/P_{\perp})^2 = (0.08 \times P_{\perp})^2.$$

При 42 измерениях ионизационных потерь проектное разрешение по dE/dx составляет 10.3%, что обеспечивает π/K разделение до 600 МэВ/с и K/p разделение до 1200 МэВ/с на уровне двух стандартных отклонений.

Аэрогелевые черенковские счетчики. Пороговые черенковские счетчики детектора КЕДР используют аэрогель с показателем преломления 1.05 в качестве радиатора излучения. Сбор черенковского света происходит на пластины с переизлучателями спектра, где переизлученный свет захватывается в угол полного внутреннего отражения и транспортируется до фотоумножителя. Для регистрации света используются ФЭУ с микроканальными пластинами. Система состоит из 160 счетчиков расположенных в двух слоях. Счетчики первого и второго слоя ориентированы таким образом, чтобы при пролете частицы через шифтер в одном из слоев в другом она пролетала только через аэрогель. Большинство частиц пролетает через аэрогель в обоих слоях, в этом случае качество идентификации частиц будет лучше.

Система аэрогелевых счетчиков позволяет разделять π и K мезоны в диапазоне импульсов от 600 до 1500 МэВ/с.

Времяпролетные сцинтилляционные счетчики. Времяпролетная система детектора КЕДР состоит из 32 продольных счетчиков и 64 торцевых, покрывая 95% полного телесного угла. Каждый из продольных счетчиков просматривается двумя фотоумножителями (ФЭУ), что обеспечивает высокую эффективность (более 99%) регистрации заряженных частиц. Время пролета частиц измеряется с точностью близкой к проектной равной 300 пкс. Так, для продольных счетчиков среднее разрешение по времени пролета составляет 350 пкс, для торцевых — 320 пкс. Такое временное разрешение соответствует разделению π/K на уровне двух стандартных отклонений до импульса 650 МэВ/с.

Барельный электромагнитный калориметр на основе жидкого криптона. LКг калориметр представляет собой набор цилиндрических ионизационных камер с жидким криптоном в качестве рабочего вещества. Внутренний радиус калориметра 75 см, толщина 68 см или 14.8 радиационных длин. Масса жидкого криптона равна 27 тоннам. Электроды ионизационных камер изготовлены из фольгированного стеклотекстолита толщиной 0.5 мм. Зазор анод-катод в камерах равен 19.5 мм, рабочее напряжение — 1 кВ. Высоковольтные электроды ионизационных камер калориметра разбиты на прямоугольники, соединенные между собой по радиусу так, что образуют ячейки (“башни”) калориметра, ориентированные на место встречи. По радиусу калориметр имеет три слоя таких ячеек. Заземленные электроды первого слоя разбиты на полоски для измерения координат. Общее число каналов регистрирующей электроники калориметра равно 7240, из них 2304 канала предназначены для измерения энергии и 4936 — для измерения координат.

Энергетическое разрешение калориметра для больших энергий было получено на событиях электрон-позитронного рассеяния и составило 3.0 ± 0.1 %. Ожидаемое из моделирования энергетическое разрешение для этих энергий равно 2.3 %. Измеренное разрешение калориметра по инвариантной массе π^0 -мезона равно 9.5 ± 0.5 МэВ (в моделировании — 8.5 МэВ). На космических событиях получено пространственное разрешение для минимально ионизирующих частиц, равное 0.7 - 0.8 мм, что хорошо

согласуется с разрешением, полученным из моделирования.

Торцевой электромагнитный калориметр на основе кристаллов CsI. Торцевой калориметр детектора КЕДР изготовлен на основе кристаллов CsI(Na). Толщина калориметра составляет 300 мм или 16.2 радиационные длины. Он охватывает область полярного угла от 6° до 38° , что соответствует 0.21% полного телесного угла. Калориметр состоит из 1232 кристаллов, из них 1184 кристалла имеют размеры $60 \times 60 \times 150$ мм³, и 48 кристаллов имеют размеры $60 \times 60 \times 300$ мм³. Сцинтилляционный свет регистрируется при помощи вакуумных фототриодов, снабженных зарядо-чувствительными предусилителями. Сигнал с предусилителей поступает на усилители-формирователи Ф15, а затем, оцифровывается при помощи АЦП А32 в стандарте КЛЮКВА. Полные шумы электронного тракта калориметра соответствуют уровню 400 кэВ.

Мюонная система. Система состоит из 88 блоков стриммерных трубок объединенных в три слоя и расположенных внутри магнитного ярма детектора. Полное число каналов 544. Среднее разрешение по продольной координате составляет 3.5 см, что не превышает погрешности, вносимой многократным рассеянием в веществе ярма детектора для мюона, выходящего из места встречи с энергией 1.5 ГэВ. Эффективность регистрации слоя системы в среднем по системе составляет около 95%, что позволяет надежно регистрировать и идентифицировать частицы, выходящие из места встречи, по пробегу.

Система рассеянных электронов. Система Регистрации Рассеянных Электронов (СРРЭ) предназначена для изучения процессов $e^+e^- \rightarrow \gamma\gamma \rightarrow e^+e^-X$. Измерение энергии рассеянных частиц e^+ и e^- позволяет восстановить параметры рожденной системы X . Энергию рассеянных частиц можно определить, измеряя их отклонение от оси основного пучка в поперечных полях магнитной структуры коллайдера ВЭПП-4М.

СРРЭ детектора КЕДР состоит из двух комплектов по четыре блока регистрации, расположенных по обе стороны от места встречи на расстоянии от 4 до 16 метров. Каждый блок содержит шесть двойных плоскостей из дрейфовых трубок диаметром 6 мм, которые используются для регистрации рассеянных электронов и позитронов.

СРРЭ позволяет измерить энергию квази-реального фотона с точностью 0.2–0.5% в интервале 50–1000 МэВ и инвариантную массу рожденной системы с точностью 5–10 МэВ при энергии 1 ГэВ. Разрешение по энергии определяется, в основном, угловым и энергетическим разбросом частиц в пучке. Вклад от координатного разрешения трубок не является определяющим при пространственном разрешении лучше 0.5 мм.

Монитор светимости. Оперативное измерение светимости на детекторе КЕДР производится системой LM (Luminosity Monitor) по частоте Однократного Тормозного Излучения (ОТИ) ($ee \rightarrow e^+e^-\gamma$). Фотоны ОТИ от электронного и позитронного пучков с энергией больше 300 МэВ регистрируются при помощи двух сэндвич-калориметров (свинец-сцинтиллятор, $18X_0$). Каждый сэндвич состоит из 4 блоков, которые просматриваются 16 ФЭУ. Всего система имеет 40 амплитудных каналов. Для измерения положения пучка в месте встречи используются две двухкоординатные индукционные камеры, расположенные перед сэндвичами. Фотоны ОТИ конвертируют в свинце толщиной 2 мм, а электроны и позитроны регистрируются камерой.

Проектное разрешение сэндвичей около 4% на энергии 1 ГэВ. Достигнутое разрешение 6–7%. Однако при работе в области ψ -резонансов данный факт слабо влияет на физические результаты. Относительная точность измерения светимости равна 3–4%, а абсолютная точность составляет около 5%.

Периодически проводится совместная обработка данных СРРЭ и монитора све-

тимости, что улучшает точность калибровки сэндвич-калориметров монитора светимости.

Триггер. Основной задачей триггера является on-line отбор событий, интересных для последующего анализа, при приемлемой загрузке от событий фона. Триггер детектора КЕДР состоит из двух уровней, первичного триггера (ПТ) и вторичного триггера (ВТ). Для решения ПТ используется информация от сцинтилляционных счетчиков, барельного и торцевого калориметров. Во вторичном триггере в дополнение к этим системам используются сигналы с дрейфовой камеры, вершинного детектора, мюонной системы, а также с системы регистрации рассеянных электронов. По сигналам от систем вырабатываются логические "аргументы" триггера. Условия на ПТ и ВТ представляют собой сумму произведений этих аргументов. ПТ вырабатывает решение за время 450 нс, ВТ — за время 18 мкс.

В эксперименте условия отбора триггера нацелены на запуск от двух заряженных частиц с $P_{\perp} > 50$ МэВ и от двух или трех нейтральных частиц с условием, что у одной из них энергия больше 500 МэВ.

Система криогенного обеспечения детектора КЕДР. В 2007 году криогенная система детектора КЕДР работала в полном объёме, обеспечивая функционирование жидкокриптонового калориметр и сверхпроводящих соленоидов.

Барельный электромагнитный калориметр заполнен 27 тоннами жидкого криптона и термостатируется на уровне 119–120 К постоянно в течение более трех лет. В качестве хладагента используется жидкий азот, периодически прокачиваемый через трубку теплообменника, встроенного в корпус криостата калориметра.

Хранение и выдача жидкого азота осуществляется при помощи двух резервуаров суммарной вместимостью свыше 100 тонн. Один из них используется дополнительно в качестве газификатора для обдува азотом дрейфовой камеры детектора, что существенно улучшает её физические параметры.

Основанная на жидком гелии сверхпроводящая магнитная система состоит из основного и двух компенсирующих соленоидов. В основном соленоиде установлено магнитное поле 0.6 Т, а рабочее поле в компенсирующих соленоидах равно 2.35 Т.

В дроссельном режиме рабочий расход жидкого гелия составляет до 1100 литров в сутки. За счёт включения поршневого детандера суточный расход жидкого гелия снижается до 600–650 литров. Проведённая в 2005 году модернизация вакуумной системы гелиепроводов и замена изношенных элементов детандера позволили добиться рекордно низкого потребления жидкого гелия - до 400 литров в сутки. Средний расход жидкого гелия за это время составил 600 литров в сутки.

Результаты работы комплекса ВЭПП-4М с детектором КЕДР в 2007 году.

В сезоне 2007 года продолжался набор статистики с детектором КЕДР на коллайдере ВЭПП-4М в области рождения s -кварков и τ -лептона. Темп набора статистики превышал прошлогодний в 1.5 раза. В 2007 году интеграл светимости в эксперименте по измерению массы τ -лептона был удвоен и составил 13 пбн⁻¹. За год набран дополнительный интеграл светимости 1.8 пбн⁻¹ в области ψ' -мезона, так что полная статистика по ψ' достигла 4.7 пбн⁻¹. Часть статистики ψ' набрана в форме сканирования резонансной кривой, что необходимо для измерения лептонной ширины мезона и связанных с ней величин. Начато сканирование области J/ψ -мезона.

В 2007 году на половине статистики получен и опубликован результат по измерению массы τ - лептона. Получены предварительные результаты по измерению

масс заряженного и нейтрального D-мезона, ψ'' -мезона, по измерениям произведений $\Gamma_{ee} \cdot Br(\psi' \rightarrow \tau\tau)$, $\Gamma_{ee} \cdot Br(\psi' \rightarrow \mu\mu)$ и $\Gamma_{ee} \cdot Br(J/\psi \rightarrow ee)$ с точностями сравнимыми или выше среднемировых. Измерение произведений лептонной ширину на вероятность распада, в отличие от вероятности распада самой по себе, требует точного измерения энергии и энергетического разброса накопителя и затруднено в конкурирующих экспериментах CLEO-c и BES. Статистика, набранная в 2007 году, позволит существенно уточнить значение упомянутых произведений и получить значения Γ_{ee} для J/ψ - и ψ' -мезонов, что, в силу связи $\Gamma_{ee} = \Gamma_{tot} \cdot Br(\rightarrow ee)$, позволит уточнить значение их полных ширин Γ_{tot} .

По результатам работы КЕДР представлено шесть докладов на научной сессии секции ядерной физики отделения физических наук РАН. Эксперименты с детектором КЕДР на коллайдере ВЭПП-4 поддержаны пятью грантами РФФИ.

Остановимся более подробно на основных физических результатах, полученных в этом году.

Измерение массы τ – лептона.

Основной целью эксперимента являлось уточнение массы τ -лептона. Точное знание его массы при известных значениях времени жизни и вероятности распада на электрон, нейтрино и антинейтрино позволяет произвести проверку гипотезы лептонной универсальности, одного из основных постулатов теории электрослабого взаимодействия Вайнберга-Салама. К началу нашего эксперимента масса τ -лептона была измерена с точностью 0.5 МэВ лишь в одном эксперименте с детектором BES. Измеренная нами зависимость сечения рождения τ -лептона вблизи порога показана на Рис. 2.

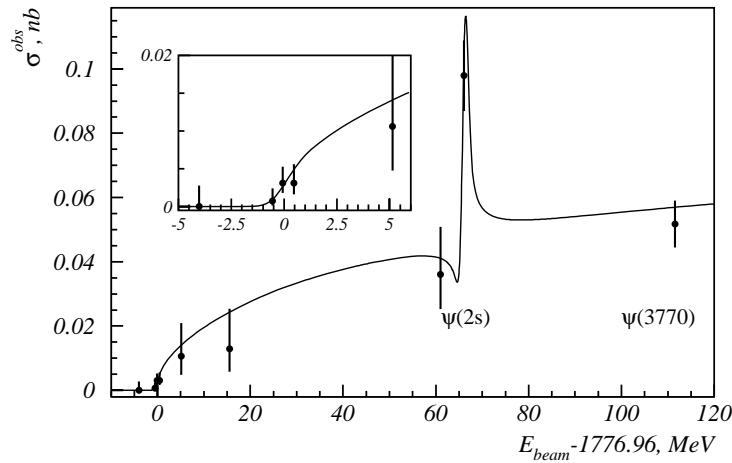


Рис. 2: Измеренное сечение рождения $\tau\tau$ вблизи порога

Точность измерения массы τ -лептона, полученная на уже обработанной статистике, не уступает среднемировой.

$$\text{КЕДР 2007 : } 1776.81_{-0.23}^{+0.25} \pm 0.15, \text{ МэВ}$$

Результат опубликован и включен в таблицы Particle Data Group 2007 года. Сравнение нашего результата по массе τ -лептона с другими измерениями приведена на

Рис. 3. В 2007 году были опубликованы результаты эксперимента BELLE, полученные с использованием альтернативной методики определения массы τ и еще не учтенные в среднеммировом значении. Точность измерения BELLE определяется систематической ошибкой и несколько хуже, чем у нашего опубликованного результата по части статистики.

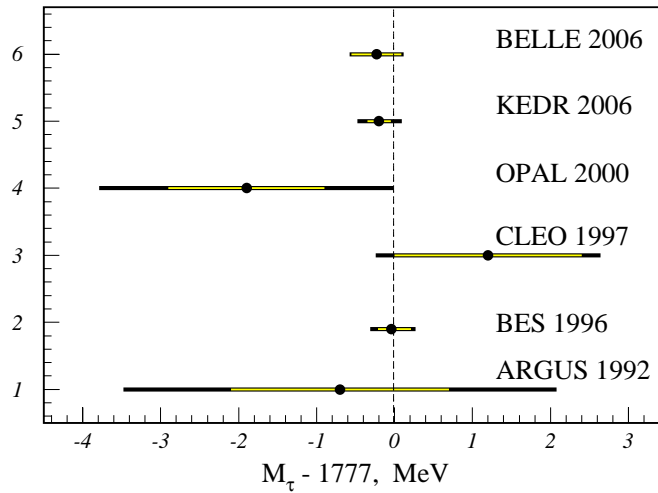


Рис. 3: Измеренное сечение рождения $\tau\tau$ вблизи порога

В настоящее время завершается обработка полной статистики, что позволит увеличить точность измерения в полтора-два раза.

Измерение массы D-мезона.

Нейтральный и заряженный D-мезоны являются легчайшими состояниями с открытым очарованием. Точное знание их масс важно, так как оно является точкой отсчета для масс возбужденных состояний. Кроме того, это измерение необходимо для понимания природы недавно открытого состояния $X(3872)$, близкого по массе к порогу рождения пары $D^0 - D^{*0}$. До 2007 г. ода измерение масс базировалось на результатах экспериментов ACCMOR и MARK-II; среднеммировая точность измерения масс составляла около 0.5 МэВ. В 2007 году коллаборация CLEO-c опубликовала результат измерения массы D^0 с точностью 0.18 МэВ из анализа распада $D^0 \rightarrow K_S \phi$. В эксперименте КЕДР проведен анализ распадов $\psi' \rightarrow D\bar{D}$ с целью измерения масс нейтрального и заряженного D-мезонов. Полученные предварительные значения масс составляют $M(D^0) = 1865.43 \pm 0.60 \pm 0.38$ МэВ и $M(D^+) = 1869.39 \pm 0.45 \pm 0.29$ МэВ. Значение массы D^0 согласуется с более точным измерением CLEO-c, полученным другим методом, а наше измерение массы D^+ является наиболее точным прямым измерением и согласуется со среднеммировым значением.

Измерение массы и полной ширины $\psi(3770)$ – мезона.

Резонанс $\psi(3770)$ был открыт тридцать лет назад, но его теоретическое описание до сих пор не ясно. Существующие модели предсказывают параметры резонанса отличающиеся от экспериментальных данных.

В течение 2004 и 2006 годов на детекторе КЕДР было проведено три сканирования резонанса $\psi(3770)$ и набран суммарный интеграл светимости $\int L dt \approx 2.4$ пкб⁻¹.

Предварительные результаты измерения массы и полной ширины $\psi(3770)$ совместно с результатами предыдущих экспериментов приведены в таблице.

Эксперимент	$M_{\psi(3770)}$ [МэВ]	$\Gamma_{\psi(3770)}$ [МэВ]
MARK-I	3774.1 ± 3	28 ± 5
DELCO	3772.1 ± 2	24 ± 5
MARK-II	3766.1 ± 2	24 ± 5
BELLE	$3778.4 \pm 3.0 \pm 1.3$	–
BES-II	$3772.8 \pm 0.7 \pm 0.3$	$26.9 \pm 2.4 \pm 0.3$
PDG2007	3772.4 ± 1.1	26.3 ± 1.9
КЕДР(предварительно)	$3772.9 \pm 0.6 \pm 0.8$	$25.8 \pm 3.0 \pm 3.0$

Эти результаты были доложены на международной конференции НЕР2005, а также на сессии отделения ядерной физики РАН в ноябре 2007 года.

Экспериментальное определение $\Gamma_{J/\psi \rightarrow e^+e^-} \times \text{Br}(J/\psi \rightarrow e^+e^-)$

В марте 2005 года было проведено сканирование J/ψ -резонанса. В результате анализа процесса $e^+e^- \rightarrow e^+e^-$ рассеяния была измерена величина $\Gamma_{e^+e^-} \times \Gamma_{e^+e^-} / \Gamma_{\text{total}}$.

Представление данных в таком виде позволяет, используя независимые измерения вероятности распада $J/\psi \rightarrow e^+e^-$, получить значение лептонной ширины этого резонанса. Следует отметить, что измерение $\Gamma_{e^+e^-} \times \Gamma_{e^+e^-} / \Gamma_{\text{total}}$ сложнее, чем измерение вероятности распада $J/\psi \rightarrow e^+e^-$, так как в этом случае необходимо сканирование или точное измерение энергии и абсолютное знание энергетического разброса.

Наилучшая точность измерения полученной величины была достигнута в эксперименте DASP в 1979 г и составляет 6%.

Величина $\Gamma_{e^+e^-} \times \Gamma_{\mu^+\mu^-} / \Gamma_{\text{total}} = 0.335 \pm 0.007$ кэВ, приведённая в PDG, известна с гораздо лучше точностью. Она получена в ISR-экспериментах BABAR ($0.3301 \pm 0.0077 \pm 0.0073$ кэВ) и CLEO-c ($0.3384 \pm 0.0058 \pm 0.0071$ кэВ). Результат измерения с детектора КЕДР согласуется со среднемировым значением $\Gamma_{\ell^+\ell^-} \times \Gamma_{\ell^+\ell^-} / \Gamma_{\text{total}}$ и имеет сравнимую точность.

Наш предварительный результат по измерению $\Gamma_{e^+e^-} \times \Gamma_{e^+e^-} / \Gamma_{\text{total}}$ равен $0.3392 \pm 0.0068 \pm 0.0055$ кэВ. Статистическая точность измерения составляет 2%, а систематическая ошибка равна 1.6%.

В сезоне 2007-2008 гг. планируется провести дополнительный набор интеграла светимости для понижения статистической ошибки до 1%. Это, при сохранении систематической ошибки на прежнем уровне, позволит улучшить среднемировую точность измерения величины $\Gamma_{\ell^+\ell^-} \times \Gamma_{\ell^+\ell^-} / \Gamma_{\text{total}}$ в полтора раза.

Предварительный результат был доложен на Секции ядерной физики Отделения физических наук Российской Академии Наук 2007.

Измерение $\frac{\Gamma_{ee}\Gamma_{\mu\mu}}{\Gamma}$ для ψ' -мезона

Комбинация ширин $\Gamma_{ee} \times \Gamma_{\mu\mu} / \Gamma$ является одним из фундаментальных параметров резонанса и в силу этого важна для теории. С её помощью можно получить другие параметры мезона, полезные как в теоретических, так и экспериментальных работах.

В настоящий момент для измеряемой величины не существует табличного значения PDG. Её измерение технически сложнее, чем измерение, скажем, вероятности распада. Такие параметры, как ширины и вероятности распадов ψ' -мезона, определяются комбинированной подгонкой результатов нескольких экспериментов.

Обработана статистика, набранная на коллайдере ВЭПП-4М с детектором КЕДР в 2004–2006 гг. Суммарный интеграл светимости, использованный при обработке, составил более 2 пб^{-1} .

Получен предварительный результат измерения величины $\Gamma_{ee} \times \Gamma_{\mu\mu} / \Gamma$ для ψ' -мезона:

$$\frac{\Gamma_{ee}\Gamma_{\mu\mu}}{\Gamma} = 17.9 \pm 0.5 \pm 0.9 \text{ эВ.}$$

С использованием табличного значения Γ_{ee} можно получить значение $B(\psi' \rightarrow \mu^+\mu^-) = (79 \pm 2 \pm 5) \times 10^{-4}$. Табличное значение (PDG fit) равно: $B(\psi' \rightarrow \mu^+\mu^-) = (74 \pm 8) \times 10^{-4}$.

Предварительный результат данной работы был доложен на научной сессии-конференции секции ЯФ ОФН РАН в ноябре 2007 года.

Публикации:

[4], [107].

1.4 Детекторы для ФВЭ

По детектору КЕДР в 2007 году, как в предыдущем, основные усилия в области электроники были сосредоточены на поддержании бесперебойной круглосуточной работы электронных систем детектора. В результате, наряду с устойчивой работой других систем, это обеспечило накопление большого объёма экспериментальных данных. Кроме того, для калориметров детектора была произведена новая, более надёжная, версия оцифровывающей электроники (платы А32). Работы по модернизации электроники различных систем детектора СНД практически завершены. Начиная с лета 2007 года, электроника калориметра работает в полном объёме, измеряется светимость ВЭПП-2000. Но осень 2008 года запланировано начало экспериментов.

Для калориметров детектора КМД-3 были произведены вне Института 45шт. печатных плат высокой сложности. В настоящее время в радиомастерской Института идет их монтаж. Испытания в реальных условиях первых серийных экземпляров этих плат показали их полное соответствие техническим условиям.

1.5 Рентгеновские детекторы

В 2007 г. продолжались интенсивные эксперименты по динамике взрывов на канале СИ с использованием однокоординатного детектора DIMEX-1 на 256 каналов. Разработан и изготовлен корпус новой конструкции и печатная плата электроники с нанесенной на нее полосковой структурой для детектора на 512 каналов. Изготовить новый детектор планируется в апреле 2008 года.

В 2007 году продолжались работы над детектором ОД-4 для экспериментов по широко - угловому рассеянию на СИ. В ОД-4 вместо проволочной структуры, как, например, в ОД-3, используется многокаскадный газовый электронный умножитель (ГЭУ), что позволяет, наряду с высоким газовым усилением (более 10000), построить детектор в виде дуги с произвольной угловой апертурой. В течение года были выполнены все необходимые подготовительные работы для изготовления прототипа детектора на 256 каналов. В рамках модернизации детекторов серии ОД-3 с целью повышения их надежности и улучшения параметров интенсивно ведутся работы по разработке и изготовлению однокоординатного рентгеновского детектора следующего поколения - ОД-3М. По контракту с КЦСИ в конце 2007 года изготовлен первый экземпляр детектора. В конце января 2008 года планируется начать его испытания на пучке СИ.

1.6 Прочие работы

В рамках международных проектов сотрудники сектора продолжали активно участвовать в работах, связанных с модернизацией системы сбора данных детектора BELLE (КЕК, Япония). Получены и испытаны первые образцы новой электроники, изготовленные на предприятии в Японии, для баррельной части калориметра на кристаллах CsI(Tl), и торцевой - на кристаллах чистого CsI, частей калориметра

1.7 Газовые микроструктурные детекторы

Развитие детекторов на основе каскадных Газовых Электронных Умножителей (ГЭУ) было продолжено в 2007 г. Работа проводилась в нескольких направлениях:

1. Развитие криогенных двухфазных лавинных детекторов на основе ГЭУ.
2. Модернизация системы рассеянных электронов в эксперименте КЕДР.
3. Участие в исследованиях по ТРС для International Linear Collider.

1. Основной целью проекта является развитие методов регистрации нейтрино и темной материи и медицинской визуализации с помощью разработки специальных детекторов на основе газовых электронных умножителей (ГЭУ), работающих в плотных благородных газах при криогенных температурах в режиме лавинного усиления. Большое число применений, рассмотренных выше, основано на уникальном свойстве ГЭУ работать с высоким усилением в чистых благородных газах при криогенных температурах в газовом и двухфазном режиме. Криогенные лавинные детекторы на основе ГЭУ могут применяться для регистрации когерентного рассеяния нейтрино на ядрах с использованием двухфазных Ne и Ar, регистрации солнечных нейтрино с использованием двухфазных или сжатых He и Ne, регистрации темной материи с использованием двухфазных Ar и Xe, в позитронной эмиссионной томографии (ПЭТ) с использованием двухфазного Xe и в цифровой радиографии с использованием двухфазных Ar и Kr.

В 2007 г. были продолжены работы с криостатом с камерой объемом 2 л для работы с двухфазным аргоном при температуре 84-87К, в котором был смонтирован трехкаскадный ГЭУ. Также были продолжены работы с криостатом с камерой объемом 10 л. Результаты, полученные к концу 2007 г., суммированы ниже.

В двухфазном аргоновом лавинном детекторе были продолжены измерения по регистрации сигнала от отдачи ядер, индуцированного рассеянием нейтронов от источника Cf-252. В частности было показано, что в интегральном амплитудном спектре на фоне сигналов от гамма-квантов наблюдается также и сигнал от отдачи ядер.

Впервые была продемонстрирована успешная регистрации одновременно сцинтилляционного и ионизационного сигнала в двухфазном аргоновом лавинном детекторе с помощью CsI фотокатода нанесенного на первый ГЭУ при облучении бета-частицами. Такой режим работы в частности необходим для выделения сигнала от отдачи ядер при регистрации темной материи. Для анодного сигнала было получено 30 фотоэлектронов на 600 кэВ энергии, выделенной в жидком аргоне.

При этом была отработана методика нанесения CsI фотокатода на ГЭУ методом вакуумного испарения и измерения его квантового выхода на длине 185 нм.

Начаты исследования по работе толстых ГЭУ в двухфазном аргоновом лавинном

детекторе. Начаты работы по созданию газовой системы и системы подачи жидкого азота для двухфазного детектора на основе ГЭУ объемом 10 л. Исследования криогенных лавинных детекторов будут продолжены в 2008 г.

2. Система регистрации рассеянных электронов является существенной частью эксперимента КЕДР и позволяет регистрировать электроны рассеянные из места встречи под малыми углами. Такие электроны являются характерным признаком фотон-фотонного взаимодействия и их регистрация и точное измерение импульса представляется важной физической задачей. Существующая система регистрации рассеянных электронов на основе дрейфовых трубок обладает ограниченным пространственным разрешением, а также измеряет координату частиц только в одном направлении, что существенно сокращает возможность разделения полезного сигнала от частиц фона. Для того чтобы получить предельное разрешение по импульсу рассеянных электронов, обусловленное параметрами пучка в ускорителе, а также улучшить разделение сигнала и фона, было предложено перед каждой из 8 станций системы поставить детектор на основе тройного ГЭУ с двух-координатным съёмом. Детекторы позволят измерять координату в плоскости орбиты с разрешением ~ 0.1 мм. В направлении перпендикулярном плоскости орбиты пространственное разрешение составит ~ 0.25 мм в области ± 1 см от орбиты и ~ 1 мм на большем расстоянии от плоскости орбиты. Для получения требуемых параметров была разработана специальная конструкция считывающей плоскости с переменным углом стерео-полосок. Размеры детекторов составляют от 125×100 мм до 250×100 мм в зависимости от типа станции.

В 2007 году были смонтированы детекторы в позитронном плече системы. Всего в настоящее время на ВЭПП-4М установлено 7 детекторов: 3 в электронном плече и 4 в позитронном. Еще 3 детектора полностью проверены и установлены в лаборатории. Они используются для измерения характеристик на космических частицах. Также в течение года разрабатывалось и отлаживалось программное обеспечение, необходимое для работы этой системы в составе КЕДРа. Запуск системы в полном объеме планируется на первую половину 2008 года.

3. В 2007 году продолжалось участие сотрудников группы микроструктурных детекторов в разработке ТРС для Международного Линейного Коллайдера (ILC). В настоящее время каскадный ГЭУ рассматривается в качестве наиболее вероятного кандидата в качестве торцевого регистрирующего детектора ТРС.

В работе участвовали сотрудники лаб. 3:

В. М. Аульченко, Н.С. Баштовой(лаб.2), А. Е. Бондарь, А. Ф. Бузулуцков, А. А. Гребенюк (лаб. 2), В. В. Жуланов, Д. В. Павлюченко, Р. Г. Снопков, Ю. А. Тихонов, Л. И. Шехтман.

Проделанная работа отражена в следующих публикациях и докладах:
[76], [77], [78], [272], [273].

1.8 Участие в коллаборации BELLE

В настоящее время одной из наиболее актуальных задач в физике элементарных частиц является исследование нарушения CP-симметрии в распадах В-мезонов. Для этой цели в национальной лаборатории по физике высоких энергий КЕК (Япония) был построен e^+e^- коллайдер (так называемая В-фабрика) КЕКВ. С 1999 года на этом коллайдере идут эксперименты с детектором BELLE, созданным коллективом физиков более 50 институтов из 10 стран. В этом году на установке КЕКВ была достигнута светимость $1.7 \times 10^{34} \text{ см}^{-2} \text{ сек}^{-1}$, которая на сегодняшний день на установках такого типа является самой большой в мире.

Активное участие в проекте Belle с самого его начала принимает группа сотрудников Института ядерной физики им. Г.И.Будкера СО РАН. Новосибирские физики внесли большой вклад в создание электромагнитного калориметра детектора Belle как на этапе проектирования, так и при изготовлении элементов этого самого большого в мире калориметра на основе монокристаллов йодистого цезия, его сборке и наладке. Калориметр детектора BELLE состоит из 8736 сцинтилляционных счетчиков CsI(Tl) длиной $16 X_0$ и позволяет регистрировать с высоким разрешением фотоны в диапазоне энергий от нескольких десятков МэВ до 10 ГэВ.

В 2006-2007 годах продолжался набор статистики и обработка экспериментальной информации. Интегральная светимость к концу года превысила 760 обратных фемтобарн. На сегодняшний день КЕКВ является установкой с рекордной светимостью и позволяет выдавать новые физические результаты. В накопителе КЕКВ пучки сталкиваются под углом 22 мрад. Одним из путей увеличения светимости является обеспечение столкновений под нулевым углом, что можно сделать с помощью специальных краб-резонаторов. В течение нескольких лет велась разработка и зимой 2007 года на В-фабрике были установлены краб-резонаторы. Это один из шагов в направлении к созданию супер В-фабрики.

В 2007 году получены новые, интересные результаты измерений параметров несохранения CP-четности в распадах В-мезонов, обнаружены новые типы распадов В-мезонов и открыты новые частицы. Так на основе экспериментальных данных распадов 447 миллионов пар В-мезонов был обнаружен первый полностью лептонный распад В в тау-лептон и антинейтрино. Измеренное значение вероятности распада $Br(B \rightarrow \tau\nu) = 1.79_{-0.49}^{+0.56}(\text{стат.})_{-0.51}^{+0.46}(\text{сист.})$ позволяет определить константу связи В-мезона $f_B = 0.229_{-0.031}^{+0.036}(\text{стат.})_{-0.037}^{+0.034}(\text{сист.})$ ГэВ.

В 2007 году на В-фабрике впервые было обнаружено указание на наличие смешивания нейтральных очарованных D-анти-D-мезонов. Явление смешивания известно в физике и наблюдалось в системах других нейтральных частиц, таких как нейтральные K- и В-мезоны. Согласно предсказаниям стандартной модели смешивание в системе D-анти-D-мезонов существенно подавлено и прежде экспериментально не наблюдалось. Одним из эффектов проявления смешивания является разница времен жизни в распадах D-мезонов в пару заряженных пионов и каонов. Измеренная разница составила $(1.31 \pm 0.32 \pm 0.25)\%$.

Российские физики из ИЯФ СО РАН принимают активное участие в работе на детекторе и в обработке экспериментальных данных. Группа ИЯФ участвует в анализе трех- и четырехчастичных распадов В-мезонов, а также процессов с рождением очарованных частиц. Проведена работа по изучению процесса $B^0 \rightarrow D^0\pi^+\pi^-$, в котором наблюдается рождение возбужденных состояний с открытым очарованием — D^{**+} мезонов. Результаты работы опубликованы в журнале Physical Review.

В 2007 году закончен анализ экспериментальных данных с целью измерения угла смешивания ϕ_3 с использованием новой доступной статистики эксперимента Belle. В анализе использованы три канала распадов $B \rightarrow DK$, $B \rightarrow D^*K$ и $B \rightarrow DK^*$ с трехчастичным конечным состоянием $D \rightarrow K^0\pi^+\pi^-$. По сравнению с предыдущим анализом Belle, в этой работе использован больший набор событий, что привело к уменьшению статистической ошибки, усовершенствованы процедуры отбора событий и статистической обработки, уменьшены систематические неопределенности. По результатам работы опубликована статья в журнале Physical Review D.

Большой интеграл светимости набранный в эксперименте Belle позволяет открывать новые частицы и измерять их характеристики. Так в канале $e^-e^+ \rightarrow J/\psi\pi^+\pi^-$ было обнаружено ранее наблюдаемое в эксперименте BaBar состояние $Y(4260)$ и новое состояние с массой около 4 ГэВ и с большой шириной. Были изучены события с рождением двойного чармония и в этих событиях были обнаружены новые нестандартные состояния чармония $X(3940)$ и $X(4160)$.

Кроме обработки данных российская группа коллаборации отвечает за калибровку калориметра и за измерение светимости. Высокая статистическая точность данных, получаемых на установке, накладывает высокие требования на погрешность измерения светимости и калибровку систем детектора.

Следующим этапом работы В-фабрики планируется модернизация как детектора, так и коллайдера для увеличения светимости установки до $5 \times 10^{35} \text{ см}^{-2}\text{с}^{-1}$, что позволит измерить все углы треугольника унитарности с точностью несколько процентов и, возможно, позволит выйти за пределы Стандартной модели. Группа ИЯФ участвует в методических работах по модернизации калориметрической системы детектора. В Японии были изготовлены и испытаны блоки электроники для цилиндрического калориметра, позволяющие проводить непрерывную оцифровку сигнала со сцинтилляционных счетчиков, что позволяет измерять амплитуду, время и определять качество сигнала. Была проведена проверка тестовых модулей электроники, внесены улучшения в схему и отдан заказ на производство первой партии электронных блоков, которые будут изготовлены в сентябре 2007 года.

Для торцевого калориметра, где радиационные загрузки существенно выше, ведется разработка варианта на основе кристаллов чистого CsI. В 2006-2007 годах проводилось изучение радиационной стойкости кристаллов чистого CsI и было показано, что радиационные свойства кристаллов, произведенных в Харькове удовлетворяют фоновым условиям детектора BELLE.

По данным перечисленных работ сделаны доклады на конференциях и опубликованы статьи.

В настоящее время эксперимент BELLE вышел на стадию получения очень интересных и важных физических результатов. В течение последующих лет этот эксперимент будет обеспечивать новые и более точные данные, которые позволят более глубоко понять физику В-мезонов и природу нарушения CP-четности.

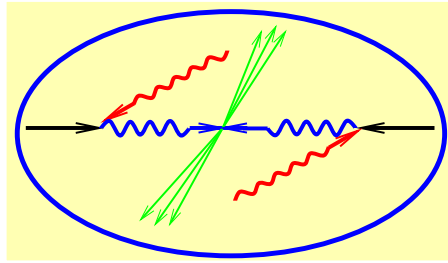
В работе принимают участие:

К.Э. Аринштейн, В.М. Аульченко, И.В. Бедный, А.Е. Бондарь, А.Н. Винокурова, Н.И. Габышев, А.Ю. Гармаш, Д.А. Елифанов, В.Н. Жилич, О.А. Зюкова, П.П. Кроковный, А.С. Кузьмин, Н.И. Роот, А.О. Полуэктов, Ю.В. Усов, Б.А. Шварц, В.Е. Шибалин, С.И. Эйдельман.

Публикации:

[80], [81], [82], [83], препринт 83.

1.9 Фотонный коллайдер



С конца 2004 года ведется разработка объединенного Международного проекта линейного коллайдера ILC на энергию $2E=0.5-1$ ТэВ, основанного на сверхпроводящей технологии. Кроме e^+e^- столкновений на ILC планируются встречные $\gamma\gamma$ и γe пучки основанные на лазерной конверсии электронов в высокоэнергичные фотоны.

Фотонный коллайдер является второй очередью ILC, однако все необходимое должно быть заложено в проект с самого начала. В середине 2007 год был опубликован ILC Reference Design Report (RDR). К сожалению, руководство ILC несколько "перестаралось" сокращении стоимости линейного коллайдера. В ускорительной части RDR рассматривается только базовая e^+e^- мода с одним местом встречи под углом 14 мрад и двумя детекторами, поочередно занимающими одно место встречи.

Такая конфигурация несовместима с фотонным коллайдером, для которого требуется угол встречи 25 мрад (необходимо для вывода электрон-фотонного пучка из места встречи). Авторы такого (волюнтаристского) решения полагали, что строительные работы, необходимые для перевода ILC в фотонный коллайдер, можно сделать позже, когда понадобится. Однако, расширение тоннелей и экспериментального зала, т.е. экскаваторные подземные работы, совершенно невыполнимы когда там уже находятся ускоритель и детектор.

Как лидеру проекта фотонного коллайдера, автору данной заметки В.И. Тельнову, пришлось приложить большие усилия для исправления данной ситуации. В результате, руководство ILC согласилось изменить геометрию коллайдера так, что чтобы он стал совместимым с фотонным коллайдером, все экскаваторные работы будут сделаны с сразу. Следующий этап - это разработка инженерного проекта ILC, который будет включать в себя фотонный коллайдер.

Наше участие в разработке и продвижении проекта фотонного коллайдера в 2007 году отражено в списке статей и докладов на международных конференциях:

Предельные параметры фотонного коллайдера на ILC [116].

Размещение фотонного коллайдера на ILC [117].

Статус фотонного коллайдера, что дальше? [348].

Введение в фотонный коллайдер [349].

ILC Reference design: Общий обзор [350], Физика [351], Ускоритель [352], Детекторы [353].

Фотонный коллайдер: конфигурация ILC и проблемы места встречи [354].

Как сделать ILC совместимым с фотонным коллайдером [355].

Статус и технология фотонного коллайдера [356].

Замечания и некоторые идеи по измерению размера пучка с помощью лазера [357].

В работе принял участие: В.И. Тельнов

Глава 2

Электро- и фотоядерная физика

2.1 Эксперименты с внутренними мишенями

I. В 2007 году на ВЭПП-3 проведен первый этап эксперимента по определению $R = \sigma(e^+)/\sigma(e^-)$ — отношения дифференциальных сечений упругого электрон-протонного и позитрон-протонного рассеяния. Такой эксперимент интересен тем, что он позволит определить величину вклада двух-фотонного обмена (ДФО) в процессе упругого электрон-протонного рассеяния. Подобные эксперименты проводились в 70-х годах прошлого века, но точность измерений была невелика. Возрождение интереса к измерению вклада двух-фотонного обмена произошло недавно, в связи с драматическим различием результатов недавних экспериментов по измерению формфакторов протона TJNAF, США, выполненных с помощью поляризационной методики и результатов прежних, неполяризационных измерений, где формфакторы определялись из измерений дифференциальных сечений в различных кинематиках. Предполагается, что старые измерения, как таковые, верны, но неправомерно их толкование, проводимое обычно в рамках одно-фотонного приближения; для правильного нахождения формфакторов протона необходим учет вклада ДФО. Однако, как сказано выше, пока нет точных данных по ДФО, как нет и надежных вычислений ДФО — расчеты, выполненные различными авторами, дают пока различающиеся результаты.

В нашем эксперименте для измерения R применена методика внутренней мишени, которая оказывается здесь адекватной задаче из-за эффективного использования позитронов, производимых инжектором.

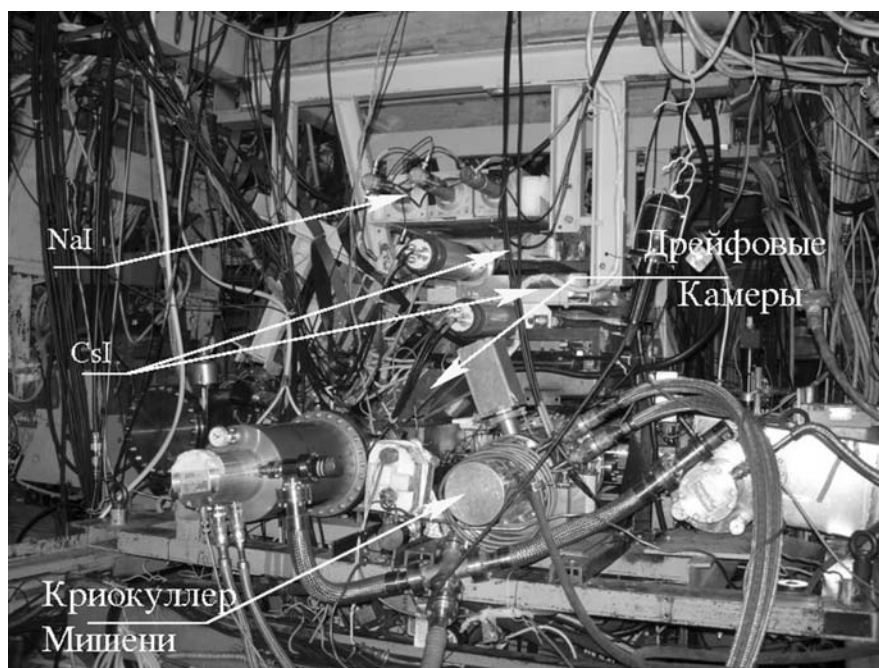


Рис. 1: Мишень и детектор, установленные на ВЭПП-3, видна только верхняя часть детектора.

Проведение работ заняло 2.5 месяца, с 16 апреля по 2 июля. В течение первого этапа (~1 месяц), после демонтажа промежутка поляриметров и замены пролётных шиберов на новые, был установлен экспериментальный промежуток с внутренней

мишенью и получен вакуум. Затем установлен детектор, изменена коммутация источников питания квадрупольных линз ВЭПП-3, собраны системы сбора данных детектора и управления мишенью (см. Рис.1).

Затем были отлажены несколько режимов работы ВЭПП-3 (~ 0.5 месяца): с внутренней мишенью для пучков электронов/позитронов, для работы на СИ, для работы с выпуском на ВЭПП-4. Отметим, что, несмотря на малые размеры поперечного сечения накопительной ячейки мишени (24x13 мм), скорость накопления позитронов в ВЭПП-3 не снизилась. Это произошло благодаря применению оптики, сжимающей пучки электронов/позитронов в районе экспериментального промежутка.

На следующем этапе были уточнены режимы пучков электронов/позитронов для минимизации фонов детектора, отлажена стабилизация их положения; налажено измерение энергий пучков электронов/позитронов с помощью обратного Комптоновского рассеяния (см. Рис.2), основные узлы этой установки были временно перенесены с ВЭПП-4. Отметим, что оба этих обстоятельства крайне важны для подавления систематических ошибок измерений.

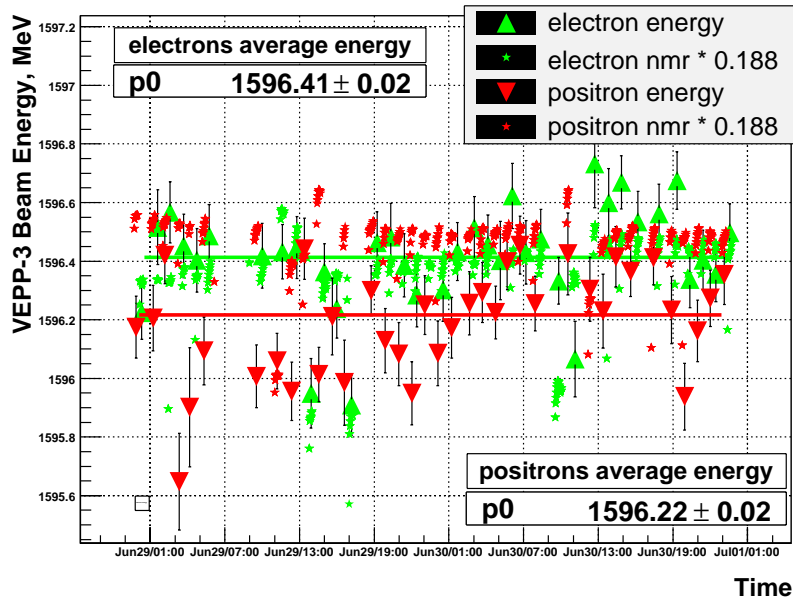


Рис. 2: Энергии пучков электронов/позитронов, измеренные установкой обратного Комптоновского рассеяния.

Набор статистики производился в три приёма со снижением каждый раз фоновой загрузки детектора: с начальным триггером, затем с изменённым, потом был добавлен очищающий (дельта-электроны) магнит. Суммарно набран полезный интеграл тока пучков электронов/позитронов 6 кС.

Проводимый анализ данных подтверждает правильность решений по мишени, детектору а также в отношении мер по подавлению систематических ошибок. К настоящему времени проведены несколько этапов обработки: первичная проверка, внесение поправок на дрейф во времени амплитуд и времен, коррекция спектров, получение физических величин (углы вылета частиц, их энергии и времена пролета). Надежно выделены все четыре типа событий – упругое (ep)-рассеяние на малые ($\Theta_e \sim 10^\circ$), средние ($\Theta_e \sim 25^\circ$) и большие углы ($\Theta_e \sim 65^\circ$, см. Рис.3), а также события монитора светимости, где регистрировалось $(e^+e^-)/(e^-e^-)$ - рассеяние.

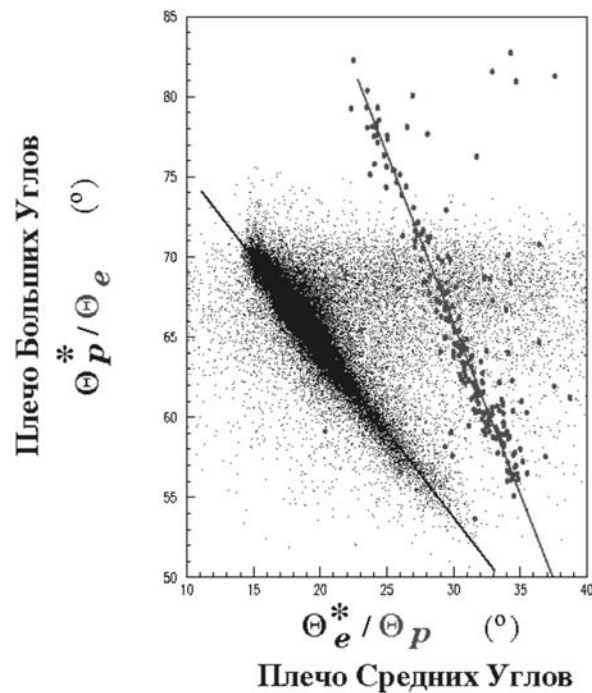


Рис. 3: Распределение событий по углам рассеяния электронов/позитронов и углам вылета протонов отдачи. Мелкие точки – события рассеяния на средний угол ($\Theta_e^* \Theta_p^*$), крупные точки – события рассеяния на большой угол ($\Theta_e \Theta_p$). Каждое из плеч детектора регистрирует либо рассеянный электрон/позитрон, либо протон отдачи. Линии – вычисленное положение этих двух типов событий.

Произведенный набор статистики позволит получить значимый результат в области промежуточного переданного импульса. Для завершения эксперимента потребуется второй, основной, сеанс работы на ВЭПП-3. Выявлены также некоторые недостатки аппаратуры, принимаются меры к их исправлению.

II. В 2007 году завершен эксперимент по измерению тензорных наблюдаемых в реакции фото дезинтеграции поляризованного дейтрона, результат опубликован в Phys. Rev. Lett. 98 (2007) 182303. Эти измерения проведенные с высокой точностью и в широкой кинематической области (предыдущие измерения, проведенные также в ИЯФ, улучшены по всем параметрам) показали, в частности, важность правильного учета релятивистского эффекта запаздывания пиона при больших энергиях фотона. Кроме того, если при энергиях фотона ниже порога рождения пиона современные модели хорошо описывают данные, при больших энергиях обнаружены серьезные расхождения с расчетами, что говорит о необходимости их дальнейшего совершенствования.

III. Для получения возможности расширить этот и другие поляризационные эксперименты в область более высоких энергий фотона (до 1.5 ГэВ), где по данным не поляризационных экспериментов, в ряде реакций, уже происходит переход от нуклон-мезонного описания сильного взаимодействия к кварк-глюонному описанию, разработана система мечения квазиреальных фотонов (см. Рис.4).

В 2007 году начаты конструкторские работы по этой системе.

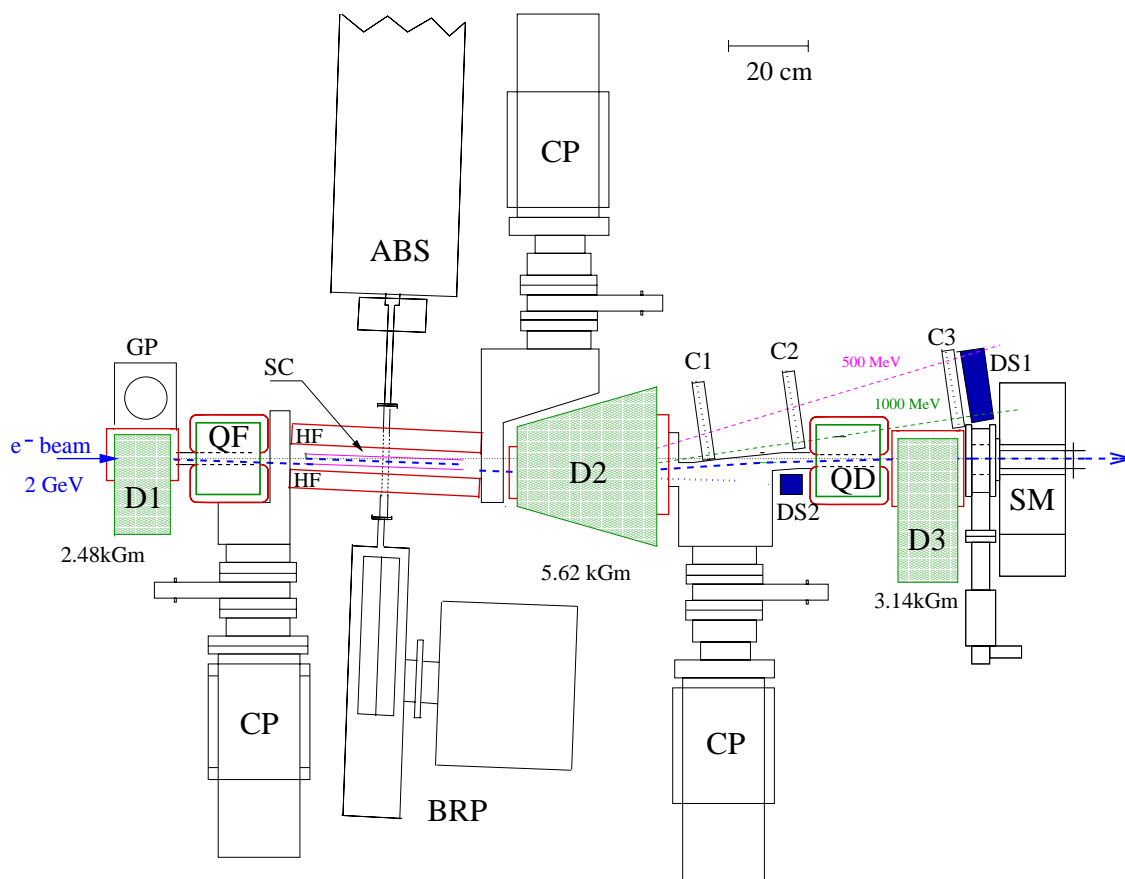


Рис. 4: Схематическое изображение экспериментального прямолинейного промежутка с системой мечения виртуальных фотонов. QF, QD, SM – квадрупольные линзы, секступоль. Элементы системы мечения: D1, D2, D3 – тройка дипольных магнитов, C1, C2, C3 – координатные камеры, DS1, DS2 – сцинтилляционные сэндвичи. Элементы мишени: ABS – источник поляризованных атомов дейтерия, SC – накопительная ячейка, HF – магнит мишени, BRP – Брейт-Раби поляриметр, CP, QP – криогенные и геттерный насосы.

IV. Продолжались работы на стенде "поляризованная мишень" с целью выяснения причин пониженной поляризации при проведении экспериментов. В поляриметре установлен новый масспектрометр для регистрации атомов. Сигнал молекулярного дейтерия из накопительной ячейки надежно регистрируется. В ближайшее время будут проведены измерения сигнала атомного пучка из ячейки в зависимости от ее температуры.

V. Продолжалось сотрудничество с Лабораторией Джефферсона (Ньюпорт Ньюз, США). Опубликованы результаты совместного эксперимента по измерению сечения комптоновского рассеяния реальных фотонов на протоне при больших переданных импульсах – *Phys. Rev. Lett.* **98**(2007)152001. Приняты два новых эксперимента в которых будут участвовать физики из ИЯФ:

- 1) Изучение передачи поляризации в широко-угольном комптоновском рассеянии на протоне;
- 2) Измерение отношения формфакторов протона при переданном импульсе до 15 (GeV/c)^2 с использованием поляризационного метода.

VI. Группа принимает участие в контрактной работе с ТАС. Были разработаны криогенные насосы для инжекторов нейтральных атомов со скоростью откачки порядка 100 тысяч литров в секунду на базе криокуллеров. Таких крионасосов будет произведено 14 штук. В ближайшее время будут проведены испытания первого крионасоса.

Эксперименты с внутренними мишенями проводятся в сотрудничестве с группами из Томска, С.-Петербурга, NIKHEF (Нидерланды), ANL (США), IKF JGU (Майнц, Германия).

Участники работы от ИЯФ:

Л.М. Барков, В.Ф. Дмитриев, М.В. Дюг, С.А. Зеваков, Н.Ю. Мучной, Б.А. Лазаренко, Е.Б. Левичев, С.И. Мишнев, Д.М. Николенко, И.А. Рачек, Р.Ш. Садыков, Д.К. Топорков, Ю.В. Шестаков, Л.И. Шехтман, А.В. Грамолин, И.В. Карнаков, А.В. Топовский, А.В. Копейкин.

Публикации:

[6], [7], [8], [251], препринт 82.

Глава 3

Теоретическая физика

3.1 Сильное взаимодействие

О координатном представлении БФКЛ в СГЛП

В. С. Фадин, Р. Фиоре и А. Папа
Nucl. Phys. B **769** (2007) 108

“Неабелева” часть кваркового вклада в ядро уравнения БФКЛ для бесцветного канала найдена в координатном представлении в следующем за главным порядке (СГП) прямым преобразованием из импульсного представления, где этот вклад был вычислен ранее. Полученные результаты используются для анализа конформных свойств ядра уравнения БФКЛ в СГП и соотношения между подходом БФКЛ и моделью цветowych диполей.

Дипольная форма кварковой части ядра БФКЛ

В. С. Фадин, Р. Фиоре и А. Папа
Phys. Lett. B **647** (2007) 179

Дипольная форма “абелевой” части вклада безмассовых кварков в ядро уравнения БФКЛ получена в координатном представлении прямым преобразованием из импульсного представления, в котором этот вклад был вычислен ранее. Она совпадает с соответствующей частью найденного недавно Балицким кваркового вклада в дипольное ядро, и конформно инвариантна.

Дипольная форма глюонной части ядра БФКЛ

В. С. Фадин, Р. Фиоре, А. В. Грабовский и А. Папа
Nucl. Phys. B **784** (2007) 49

Дипольная форма глюонной части ядра уравнения БФКЛ для бесцветного канала получена в координатном представлении прямым преобразованием из импульсного представления, в котором этот вклад был вычислен ранее. Этим завершено начатое несколько месяцев назад преобразование ядра уравнения БФКЛ к дипольной форме.

Подход БФКЛ и дипольная модель

В. С. Фадин

In: “New Trends in High-Energy Physics”, Eds. P.N. Bogolyubov, L.L. Jenkovszky, and V.K. Magas, Kiev, 2007, pp. 258-266

Обсуждается связь подхода БФКЛ и модели цветowych диполей. Показано, что ядро модели цветowych диполей не эквивалентно ядру уравнения БФКЛ для бесцветного канала. Однако в случае рассеяния бесцветных объектов ядро БФКЛ может быть взято в специальном виде, называемом Мебиусовской или дипольной формой. В главном приближении ядро БФКЛ в Мебиусовской форме совпадает с ядром модели цветowych диполей. Для кваркового вклада такое согласие имеется и в следующем за главным приближении. Сравнение глюонных вкладов в этом приближении невозможно, так как для модели цветowych диполей этот вклад еще неизвестен. Представлена мебиусовская форма глюонной части ядра БФКЛ, так же как его суперсимметричных обобщений, и обсуждаются конформные свойства ядра.

Квантовая хромодинамика при высоких энергиях

М.Г. Козлов, А.В. Резниченко, В.С. Фадин

Вестник НГУ. Серия: Физика. 2007. Том 2, выпуск 4, стр. 3-31

Дан краткий и по возможности упрощенный обзор методов и результатов суммирования рядов теории возмущений для процессов при больших энергиях и ограниченных передачах импульса в современной теории сильных взаимодействий – квантовой хромодинамике. Особое внимание уделено подходу ВФКЛ и сравнению его с моделью цветowych диполей.

Координатное представление ядра БФКЛ в СГЛП и дипольная картина

В. С. Фадин

Proceedings of the 12th International Conference on Elastic and Diffractive Scattering (Blois Workshop) - Forward Physics and QCD; DESY-PROC-2007-02; arXiv:0712.3633 [hep-ph]

Неоднозначность выбора ядра БФКЛ, обусловленная инвариантностью амплитуд рассеяния при одновременном преобразовании ядра и импакт факторов, позволяет для рассеяния бесцветных объектов представить ядро в дипольной форме. Эта форма найдена в следующем за главным приближении преобразованием ядра из импульсного представления в координатное.

Дипольная форма ядра БФКЛ в суперсимметричных теориях Янга-Миллса

В. С. Фадин, Р. Фиоре

arXiv:0712.3901 [hep-ph]

Дипольное (Мебиусовское) представление ядра БФКЛ для бесцветного канала найдено в следующем за главным приближении для суперсимметричных теорий Янга-Миллса. Обсуждается неоднозначность этого представления и его конформные свойства.

О спектре масс в суперсимметричной КХД, и проблемы с дуальностью Seiberg'a. Часть 1: равные массы кварков

В.Л. Черняк

arXiv: 0712.3167 [hep-th], стр. 1-24 (представлена в Nucl. Phys.B)

Предложено, что суперсимметричная КХД (SQCD) с N_c цветами и $N_c < N_F < 3N_c$ ароматами и с малыми, но ненулевыми токовыми массами кварков $m_Q \neq 0$, находится в фазе дикваркового конденсата, где бесцветные киральные пары кварков конденсируются когерентно в вакууме, $\langle \bar{Q}Q \rangle \neq 0$, в то время как сами кварки не конденсируются, $\langle \bar{Q} \rangle = \langle Q \rangle = 0$. Т.о., теория не хиггсована, все глюоны остаются безмассовыми и имеется конфайнмент цветowych зарядов. Эта конденсация дикварков приводит к формированию динамических конституентных масс кварков и появлению легких пионов (аналогично обычной КХД). Описан спектр масс SQCD в этой фазе и проведено сравнение с дуальным описанием этой теории, предложенным N. Seiberg. Показано, что прямая и дуальная теории отличаются (исключая, возможно, интервал N_F и энергий со строго супер-конформным поведением).

**Лекции по КЭД и КХД:
Практическое вычисление и перенормировка
одно- и много-петлевых фейнмановских диаграмм**

A.G. Grozin

World Scientific (2007), ISBN-13 978-981-256-914-1,
ISBN-10 981-256-914-6, 224 p.

Растущая точность экспериментальных данных во многих областях физики элементарных частиц требует столь же точного теоретического описания. В частности, необходимо учитывать радиационные поправки (описываемые одно- и многопетлевыми фейнмановскими диаграммами). Хотя всё больше физиков участвует в таких проектах, методы многопетлевых вычислений можно изучить только по оригинальным публикациям. Эта книга, описывающая многопетлевые вычисления, служит отличным дополнением к стандартным учебникам квантовой теории поля. Материал основан на лекциях для магистрантов и аспирантов.

Об одном мастер-интеграле для трёхпетлевых пропагаторных диаграмм с массой на массовой поверхности в HQET

A.G. Grozin, T. Huber, D. Maître

JHEP **07** (2007) 033

Выведено точное выражение для мастер-интеграла I_2 , возникающего в трёхпетлевых пропагаторных диаграммах с массой на массовой поверхности в HQET. Приведено его разложение по параметру размерной регуляризации ε .

Трёхпетлевое хромомагнитное взаимодействие в HQET

A.G. Grozin, P. Marquard, J.H. Piclum, M. Steinhauser

Nucl. Phys. **B789** (2008) 277–293

Мы вычисляем трёхпетлевые КХД поправки к хромомагнитному моменту кварка, и тем самым получаем коэффициент сшивки и аномальную размерность хромомагнитного взаимодействия в HQET. Попутно мы получаем трёхпетлевые поправки к аномальному магнитному моменту кварка.

Влияние масс лёгких кварков на константы перенормировки на массовой поверхности

S. Bekavac, A.G. Grozin, D. Seidel, M. Steinhauser

JHEP **10** (2007) 006

Мы вычисляем трёхпетлевое соотношение между полюсной и $\overline{\text{MS}}$ массой тяжёлого кварка с учётом виртуальных эффектов второго массового кварка. Мы также рассматриваем аналогичные эффекты для константы перенормировки волновой функции на массовой поверхности.

Расщепление масс B -мезонов из непертурбативной решёточной КХД без динамических кварков

A.G. Grozin, D. Guazzini, P. Marquard, H.B. Meyer, J.H. Piclum,

R. Sommer, M. Steinhauser

Proceedings of Science (Lattice 2007) 100

Мы производим непертурбативную перенормировку хромомагнитного оператора в HQET (без динамических кварков) и его трёхпетлевую сшивку с КХД. В порядке $1/m$ этот оператор отвечает за расщепление масс псевдоскалярного и векторного

B -мезонов. Ошибки этих вычисленных факторов пренебрежимо малы по сравнению с ошибками голого матричного элемента этого оператора между состояниями B . Учёт этих факторов делает результат вычисления спинового расщепления B_s -мезонов (без динамических кварков) ближе к экспериментальному значению, чем в случае предыдущих вычислений, перенормированных пертурбативно. Представлены перенормировочные факторы для трёх обычно используемых выражений для кваркового действия и вильсоновского действия для калибровочных полей, а также полезные параметризации коэффициентов сшивки.

Взаимодействие в конечном состоянии в рождении пары $N\bar{N}$ около порога

В.Ф.Дмитриев, А.И.Мильштейн
Phys. Lett. B 658, 13 (2007).

Мы используем парижский нуклон-антинуклонный оптический потенциал для описания экспериментальных данных в процессе $e^+e^- \rightarrow p\bar{p}$ около порога. Показано, что сечение и электромагнитные формфакторы очень чувствительны к параметрам потенциала. Оказалось, что взаимодействие в конечном состоянии при слегка модифицированной абсорптивной части потенциала позволяет объяснить экспериментальные данные. Мы также показываем, что сечение в канале $n\bar{n}$ больше чем сечение в канале $p\bar{p}$, и их отношение почти не зависит от энергии вплоть до 2.2 ГэВ.

Спиновые эффекты в $p\bar{p}$ взаимодействии и возможность их использования для поляризации пучков антипротонов

В.Ф. Дмитриев, А.И. Мильштейн, В.М. Страховенко
arXiv:0707.3006v1 [hep-ph], 2007

Рассматривается $p\bar{p}$ взаимодействие с учетом поляризации обеих частиц. Соответствующее сечение вычисляется, используя Парижский оптический потенциал. Затем оно применяется для анализа процесса возникновения поляризации благодаря взаимодействию накопленных антипротонов с поляризованными протонами водородной мишени. Показано, что за время порядка времени жизни пучка рассматриваемый механизм обеспечивает, при реалистических параметрах накопительного кольца и мишени, заметную поляризацию пучка.

3.2 Ядерная физика и несохранение чётности

Излучение при альфа распаде

Х. Бойе, А.И.Мильштейн и др.
Phys. Rev. Lett. 99, 022505 (2007).

Проведено с высокой статистикой измерение излучения, сопровождающего альфа распад полония 210 вплоть до энергии гамма квантов 400 КэВ. Данные находятся в хорошем согласии с теоретическими результатами, полученными в квазиклассическом приближении, а также с точным расчетом. Показано, что благодаря маленькой эффективной константе, отвечающей электрическому дипольному переходу в составной системе ядра и альфа частицы, вклад в дифференциальную вероятность

от интерференции между амплитудой электрического дипольного перехода и квадрупольного перехода является большой. Эта интерференция существенно влияет на угловое распределение фотонов относительно направления вылета альфа частицы. Обсуждается относительный вклад в матричный элемент классически запрещенной области.

3.3 Квантовая электродинамика

Рождение e^+e^- пар в столкновении ультрарелятивистских ядер при премежуточных прицельных параметрах

Р.Н.Ли, А.И.Мильштейн
ЖЭТФ 131, 472 (2007).

Используя квазиклассическую функцию Грина в кулоновском поле, мы изучаем вероятность рождения одной и многих e^+e^- пар при фиксированном прицельном параметре b между сталкивающимися ультрарелятивистскими тяжелыми ядрами. Мы проводим вычисления в борновском приближении по параметру $Z_B\alpha$ и точно по параметру $Z_A\alpha$, где Z_A and Z_B - зарядовые числа соответствующих ядер. Мы также получили приближенные формулы для вероятностей при $Z_A\alpha, Z_B\alpha < 1$.

Расщепление фотона в лазерном поле

А. Ди Пицца, А.И.Мильштейн, К.Х.Кейтель
Phys. Rev. A76, 032103 (2007).

Рассмотрено расщепление фотона из-за поляризации вакуума в лазерном поле. Используя операторный метод, мы выводим амплитуду для произвольной напряженности, частоты и поляризации лазерной волны. Детально изучен случай циркулярной поляризации, амплитуда имеет вид трехкратного интеграла. Получены асимптотики амплитуд в различных предельных случаях. Обсуждаются возможности экспериментального изучения процесса.

Кулоновские поправки к амплитуде низкоэнергетического дельбрюковского рассеяния

Г.Г. Кириллин, И.С. Терехов,
принята к печати в Physical Review A, eprint: arXiv:0708.0745

Вычислены кулоновские поправки к амплитуде низкоэнергетического дельбрюковского рассеяния на нулевой угол. Вычисления проводились в координатном представлении с использованием точной релятивистской функции Грина электрона во внешнем кулоновском поле. Относительные кулоновские поправки оказались порядка нескольких процентов для больших Z . Один из двух форм факторов амплитуды низкоэнергетического дельбрюковского рассеяния связан с вкладом так называемой "магнитной петли" в g-фактор связанного электрона, другой форм фактор связан дисперсионным соотношением с сечением рождения пар в сильном кулоновском поле. Наши результаты хорошо согласуются с результатами других авторов для g-фактора связанного электрона и не согласуются с дисперсионным интегралом от интерполяционной формулы для сечения рождения пар в сильном кулоновском поле.

Рождение пары фотоном в сильном магнитном поле

В.Н. Байер , В.М. Катков
Phys.Rev.D**75**, 073009-1-12 (2007)

Изучен процесс рождения электрон-позитронной пары фотоном в магнитном поле включая и поле выше критического. Этот процесс представляет большой интерес для физики нейтронных звезд. Вероятность процесса вычислена с использованием поляризационного оператора найденного ранее авторами совместно с В.М.Страховенко. Для монохроматических фотонов спектр имеет пилообразный вид возникающий из-за корневых расходимостей на пороге рождения электрона и позитрона на уровнях Ландау. Эта картина размывается при усреднении по любому плавному распределению фотонов по энергии. В поле много слабее критического развита новая формулировка квазиклассического приближения, применимая в случае, когда частицы родившейся пары не являются ультррелятивистскими. Вычислены также поправки к стандартному квазиклассическому приближению, указывающие его область применимости для фотонов высокой энергии. Очень важным результатом является совпадение квазиклассической теории с усредненным результатом точной теории в магнитном поле порядка и выше критического поля. Квазиклассическое приближение применимо также и для спектрального распределения, если электрон и позитрон рождаются на достаточно высоких уровнях.

Когерентные и некогерентные процессы и ЛПМ эффект в ориентированных кристаллах при высоких энергиях

В.Н. Байер , В.М. Катков
Proceedings of SPIE Volume: **6634**, 3-18 (2007)

Получены новые результаты в развитой авторами теории, которая позволяет единым образом рассматривать когерентный и некогерентный механизмы излучения электрона большой энергии и рождения электрон-позитронной пары фотоном в ориентированных монокристаллах. Первый член разложения интенсивности излучения (вероятности рождения пары) по параметру характеризующему многократное рассеяние дает когерентные характеристики соответствующего процесса. Второй член разложения дает некогерентные характеристики соответствующего процесса. Третий член разложения дает для обеих процессов главный член описывающий эффект Ландау-Померанчука-Мигдала (ЛПМ-эффект). Теория излучения, в которой учтены потери энергии электроном, и найденные вероятности рождения пары находятся в хорошем согласии с экспериментами выполненными в ЦЕРНе.

Спектр и поляризация когерентного и некогерентного излучения и ЛПМ эффект в ориентированных монокристаллах

В.Н. Байер , В.М. Катков
Preprint BINP 2007-22

В рамках развитой авторами теории получены и проанализированы спектральные и поляризационные свойства излучения испущенного продольно-поляризованными электронами. Вычислены спектральные распределения интенсивности излучения. Найденна величина характеризующая влияние многократного рассеяния (ЛПМ-эффект). При энергии электрона $E=0.3$ Гэв кривая изображающая величину ЛПМ-эффекта имеет максимум 6.64 % при $y=0.18$ (y есть отношение энергии фотона к

энергии электрона). С ростом энергии электрона максимум подрастает и смещается в сторону больших y : при $E=1$ ГэВ максимум 6.87 % при $y=0.44$, а при $E=3$ ГэВ максимум 7.32 % при $y=0.7$. Так что эффект может наблюдаться при вполне малых энергиях. Примерно такой же эффект многократного рассеяния имеет место и для зависящей от поляризации части интенсивности излучения. Найдена также степень циркулярной поляризации интегральной интенсивности излучения. Показано, что как и в интегральной интенсивности излучения ЛПМ-эффект составляет около 1% и проявляется только для относительно низкой энергии излучающего электрона, тогда как для более высокой энергии влияние внешнего поля выключает эффект многократного рассеяния.

Возможность изучения ЛПМ-эффекта в ориентированных монокристаллах при энергии порядка ГэВ

В.Н. Байер , В.М. Катков

Preprint BINP 2007-34. Physics Letters A, in print

В рамках этой теории получено спектральное распределение электрон-позитронной пары рожденной фотоном в ориентированном монокристалле. Проанализировано влияние рассеяния на когерентный механизм рождения пары и влияние внешнего поля на некогерентный механизм. В кристалле вольфрама, ось 111, температура 100 К ЛПМ-эффект достигает 8.35% при энергии фотона 5 ГэВ и $y=0.5$ (здесь y есть отношение энергии электрона к энергии фотона), при энергии фотона 7 ГэВ величина эффекта есть 8.15% при $y=0.24$, при энергии фотона 7 ГэВ величина эффекта есть 8% при $y=0.16$, тогда как для наблюдения эффекта такой величины в аморфном вольфраме нужны фотоны с энергией 10 ТэВ. Форма спектра рожденной пары быстро меняется для упомянутого кристалла вольфрама в интервале энергий фотона 5-15 ГэВ. В кристалле германия, ось 110, температура 293 К спектр быстро меняется в интервале энергий фотона 50-100 ГэВ, причем при энергии около 55 ГэВ спектральная кривая является почти константой.

Приближенное правило отбора для орбитального углового момента в атомных радиационных переходах

И.Б. Хрипович, (соавтор Д.В. Матвиенко)

Phys. Lett. A 368 (2007) 348.

Показано, что радиационные переходы с $\Delta l = 1$ сильно доминируют для всех значений l и n , за исключением малой области, где $l \ll n$.

3.4 Гравитация

Плотность темной материи в Солнечной системе и вращение перигелия планет

И.Б. Хрипович

Int. J. Mod. Phys. D 16 (2007) 1475.

Указано прямое модельно-независимое соотношение между секулярной прецессией перигелия планеты и плотностью темной материи ρ_{dm} на ее орбите. Соотношение использовано для получения верхнего предела на локальные значения ρ_{dm} .

Можно ли обнаружить прохождение черной минидыры сквозь Землю?

И.Б. Хриплович, А.А. Померанский, Н. Продюи, Г.Ю. Рубан
preprint archive:0710.3438

Исследуются энергетические потери черной минидыры, проходящей сквозь Землю. Рассмотрены в частности возбуждения в частотном диапазоне, доступном для современных акустических детекторов. Основной вклад в эффект дает когерентное звуковое излучение черенковского типа.

О возможности конечного квантового исчисления Редже

В.М. Хацимовский
Phys. Lett. B 651 (2007) 388.

В ряде наших работ были даны аргументы в пользу того, что дискретная квантовая гравитация, основанная на исчислении Редже, обладает ненулевыми вакуумными средними длин триангуляции, порядка планковского масштаба 10^{-33}cm . Мы обсуждаем эти результаты, обращая внимание на форму меры в функциональном интеграле, показывающей, что распределение вероятностей для этих длин сконцентрировано вокруг определённых ненулевых конечных величин порядка планковского масштаба. То есть, теория напоминает обычную теорию поля на решётке с фиксированным шагом, для которой корреляторы (функции Грина) конечны, причём ультрафиолетовое обрезание определяется шагом решётки. Отличие от обычной решёточной теории состоит в том, что теперь шаги решётки (длины) являются динамическими переменными и сконцентрированы вокруг определённых величин порядка планковского масштаба благодаря динамическим причинам.

О положительности квантовой меры и эффективного действия в исчислении Редже с независимыми тензорами площадей

В.М. Хацимовский
E-print archive arXiv:0707.3331.

Из-за неограниченности действия общей теории относительности (ОТО), продолженный в евклидову область интеграл по путям в ОТО требует специального определения. В дискретной ОТО с независимыми тензорами площадей и матрицами конечных вращений евклидов интеграл по путям может быть представлен путём сдвига контуров интегрирования по конечным вращениям в комплексную плоскость так, что он включает экспоненту с эффективным действием с положительной вещественной частью. Мы аргументируем, что положительность (вероятностная интерпретация) получающейся таким образом квантовой меры на площадках ожидаема на большей части области изменения тензоров площадей.

3.5 Нелинейная динамика и хаос

Квантовая дефазировка в хаотических системах и распад классических корреляционных функций

В. Соколов, Giuliano Benenti, Giulio Casati

Quantum dephasing and decay of classical correlation functions in chaotic systems.
Phys. Rev E **75**, 093702,(2007)

Исследуется роль, которую играет классический динамический хаос в подавлении квантовой интерференции в отсутствие какого-либо внешнего иррегулярного возмущения. С этой целью введена новая величина “allegiance”, которая в случае смешанного начального состояния отличается от традиционного эха Лошмидта (fidelity) и особо чувствительна к эффектам квантовой интерференции. Введенная величина может быть измерена в интерферометрических экспериментах рамзеевского типа. Используя квазиклассическое приближение мы показываем, что в случае, если начальное состояние представляет из себя достаточно широкую некогерентную смесь квантовых состояний, то квантовая интерференция оказывается в силу классического динамического хаоса подавленной и распад allegiance со временем совпадает с распадом некоторой классической корреляционной функции. Наши результаты выведены аналитически на примере нелинейного осциллятора, возбуждаемого периодической внешней силой и затем подтверждены численно в случае стандартной модели квантового ротатора Чирикова.

Статистика постоянных распада нестабильных систем, хаотических в классическом пределе

В. Соколов

Decay rates statistics of unstable classically chaotic systems. cond-mat:0711.1640v1 11 Nov 2007; Принята к публикации в Proceedings Международного рабочего совещания по физике ядерных и мезоскопических систем WNVP07.

Закон распада сложных нестабильных состояний (возникающих в столкновениях ядер при высоких энергиях) описывается Фурье-образом $K(t)$ двухточечной корреляционной функции матрицы рассеяния. Хотя каждое составляющее резонансное состояние распадается экспоненциально, закон распада состояния, образованного большим числом $N \gg 1$ таких интерферирующих резонансов, в общем случае *отличен* от экспоненциального. Введена функция распределения постоянных распада $w(\Gamma)$, с помощью которой в общем случае не-экспоненциальный распад представляется в виде средне-взвешенной экспоненты $K(t) = \int_0^\infty d\Gamma e^{-\Gamma t} w(\Gamma)$. В рамках теории случайных матриц исследованы свойства функции распределения $w(\Gamma)$ и ее связь с обычно обсуждаемой статистикой распадных ширин. Последняя оказывается, вообще говоря, менее информативной, т.к. полностью описывает распады только в области асимптотически больших времен, превышающих характеристическое время Гейзенберга-Вайскопфа. В физически значимой области более коротких времен статистика ширин не играет решающей роли в силу появления вкладов, полиномиально зависящих от времени. Таким вкладом отвечает сингулярная часть функции $w(\Gamma)$.

Модель Френкеля-Конторовой для ультрахолодных ионов

I. Garcia-Mata, O.B. Zhurov, D.L. Shepelyansky,
Eur. Phys. J **D41**, 325-330 (2007).

Аналитически и численно изучены свойства одномерной цепочки ионов, помещенных в периодический потенциал оптической решетки и глобальный осцилляторный потенциал ловушки. В близкой аналогии с ожидаемым в модели Френкеля-Конторовой, нами в этой системе предсказано и численно подтверждено наличие структурного перехода от фазы скольжения к фазе захвата, происходящего при увеличении потенциала оптической решетки - в случае, когда межионное расстояние несоизмеримо с периодом решетки. Показано, что при нулевой температуре, но больших значениях эффективной постоянной Планка квантовые флуктуации ведут к квантовому фазовому переходу: “плавлению” фазы захвата - “инстантонного стекла”. Вследствии такого “плавления” у цепочки ионов перестраивается спектр фононных возбуждений и возникает возможность скольжения вдоль оптической решетки.

Полученные результаты имеют также непосредственное отношение к динамике систем типа Вигнеровского кристалла во внешнем периодическом потенциале.

Синхронизация и би-стабильность квантового бита, взаимодействующего с вынужденными колебаниями диссипативного осциллятора

O.B. Zhurov, D.L. Shepelyansky
e-print: arXiv:0710.1967v1[cond-mat.supr-con](2007),
(<http://arxiv.org/abs/0710.1967v1>), Phys. Rev. Lett., *accepted for publication.*

Численно исследовано поведение квантового бита (кубита) связанного с квантовым диссипативным осциллятором (резонатором), возбуждаемым внешней периодической силой. Обнаружено, что при превышении константой связи некоторой критической величины вращение кубита оказывается синхронизованным с фазой колебаний осциллятора. В режиме синхронизации, при определенных параметрах системы, обнаружено туннелирование кубита между двумя метастабильными состояниями с различной ориентацией, сопровождающееся макроскопическим изменением числа фотонов в резонаторе. Время жизни таких метастабильных состояний может быть очень большим. Установление режима синхронизации сопровождается существенной перестройкой радиационного спектра кубита с появлением узких спектральных линий - аналогичной недавно наблюдавшейся в экспериментах с лазером на одиночном искусственном атоме [O. Astafiev *et al.* Nature **449**, 588 (2007)].

Структура состояния спинового стекла в $La_{2-x}Sr_xCuO_4$: теория спирали

A. Люшер, А.И. Мильштейн, О.П. Сушков
Phys. Rev. Lett. **98**, 037001 (2007).

Исходя из t - J модели, мы построили эффективную теорию поля, описывающую спиновую динамику $La_{2-x}Sr_xCuO_4$ в фазе диэлектрика, $x \lesssim 0.055$, при низких температурах. Используя Монте Карло симуляцию, мы показали, что разрушение Неелевской фазы определяется дырками, локализованными на длине κ . Фазовый переход при 2% примеси согласуется со значением κ , полученным из рассмотрения дырочной

проводимости. Параметр статической спиновой спирали, полученный в нашем вычислении, находится в прекрасном согласии с данными по нейтронному рассеянию при всех значениях плотности примесей. Мы также показали, что топологические дефекты (спиновые вихрь-антивихрь пары) существуют в основном состоянии спинового стекла.

Эффективное действие $t - J$ модели при малой плотности примесей и возбуждение спиновых волн в фазе спинового стекла $La_{2-x}Sr_xCuO_4$

А. Люшер, А.И. Мильштейн, О.П. Сушков
Phys. Rev. B 75, 235120, (2007).

Мы строим низкоэнергетическую эффективную теорию поля расширенной t - J модели в режиме малой плотности примесей. Действие содержит ранее неизвестный вклад, аналогичный члену, описывающему фазу Берри, который мы детально обсуждаем. Мы используем эту эффективную теорию поля для описания возбуждения спиновых волн в неупорядоченных спиральных состояниях $La_{2-x}Sr_xCuO_4$ (фаза спинового стекла). Мы предсказываем спектр возбуждений с двумя ветвями. Возбуждения в плоскости имеют обычную линейную дисперсию, а возбуждения, выходящие из плоскости, имеют нетривиальные свойства, зависящие от плотности примесей. Мы также вычисляем интенсивность неупругого нейтронного рассеяния в этих модах.

Теоретический калейдоскоп

И.Б. Хрипович
РХД, 2007

Основу книги составляет материал лекций по дополнительным главам теоретической физики, читавшихся в Новосибирском университете в течение ряда лет.

Глава 4

Физика плазмы и управляемый термоядерный синтез

4.1 Установка ГДЛ

4.1.1 Модернизация системы атомарной инжекции установки ГДЛ (второй этап)

В Институте ядерной физики им. Г.И.Будкера реализуется план модернизации установки Газодинамическая овушка (ГДЛ) с целью увеличения температуры электронов до 200-300 эВ. Для этого планируется создание новой системы атомарной инжекции энергией 25 кэВ, суммарной мощностью до 10 МВт и длительностью импульса 5 мс. Эти инжекторы обладают фокусирующей ионно-оптической системой, что позволяет существенно увеличить плотность тока в пучках.

В рамках первого этапа модернизации в 2006 году были проведены разработка, изготовление и запуск новой современной системы питания для таких инжекторов на установке ГДЛ. Новая система питания, состоящая из 8 модулей, была установлена вместо устаревшей, которая уже не удовлетворяла потребностям эксперимента из-за малой мощности и длительности (4 МВт, 15 кВ, 1 мс). Это позволило еще в 2006 году начать эксперименты с увеличенной длительностью инжекции на инжекторах СТАРТ-3, а в 2007 году постепенно заменять их на источники нового поколения. Было налажено серийное производство и вывод на рабочие параметры новых инжекто-

ров ионно-оптической системы инжекторов с энергией 25 кэВ и мощностью до 10 МВт. Это позволило начать эксперименты с увеличенной длительностью инжекции на инжекторах СТАРТ-3, а в 2007 году постепенно заменять их на источники нового поколения. Было налажено серийное производство и вывод на рабочие параметры новых инжекторов ионно-оптической системы инжекторов с энергией 25 кэВ и мощностью до 10 МВт. Это позволило начать эксперименты с увеличенной длительностью инжекции на инжекторах СТАРТ-3, а в 2007 году постепенно заменять их на источники нового поколения.

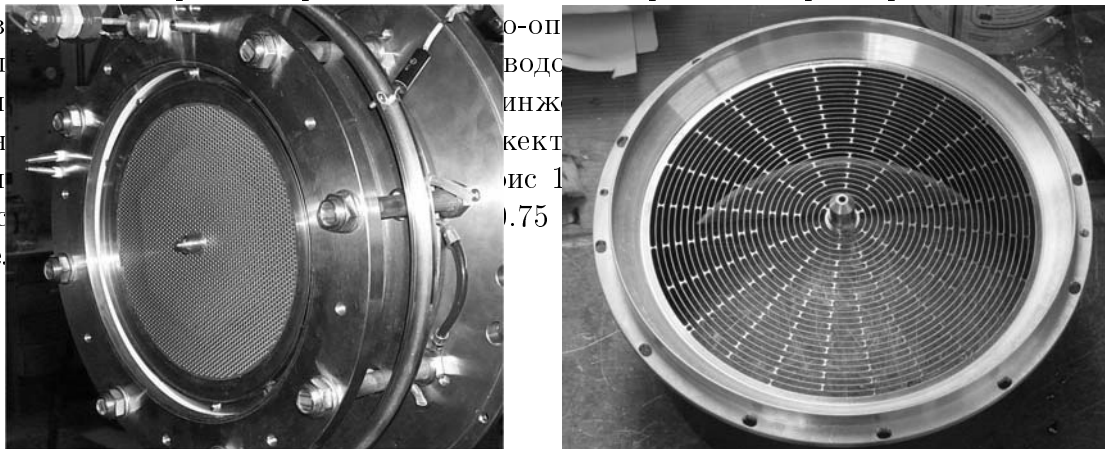


Рис. 1: Фотографии ИОС новых фокусированных инжекторов: а) (слева) используемая в серийных инжекторах “дырочная” ИОС; б) (справа) готовящаяся к испытаниям “целевая” ИОС с повышенной прозрачностью.

В результате второго этапа модернизации системы атомарной инжекции на установке ГДЛ к началу лета 2007 года надежно работала комбинированная система атомарной инжекции: два старых модуля типа СТАРТ-3 с увеличенной длительностью инжекции, четыре инжектора нового поколения с фокусированной “дырочной” ИОС (два пилотных и два серийных модуля).

На рисунке 2 приведены осциллограммы тока и напряжения для всех шести инжекторов полученные в штатном рабочем импульсе установки ГДЛ. Средняя по времени полная мощность атомарных пучков после модернизации достигла 3.5 МВт (4 МВт в максимуме). Благодаря частично обновленной системе атомарной инжекции удалось достичь рекордных значений параметров плазмы для ГДЛ. Работы по увеличению суммарной мощности атомарных пучков продолжаются и являются основным пунктом программы модернизации ГДЛ.

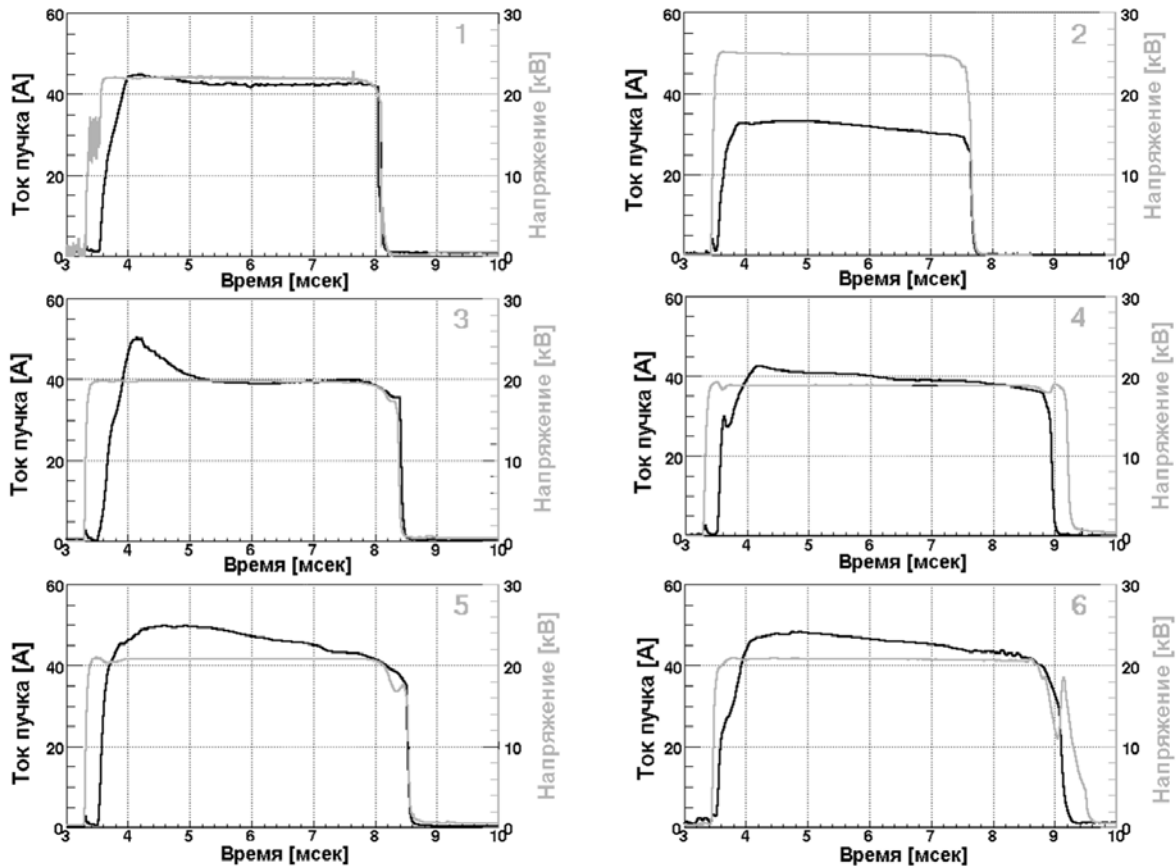


Рис. 2: Ток пучка и ускоряющее напряжение для обновленной системы атомарной инжекции установки ГДЛ

4.1.2 Реализация и исследование стационарного удержания плазмы с субтермоядерными параметрами в газодинамической ловушке

Увеличение длительности атомарной инжекции в ГДЛ с 1 до 5 мс позволило перейти к исследованию квазистационарного режима удержания, когда длительность эксперимента превышает все основные характерные времена релаксации плазмы, а именно: время продольного удержания мишенной плазмы и время торможения быстрых ионов на электронах. Согласно оценкам и результатам моделирования, функция распределения быстрых ионов в таких условиях становится близкой к стационарной, поскольку характерное энергетическое время жизни относительно торможения на электронах $\tau_E \approx 700 \mu\text{s}$, что значительно меньше длительности инжекции. Кроме того, частичное использование в системе нагревной атомарной инжекции инжекторов

нового поколения позволило существенно повысить параметры плазмы в ГДЛ. Для поддержания материального баланса плазмы был реализован метод с периферийной инжекцией газа в плазму. Инжекция газа осуществлялась в областях сильного магнитного поля вблизи пробочных узлов с двух сторон установки при помощи специального газового устройства (см. рисунок 3).

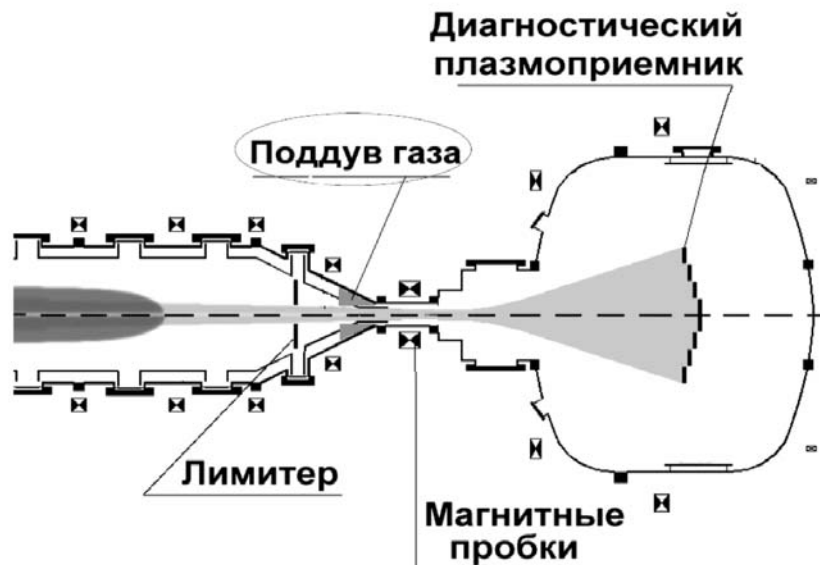


Рис. 3: Схема периферийной инжекции газа в ГДЛ.

В этой области поперечный размер плазмы сравним с длиной свободного пробега нейтралов до их ионизации в теплой мишенной плазме, так что атомы проникают до самой оси установки. В результате можно было получать относительно узкий профиль плотности мишенной плазмы с радиусом 8-10 см (рисунок 4).

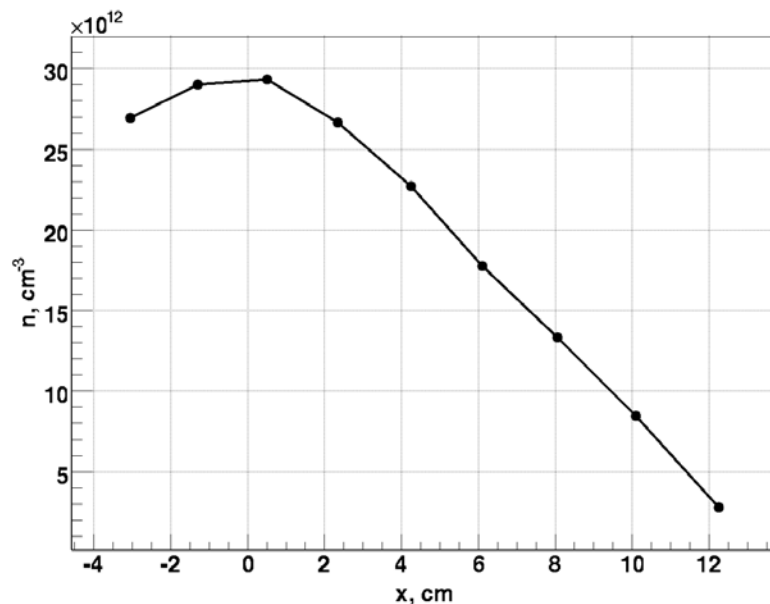


Рис. 4: Профиль плотности плазмы в центральной плоскости ГДЛ (радиус ограничивающего лимитера 14.5 см).

Частичное использование фокусированных пучков, периферийная инжекция нейтрального газа и оптимизация радиального профиля электрического потенциала позволили реализовать стационарный режим удержания плазмы. В экспериментах по инжекции быстрых атомов дейтерия реализовывался стационарный режим удержания двухкомпонентной плазмы с высоким относительным давлением $\beta \approx 50\%$. Диамагнетизм плазмы (рис. 5) при этом вырос почти в полтора раза по сравнению с аналогичным режимом 2006 года, а энергосодержание быстрых ионов приблизилось к килоджоулю. Плотность быстрых ионов со средней энергией 10 кэВ достигала в точках остановки $3 \times 10^{13} \text{ см}^{-3}$ и была сравнима с плотностью мишенной плазмы. Температура электронов в этом режиме превысила 100 эВ. На рисунке 6 представлен радиальный профиль электронной температуры плазмы полученный из данных системы томсоновского рассеяния.



Рис. 5: Диамагнетизм плазмы в точке остановки быстрых частиц и вычисленное по нему энергосодержание быстрых дейтонов.

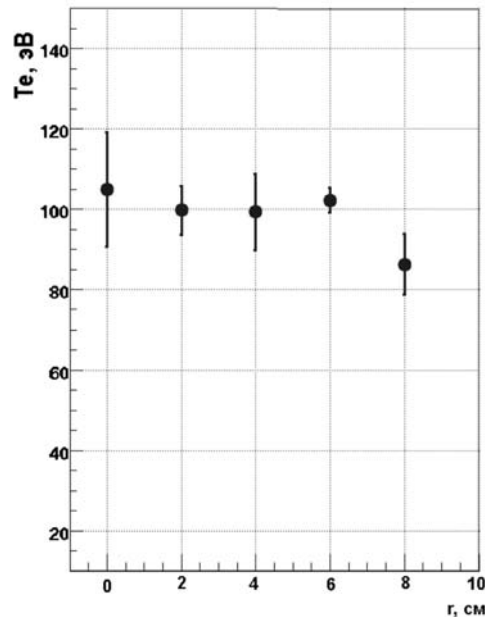


Рис. 6: Радиальный профиль электронной температуры плазмы для режима с инжекцией дейтерия.

При использовании в системе нагревной инжекции пучков атомов водорода удалось получить стационарный режим удержания плазмы с рекордной на сегодняшний день электронной температурой в установке ГДЛ. Энергосодержание быстрых ионов при этом было немного ниже чем в режиме с дейтериевой инжекцией и составлял 400 – 500 Дж. На рисунке 7 приведены результаты измерения электронной температуры на оси установки при помощи системы томсоновского рассеяния в различные моменты времени после начала инжекции (за начало отсчёта взято время начала атомарной инжекции). На этом же рисунке сплошной кривой приведены данные численных расчетов при помощи интегрированного кода ITCS.[A.V. Anikeev et al., Transaction of Fusion Science and Technology 47 pp.212-214 (2005)]. Код включает в себя различные модули, которые используют теорию парных кулоновских столкновений и уравнения классической магнитной гидродинамики для моделирования удержания и нагрева мишенной плазмы и накопления и релаксации быстрых ионов в установке ГДЛ. Как нетрудно видеть, за время 2 - 2.5 мс температура плазмы достигает насыщения в районе 150 эВ, что достаточно хорошо соответствует предсказаниям теории для имеющейся полной мощности инжекции нейтральных пучков 3.5 МВт. В специально реализованном “распадном” эксперименте, когда плотность мишенной плазмы не поддерживалась постоянной, температура электронов превысила 200 эВ.

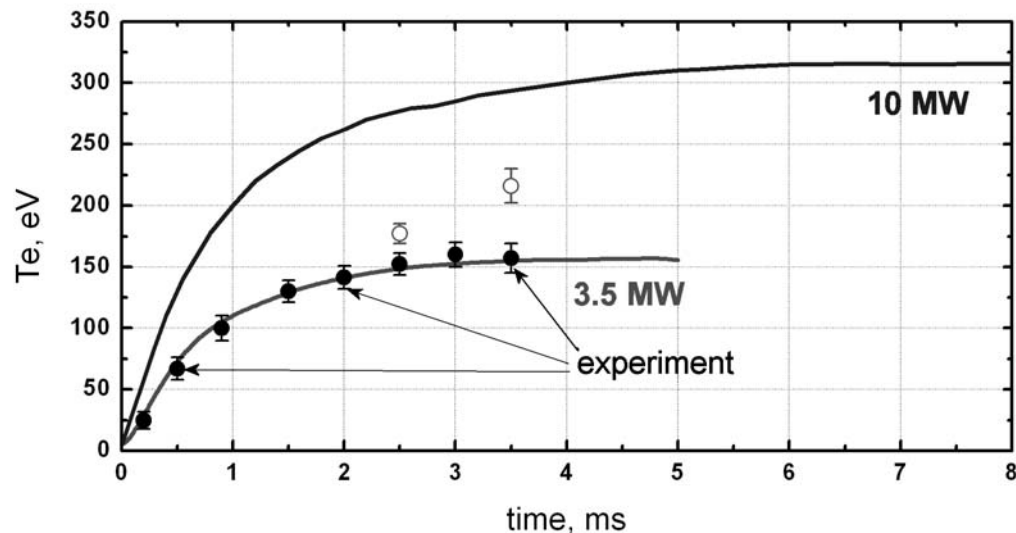


Рис. 7: Электронная температура в ГДЛ при инжекции водородных атомарных пучков: ● – данные эксперимента с дополнительной инжекцией газа ;
○ – данные “распадного” эксперимента ;
сплошные кривые – расчёт ITCS для мощности инжекции 3.5 МВт и 10 МВт.

Сравнение результатов эксперимента с данными численного моделирования позволяют сделать утверждение, что нагрев плазмы осуществляется в результате кулоновского торможения быстрых ионов на электронах плазмы, а максимальная температура в стационарном состоянии определяется балансом между захваченной в плазму мощностью и мощностью продольных потерь при газодинамическом истечении мишенной плазмы. Основываясь на этом утверждении, можно сделать уверенные численные предсказания, что при полной мощности инжекции в 10 МВт температура электронов плазмы превысит 300 эВ (см. верхнюю кривую на рисунке 7), что при переходе на дейтерий-тритиевую плазму будет соответствовать условиям в источнике 14 МэВ термоядерных нейтронов с плотностью потока 0.5 МВт/м².

В настоящее время модернизированная установка ГДЛ позволяет провести ряд важных с точки зрения термоядерных приложений экспериментов. Так, например, в 2007 году завершен цикл исследований влияния радиального электрического поля на удержание плазмы в ГДЛ (подробно о начале и ходе исследований описано в отчете ИЯФ СО РАН 2006 года). С помощью специальных электродов формируется “транспортный барьер”, обеспечивающий устойчивое удержание плазмы с $\beta \approx 50\%$ в стационарном режиме. При этом поток частиц поперек магнитного поля не превышает 1% продольного потока. Теоретическое описание, основанное на результатах экспериментов, позволяет рекомендовать разработанную методику как эффективное средство МГД-стабилизации плазмы в термоядерных системах класса нейтронного источника на основе ГДЛ.

4.1.3 Накопление и удержание горячей анизотропной плазмы в торцевом компактном пробкотроне установки ГДЛ.

В 2007 году на установке Газодинамическая Ловушка (ГДЛ) была проведена новая серия начатых в 2005 г. экспериментов по созданию плазмоида анизотропных горячих ионов в пробкотроне малого объема. Схема эксперимента приведена на рисунке 8. Для создания компактного пробкотрона дополнительная вакуумная камера и катушка были установлены вблизи имеющегося пробочного узла. Образовавшийся дополнительный пробкотрон, называемый торцевым или компактным пробкотроном, имеет поле в центральном сечении $B_0=2.5$ Т, пробочное отношение $R=2$ и расстояние между пробками $L=43$ см. Отличительной чертой этой серии экспериментов по сравнению с 2005 годом являлась повышенная мощность и увеличенная длительность атомарных пучков, создающих плазмоид.

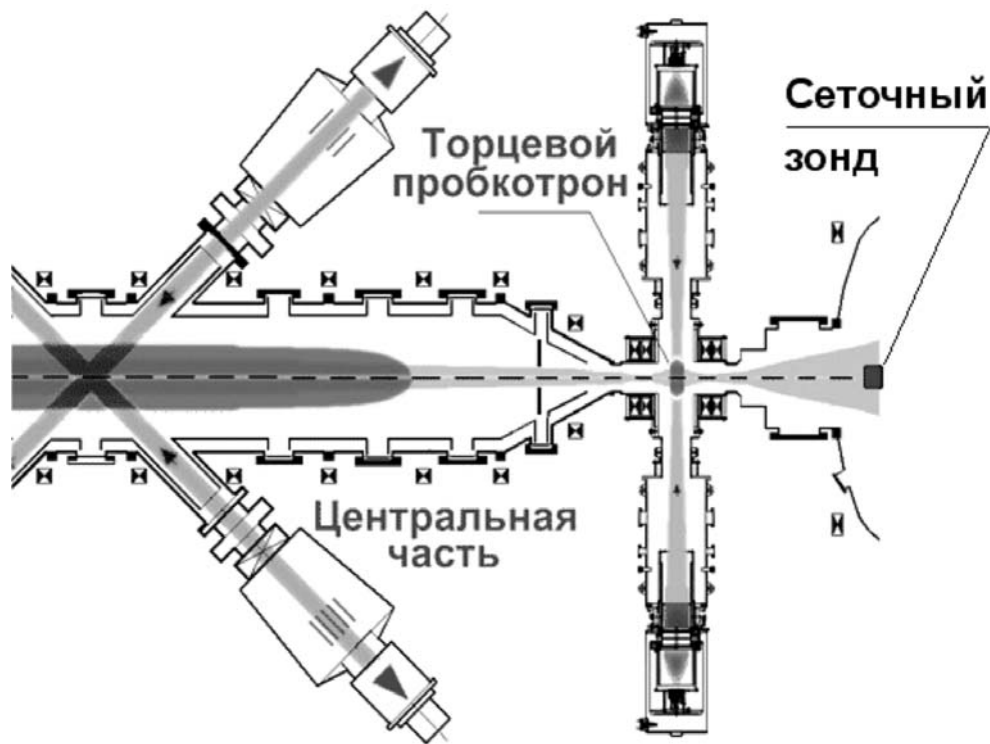


Рис. 8: Схема эксперимента с компактным (торцевым) пробкотроном на установке ГДЛ.

Сценарий описываемого эксперимента был следующий. Компактный пробкотрон заполнялся теплой “мишенной” плазмой из центральной ячейки ГДЛ. Плотность протекающей плазмы составляла $n_0 \approx 10^{13} \text{ см}^{-3}$ и ее электронная температура $T=80 \text{ эВ}$. Для создания плазмоида использовалась 90-градусная инжекция двух фокусированных атомарных пучков длительностью 4 мс с суммарной мощностью 1 МВт и энергией частиц 23 кэВ. На рисунке 9 представлены осциллограммы инжектированной и захваченной в плазме мощности. Там же приведены модельные данные этих величин использованные для расчетов с помощью кода ITSC. Интегрированный транспортный код (ITSC, Integrated Transport Code System) создан в коллаборации с Forschungszentrum Dresden-Rossendorf для моделирования плазмы в аксиально симметричных открытых ловушках. Он состоит из модулей, позволяющих рассчитывать плотности нейтрального газа, распределения мишенной плазмы и быстрых ионов с учётом их взаимодействия между собой.

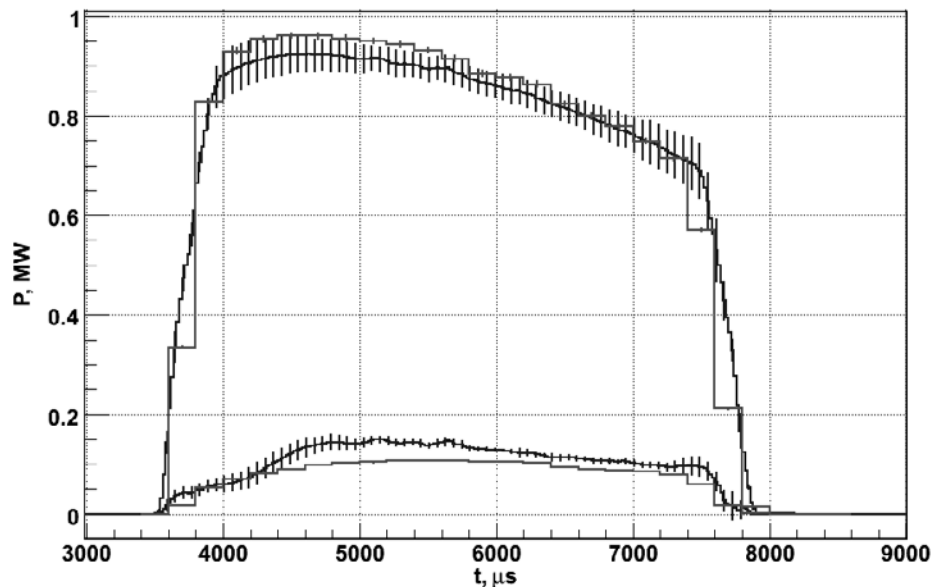


Рис. 9: Инжектированная и захваченная в компактном пробкотроне мощности. + - эксперимент, сплошная кривая - расчёт ITSC.

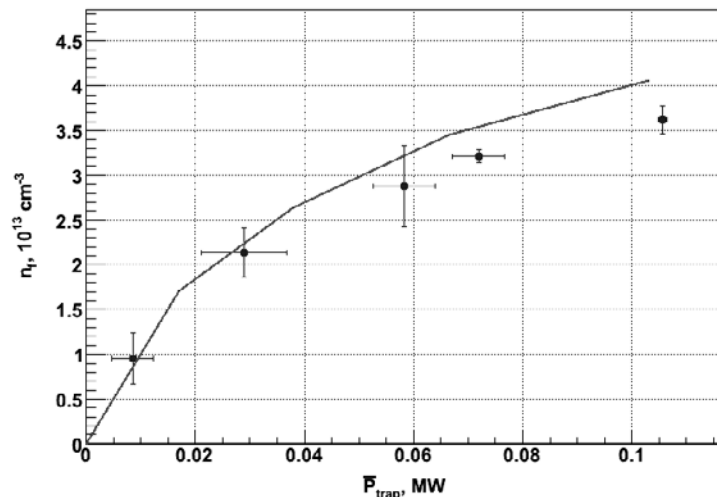


Рис. 10: Плотность быстрых ионов в зависимости от мощности захвата. Точки - эксперимент, сплошная кривая - расчёт ITSC.

На рисунке 10 представлена плотность быстрых ионов в зависимости от захваченной мощности. Там же на рисунке приведена расчетная кривая, полученная с помощью кода ITCS, учитывающего кинетику парных кулоновских столкновений и перезарядку на атомах пучков. Как видно из рисунка, плотность быстрых ионов со средней энергией около 15 кэВ в центре пробкотрона достигла $4 \times 10^{13} \text{ см}^{-3}$. Это в четыре раза выше плотности теплой плазмы за пределами плазмоида (n_0) и почти на порядок превышает плотность теплых ионов в центре компактного пробкотрона. Сравнение данных эксперимента и модельных расчетов показывает, что удержание горячих ионов определяется классической кинетикой парных кулоновских столкновений и перезарядкой на атомах пучков. Существенных потерь частиц и энергии, связанных с наличием микронеустойчивостей или других неклассических механизмов не обнаружено.

Стоит отметить, что достигнутая в компактном пробкотроне ГДЛ плотность быстрых ионов втрое превысила прежнее рекордное значение, полученное в свое время на установке ТМХ при вчетверо большей мощности атомарных пучков.

В экспериментах по удержанию горячей анизотропной плазмы в компактном пробкотроне был изучен эффект амбиполярного запирания потока теплой плазмы из центральной ячейки установки ГДЛ.

На рисунке 11 представлен поток теплых ионов, вытекающих вдоль оси установки, измеренный трехсеточным зондом в расширителе за компактным пробкотроном. Измерения проводились в экспериментальных импульсах ГДЛ с нейтральной инжекцией в компактный пробкотрон и без неё. Как хорошо видно из рис.11 поток плазмы из ловушки уменьшается вчетверо при достижении максимальной плотности горячих ионов в компактном пробкотроне. Полученный результат находится в хорошем соответствии с оценкой влияния достигнутой величины амбиполярного потенциала на продольные потери максвелловской плазмы из ГДЛ.

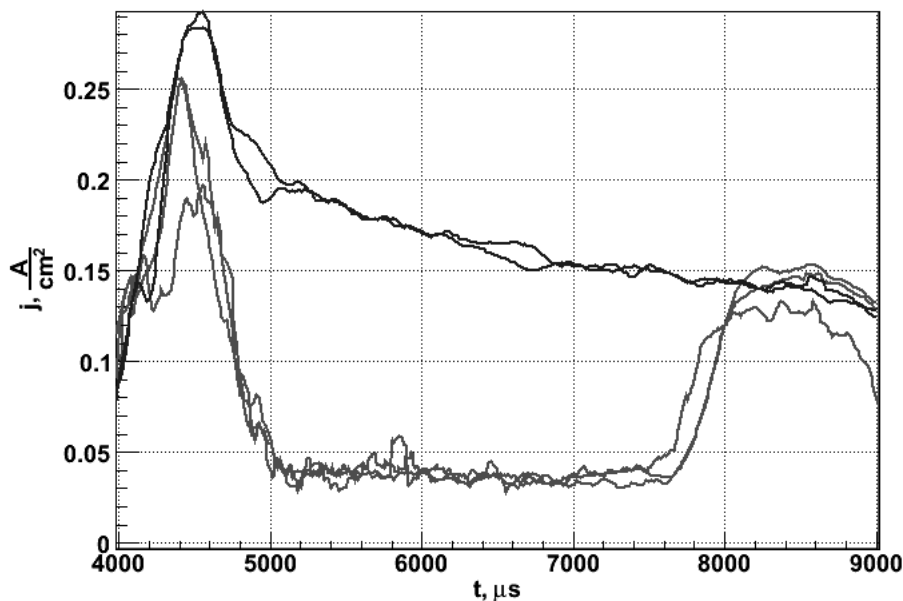


Рис. 11: Плотность тока ионов вытекающих вдоль оси в расширитель. Верхняя кривая - без инжекции в SHIP, нижняя - с инжекцией.

Публикации:

[127], [128], [129], [369], [370], [371].

4.2 Установка ГОЛ-3

Введение

В 2007 году на установке ГОЛ-3 велись работы по нескольким направлениям. Во-первых, это изучение физики нагрева и удержания плазмы в многопробочной ловушке, что является основной задачей установки. Второй важной исследовательской программой является изучение воздействия мощного плазменного потока на перспективные конструкционные материалы, которое проводится в интересах развития термоядерной энергетики в целом. Параллельно с экспериментами по научным программам, в 2007 году продолжалось развитие экспериментальной базы. Проведена реконструкция генератора электронного пучка ускорителя У-2, в результате чего была увеличена длительность работы мегавольтного диода. Был смонтирован и введён в эксплуатацию новый узел выходного расширителя с приёмником плазмы. Впервые на установке ГОЛ-3 запущен в работу инжектор нейтральных атомов дейтерия “Старт”. Продолжалось развитие схемы генерации длинноимпульсных электронных пучков с плазменным эмиттером. Существенно улучшен диагностический комплекс установки.

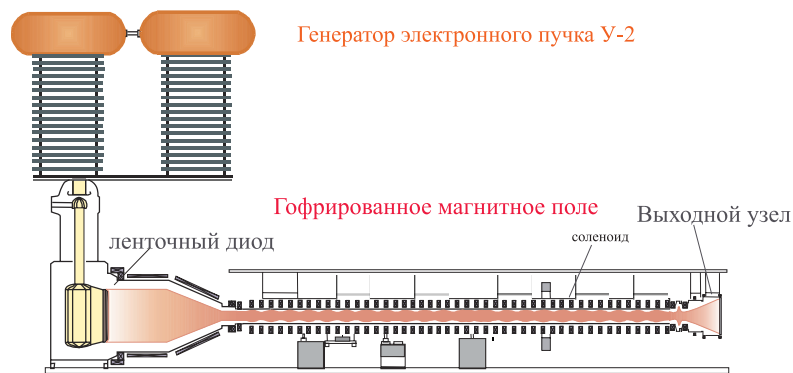


Рис. 1: Схема установки ГОЛ-3.

Схема установки представлена на рис 1. Соленоид установки состоит из 103 катушек с независимым питанием и имеет общую длину около 12 м. В стандартной многопробочной конфигурации магнитное поле имеет 52 периода гофрировки (ячеек многопробочной системы) с полем в максимуме 4.8 Тл, в минимуме 3.2 Тл, и шагом 22 см. Пробочное отношение гофрированной ловушки составляет 1.5, то есть режим работы установки соответствует режиму “слабой гофрировки”. Соленоид оканчивается одиночными магнитными пробками с полем 8-9 Тл.

Типичный сценарий эксперимента выглядит следующим образом. При помощи нескольких импульсных клапанов в металлической вакуумной камере $\varnothing 10$ см, расположенной внутри соленоида, создаётся требуемое распределение плотности водорода или дейтерия по длине. Далее с помощью специального продольного разряда создается исходная плазма со средней по длине плотностью $\sim 10^{21}$ м⁻³ и температурой ~ 2 эВ. Затем в эту плазму инжектируется релятивистский электронный пучок со следующими параметрами: энергия электронов ~ 0.9 МэВ, ток ~ 25 кА, длительность по основанию ~ 8 мкс, энергосодержание ~ 120 кДж, диаметр пучка ~ 5 см. В результате коллективного нагрева плазма приобретает ионную температуру масштаба 1-2 кэВ (в наиболее горячей части плазменного столба). Использование многопробочной схемы удержания (гофрированного магнитного поля) позволяет удерживать горячую плазму гораздо дольше, чем в простой соленоидальной ловушке.

4.2.1 Увеличение длительности генерации пучка на ускорителе У-2

Дальнейшее развитие экспериментов по получению и удержанию плотной, горячей плазмы на установке ГОЛ-3 предполагает использование длинноимпульсного (~ 100 мкс) электронного пучка для поддержания высокого уровня плазменных колебаний и за счет этого подавления продольной теплопроводности и увеличения времени жизни плазмы. В качестве первого шага в этом направлении были проведены работы по увеличению длительности импульса уже используемого на ГОЛ-3 пучка, который генерируется ускорителем У-2. Поскольку длительность генерируемого пучка в значительной степени определяется движением плазмы в катод-анодном зазоре ленточного ускорительного диода, то величина этого зазора для данных экспериментов была увеличена с 10 до 12.5 см. Для оптимизации условий транспортировки и сжатия пучка в магнитном поле при новой геометрии диода, а также для тренировки поверхностей ускорительного диода, находящихся под мегавольтным потенциалом, вначале были проведены эксперименты, в которых сброс пучка осуществлялся на коллектор. Этот коллектор был установлен после системы преобразования сечения пучка из ленточного в круглое в центре системы магнитной компрессии (пробочное отношение по отношению к полю на катоде ~ 15).

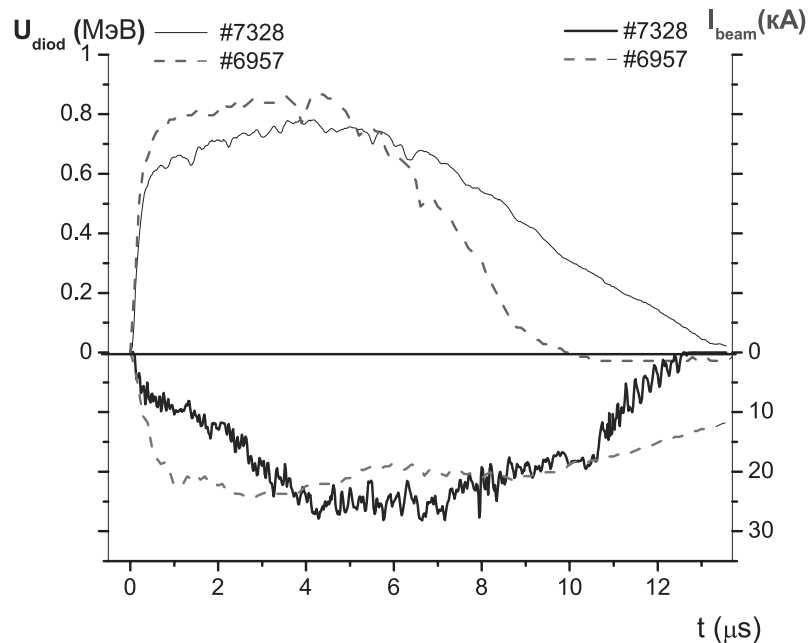


Рис. 2: Напряжение на катоде (вверху) и ток пучка генератора У-2 (внизу) до и после работ по увеличению длительности импульса (сплошные и пунктирные линии, соответственно).

В результате этих экспериментов установлено, что для устойчивой генерации пучка с длительностью импульса более 10 мкс необходим плавный подъем напряжения на катоде ускорителя с тем, чтобы к моменту времени, когда напряжение на нем приближается к мегавольтному значению, электронный ток в диоде имел величину масштаба 20 кА. Такая величина протекающего в диоде тока обеспечивает самоизоляцию высоковольтных поверхностей диода магнитным полем этого тока. Увеличением длительности фронта нарастания напряжения на катоде с 1 мкс до 3 мкс при

небольшом снижении максимального напряжения на диоде длительность пучка была повышена с 9 до 14 мкс. Так как увеличение длительности пучка было достигнуто увеличением катод-анодного зазора, то оно сопровождалось уменьшением тока пучка в начале импульса. В итоге оказалось, что полный энергозапас пучка остался на прежнем уровне.

После завершения описанной серии экспериментов были проведены опыты по инжекции такого пучка в плазму. Эти эксперименты продемонстрировали, что, несмотря на некоторое снижение мощности пучка, инжектированного в плазму, продолжительность процесса передачи энергии от пучка к плазме увеличилась в соответствии с увеличением длительности инжекции. Этот факт свидетельствует о продуктивности работ по удлинению импульса пучка применительно к развитию экспериментов по нагреву плазмы.

4.2.2 Выходной расширитель плазменного потока

В начале 2007 года на выходной части установки ГОЛ-3 был смонтирован новый концевой приёмник плазмы. Он состоит из вакуумного объёма с максимальным диаметром около 1 метра, внутри которого помещён металлический диск выходного приёмника плазмы диаметром 850 мм. Плазмоприёмник закреплён на секционированном изоляторе, который позволяет приобретать плавающий потенциал смещения до 150 кВ относительно корпуса установки. Магнитная система нового выходного узла состоит из трёх маловитковых катушек, которые включаются последовательно с выходной пробочной катушкой установки ГОЛ-3, рабочий ток около 6 кА.

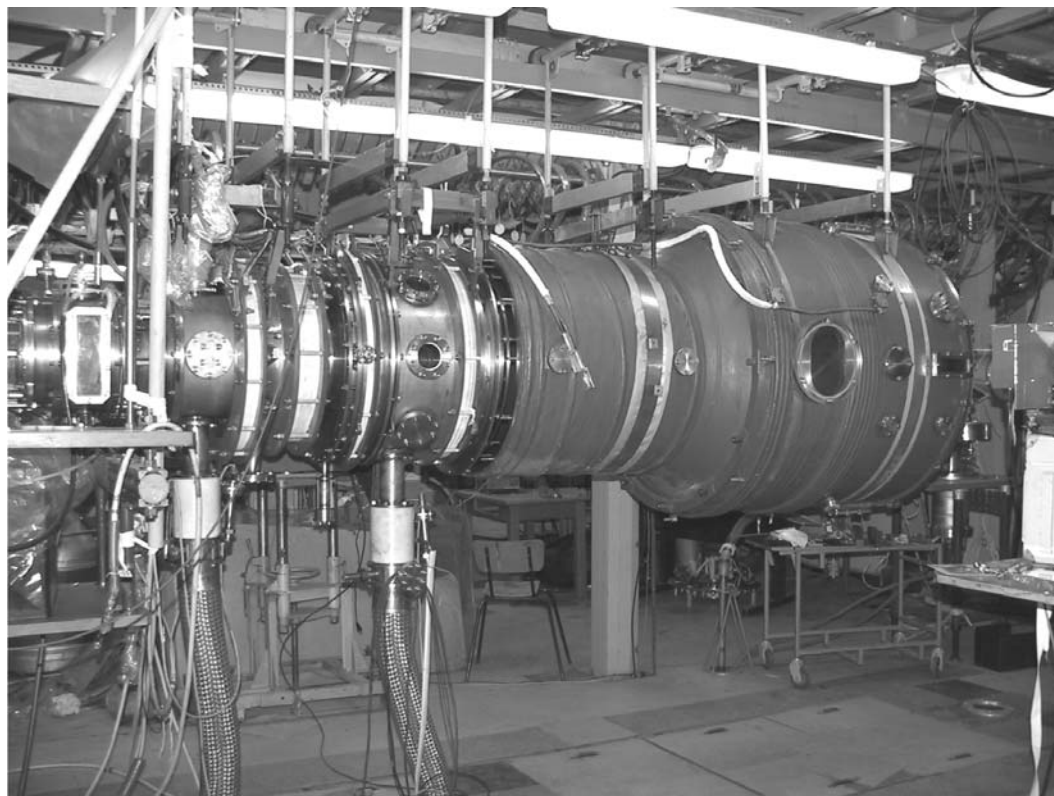


Рис. 3: Новый выходной расширитель с приёмником плазменного потока в момент стыковки с установкой ГОЛ-3.

Новый выходной бак и металлический приёмник плазмы призваны решить несколько научных и технологических задач. В первую очередь, была поставлена задача снижения удельной мощности и плотности энергии плазменного потока, попадающего на торцевую пластину. В существовавшей конструкции использовался графитовый приёмник плазмы диаметром 500 мм, поверхность которого нагревалась в импульсе выше 1000°C . В новой конструкции происходит более сильное расширение плазменного потока в постепенно уменьшающемся магнитном поле, так что становится возможным использовать и металлы в качестве материала приёмных пластин даже с расчётом на планирующееся увеличение энергозапаса в системе. Применение металлических электродов и расположение дополнительной вакуумной откачки непосредственно рядом с выходным баком позволило также улучшить вакуумные условия как в области приёмника плазмы, так и в целом по плазменной камере. В новом выходном баке планируется установка станций для испытания материалов под действием плазменного потока, возможны также эксперименты по изучению истечения плазменной струи из ловушки в магнитный расширитель.

4.2.3 Первые эксперименты по атомарной инжекции

Источники ускоренных атомарных пучков широко используются для нагрева плазмы в системах с магнитным удержанием. В 2007 году на установке ГОЛ-3 состоялись первые эксперименты с использованием этой технологии. На установке был запущен в эксплуатацию инжектор быстрых атомов, созданный на основе инжектора “Старт-2”. Основные детали инжектора и системы питания были предоставлены лаб. 9 ИЯФ. Инжектор подключен установки в центральной части соленоида, инжекция ведётся перпендикулярно оси магнитного поля. В первых экспериментах энергия инжектируемых атомов была 15 кэВ, эквивалентный ток ≈ 30 А, длительность 0.8 мс, диаметр 130 мм. Контроль прохождения пучка сквозь плазму вёлся при помощи многоканального измерителя профиля тока, позволяющего по ослаблению атомарного пучка судить о поперечном распределении плотности плазмы.

Особенностью установки ГОЛ-3 является высокая плотность напускаемого газа с концентрацией $\sim 10^{21} \text{ м}^{-3}$, что приводит к дополнительным потерям частиц атомарного пучка при инжекции. Поэтому установка была переведена в нестандартный режим работы, при котором плотность плазмы и напускаемого газа в районе атомарной инжекции была понижена до $\sim 10^{20} \text{ м}^{-3}$, в то время как в местах расположения импульсных клапанов она достигала $1.8 \cdot 10^{21} \text{ м}^{-3}$.

Опыт нейтральной инжекции в целом оказался успешным. Степень захвата атомов пучка в плазму достигала 84%. Потери атомов в результате их ионизации в нейтральном газе на пути к плазменному столбу оказались менее 20%. Основным источником непроизводительных потерь энергии является холодная периферия плазмы, в которой останавливаются 3/4 инжектируемых атомов. Вторую проблему представляет быстрое остывание электронной компоненты плазмы, ограничивающее время накопления быстрых частиц в плазме величиной в 50-100 мкс.

В настоящее время использовался существовавший ранее сеточный узел, формирующий пучок с малой угловой расходимостью. Апертура входного порта установки ГОЛ-3, через который ведётся атомарная инжекция, значительно меньше диаметра пучка, поэтому большая часть мощности пучка теряется до плазмы на элементах конструкции. Планируется в дальнейшем перейти к оптимизированной сеточной системе с фокусировкой. В обсуждаемых экспериментах инжектор работал в качестве средства диагностики поперечного распределения плотности плазмы.

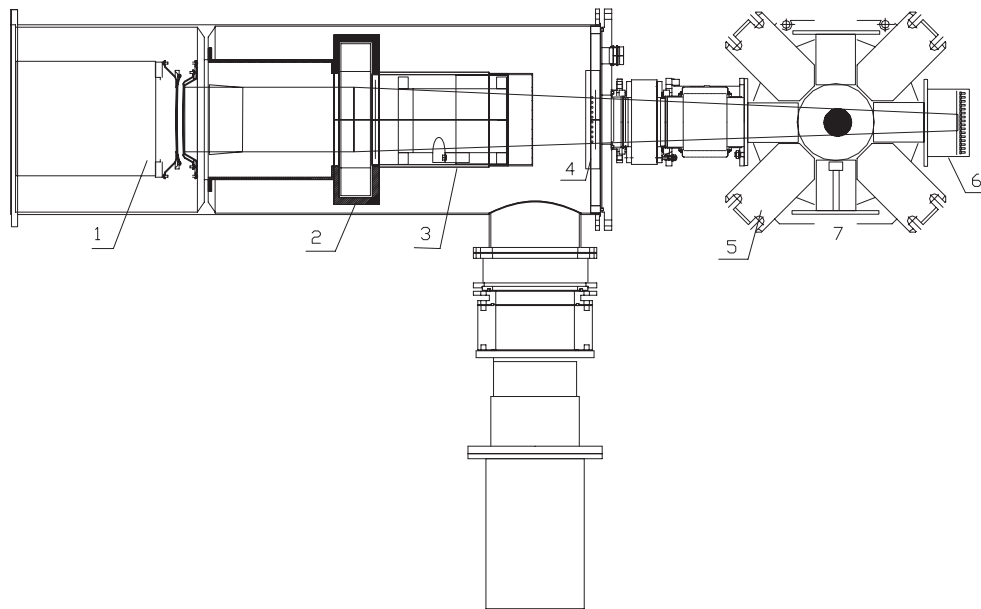


Рис. 4: Размещение системы атомарной инжекции на установке ГОЛ-3:
 1–источник ускоренных ионов, 2 – магнитная линза, 3 – камера перезарядки,
 4,6 –вторично- эмиссионные профилометры, 5 – магнитная система ГОЛ-3,
 7 – диамагнитный датчик.

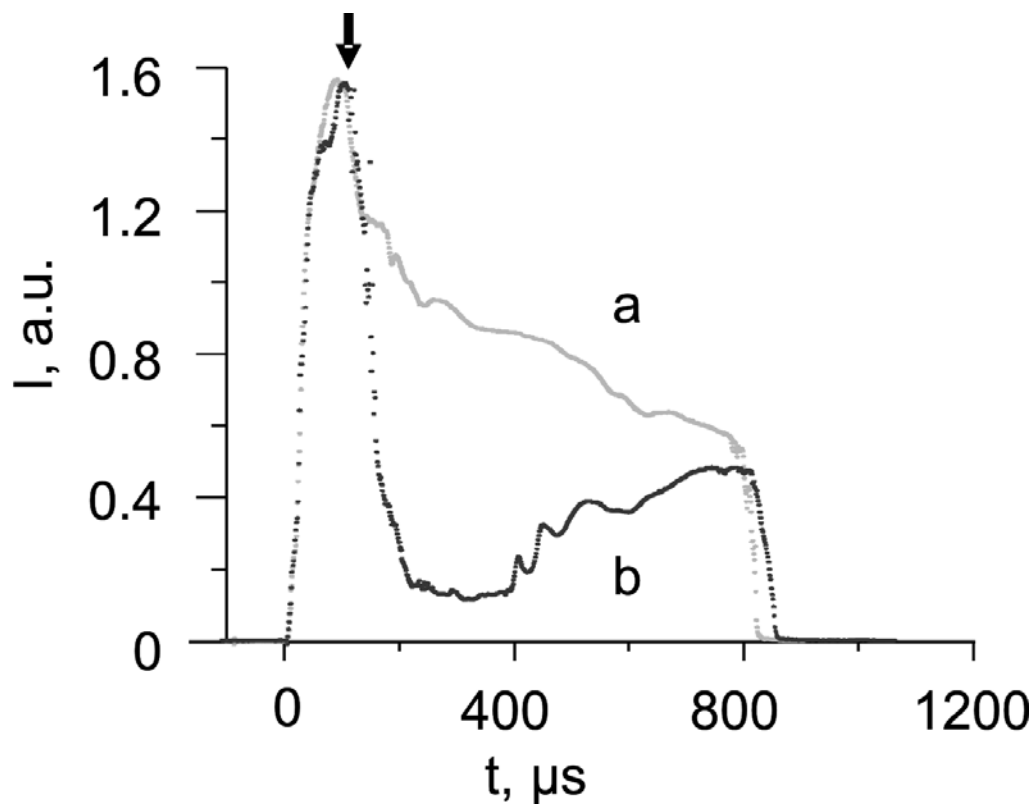


Рис. 5: Ослабление атомарного пучка плазмой ГОЛ-3.

Кривая а – ток, регистрируемый одним из коллекторов хордового профилометра при работе только инжектора, кривая b – тот же сигнал при инжекции атомарного пучка в плазму. Время отсчитывается от начала включения инжектора, начало создания плазмы отмечено стрелкой.

4.2.4 Исследование механизмов эрозии графитовых мишеней под действием потока горячей плазмы

Одним из направлений работы на установке является исследование взаимодействия потоков горячей плазмы с поверхностью. Особенностью установки ГОЛ-3 является достаточно большая мощность потока электронно-горячей плазмы на поверхности мишени, что дает возможность моделирования процессов на плазмоприемниках термоядерного реактора в различных режимах его работы. В различное время на установке исследовались процессы взрывного разрушения графита, стойкости вольфрамовых мишеней, распространения поверхностной плазмы на большие расстояния вдоль магнитного поля. Целью проведенных в 2007 году экспериментов являлось исследование эрозии графитовых мишеней при облучении потоками плазмы с умеренным (2 МДж/м^2) энерговыделением, соответствующим энергетическим нагрузкам на диверторные пластины токамака ИТЭР в режиме ELM type I.

Для исследования механизмов и скорости эрозии мишени использовался комплекс оптических диагностик. Расположение мишени и диагностик для исследования поверхностной плазмы показано на рис. 6. Спектроскопический комплекс включал в себя обзорный спектрометр видимого излучения, спектрометр высокого разрешения и фотографическую систему для измерения пространственного распределения интенсивности свечения плазмы в отдельных линиях. Все используемые оптические системы были абсолютно прокалиброваны по эталонному источнику для определения мощности излучения на выбранных длинах волн. В качестве мишени в экспериментах использовалась пластина из графита МПГ-6, в центр которой был вставлен цилиндр длиной 50 мм и диаметром 10 мм из того же материала, предназначенный для исследования поперечного разлета образующегося на мишени паро-плазменного облака.

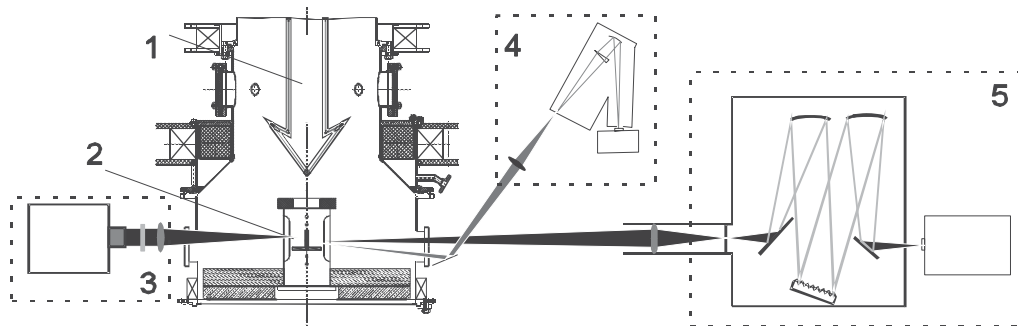


Рис. 6: Схема расположения диагностик;

1 – поток плазмы, 2 – мишень, 3 – фотографическая система для измерения пространственного распределения интенсивности спектральных линий, 4 – обзорный спектрометр, 5 – спектрометр высокого разрешения.

Спектр излучения поверхностной плазмы приведен на рис.7. В спектре преобладают линии серии Бальмера атомарного водорода (H_α и H_β), линии однозарядного иона углерода CII , а также излучательные спектры молекул C_2 (полоса Свана $d^3\Pi - a^3\Pi$) и CN (полоса Герё $A^2\Delta - X^2\Pi$). Измерение интенсивностей спектральных линий ионов углерода и молекул углеводородов позволяет определить потоки углеводородных молекул с поверхности мишени, а также полный поток атомов углерода в плазму. При этом параметры плазмы, необходимые для вычисления потоков также

могут быть определены с помощью спектроскопических измерений (концентрация плазмы и ионная температура - по уширению линии H_α водорода, а электронная температура - по соотношению спектральных линий иона $СII$).

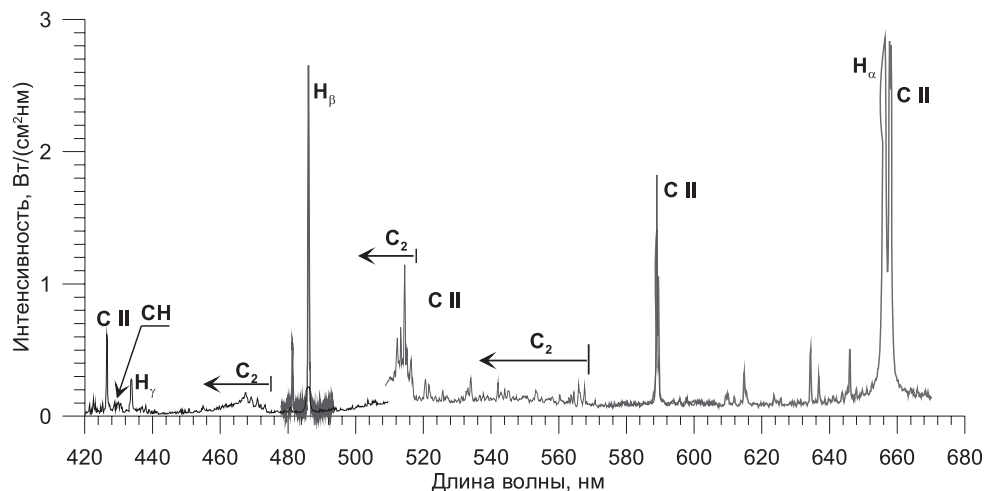


Рис. 7: Спектр излучения приповерхностной плазмы (составлен из участков спектра, полученных в отдельных измерениях).

Молекулы C_2 (460-478 нм, 507-516 нм, 530-565 нм) и CH (420 - 435 нм), полосы которых наблюдаются в спектре излучения плазмы, появляются в результате диссоциации образующихся на поверхности твердого тела молекул углеводородов метановой и этановой групп. Молекулы этих углеводородов не имеют оптических переходов в видимой области и не могут быть непосредственно обнаружены методами оптической спектроскопии. Связь потока молекул с поверхности мишени с мощностью излучения определенной полосы характеризуется параметром D/XB , называемым обратной фотонной эффективностью. Этот параметр определяет число молекул, вылетевших с поверхности, приходящихся на один излученный фотон заданного оптического перехода.

Экспериментальные данные интенсивности эмиссии полос CH и C_2 хорошо описываются моделью, предполагающей, что химическая эрозия происходит за счет молекул углеводородов этановой группы. Найденный поток углеводородов составляет $\Phi_{C_2H_2} = (1 - 2) \cdot 10^{18}$ молекул/($см^2с$), что дает скорость химической эрозии $2 \cdot 10^{18}$ атомов/($см^2с$).

Полное количество углерода, поступившего в плазму (то есть скорость эрозии мишени), может быть найдено из измерений мощности эмиссии спектральных линий однозарядного иона углерода. Определенная по излучению линии $СII$ (658.1 нм) концентрация ионов углерода равна $n_{CII} = 8 \cdot 10^{14}$ $см^{-3}$, что дает оценку скорости эрозии $3.2 \cdot 10^{20}$ атомов/ $см^2с$, соответствующей глубине эрозии 7 нм за выстрел. Такая глубина эрозии находится в удовлетворительном согласии с расчетами величины испарения поверхности графита при заданной плотности энергии.

Таким образом, в исследуемом режиме химическая эрозия дает около 0.5% от полного числа атомов, поступивших в плазму. Оценки показывают, что физическое распыление под действием горячих плазменных ионов, вытекающих из основной части установки, а также углеродных ионов, образующихся в приповерхностной плазме, не является определяющим процессом. Полная глубина эрозии составила ~ 1 мкм или $\sim 10^{19}$ атомов/ $см^2$ за выстрел, что в 10-100 раз превосходит как измерения числа поступивших в плазму атомов, так и оценки по скорости испарения. При этом эрозия

поверхности носит существенно неоднородный характер. На изображениях, полученных с помощью сканирующего электронного микроскопа (рис.8), видно наличие на облученной поверхности глубоких кратеров, а также отшелушивание (флекинг) поверхностного слоя. Таким образом, даже при низких плотностях энергии происходит “хрупкое” разрушение поверхности, приводящее к образованию микрочастиц (пыли), не обнаружимых спектроскопическими методами, и определяющее скорость эрозии образцов.

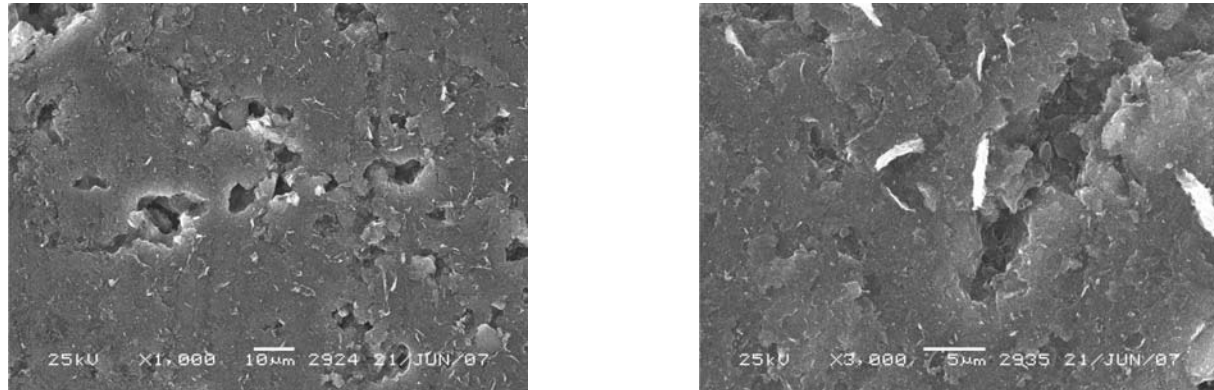


Рис. 8: Дефекты на поверхности облученных графитовых мишеней (фотографии сделаны сканирующим электронным микроскопом).

4.2.5 Развитие технологии формирования интенсивных электронных пучков большой длительности с плазменным эмиттером

В 2007 году в рамках программы перспективного развития установки ГОЛ-3 были продолжены работы, нацеленные на получение мощного электронного пучка с длительностью в диапазоне сотен микросекунд, обладающего высокой яркостью и большим энергозапасом, и предназначенного для нагрева и стабилизации плазмы в многопробочной открытой ловушке. Работа проводилась по двум направлениям: были продолжены эксперименты на стенде с источником пучка на основе дугового плазменного эмиттера электронов; вместе с этим, в значительной степени была проработана концепция “следующего шага”, который предусматривает создание источника с ускоряющим напряжением 150 кВ и на порядок более высоким энергозапасом в пучке.

В экспериментах на стенде основные усилия были сосредоточены вокруг двух задач: исследования влияния внешнего магнитного поля на формирование пучка и увеличения полного тока пучка путем использования многоапертурных электронно-оптических систем (ЭОС). Использовались электроды ЭОС, имеющие вид “решетки” с круглыми отверстиями, расположенными в гексагональном порядке. Число отверстий варьировалось от 6 до 19. Наряду с “решеточными”, в конце 2007 г. были проведены первые испытания ЭОС с кольцевыми щелевыми апертурами.

Осциллограммы токов и напряжения для ЭОС с 19 отверстиями показаны на рис. 10. Максимально достижимый в экспериментах ток пучка и длительность импульса определялись возможностями используемой на стенде системы питания. Достигнутый ток пучка составил величину до 130 А (усредненно по вершине импульса), что

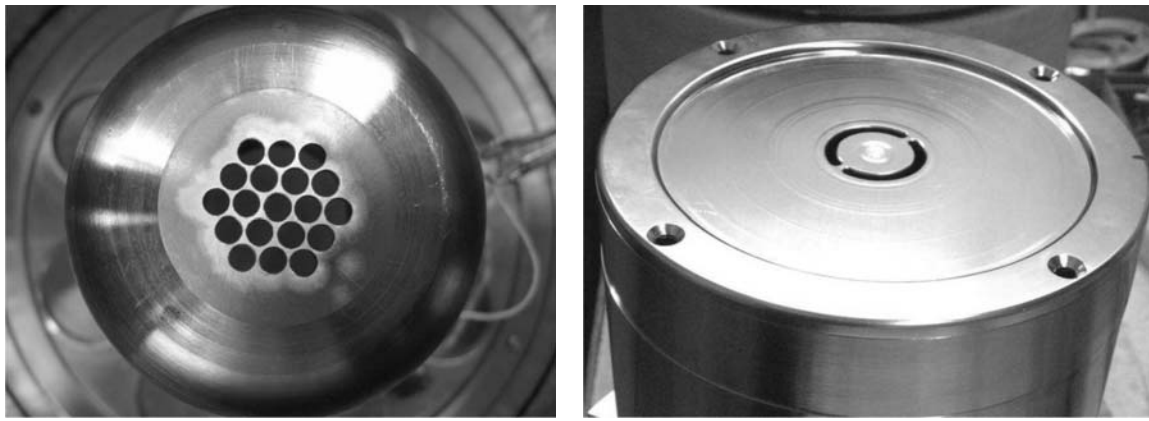


Рис. 9: Слева: анодный электрод 19-апертурной ЭОС, справа: эмиссионный электрод целевой ЭОС. Характерный размер отверстия и ширина щели около 3 мм.

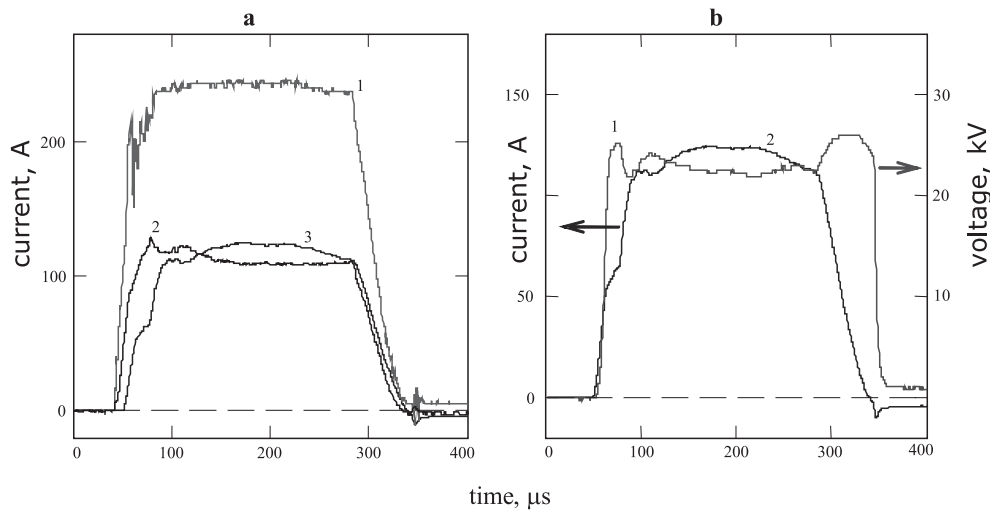


Рис. 10: Характерные осциллограммы пучка для 19-апертурной ЭОС. Цифрами указаны: а) 1 – полный ток дуги, 2 – ток на эмиссионный электрод, 3 – ток эмиссии пучка; б) 1 – ускоряющее напряжение, 2 – ток эмиссии пучка (тот же, что и для части а).

соответствует плотности тока эмиссии в отверстиях 80 A/cm^2 . На эмиссионный электрод проходило до 95% тока дугового разряда, а в пучок извлекалось примерно 52% от тока на эмиссионный электрод, что близко к геометрической прозрачности ЭОС. Достигнутая в этих экспериментах плотность тока не является предельной для ЭОС используемого типа. Еще большая плотность тока (выше 130 A/cm^2) была достигнута в опытах с 7- и 6-апертурными ЭОС, но при максимальном токе $70 \div 75 \text{ A}$. При превышении указанной величины плотности тока резко (в $2 \div 3$ раза) падает длительность импульса пучка, и при попытках дальнейшего увеличения тока пробой ускоряющего промежутка развивается за время порядка нескольких микросекунд при средней межэлектродной напряженности электрического поля около 120 kV/cm . Эксперименты показывают, что эти параметры, по-видимому, очень близки к предельным для ЭОС данной конструкции при рабочем напряжении $\approx 30 \text{ kV}$. Эксперименты со щелевой ЭОС находятся в начальной стадии, однако первые опыты показали работоспособность такой конструкции и хороший потенциал для дальнейшего развития.

Изучение влияния внешнего магнитного поля на формирование пучка показало, что наложение слабого магнитного поля способствует увеличению плотности тока эмиссии. Приведенные выше параметры были получены в поле $4 \cdot 10^{-3} \div 6 \cdot 10^{-3}$ Тл. Вместе с тем, при превышении некоторого “критического” значения $\approx 8 \cdot 10^{-3}$ Тл, получаемая плотность тока пучка уменьшается. Причины резкой зависимости максимально достижимой плотности тока пучка от магнитного поля изучаются. Возможно, это связано с действием магнитного поля на процесс формирования и динамику плазмы, образующейся при транспортировке пучка в заанодном пространстве и трубке дрейфа и последующим влиянием этой плазмы на работу источника пучка.

4.2.6 Развитие возможностей измерительного комплекса

В 2007 году был завершён очередной этап работы по улучшению диагностического комплекса установки. Помимо улучшения ряда диагностик, основные изменения касаются электроники. После получения режимов с улучшенным удержанием плазмы существовавшая раньше система регистрации стала неадекватна задачам эксперимента из-за аппаратных ограничений АЦП Ф4226, которые использовались в качестве основных регистраторов сигналов с середины 1980-х гг. По предложению группы разработчиков из Л.9 (А.Д.Хильченко, А.Н.Квашнин, В.Ф. Гурко, П.В. Зубарев, Д.В.Моисеев) в качестве основного регистратора был выбран многоканальный синхронный комплекс А1225/32 их разработки (12 бит, 50 МГц, 32 К слов, до 64 каналов в корзине Евромеханика). Каждая корзина управляется контроллером, который имеет в своём составе 32-разрядный процессорный модуль WebARM со встроенной операционной системой μ Linux и контроллером Ethernet. Всего изготовлено около 120 измерительных каналов, что позволило перевести на новую электронику часть основных диагностик; темп и объём этих работ определялись финансированием. На установке создано два автономных сегмента сети Ethernet: к одному из них подключены регистраторы сигналов А1225/32 и цифровые осциллографы, к другому - распределённая сеть цифровых фотокамер. Учитывая высокий уровень электромагнитных наводок в момент срабатывания установки ГОЛ-3, аппаратные сегменты сети Ethernet построены с использованием оптоволоконных трасс.

Была полностью перестроена структура системы сбора данных. В настоящее время организовано два выделенных компьютера, к которым физически подключена электроника, требующая непосредственного кабельного соединения. Один из них управляет цифровыми регистраторами и оставшимся оборудованием КАМАК, он размещён в пультовой ГОЛ-3. Второй находится непосредственно на установке, используется в режиме удалённого доступа и служит сервером для цифровых камер (как подключённых к выделенному аппаратному сегменту Ethernet, так и подключённых через USB). Автономное управление осталось у систем, требующих возможность независимой работы (генераторы пучка У-2 и У-3, магнитная система, инжектор нейтральных атомов). Остальные рабочие места в пультовой служат для визуализации и обработки полученных данных и обычно не имеют прямого доступа к оборудованию.

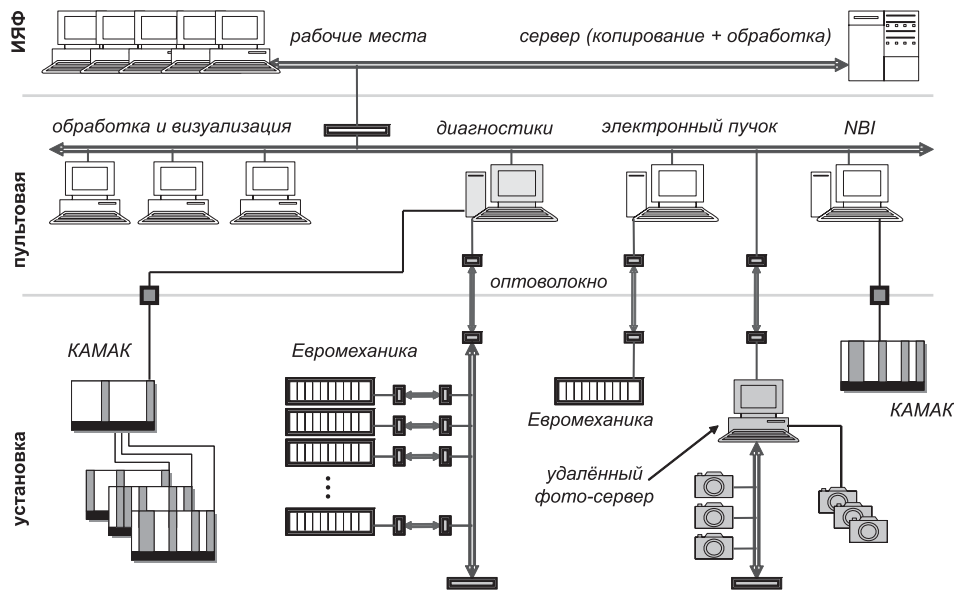


Рис. 11: Структура диагностической электроники комплекса ГОЛ-3.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

На установке ГОЛ-3 продолжают эксперименты, направленные на создание физической базы знаний, необходимой для сооружения термоядерного реактора на базе многопробочной ловушки. Производится улучшение качества получаемой информации как за счёт ввода в строй новых диагностических методик, так и за счет проведения специализированных экспериментов. Развиваются новые технологии нагрева плазмы, которые позволят увеличить её параметры. Продолжается работа над аналитическими и численными моделями, описывающими поведение плазмы в ловушке. Проводились также прикладные исследования по заказам сторонних организаций.

Участники работы:

А.В.Бурдаков, А.В.Аржанников, В.Т.Астрелин, В.И.Баткин, А.Д.Беклемишев, В.Б.Бобылев, В.С.Бурмасов, П.В. Быков, Л.Н.Вячеславов, Г.Е.Деревянкин, Э.Р.Зубаиров, В.Г.Иваненко, И.А.Иванов, М.В.Иванцовский, И.В.Кандауров, В.В.Кожухов, И.А.Котельников, А.Г.Макаров, М.А.Макаров, К.И.Меклер, С.В.Полосаткин, С.С.Попов, В.В. Поступаев, А.Ф. Ровенских, С.Л.Синицкий, Ю.С.Суляев, И.В.Тимофеев, Ю.А.Трунев, А.А.Шошин, В.А.Яровой

4.3 Установка ЭЛМИ

Введение

Для получения мощных ($P \sim 1$ ГВт) импульсов пространственно когерентного миллиметрового излучения сотрудниками ИЯФ и ИПФ РАН (Нижний Новгород) была предложена и развита концепция планарного лазера на свободных электронах (МСЭ) с двумерной пространственно распределенной обратной связью (РОС). Эта связь должна обеспечивать устойчивый фазовый синхронизм в потоке миллиметрового излучения, создаваемом пучком релятивистских электронов с поперечным размером, на порядки величины превышающим длину волны генерируемого излучения. Возможность реализации двумерной РОС была доказана в экспериментах с планарным МСЭ на установке ЭЛМИ (ИЯФ). В ходе этих экспериментов была осуществлена одномодовая генерация импульсов 4 мм - излучения с мощностью ~ 10 МВт и длительностью до 0,4 нс.

Учитывая тот факт, что ранее в компьютерном моделировании была продемонстрирована возможность одновременной генерации в одном ускорительном диоде нескольких ленточных пучков с параметрами, приемлемыми для генерации СВЧ-излучения, то был предложен вариант МСЭ с двумя ленточными пучками, в котором может реализоваться двухстадийная схема генерации микросекундных импульсов терагерцового излучения мегаваттного уровня мощности. Физический механизм генерации терагерцового излучения в данном случае основан на эффекте вынужденного рассеяния электромагнитной волны накачки на пучке релятивистских электронов. В предлагаемой схеме исходная волна накачки на частоте 75 ГГц генерируется первым ленточным пучком в МСЭ с планарным резонатором, в котором для обеспечения пространственного синхронизма электромагнитных колебаний используется двумерный брэгговский отражатель. Это излучение через специальный волновод связи поступает в соседний с мазером щелевой канал, где распространяется навстречу второму ленточному пучку релятивистских электронов. Рассеянное на электронах пучка излучение, распространяющееся по направлению движения электронов, будет иметь частоту выше частоты исходной волны накачки приблизительно в $4\gamma^2$ раз, что лежит в области частот в несколько терагерц при энергии электронов около 1 МэВ.

Реализация проекта генерации терагерцового излучения по описанной выше двухстадийной схеме требует, прежде всего, разработки ускорительного диода, который обеспечивал бы одновременное получение двух сильноточных ленточных пучков. Второй не менее важной задачей является осуществление транспортировки интенсивных ленточных РЭП в умеренном по величине магнитном поле внутри щелевых каналов в условиях, близких к устойчивому равновесию. В связи с этим основной задачей экспериментальных исследований, проведенных на установке ЭЛМИ в 2007 году, было получение одновременной генерации и транспортировки двух килоамперных ленточных пучков релятивистских электронов.

4.3.1 Компьютерное моделирование

Основной задачей при получении сильноточных РЭП, приемлемых для реализации двухстадийной схемы генерации терагерцового излучения, является достижение предельно высокой яркости этих пучков, которая пропорциональна плотности тока пучка j и обратно пропорциональна квадрату его угловой расходимости - Θ^2 . Расчеты показывают, что для получения приемлемого уровня перекачки энергии волн в терагерцовую область необходима плотность тока пучка масштаба $j \sim 3 \text{ кА/см}^2$ при разбросе продольных скоростей электронов $\Delta V_{||}/V_{||} \approx \Theta^2/2$ менее 10^{-2} . Следует отметить, что для получения миллиметрового излучения требование на разброс по продольным скоростям электронов пучка существенно менее жесткое: $\leq 5 \cdot 10^{-2}$. В ходе аналитического рассмотрения и компьютерного моделирования, проведенного ранее для магнитно-изолированного ускорительного диода с ленточной геометрией при напряжении на диоде 1 МВ, плотности тока в пучке 150 А/см^2 и ведущем магнитном поле в канале 0,6 Тл, было показано, что правильным выбором геометрии проводящих границ катод-анодного промежутка, а также хода силовых линий магнитного поля и его величины в области движения электронов возможно подавление угловой расходимости отдельного электронного пучка до уровня $\Theta \sim 2 \cdot 10^{-2}$, что обеспечивает выполнение условия $\Delta V_{||}/V_{||} \sim 2 \cdot 10^{-4}$. При увеличении числа пучков, генерируемых в единой ускорительной системе, до четырех, в расчетах также удалось продемонстрировать получение высокой яркости пучков, адекватной их использованию для генерации миллиметрового излучения.

Что касается перспектив применения ленточных пучков в двухстадийной схеме генерации терагерцового излучения, то по результатам компьютерного моделирования одновременной генерации двух ленточных пучков в диоде с магнитной изоляцией и выводом этих пучков в узкие щелевые каналы показано, что угловая расходимость электронов может быть доведена до уровня $\Theta \sim 5 \cdot 10^{-2}$ (что соответствует $\Delta V_{||}/V_{||} \sim 10^{-3}$) при значительно большей плотности тока пучка 1 кА/см^2 в магнитном поле 1,7 Тл.

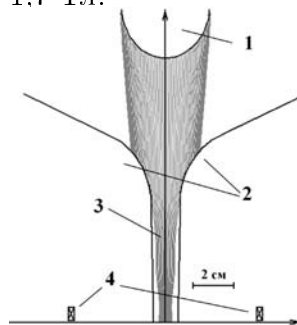


Рис. 1: 1 – катод, 2 – анод, 3 – электронный пучок, 4 – катушки соленоида на канале.

В качестве примера на рис. 1 представлены траектории электронов, полученные в ходе компьютерного решения с помощью кода POISSON-2 двумерной самосогласованной стационарной задачи о генерации ленточного пучка в диоде. По результатам моделирования была выбрана наиболее подходящая конструкция магнитно-изолированного диода, включая конфигурацию катушек магнитной системы ускорителя.

4.3.2 Результаты экспериментов по генерации и транспортировке двух ленточных пучков

Исходя из результатов компьютерного моделирования, были поставлены эксперименты по одновременной генерации двух ленточных пучков и транспортировке их в вакуумных щелевых каналах. Схема эксперимента представлена на рис. 2.

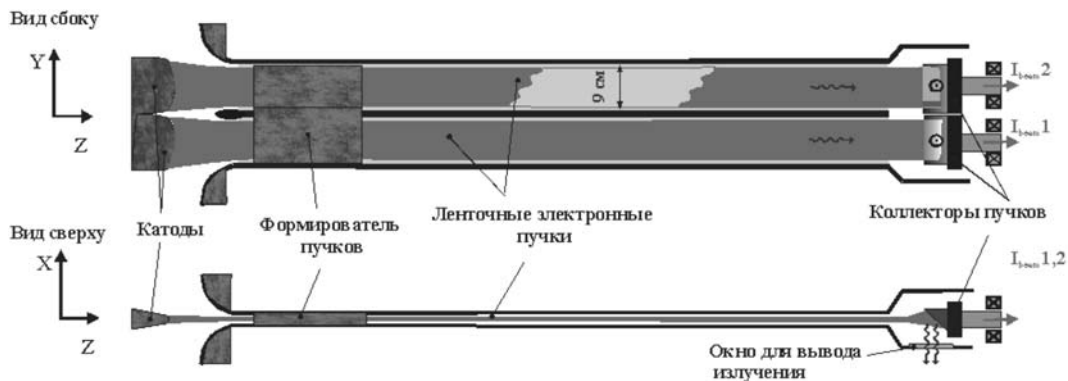


Рис. 2: Схема экспериментов по одновременной генерации двух ленточных пучков.

Два ленточных пучка генерируются с помощью двух вытянутых в вертикальном направлении катодов, находящихся друг над другом (см. вид сбоку). Катоды изготовлены из волокнистого графитового материала для обеспечения однородной эмиссии по их поверхности. Магнитное поле при движении пучка от катода в транспортный канал адиабатически нарастает от значения 0,35 Тл до 1,7 Тл, обеспечивая тем самым магнитную компрессию пучка с повышением плотности тока до 1-1,5 кА/см^2 . В соответствии с расчетами для такого нарастания поляpitch-угол электронов не должен превышать нескольких градусов. При входе пучков в канал транспортировки

внешние области их сечения срезались в специальном графитовом формирователе так, что только центральная часть сечения пучка с размерами $0,4 \times 7$ см, в которой электроны должны иметь наименьшие питч-углы, проходила в канал (см. рис. 2). Далее после транспортировки пучка в канале с магнитным полем $1,7$ Тл на расстояние 140 см пучки направлялись в спадающем магнитном поле на графитовые коллекторы. Толщина пучков с ленточным сечением была выбрана в этом эксперименте равной $0,4$ см при расстоянии между стенками каналов $0,9$ см. Созданный таким образом зазор между границей пучка и стенкой канала должен был обеспечить невозможность касания стенок канала электронами пучка в условиях, когда они совершают колебания под действием поля ондулятора.

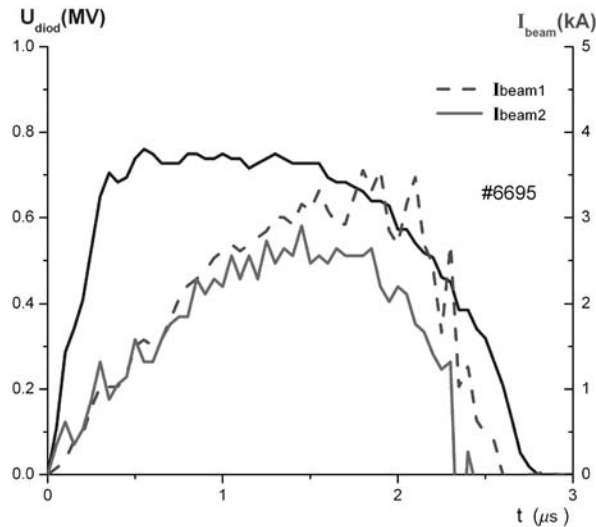


Рис. 3: Осциллограммы напряжения на диоде и двух пучковых токов на выходе из каналов.

На рис. 3 приведены типичные осциллограммы напряжения на диоде и токов двух пучков, поглощенных коллекторами на выходе из каналов. Легко видеть, что токи пучков ведут себя во времени приблизительно одинаково, но по величине несколько отличаются. Для выявления причин различия токов и возможных деформаций сечений пучков была использована регистрация отпечатков пучков на тонких (толщина 1 мм) пластинах из нержавеющей стали, которые на специальных держателях монтировались внутри каналов. При попадании на такую пластину пучок нагревал ее материал до испарения, и тем самым создавал на ней след, близкий по форме к сечению пучка. Этот след несколько превышал размер сечения пучка за счет подплавления краев следа. Из анализа отпечатков пучка внутри канала была установлена причина возникшего различия токов двух пучков. Оказалось, что она связана с несовпадением направления силовых линий ведущего магнитного поля с направлением оси канала на угол около $0,01$ рад. Для устранения этого недостатка в геометрии магнитного поля, связанного с неточностями намотки на канал витков магнитной катушки, была использована корректирующая катушка, которая устранила этот недостаток, при этом не испортив формы сечения пучка. Это обеспечило хорошее совпадение токов обоих пучков. Из анализа направления смещения концов сечения ленточных пучков и искажения формы сечения с учетом результатов компьютерного моделирования был сделан вывод о том, что степень нейтрализации пучка по заряду f больше величины $1/\gamma^2$, но далека от единицы. Поскольку выбранная исходная толщина ленточных пучков отличалась от равновесной, то на длине транспортировки 140 см в эксперименте были зарегистрированы некоторые деформации сечения пучков, что соответствовало

результатам моделирования. В то же время на длине транспортировки 50 см ленточная форма сечения пучка хорошо сохранялась, и зазор между пучком и стенкой оставался на уровне 0,1 см. Это позволяет надеяться, что на участке длиной 70 см за формирователем пучка, где будет помещен резонатор, отклонения формы сечения пучков будут незначительные.

Заключение

1. В ходе компьютерного моделирования выбрана схема и условия для одновременной генерации двух ленточных пучков в диоде с магнитной изоляцией и последующей их транспортировки в щелевых каналах.

2. Исходя из результатов моделирования, подготовлен и реализован цикл экспериментов по генерации и транспортировке двух пучков. В эксперименте получены два близких по параметрам ленточных пучка с сечением 0,4x7 см при плотности тока до 1,5 кА/см² в магнитном поле 1,7 Тл.

Таким образом, созданная геометрия установки представляется приемлемой для постановки экспериментов по генерации терагерцового излучения.

4.4 Теория плазмы

Теоретические работы по физике плазмы проводились по нескольким направлениям.

По теме *кильватерного ускорения* выполнен численный анализ ускорения позитронов и электронов в поле кильватерной волны электронного пучка в различных режимах, указан способ достижения одновременно высокой эффективности ускорения и хорошего качества пучка в плазменном кильватерном ускорителе, а также изучена релаксация электронного пучка в режиме захвата [113, 114, 115].

По теме *нейтронного источника* проведен анализ возможности использования газодинамической ловушки в качестве источника нейтронов с энергией 14 Мэв для реактора дожигания радиоактивных отходов, который предназначен для работы в докритическом режиме [362, 369]. Изучен механизм подавления поперечного переноса плазмы в ГДЛ электрическим полем [363, 364, 365].

В рамках *теоретической поддержки экспериментов с многопробочным удержанием* плотной горячей плазмы в установке ГОЛ-3 [131] выполнены работы по выяснению механизма подавления продольного переноса плазмы в результате развития баунс-неустойчивости [366], проведено моделирование стадии быстрого нагрева плазмы [368], и развития тиринг-неустойчивости [377]. Обнаружены новые режимы многопробочного удержания, ранее не описанные в теории [121].

В теории *заряженной плазмы* обнаружен неожиданный релятивистский эффект, приводящий к ограничению предельного радиуса равновесной конфигурации плазмы на уровне нескольких сантиметров (при типичной плотности заряженной плазмы в существующих установках) [122, 123]. Аналогичный эффект, имеющий несколько иную природу, предсказан для конфигурации заряженной плазмы в виде полой трубки [124].

В теории *пучков заряженных частиц* известное решение Пирса обобщено на случай ускоряющих систем с несколькими зазорами [125]. Выяснены условия, когда обобщенное решение существует и предложен способ минимизации эмиттанса пучка в тех случаях, когда формально такое решение отсутствует [340].

Опубликован также ряд работ [126], инициированных преподавательской деятельностью на физическом факультете НГУ.

Глава 5

Установки со встречными электрон - позитронными пучками

5.1 Запуск электрон-позитронного коллайдера ВЭПП-2000

В 2007 году успешно осуществлен запуск комплекса ВЭПП-2000. Общий вид коллайдера показан на Рисунке 1.



Рис. 1: Кольцо ВЭПП-2000

Важнейшими фокусирующими элементами в накопителе являются сверхпроводящие соленоиды с полем 13 Т. Каждый соленоид разбит на две секции: основная 40 см с полем 13 Т и анти-соленоид (10 см, 8 Т). К настоящему времени соленоиды протестированы в погружном криостате, после нескольких срывов было достигнуто поле 13 Т.

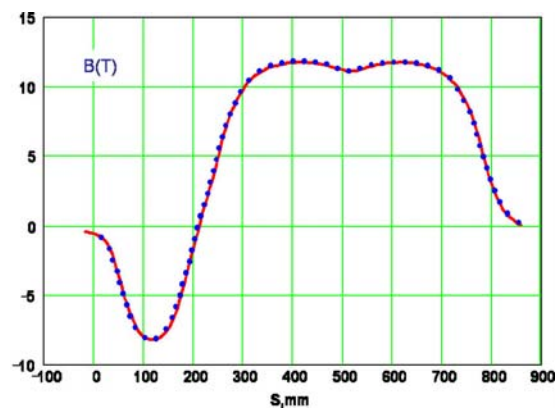


Рис. 2: Продольное поле соленоида (слева). Установленный в кольцо соленоид (справа)

Затем была произведена финальная сборка с вакуумным объемом и танком с жидким гелием. Тесты соленоидов, установленных в кольцо, показали двукратное превышение потребления гелия по сравнению с расчетом. Внутренняя труба гелиевого объема (50 мм в диаметре) является частью вакуумной камеры коллайдера и таким образом используется для криогенной откачки в экспериментальных промежутках. Синхротронное излучение из поворотных магнитов поглощается лайнером, размещенным внутри трубы.

Оптика накопителя включает 5 семейств квадруполь (максимальный градиент 50 Т/м), каждое семейство состоит из 4 квадруполь и имеет общий источник питания с током до 300 А. Хроматизм соленоидальной и квадрупольной фокусировок корректируется двумя семействами секступоль в технических промежутках с большой дисперсионной функцией. Для увеличения динамической апертуры ($\geq 15\sigma_{x,z}$) используется третье семейство секступоль в промежутках инжекции и ВЧ. Коррекция орбиты производится 1–2 % корректирующими обмотками в дипольных и квадрупольных магнитах.

Вакуумная откачка промежутков встречи осуществляется внутренней трубой объема с жидким гелием сверхпроводящих соленоидов. В остальных частях кольца используется комбинированная ионная и геттерная откачка для борьбы с десорбцией вакуумной камеры под действием синхротронного излучения. Вакуумная камера из нержавеющей стали оборудована медными водоохлаждаемыми поглотителями СИ и обеспечивает вакуум на уровне 10^{-6} Па при токах пучков в кольце 2×150 мА.

Каждая вакуумная камера содержит воохлаждаемое треугольное зеркало, отражающее видимую часть СИ. Затем свет направляется в систему оптической диагностики. ПЗС-камеры используются для регистрации положения и размера пучка в 16 точках по кольцу, 4 пикапа установлены в технических промежутках.



Рис. 3: Размеры и положение пучка, снятые с ПЗС камеры

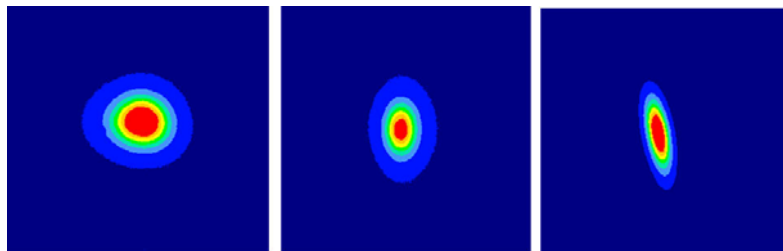


Рис. 4: Изображение позитронного пучка с ПЗМ матриц в разных точках по кольцу

До запуска ВЭПП-2000 была восстановлена инжекционная часть ускорительного комплекса: 3 МэВ линак ИЛУ, 250 МэВ синхротрон Б-3М, бустерный накопитель БЭП. Для первоначальной настройки захвата в ВЭПП-2000 использовался режим без соленоидов.

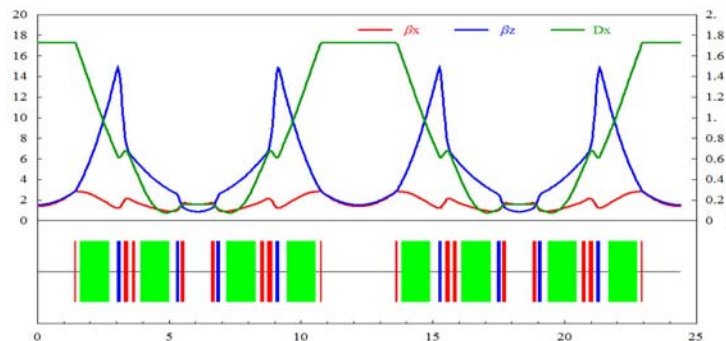


Рис. 5: Оптика ВЭПП-2000 без соленоидов

Эта “мягкая” оптика отличается от структуры для работы с круглым пучком за исключением участка инжекции. Первый циркулирующий пучок был захвачен на энергии 140 МэВ, а вскоре и на 508 МэВ. На этой энергии были проверены и откалиброваны системы управления, диагностики пучка и коррекции.

По достижении эффективности перепуска 70–80 % вакуумная камера была обезгажена СИ электронного пучка в обоих направлениях. Ток пучка был поднят до 150 мА, время жизни достигало 1000 с.

ВЭПП-2000 работал в режиме без соленоидов около полугода. Это было вызвано низким производством жидкого гелия в ИЯФ, которого было не достаточно для проведения экспериментов на ВЭПП-4 и работы соленоидов ВЭПП-2000. В конце мая 2007 года заработала криогенная система ВЭПП-2000.

Прежде всего надо было убедиться в правильной выставке охлажденных соленоидов. Это было сделано по измерениям отклонений замкнутой орбиты в ответ на корректора. Каждая секция соленоида была протестирована на слабом поле 4 Т. Координаты центра каждой части соленоида были получены из матрицы отклика, затем были сделаны необходимые механические поправки. После такой предварительной выставки был включен простейший “круглый” режим (+- +-): 1 Т в анти-соленоидах и 10 Т в ближайшей к месту встречи секции основного соленоида.

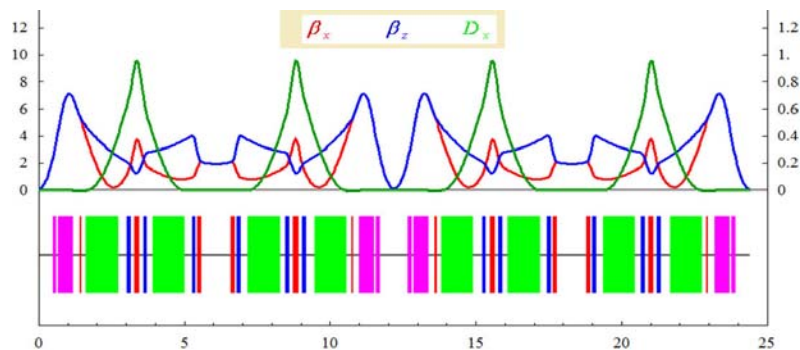


Рис. 6: Оптика ВЭПП-2000 с соленоидами, $\beta^* = 4.5$ см

Электронный пучок был успешно инжектирован сразу после включения соленоидов, рабочая точка вблизи полуполого резонанса. Затем были произведены коррекции орбиты и оптических функций для смещения рабочей точки ближе к целому резонансу. Для минимизации суммы токов в дипольных коррекциях и отклонений фокусировки квадрупольей и соленоидов от проектной симметрии использовался метод SVD. Окончательно был получен режим с $\Delta\nu_1 \approx \Delta\nu_2 \approx 0.1 \div 0.15$ и умеренными отклонениями орбиты ($\Delta x \approx \Delta z \leq \pm 1.5$ мм) от осей квадрупольных магнитов (Рисунок 7).

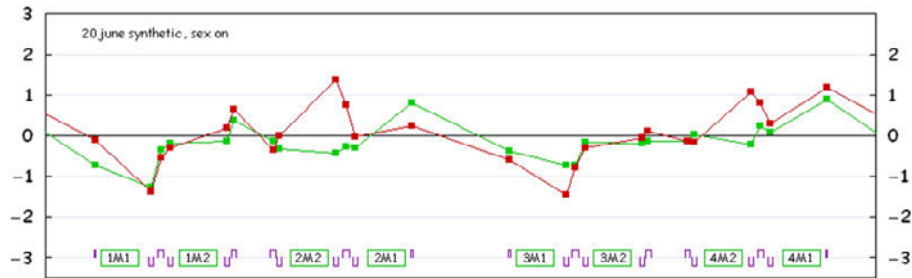


Рис. 7: Замкнутая орбита пучка в фокусирующих элементах после SVD

На тот момент было возможно инжектировать в ВЭПП-2000 только 3–4 мА позитронов, поэтому было решено провести тест круглых пучков в сильно-слабом режиме. Симуляции предсказывали в этом случае слабую зависимость размера пучка в месте встречи от силы встречного пучка ξ . Мы измеряли горизонтальный и вертикальный размеры позитронного пучка в нескольких точках. На Рисунке 8 показана зависимость среднеквадратичного размера пучка в трех точках от тока электронного пучка. Поведение горизонтального размера в точке 3 совпадает с местом встречи и полностью согласуется с результатами симуляций.

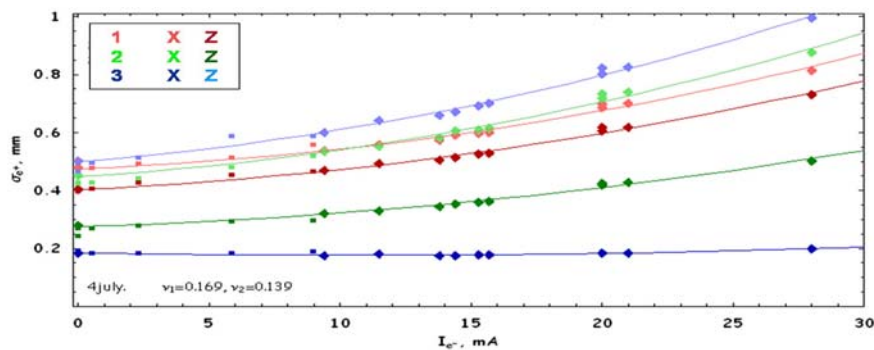


Рис. 8: Размер позитронного пучка (3 мА) от тока электронов

Работа отражена в публикациях:

[139], [397], [398], [399], [400], [401], препринты 1, 2.

5.2 ВЭПП-4М

Введение

В 2007 году основные направления работы ускорительного комплекса ВЭПП-3/ВЭПП-4М включали:

- Исследования по ФВЭ совместно с детектором КЕДР.
- Эксперименты по рассеянию электронов и позитронов на протоне (установка “Дейтрон” на ВЭПП-3).
- Исследования с использованием синхротронного излучения на экспериментальных станциях ВЭПП-3.
- Работа с синхротронным излучением на станции “Космос” ВЭПП-4.
- Исследования по физике и технике ускорителей, призванные улучшить работу систем комплекса и повысить эффективность выполнения экспериментальных программ.

Распределение календарного времени по различным видам деятельности ВЭПП-4М показано на рис.1 То же в сравнении для нескольких последних лет приведено в Табл.5.1.



Рис. 1: Распределение времени работы ВЭПП-4М в 2007 г.

Таблица 5.1: Работа ВЭПП-4М по годам.

	Активность	2002	2003	2004	2005	2006	2007
1	Плановые остановки	2100	3276	1668	1284	1290	2580
2	Профилактика	162	186	246	258	252	174
3	Ремонт	1332	978	1368	654	822	420
4	ВЭПП-3 + Позитрон	318	648	120	36	48	204
5	СИ, СИ+Д	1314	2874	1428	2220	2232	1956
6	Д, Д+СИ	1170					480
7	Наладка ВЭПП-4	1308	798	1698	1374	552	936
8	Эксп. на ВЭПП-4	906		2256	2694	3540	1608
9	СИ на ВЭПП-4					12	60
10	Всего (час)	8610	8760	8760	8520	8748	8418
11	Всего рабочих часов	4698	36727	5382	6288	6324	4980
12	Рабочие часы/Всего часов	0,54	0,41	0,61	0,73	0,72	0,59

Рабочие часы рассчитываются как сумма строк 5 - 9. Напомним, что в 2003 г. проводилась модернизация и ремонт систем детектора, и экспериментов по ФВЭ не велось. Иллюстрируют таблицу 1 диаграммы на рис.2 - 3.

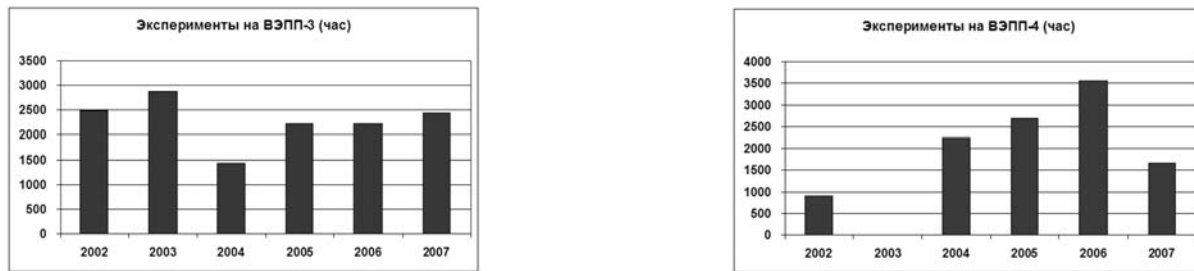


Рис. 2: Экспериментальное время ВЭПП-3 и ВЭПП-4М (ФВЭ, СИ и ядерная физика).

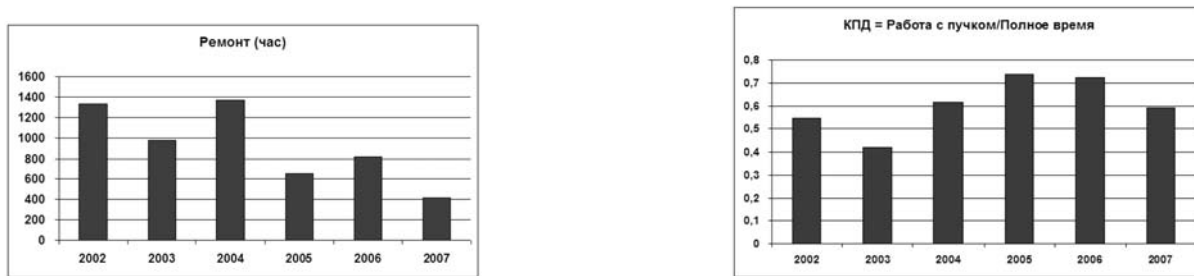


Рис. 3: Слева - время затраченное на ремонт, справа - отношение времени, когда с пучком работали либо ВЭПП-3, либо ВЭПП-4М, к полному календарному времени.

Хотелось бы отметить, что в 2007 г. время, затраченное на ремонт систем комплекса, удалось уменьшить вдвое по сравнению с 2006 г.

5.2.1 Эксперименты по ФВЭ

В сезоне 2007 года детектор КЕДР продолжал набор статистики в области рождения s -кварков и τ -лептона с темпом, превышающим результат прошлого года в 1.5 раза.

В 2007 г. интеграл светимости в этом эксперименте был удвоен и составил 13 пбн^{-1} . Интеграл светимости 3 пбн^{-1} набран в пике Ψ' -мезона. Точность измерения массы τ - лептона, полученная на половине набранной статистике, равна среднемировой:

$$M_\tau = 1776.80_{-0.23}^{+0.25} \pm 0.15 M.$$

Сравнение нашего результата по массе τ -лептона с другими измерениями приведено на рис.5.

В настоящее время продолжается обработка набранной информации, и в конце 2007 г. ожидается получение предварительного результата по массе τ -лептона на полной статистике. Кроме того, в прошедшем году на комплексе было проведено прецизионное измерение масс нейтрального и заряженного D-мезонов:

$$M(D^0) = 1865.43 + 0.60 + 0.38,$$

$$M(D^+) = 1869.39 + 0.45 + 0.29.$$

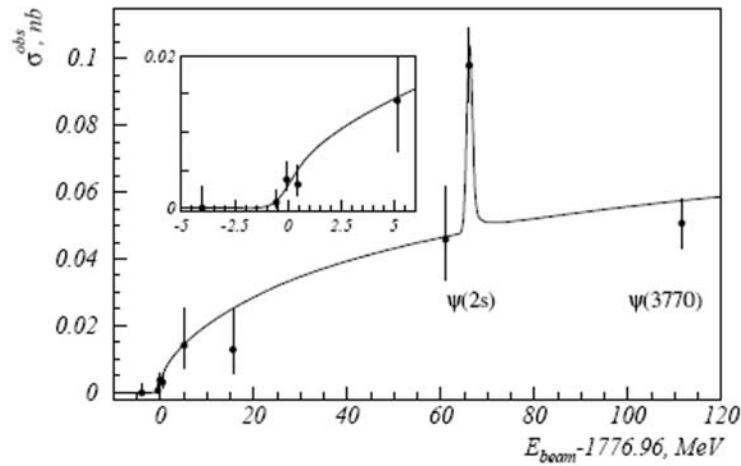


Рис. 4: Измеренная зависимость сечения рождения τ -лептона вблизи порога.

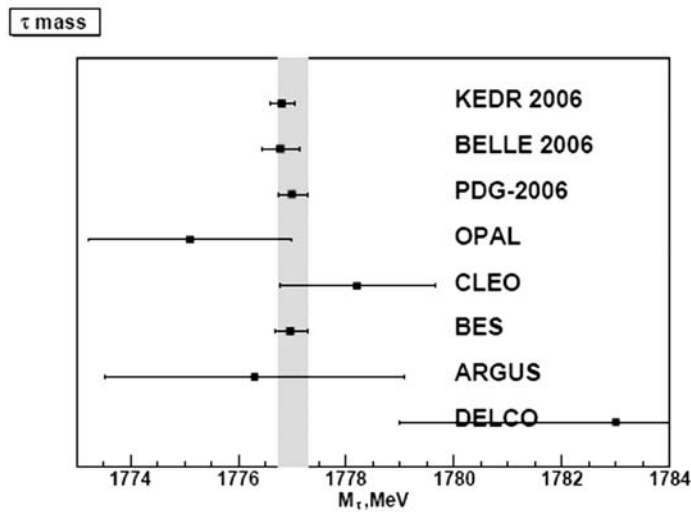


Рис. 5: Сравнение результатов измерения массы τ -лептона.

5.2.2 Исследование структуры протона на ВЭПП-3

В 2007 году проведен первый этап эксперимента по определению отношения дифференциальных сечений электрон-протонного и позитрон-протонного рассеяния. Этот эксперимент позволит определить величину вклада двухфотонного обмена в процессе упругого электрон-протонного рассеяния, и, возможно, позволит объяснить противоречие в данных по форм-факторам протона, измеренным с помощью различных методик.

На первом этапе новый экспериментальный промежуток, включающий внутреннюю мишень и детектор, был установлен на ВЭПП-3, на втором - были отлажены режимы совместной работы накопителя и экспериментального оборудования и, собственно, проведены измерения. Оборудование, установленное в прямолинейном промежутке ВЭПП-3 показано на рис.6.

Internal Target and Detector on the VEPP-3

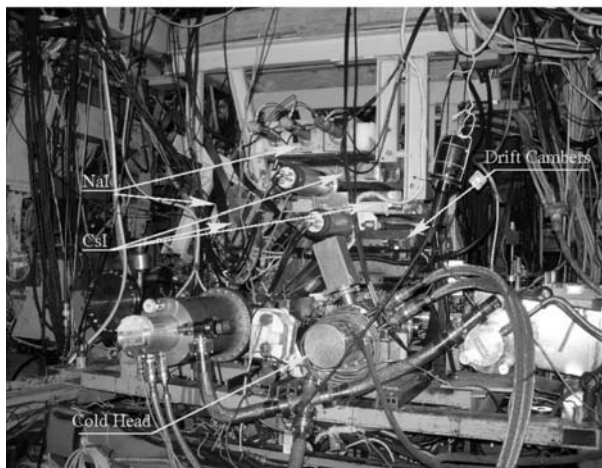


Рис. 6: Экспериментальный промежуток.

Рис.7 показывает график тока электронного и позитронного пучка в ВЭПП-4М во время проведения измерений.

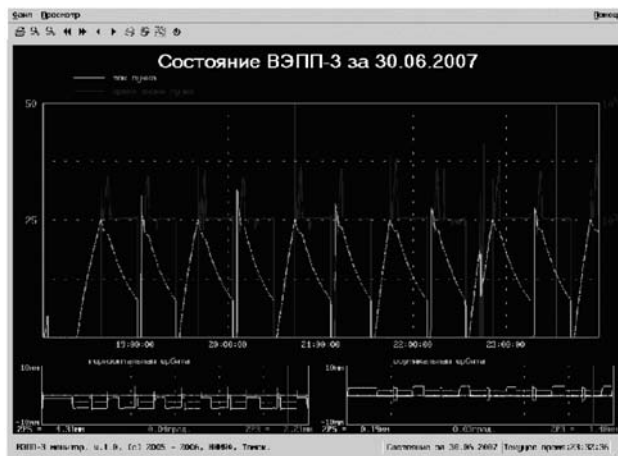


Рис. 7: График тока электронного (четные пики) и позитронного (нечетные пики) тока ВЭПП-3 в зависимости от времени.

Контроль энергии электронного и позитронного пучков осуществлялся при помощи методики обратного комптоновского рассеяния, уже применяющейся на ВЭПП-4М. Суммарно набран полезный интеграл тока пучков электронов/позитронов 6 кС. Кроме того, в 2007 году на установке “Дейтрон” завершен эксперимент по измерению тензорных наблюдаемых в реакции фотодезинтеграции поляризованного дейтрона, результат опубликован в Phys. Rev. Lett. 98 (2007).

5.2.3 Эксперименты с использованием синхротронного излучения

Традиционным направлением работ комплекса являются эксперименты с использованием СИ из накопителей ВЭПП-3 и ВЭПП-4М. Для проведения работ на пучках СИ на накопителе ВЭПП-3 в 2007 году было выделено 1956 часов рабочего времени. В экспериментах были задействованы 10 станций на 7 каналах вывода СИ. На станциях проводили работы исследовательские группы из 60 институтов и других организаций. После долгого перерыва в 2007 году были возобновлены работы на пучках СИ из накопителя ВЭПП-4. За 2007 год была завершена работа по созданию и запуску в работу специальной метрологической станции СИ на базе накопителя ВЭПП-4 (станция “Космос”). Станция предназначена для абсолютных и относительных калибровок различной аппаратуры в широком спектральном диапазоне фотонов от 10 эВ до 10 кэВ.

В 2007 году проведено испытание двух монохроматоров станции “Космос” на пучке СИ, измерены потоки фотонов после монохроматоров. Получены предварительные результаты по аттестации аппаратуры Космического солнечного патруля (комплект детекторов излучения, предназначенный для установки на Международной космической станции).

5.2.4 Ускорительная физика и техника

Увеличение тока в сгустке с помощью поперечной (вертикальной) обратной связи

Повышение интенсивности пучков ВЭПП-4 - важная задача для увеличения эффективности работы комплекса. Вместе с тем, значительный импеданс ускорителя, который приводит к возбуждению коллективных неустойчивостей, ограничивает предельный ток сгустка значением 5 мА на энергии 1.5-2 ГэВ и 10 мА на энергии 4-5 ГэВ.

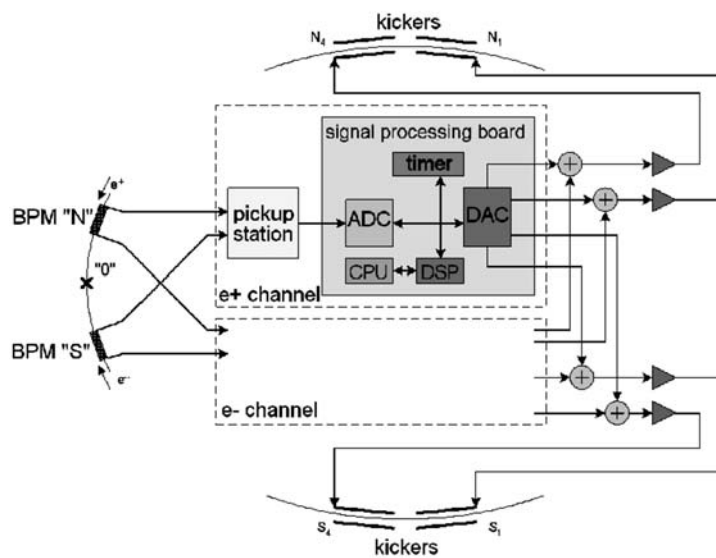


Рис. 8: Схема поперечной ОС ВЭПП-4М.

Для преодоления предела и подавления ТМС-неустойчивости на ВЭПП-4М создана система быстрой обратной связи (ОС), которая позволит увеличить ток электронов в сгустке до 30-40 мА в диапазоне энергий от 1.8 ГэВ до 5 ГэВ в режиме работы 2x2 сгустка.

В настоящее время система включает (рис.8) пикап-электрод, измеряющий положение центра тяжести пучка, 4 кикера (в северной и южной вставках полуколец ВЭПП- 4М), 4 усилителя мощностью 400 Вт каждый с полосой усиления до 20 МГц, и цифровую часть на базе процессора DSP TMS320C6713 (частота 225 МГц, память 2Мx32 бит), который и реализует алгоритм ОС.

Первые результаты работы системы поперечной ОС на ВЭПП-4М касаются изучения поведения системы при различных значениях коэффициента и фазы обратной связи, тока пучка, знака и величины хроматизма.

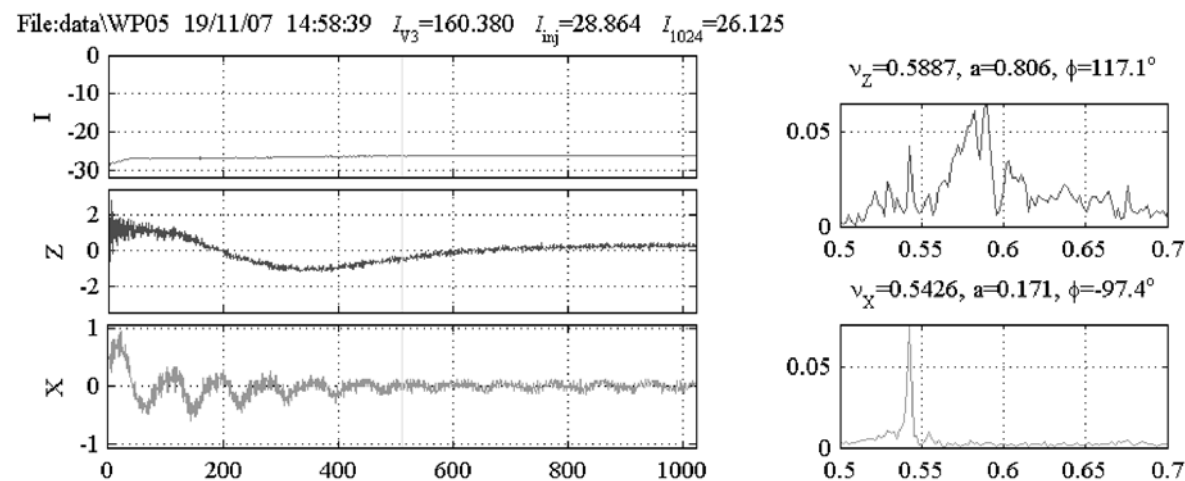


Рис. 9: Инжекция с параметрами $C_z = 4$, $C_x = 2$, $K = 2500$, фаза ОС 320° . Слева показаны ток пучка и положение его центра тяжести с в зависимости от номера оборота. Справа - Фурье-спектр колебаний пучка.

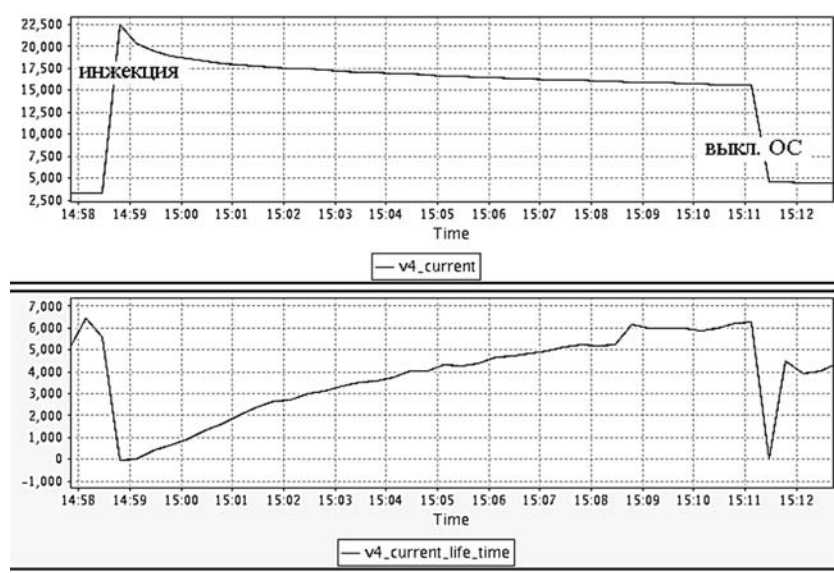


Рис. 10: Ток пучка (вверху) и время жизни: $I_{inj} = 29$ мА, $C_z = 4$, $C_x = 2$.

На рис.9 показаны измерения пооборотного пикапа SRP3 за 1024 оборота для случая большого положительного хроматизма. На рисунке указан выпускаемый ток ВЭПП-3 I_{V3} , начальный ток I_{inj} и ток через 1024 оборота I_{1024} , последняя величина и рассматривалась, как показатель эффективности работы системы ОС. Для значения хроматизма $C_z = 4$, $C_x = 2$ применение ОС позволяет увеличить инжектируемый ток до ~ 30 мА.

Выключение ОС вызывает сброс пучка до ~ 5 мА (рис.10).

Увеличение тока пучка приводит к усилению десорбции под действием СИ, что, в свою очередь, ухудшает на порядок средний вакуум ВЭПП-4 и уменьшает время жизни пучка, как это видно из нижнего графика на рис.10.

Система продольной обратной связи

В стадии завершения находится разработка и создание системы подавления продольных когерентных колебаний. Система включает в себя два канала (для электронов и позитронов) по каждому из которых можно подавлять как синфазную, так и противофазную моды колебаний, блок гетеродинов и модуляторов, усилители мощностью 100 Вт и два продольных кикера - широкополосных резонатора с параметрами:

- Частота ВЧ 325.55 МГц,
- Номер гармоники частоты обращения 397.5,
- Характеристическое сопротивление 15 Ом,
- Добротность 1000,
- Шунтовое сопротивление 15 кОм,
- Напряжение ВЧ 1000 В.

Резонатор-кикер, установленный на ВЭПП-4, показан на рис.11. Ожидается, что система будет вносить декремент затухания 500 с^{-1} .



Рис. 11: Широкополосный резонатор - кикер обратной связи, установленный на ВЭПП- 4М.

Прецизионное измерение энергии пучков

На ВЭПП-4М работают две методики измерения энергии пучка: с помощью резонансной деполяризации (РД) и с помощью обратного комптоновского рассеяния (ОКР). Первый метод обладает рекордной точностью ($\sim 10^{-6}$), однако требует существенных затрат времени и деполяризует электроны, делая невозможным периодическую калибровку с одним и тем же пучком. Точность второго метода хуже ($\sim 2 \div 3 \cdot 10^{-5}$), но он более оперативен, не требует поляризации пучка и может применяться непосредственно в процессе набора интеграла светимости. Использование двух подходов повышает надежность получаемых результатов и обеспечивает необходимую точность. При этом энергия измеряется точным методом резонансной деполяризации в начале и в конце набора интеграла, а мониторинг, осуществляемый с помощью ОКР в процессе набора, позволяет контролировать и исправлять возможные изменения энергии пучка.

Обе методики подробно описаны в предыдущих отчетах ИЯФ, а также, в статьях и докладах на конференциях.

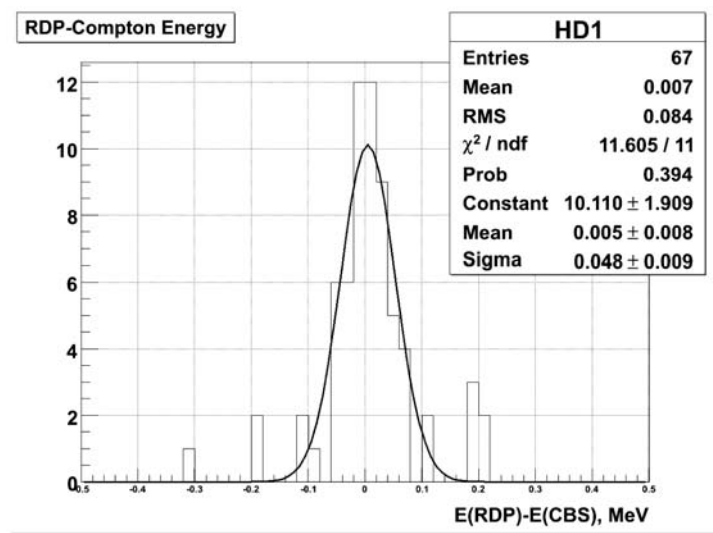


Рис. 12: Различие значений энергии, измеренной методами резонансной деполяризации (RDP) и обратного комптоновского рассеяния. Аппроксимация гистограммы гауссовым распределением дает разницу $\sigma_E = 50$ кэВ.

Для метода РД в 2007 г. основные усилия были сосредоточены на повышении точности экспериментов по сравнению частот деполяризации, для этого:

- В канале перепуска ВЭПП-3-ВЭПП-4М установлен и настроен импульсный соленоид с интегралом поля 25 кГс x 2 м. Это позволило значительно увеличить степень поляризации позитронов, инжектируемых в кольцо ВЭПП-4М. Деполяризационный “скачок”, наблюдаемый методом РД на позитронах, увеличился в 2 раза. Это расширило возможности по прецизионному сравнению энергий e^+ и e^- , в том числе, в режиме эксперимента на встречных пучках.

- Проведены первые на ВЭПП-4М измерения разности энергий e^+ и e^- пучков в режиме одновременного сканирования их спиновых частот. Это позволяет, в частности, уточнить систематическую ошибку в измерении массы Ψ' -мезона.

- Зарегистрировано рекордное разрешение в измерении частоты деполяризации $\sim 3 \cdot 10^{-9}$.

- Впервые проведено сравнение частот деполяризации двух электронных сгустков в одновременном сканировании при разной величине отношения их токов, что важно для изучения вклада токовой зависимости спиновой частоты в систематическую ошибку метода РД.

Метод ОКР (установка РОКК-1М) применялся в 2007 г. для мониторинга энергии пучка при измерении массы τ -лептона, в экспериментах по сканированию узких резонансов Ψ' и J/Ψ на ВЭПП-4, а также на ВЭПП-3 для сравнения энергии электронов и позитронов в эксперименте по измерению зарядовой асимметрии в упругом $e^\pm - p$ рассеянии. На рис.12 показана разница значений энергии пучка, измеренной методами резонансной деполяризации (RDP) и обратного комптоновского рассеяния.

5.2.5 Проект super tau-charm фабрики (SCTF)

В 2006 г. П.Раймонди для проекта SuperB фабрики предложил новую перспективную схему встречи пучков, позволяющую значительно (на 1-2 порядка по сравнению с существующей) увеличить светимость коллайдера. Ниже кратко описываются результаты применения предложенного подхода к проекту С-тау фабрики в Новосибирске.

Идея новой схемы встречных пучков, получившая название Crab Waist Collision (CWC) содержит два ключевых элемента:

(1) Первый - встреча пучков под большим углом Пивинского

$$\phi = \frac{\sigma_z}{\sigma_x} \tan \frac{\theta}{2} \approx \frac{\sigma_z}{\sigma_x} \frac{\theta}{2}.$$

Это приводит к тому, что вертикальная бета-функция в месте встречи теперь ограничена не длиной сгустка $\sigma_z \sim 1$ см (в современных установках), а областью взаимодействия пучков $\beta_z^* \approx \sigma_z/\theta$ (см. левый рис.13), и может быть существенно уменьшена, если горизонтальный размер пучка мал.

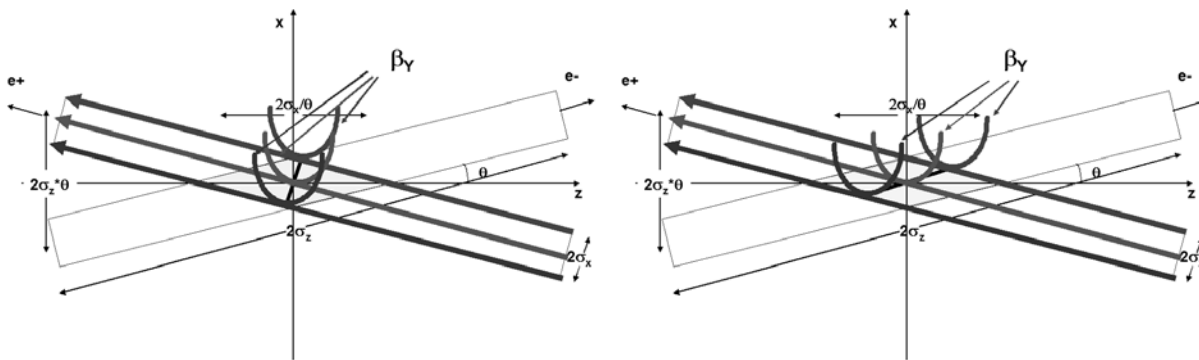


Рис. 13: Иллюстрация CWC-схемы. Слева - встреча пучков под большим углом Пивинского, но без Crab Waist - преобразования (перетяжка вертикальной бета-функции позитронного пучка перпендикулярна направлению движения пучка). Справа - то же, но с Crab Waist - преобразованием (перетяжка вертикальной бета-функции позитронного пучка развернута по отношению к направлению движения пучка).

(2) Второй ключевой элемент новой схемы встречи - наличие локальной (вблизи места встречи) вертикальной фокусировки, зависящей от горизонтальной координаты частицы:

$$y = y_0 + \frac{y'}{f} = y_0 + \frac{y' \cdot x}{2\theta}.$$

Такая фокусировка разворачивает минимум (перетяжку) вертикальной бета-функции в месте встречи, что, в свою очередь, уменьшает модуляцию вертикального движения горизонтальным, ослабляет подавляющее большинство резонансов связи, увеличивает светимость и уширяет область бетатронных частот, где эта большая светимость достижима.

Локальная фокусировка осуществляется парой секступольных линз, размещенных вокруг места встречи. Силы линз, равные по абсолютной величине и противоположные по знаку, и правильно подобранный набег бетатронных фаз (рис.14) между ними, обеспечивают и Crab Waist - преобразование, и компенсацию геометрических аберраций за пределами пары.

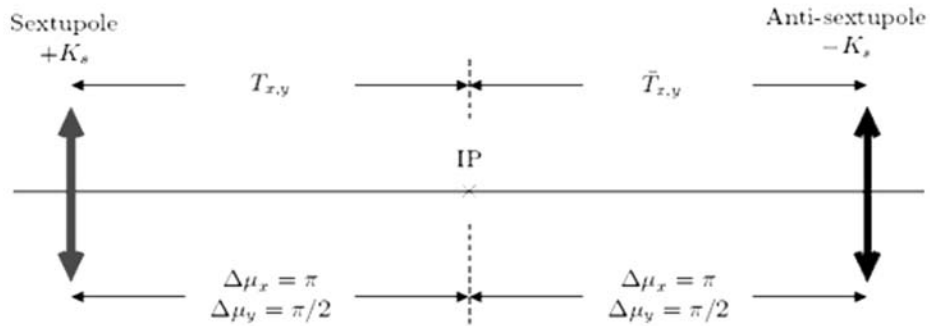


Рис. 14: Организация Crab Waist - преобразования парой секступольных линз.

Преимущества нового подхода очевидны:

- Вертикальная бета-функция может быть уменьшена без уменьшения длины сгустка, следовательно, существенно ослабляются проблемы, связанные с когерентными эффектами (неустойчивости, нагрев камеры высшими модами электромагнитного поля пучка, когерентное СИ и т.д.)
- Светимость может быть увеличена без значительного увеличения тока пучка и без повышения значений пространственного заряда.
- Малый горизонтальный размер и большой угол пересечения автоматически решают проблему паразитных мест встречи.
- CW - преобразование существенно уменьшает количество резонансов связи в рабочей области частот.

Физическая программа нового комплекса кратко может быть сформулирована следующим образом:

- Исследование смешивания $D - \bar{D}$ мезонов.
- Поиск CP-нарушений в распадах очарованных частиц.
- Изучение редких и запрещенных мод распадов очарованных частиц.
- Проверка Стандартной Модели в распадах τ -лептона.
- Поиск нарушения сохранения лептонного числа.
- Поиск CP/T - нарушений в распадах τ -лептона.

Требования, предъявляемые исходя из физической программы к новой фабрике, включают:

- Энергия ц.м. сталкиваемых пучков должна меняться в пределах $3.0 \div 4.5$ ГэВ (от J/Ψ до шармованных барионов).
- Максимальная светимость $\geq 10^{35} \text{ см}^{-2}\text{с}^{-1}$.
- По крайней мере один из пучков (e^-) должен иметь продольную поляризацию в месте встречи.
- Асимметрия энергий сталкиваемых пучков не нужна.
- Монохроматизация пучков не нужна.
- Требуемая точность калибровки энергии $\sim 5 \div 10 \cdot 10^{-4}$ достигается применением методики обратного комптоновского рассеяния, и наличие поперечно поляризованных пучков не обязательно.

Кроме того, инжекция в новую фабрику должна производиться из запускаемого сейчас в ИЯФ инжекционного комплекса (ИК), а для размещения коллайдера желательно использовать элементы инфраструктуры (здания, тоннели, залы) уже имеющиеся или разрабатываемые.

Предварительная планировка С-тау фабрики в Новосибирске показана на рис.15. Коллайдер выполнен по двухкольцевой схеме с углом пересечения пучков в месте встречи 40 мрад. Каждый накопитель имеет два полукольца с радиусом $R \approx 90$ м и два длинных (≈ 100 м) прямолинейных промежутка, в одном из которых размещаются ускоряющие резонаторы и система инжекции, а другой предназначен для организации места встречи.

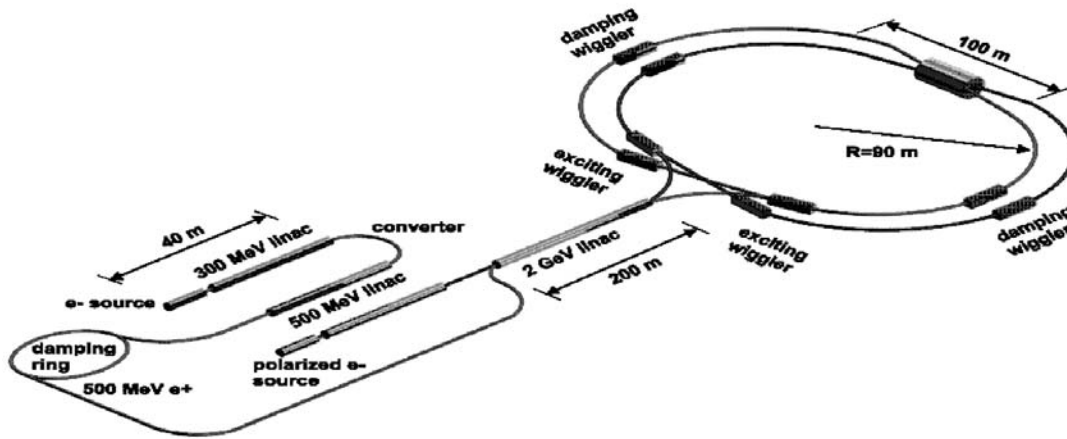


Рис. 15: Схема С-тау фабрики.

Пиковая светимость оптимизировалась для энергии 2 ГэВ. Чтобы достичь светимости $\geq 1 \cdot 10^{35} \text{ см}^{-2}\text{с}^{-1}$, необходимы следующие параметры: горизонтальный эмиттанса 10 нмрад, значения бета-функций в месте встречи $\beta_x/\beta_y = 23 \text{ мм}/0.75 \text{ мм}$, угол встречи пучков $2\phi_x = 40$ мрад, длина сгустка $\sigma_s = 10$ мм, число сгустков ~ 500 , ток пучка $\sim 2.0 \div 2.5$ А.

Перечисленные значения не кажутся чрезмерными, с точки зрения технологии циклических ускорителей, и уже были достигнуты ранее в различных установках.

Таблица 5.2: Основные параметры SCTF в Новосибирске

Энергия, ГэВ	1.5	2.0	2.5
Горизонтальный эмиттанс, нм-рад	10		
Коэффициент связи, %	1		
Длина сгустка, мм	10		
Число сгустков	514		
Число частиц в сгустке	$5 \cdot 10^{10}$	$6.5 \cdot 10^{10}$	$8 \cdot 10^{10}$
Число частиц полное	$2.6 \cdot 10^{13}$	$3.6 \cdot 10^{13}$	$4.1 \cdot 10^{13}$
Ток в сгустке, мА	3.1	4.3	5.0
Ток полный, А	1.6	2.2	2.5
Потери энергии/оборот, кэВ	260	340	430
Мощность потерь на СИ, кВт	410	750	1100
Времена затухания, мс	514 30/30/15		
Бета-функции в месте встречи, мм	23/0.75		
Угол пересечения	40		
Параметр ξ_y	0.1		
Пиковая светимость, $\text{см}^{-2}\text{с}^{-1}$	$7 \cdot 10^{34}$	$1.3 \cdot 10^{35}$	$1.8 \cdot 10^{35}$

Табл.5.2 показывает основные параметры С-тау фабрики для трех уровней энергии.

Возможность достижения указанной выше светимости подтверждаются математическим моделированием с использованием кода LIFETRACK.

На рис.15 приведен график зависимости достижимой пиковой светимости от бета-тронной частоты. Видно, что применение Crab Waist - преобразования увеличивает светимость, уменьшает число нелинейных резонансов связи в окрестности рабочей точки и существенно расширяет область максимальной светимости.

В настоящее время работы по проектированию С-тау фабрики продолжаются.

5.2.6 Международное сотрудничество и контрактные работы

В 2007 г. контрактная деятельность сотрудников комплекса ВЭПП-4 включала следующие пункты:

- Завершена работа по производству алюминиевых катушек квадрупольных магнитов источника СИ PETRA III (DESY).
- Завершено изготовление катушек Гельмгольца для DESY.
- Продолжается производство секступольных магнитов для источника СИ ALBA (Испания, Барселона). Магниты в блоке магнитных измерений показаны на рис. 17.

- Закончено производство подставок для вигглеров-затухателей источника СИ PETRA III (DESY). В DESY проведена пробная сборка первой регулярной ячейки секции вигглеров-затухателей (рис.17).

- Продолжаются работы (совместно с л.б) по производству трансформаторов и индуктивностей для источника СИ PETRA III (DESY).

- Начато производство подставок магнито-вакуумной системы источника СИ ALBA (Испания, Барселона).

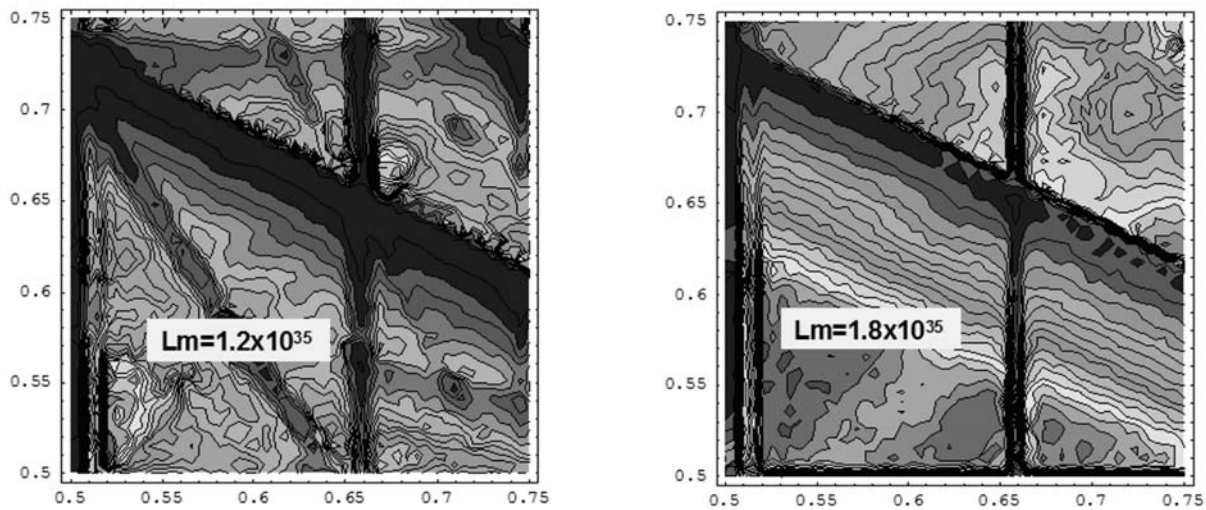


Рис. 16: Пиковая светимость SCTR в Новосибирске в зависимости от выбора рабочей точки бетатронных частот.

(Слева - без Crab Waist - преобразования)
 (Справа - с Crab Waist - преобразованием)

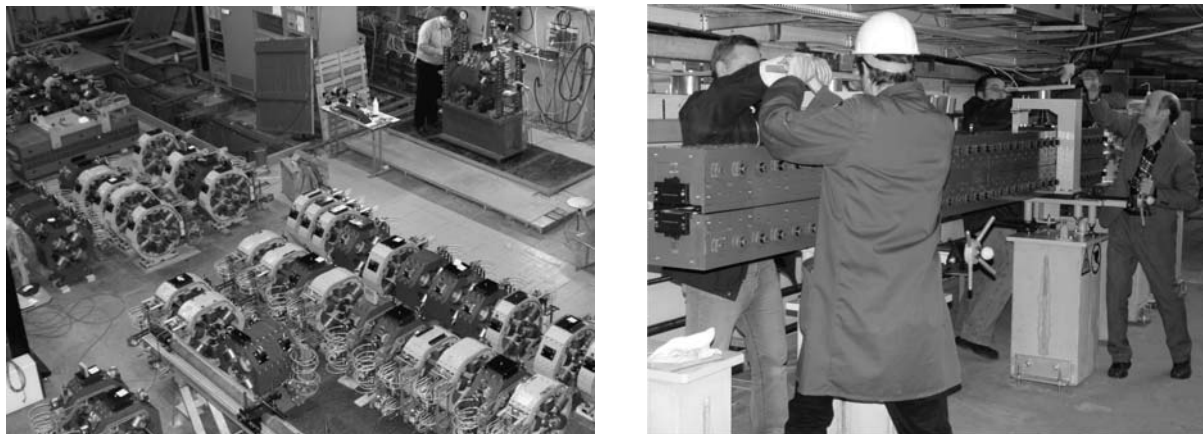


Рис. 17: Магниты ALBA в блоке магнитных измерений (слева). Сборка ячейки ячейки секции вигглеров-затухателей DESY (справа).

5.3 Инжекционный комплекс ВЭПП-5

В 2007 году были отлажены все системы накопителя-охлаждителя для работы с пучками. На энергии 300 электронный пучок был запущен в накопитель-охлаждитель и захвачен в бетатронном режиме. Настроен режим накопления электронов. Ведутся работы по измерению параметров кольца.

В текущем году было получено ускорение электронного пучка в третьем ускоряющем модуле форинжектора ВЭПП-5. Четвертый ускоряющий модуль находится в производстве.



Рис. 1: Увидели первое синхротронное излучение электронов в накопителе-охладителе.

5.3.1 Контрактная деятельность

- В мае 2006 года был заключен контракт на производство 7 квадрупольных магнитов Q13 (рис. 2) с апертурой 310 мм для лаборатории Резерфорда (Англия) ISIS Second Target Station (TS-2) Extracted Proton Beamline (EPB). В июне был заключен еще один контракт на производство 13 корректоров. В апреле 2007 года последние квадрупольные магниты и корректоры были доставлены заказчику. 14 декабря 2007 года первый протонный пучок был проведен до мишени раньше срока! <http://ts-2.isis.rl.ac.uk>

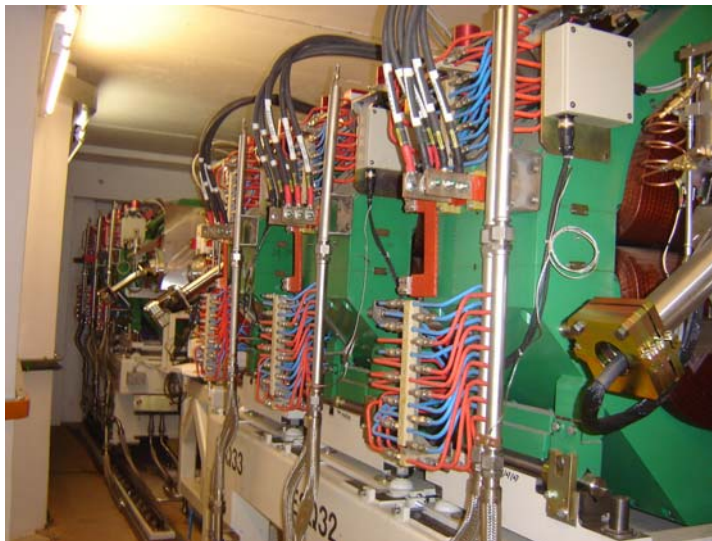


Рис. 2: Два триплета квадрупольных магнитов установлены на ISIS TS-2 в лаборатории Резерфорда.

• В мае 2006 были заключены контракты на производство 119 квадрупольных магнитов и 122 секступольных магнитов для основного кольца синхротрона ALBA, строящегося под Барселоной. В апреле 2007 года 5 прототипов квадрупольных магнитов и 2 прототипа секступольных магнита были доставлены заказчику. <http://www.cells.es>



Рис. 3: Первая установка прототипов магнитов на прототип гирдера в CELLS (Барселона)

5.3.2 Ускорительный масс-спектрометрический комплекс AMS

Важнейшим результатом работ по Ускорительному Масс Спектрометру в 2007 г. является выход на уровень определения соотношения изотопов углерода $^{14}\text{C}/^{12}\text{C} \sim 10^{-13}$, что примерно на порядок меньше концентрации ^{14}C в современном углероде. Все основные элементы и системы AMS собраны и работают. В дальнейшем предполагается размещение ускорителя в подземном защищенном бункере размерами 6 x 6 x 7.5 метров для работы с ускоряющими напряжениями до 2 МВ, которые оптимальны для использования зарядового состояния 3+ ионов углерода в экспериментах, что позволит увеличить точность определения изотопных соотношений на 2 порядка. В сотрудничестве с ИАЭТ СОРАН проводились работы по подготовке документации и сопровождению строительных работ, работ по созданию полномасштабных систем электроснабжения и вентиляции AMS. Предполагаемый срок окончания основного объема строительных работ и переезд установки в ЦКП “Геохронология кайнозоя” по адресу ул. Кутателадзе, 7, планируется к марту 2008 г.

В AMS предусмотрена система из нескольких последовательных электрических, магнитных и комбинированных фильтров для отделения примесных изобарных ионов. Молекулярный фон ($^{13}\text{CH}^-$ и др.) подавляется на много порядков посредством перезарядки (обдирки) пучка ионов в паро-магниевого мишени с разрушением молекул. Для этой цели толщина (плотность) мишени должна быть увеличена за счет увеличения температуры паров магния. Мишень нагревалась током, текущим по ее оболочке. В экспериментах по проверке процесса разрушения молекул, магниевая мишень нагревалась до 520°C .

Результаты исследования процесса разрушения молекул как функции толщины магниевой мишени представлены на Рис. 1. В этих измерениях AMS был настроен на ионы с зарядом +2, массой 14. Толщина мишени получена расчетом по зависимости

температура-давление (справочных данные) при длине мишени 30 см. Для подгонки данных на Рис. 1 использована величина сечения разрушения молекул равная $5.5 \cdot 10^{-16} \text{ cm}^2$.

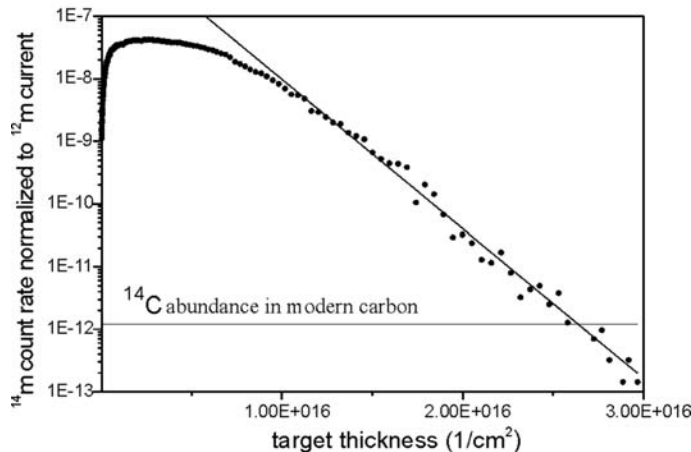


Рис. 1: Разрушение молекул в перезарядной паро-магниевой мишени.

Равновесное распределение зарядовых состояний ионов, проходящих через мишень, достигается приблизительно при толщине мишени $4 \cdot 10^{15} \text{ 1/cm}^2$ (при 430°C). Таким образом, толщина магниевой мишени, необходимая для разрушения молекулярных ионов примерно в 10 раз больше чем для обдирки ионов. При этом ток первичного пучка уменьшается в 2 раза за счет углового рассеяния ионов на более плотной мишени. В этих экспериментах использовался “старый” графитовый образец, т.е. с низким содержанием радиоуглерода. Достигнутый уровень измерения соотношения $^{14}\text{C}/^{12}\text{C} \sim 10^{-13}$ примерно на порядок меньше концентрации ^{14}C в современном углеводе.

Для детектирования ионов изотопов на выходе AMS применялся ППД (полупроводниковый $\Delta\text{E-E}$ детектор), а во второй половине 2007 дополнительная время-пролетная система. Были испытаны разработанные в лаб. 5-2 ИЯФ СОРАН время-пролетные датчики с разрешением менее 0.5 нс, которые позволяют получать более высокую точность разделения изотопов по скоростям. Это повышает точность отделения фона при измерениях. Проведены первые эксперименты с использованием прототипов таких датчиков.

7 ноября 2007 дан старт строительству нового экспериментального комплекса для исследования антипротонов и ионов, GSI, FAIR, Darmstadt, Германия. На данном комплексе планируется исследовать широкий комплекс физических проблем в области ядерной структуры материи, физики антипротонов, физики плазмы и атомной физики. Согласно решению правительства, Россия также участвует в данном международном проекте.

Для получения высокого качества антипротонных пучков в накопителе HESR (brilliant beam quality mode) планируется использования метода электронного охлаждения. Это позволит провести прецизионные эксперименты по определению масс короткоживущих и нестабильных ядер, а также провести поиск новых частиц связанных с сильными взаимодействиями. Для реализации этой физической программы необходим электронный охладитель на энергию 4.5-8 МэВ.

В ИЯФ СО РАН развивается программа создания универсального модуля оборудованного генератором энергии, индивидуальным источником высокого напряжения и катушкой магнитного поля, что позволяет разработать принципиально новую

модульную концепцию построения установок электронного охлаждения на высокую энергию. Каждая новая установка собирается из готовых унифицированных модулей на любую заданную энергию.

В коллаборации с научным центром COSY (Germany, Juelich) закончено техническое проектирование и изготовлен прототип универсальных высоковольтных модулей. На рисунке 2 показан чертеж одной секции высоковольтной колонны и фотография готового устройства. Секция состоит из пневмогенератора, двух катушек для создания магнитного поля в ускорительной трубке и блока управляющей электроники. Вся конструкция помещена в металлический каркас, изолирующий содержание секции от объема высоковольтного бака.

Пневмогенератор высоковольтной секции изготовлен и испытан на давление 6 атм. Каждый генератор содержит ротор с 24 постоянными магнитами и статор с 36 катушками. Генератор производит трехфазное напряжение со сдвигом 120 градусов между фазами. Номинальная частота зависит от нагрузки и составляет около 2 кГц. Большая частота питающей сети удобна тем, что позволяет уменьшить габариты трансформаторов в источниках питания и более легко подавлять сетевые пульсации напряжения. Номинальное давление для работы газовой турбины 4.6 атм. Номинальная мощность полученная от одного генератора 600 Вт. Внутреннее сопротивление генератора 65 Ом.



Рис. 2: Высоковольтная секция.

Электронная схема управления высоковольтной секции основана на использовании сигнального процессора TMS320F2808PZA (Texas Instruments). Данный подход позволяет совместить в одном устройстве решение всех задач управления: синхронизацию процессов, измерение опорных сигналов секции, управление ШИМ сигналами для источников питания высокого напряжения и соленоидов, организацию обратных связей, взаимодействие с внешними системами управления и др. Тактовая частота работы процессора 100 МГц, что существенно больше частоты ШИМ регулирования 20-50 кГц.

В рамках договора 44-88 совместно с Институтом РФЯЦ ВНИИТФ им. Е.Б. Забабахина продолжены работы по проектированию низко-энергетичного накопительного кольца с электронным охлаждением. При взаимодействии протонов с энергией 1.745 МэВ и углеродной мишени на основе изотопа C^{13} происходит генерация резонансных гамма квантов обладающих высоким сечением поглощения в азоте. Использование интенсивного источника таких γ -квантов может позволить реализовать эффективный метод поиска взрывчатых веществ. Написана программа для расчета движения частиц в сложной криволинейной геометрии. Проведено детальное моде-

лирование распределения магнитных полей в таком накопителе и движения заряженных частиц в нем. Проведены расчеты магнитной системы накопителя в нескольких вариантах. Определены наиболее критические особенности конструкции. Выбрана наиболее оптимальная конструкция с точки зрения движения заряженных частиц. Для компенсации процессов взаимодействия протонного пучка с мишенью (ионизационные потери, флуктуации ионизационных потерь, рассеяние на малые углы на мишени) и эффектов пространственного заряда используется метод электронного охлаждения. Это позволяет достичь высокого качества протонного пучка на мишени и обеспечить более высокое время жизни. Проведены расчеты и математическое моделирование взаимодействия интенсивного протонного пучка с внутренней мишенью и электронным охлаждением. Было показано, что использование электронного охлаждения позволяет добиться высокого качества протонного пучка на мишени толщиной в несколько единиц 10^{15} см⁻².

Продолжено сотрудничество с научным центром IMP (Lanzhou, China). В октябре 2007 года члены коллектива лаборатории приняли участие в запуске электронного охладителя на 300 кэВ. Созданный в ИЯФ СО РАН в 2004 г. электронный охладитель успешно заработал в накопительном кольце CSRc. Эта уже вторая установка электронного охлаждения в указанном институте. Накопительное кольцо такого вида может стать прообразом к созданию медицинских центров по лечению рака облучением пучком тяжелых частиц.

Публикации:

[106], [282], [283], [342], [372], [373], [374].

5.4 Работы группы электронных пушек

- На установках электронно-лучевой сварки изготовленных в институте проводились испытания систем перед сдачей их заказчику.
- Пучковые датчики для различных установок:
 - Проведены электронно-оптические расчеты
 - Изготавливались электронные пушки для пучковых датчиков по контрактам.
- Были изготовлены, испытаны и поставлены потребителям в стране и за рубежом катодные узлы для различных установок, среди которых:
 - Ускорители ЭЛВ
 - Ускорители ИЛУ
 - Линейные ускорители
 - ЭЛИТ
 - Пучковые датчики
 - Электронно-лучевая сварка
- Проводились расчеты электронно-оптических систем для возможных источников высокозарядных ионов радиоактивных изотопов.

5.5 Вакуумные технологии

5.5.1 Напыление тонкопленочных геттерных покрытий на внутренние стенки вакуумных камер

Одним из наиболее перспективных методов обеспечения вакуума в ускорителях представляется использование распределенной откачки, основанной на физико-химической адсорбции газа на специальных веществах - геттерах, напыляемых в виде пленки на внутренние стенки камеры пучка. Создание установки по нанесению этого покрытия на стенки вакуумной камеры является актуальной задачей. Представляется также интересным найти альтернативные геттерные покрытия с более низкой температурой активации и возможно лучшими сорбционными и эмиссионными свойствами.

Основными параметрами, определяющими скорость напыления геттера, а также структуру будущего покрытия и его вакуумные свойства являются: тип используемого газа, давление разряда, напряжение и ток разряда, материал катода, положение катода относительно подложки, соотношение размеров катода и подложки, температура подложки в процессе напыления. Немаловажную роль играет чистота поверхности подложки и катодов, а также чистота состава разрядного газа и состава катодов.

В рамках контракта с DESY (Германия), ИЯФ производит нанесение геттерной пленки состава $TiZrV$ в алюминиевых камерах пучка нового синхротронного источника излучения PETRA-3. Данные камеры длиной 4,2 м имеют сложное поперечное сечение, включающее эллипс, окружность и плоские участки (см. рис. 1). Высота апертуры камеры в самом узком месте составляет 10 мм, а полная ширина - 130 мм. Данная задача технически является весьма сложной, поскольку необходимо обеспечить однородность покрытия, как по длине камеры, так и по всему поперечному сечению. Значительная длина камеры и ее малая апертура накладывают следующие требования к соленоиду: длина не менее 5 м и величина магнитного поля для стабильного поддержания разряда по всей длине свыше 600 Гс (при условии, что диаметр катода порядка 2 мм и напряжение разряда 250 В).

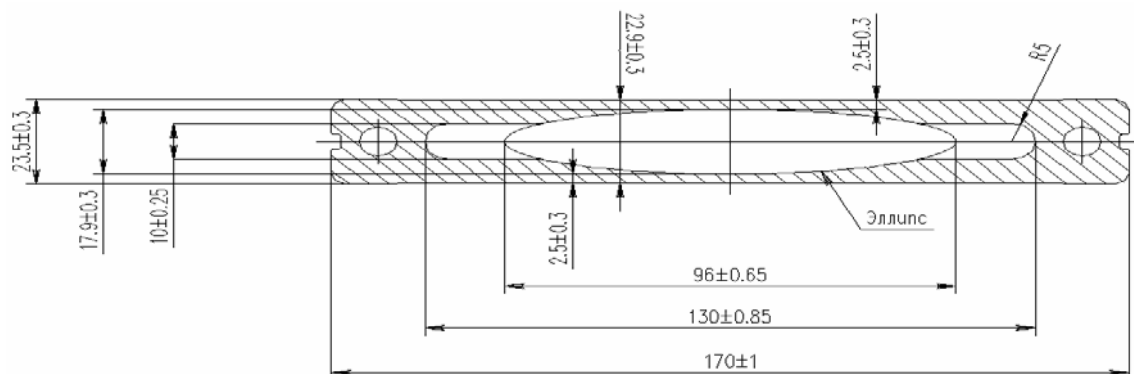


Рис. 1: Поперечное сечение вакуумной камеры.

Система магнетронного распыления, созданная в ИЯФ (см. рис.2), включает в себя соленоид, систему крепления катодов, систему крепления и управления нагре-

вателями, вакуумную систему. Соленоид имеет длину около 6000 мм, внутренний диаметр 600 мм, максимальное магнитное поле 700 Гс, ток 1 кА, охлаждается водой.

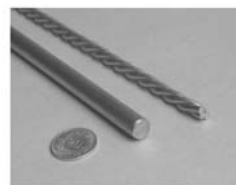
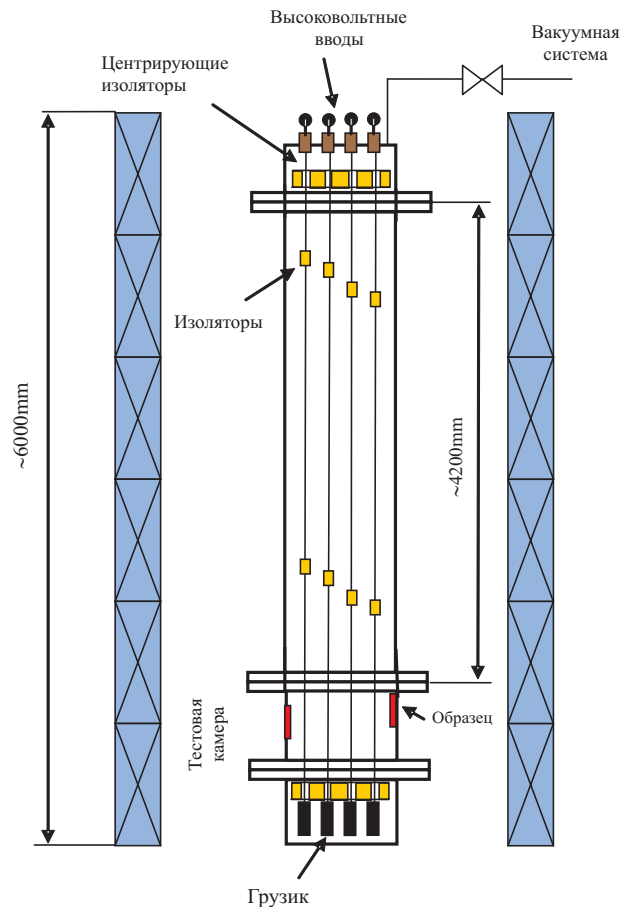


Рис. 3: Катод, сделанный посредством скручивания трёх проволок, и катод в виде прутка сопоставимого диаметра.

Рис. 2: Схема системы магнетронного распыления.

Система крепления катодов обеспечивает уплотнение вакуумной камеры (для откачки), имеет электрические вводы в вакуум, позволяет центрировать катоды и поддерживать их в натянутом состоянии в течение всего процесса магнетронного распыления. Система включает в себя четыре катода, которые представляют собой переплетенные проволоки Ti, Zr и V диаметром 0,5мм (см. рис. 3). Система крепления и управления нагревателями обеспечивает автоматический контроль и сбор данных о температуре вакуумной камеры в течение её предварительного прогрева и процесса магнетронного распыления. Вакуумная система обеспечивает откачку до 10^{-9} мБар (до напыления НЭГ), инжекцию криптона, водорода и сухого воздуха.

Первые две полногабаритные алюминиевые камеры PETRA-3, напыленные геттером состава TiZrV, исследовались методом РФА-СИ на предмет массового состава и толщины покрытия. Образцы для измерений вырезаны из разных мест, как по длине камеры (ось Z), так и по ее ширине (ось X). Кроме того, по высоте (ось Y) камера была разрезана на две половины, т.е. следует различать верхние и нижние образцы. Координаты расположения катодов относительно центра камеры: $x_1=-45\text{mm}$, $x_2=-15\text{mm}$, $x_3=15\text{mm}$, $x_4=45\text{mm}$. Усредненное распределение толщины покрытия верхних и нижних образцов, взятых по оси X при $Z = 2410$ мм, а также теоретически рассчитанное распределение толщины показаны на рис.4.

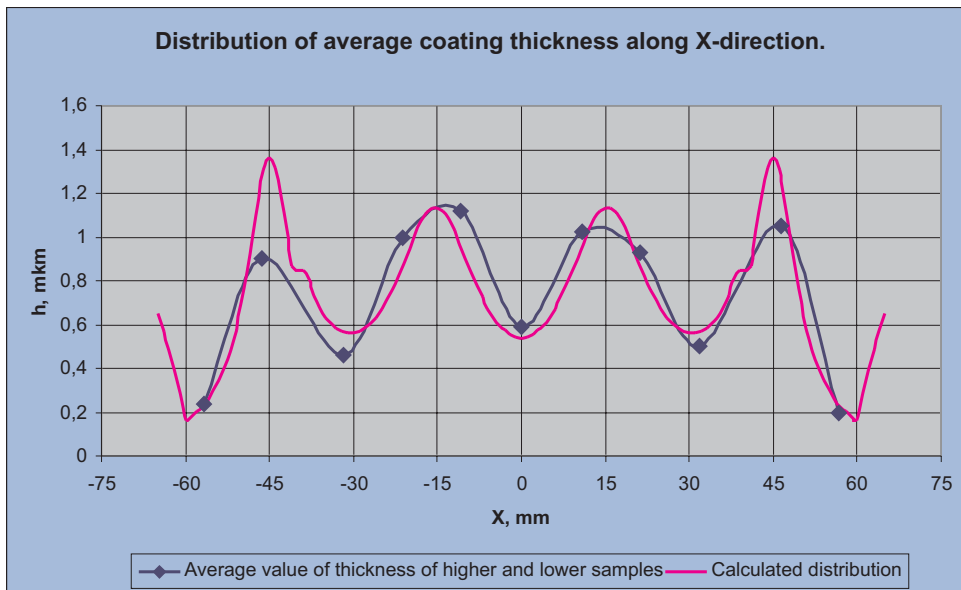


Рис. 4: Распределение толщины покрытия по поперечному сечению камеры при $Z=2410\text{mm}$.

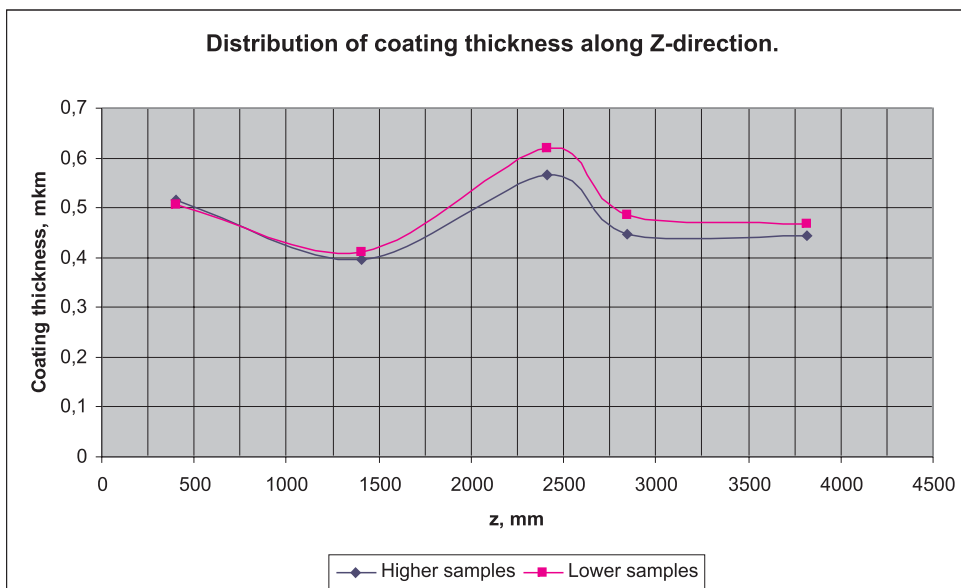


Рис. 5: Распределение толщины покрытия по длине камеры при $X=0\text{mm}$.

Распределение толщины вдоль оси Z при $X = 0$ мм показано на рис. 5. Неоднородность распределения может быть вызвана отклонением катодов от центра по оси Y , неравномерным по длине горением плазмы и погрешностью измерения толщины.

На рис. 6 и 7 показано изменение состава покрытия по поперечному сечению и по длине камеры соответственно. Итоговый усредненный массовый состав покрытия (без учета аномальных значений, значительно отличающихся от среднего) равен $Ti - 25\%$, $Zr - 32\%$ и $V - 43\%$. Или в пересчете на атомный состав: $Ti - 30.4\%$, $Zr - 20.4\%$ и $V - 49.2\%$, что соответствует оптимальному составу для данного геттера, рекомендованному специалистами из ЦЕРН (Швейцария). После напыления давление в камере уменьшилось с 10^{-9} до 10^{-10} Торр, а отношение давлений (при инъекции водорода) в вакуумной системе и в нижнем конце покрытой камеры составило три порядка.

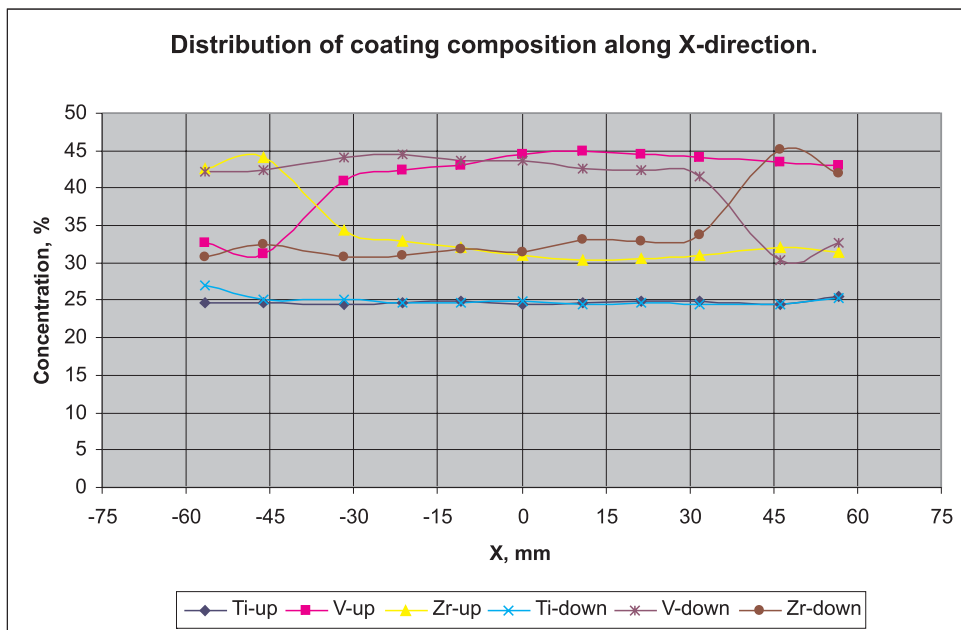


Рис. 6: Наименование состава покрытия по поперечному сечению камеры при $Z=2410\text{mm}$.

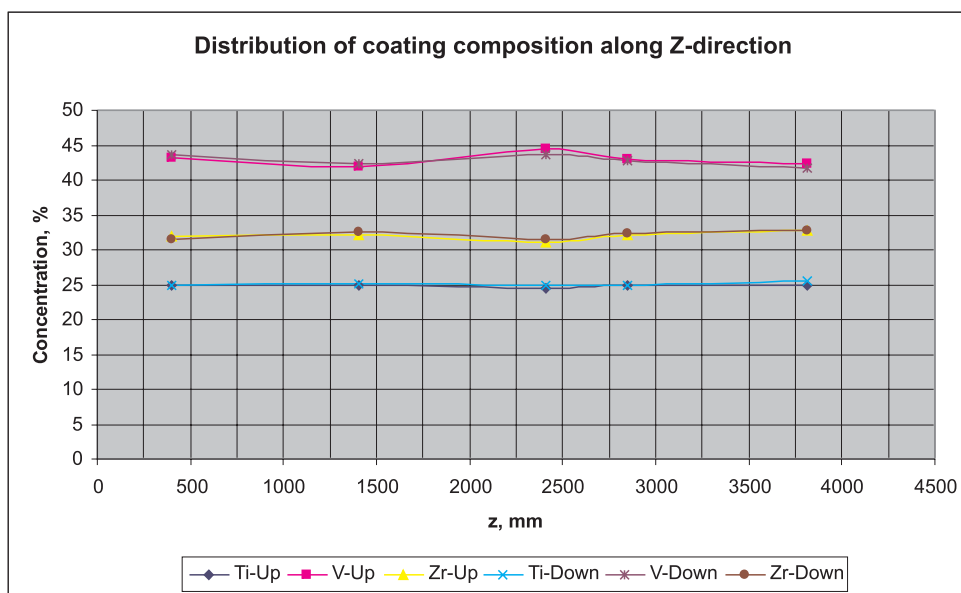


Рис. 7: Распределение состава покрытия по длине камеры при $X=0\text{mm}$.

Также был проведен эксперимент по активации после вскрытия камеры на атмосферу, который показал полную активацию НЭГ уже после 3 часов прогрева при температуре 180°C .

5.5.2 Абсорберы для PETRA-3

В проекте нового источника Синхротронного Излучения PETRA-3 (DESY, Германия), для охлаждения электронного пучка предусмотрены две прямолинейные секции, содержащие по 10 четырехметровых вигглеров на постоянных магнитах. В рам-

ках контракта с DESY, ИЯФ проектирует и изготавливает все компоненты вакуумной камеры пучка данных секций. Наиболее сложной задачей является расчет, проектирование и изготовление абсорберов для поглощения синхротронного излучения из вигглеров суммарной мощностью 900 кВт. В общей сложности будет установлено 14 коротких (0.8м), 4 длинных (4.5м) и 2 концевых (7м) абсорбера. В 2007 году начато изготовление коротких абсорберов. Первый абсорбер установлен в кольце PETRA-3 (Рис. 8).

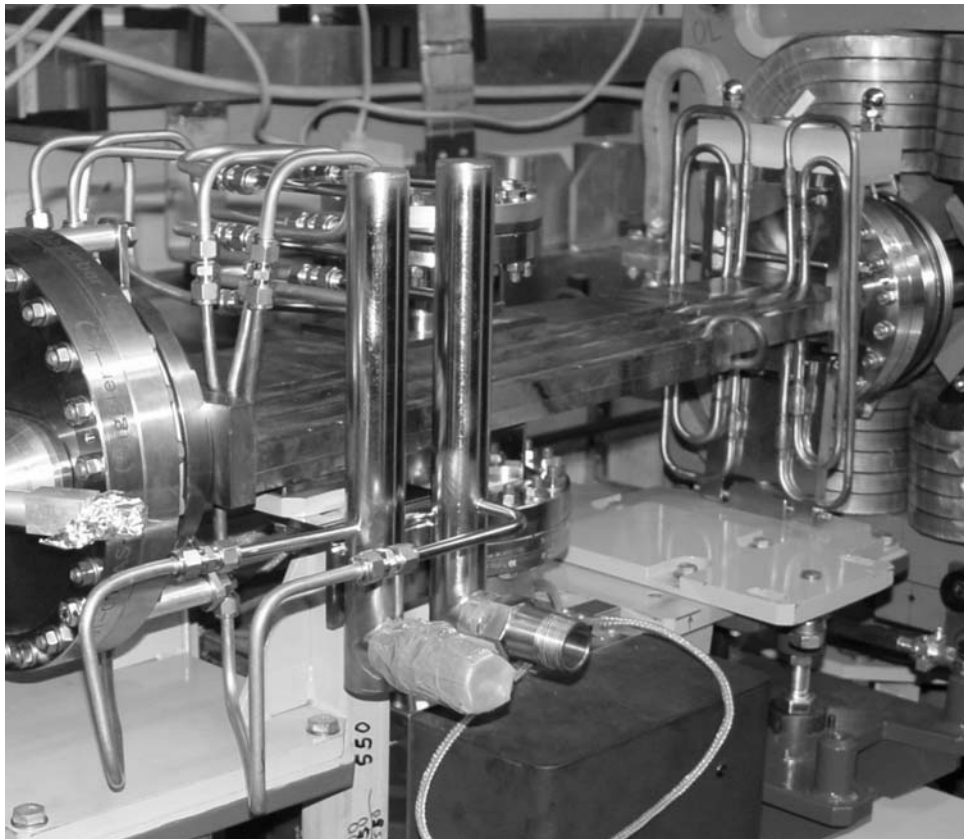


Рис. 8: Первый абсорбер на мощность до 30 кВт установлен в кольце PETRA-3.

5.5.3 Участие в проекте LHC в CERN

В рамках программы по созданию LHC в CERN (Женева, Швейцария) был проведен комплекс работ по изготовлению и монтажу ряда компонентов вакуумных систем для этого ускорительно-накопительного комплекса.

В частности, для вакуумной системы основного кольца (периметр 27 км) было завершено изготовление большого количества различных элементов. Изготовлено в общей сложности около 10000 холодных элементов и более 2000 различных соединительных узлов для теплых участков прямых секций ускорителя. В 2007 были смонтированы, запущены вакуумные системы и получен проектный вакуум в перепускных каналах П1-2 и П1-8 (каждый длиной 3 км) из SPS в LHC, каналах сброса и гашения протонных пучков. Характерным показателем качества выполненной работы может являться тот факт, что пучок был проведен через перепускные каналы с первого выстрела.

5.5.4 Разработка вакуумной системы протонно-ионного комплекса для лучевой терапии рака

В настоящее время одним из эффективных методов лечения раковых заболеваний считается метод ионно-лучевой терапии раковых опухолей. При реализации этого метода пучок протонов или тяжелых ионов из источника частиц проходит стадию ускорения в ионном синхротроне и направляется на опухоль пациента. Требования на вакуумную систему подобной установки составляют порядка 10^{-9} Торр для бустерного кольца и 10^{-10} Торр для основного кольца синхротрона. Вакуумная система ускорительной части комплекса также включает в себя перепускные каналы из инжекторного комплекса в бустерный синхротрон, из бустерного в основное кольцо, и каналы вывода пучка из основного синхротрона. Вакуумная камера синхротрона должна быть тонкостенная (~ 1 мм), что накладывает определенные прочностные ограничения на ее возможные размеры. Рабочий вакуум в синхротроне предполагается обеспечить сосредоточенными комбинированными ионно-геттерными откачными портами, состоящими из магниторазрядного и титаного-испарительного насоса. В рамках данной работы были рассмотрены особенности функционирования такой ионной машины с точки зрения получения необходимого вакуума, и составлено предварительное описание вакуумной системы комплекса.

В работе приняли участие:

В.В. Анашин, А.А. Краснов, Р.В. Достовалов, А.М. Семенов, А.А. Жуков и другие.

Публикации за 2007 год:

[5], [249], [250].

Глава 6

Синхротронное излучение и лазеры на свободных электронах

Введение

На базе установок и лабораторий ИЯФ в настоящее время функционируют два центра коллективного пользования - Сибирский центр синхротронного излучения и Сибирский центр фотохимических исследований.

Программа работ Сибирского центра синхротронного излучения в 2007 году включала в себя следующие направления:

- проведение исследований и разработка новых технологий с использованием синхротронного излучения (СИ) накопителя ВЭПП-3, начало 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 специальных магнитных систем для генерации СИ - вигглеров, ондуляторов, superbends;
- обучение и профессиональная подготовка студентов и аспирантов.

Для проведения работ на пучках СИ на накопителе ВЭПП-3 в 2007 году было выделено 1938 часов рабочего времени в режиме "Синхротронное излучение" (в 2006 г. 2229 часов). В экспериментах были задействованы 10 станций на 7 каналах вывода СИ. На станциях проводили работы исследовательские группы из 60 институтов и других организаций.

Программа работ Сибирского центра фотохимических исследований в 2007 году включала в себя следующие направления:

- создание экспериментальных станций и проведение исследований на действующем мощном лазере терагерцового диапазона;
- начало монтажа элементов многооборотного ускорителя-рекуператора и на его базе более мощного лазера на свободных электронах (ЛСЭ) ИК-диапазона;
- участие в зарубежных проектах по разработке и созданию мощных ЛСЭ;
- обучение и профессиональная подготовка студентов и аспирантов.

Для выполнения исследований на пучках терагерцового излучения из Новосибирского лазера на свободных электронах было выделено 780 часов рабочего времени (в 2006 г. - 730 часов). Работа с пучками терагерцового излучения проводилась на 4 экспериментальных станциях.

6.1 Работы на пучках СИ из ВЭПП-3

6.1.1 Экстремальные состояния вещества

Станция "Взрыв" (Экстремальные состояния вещества) предназначена для регистрации проходящего излучения и малоуглового рентгеновского рассеяния (МУРР) при исследовании детонационных и ударно-волновых процессов. Она является единственной в мире.

Участвующие организации:

- Институт гидродинамики им. М.А. Лаврентьева СО РАН;
- Институт химии твердого тела и механохимии СО РАН;
- Институт ядерной физики им. Г.И.Будкера СО РАН;
- Институт теплофизики экстремальных состояний РАН (г. Москва);

- Российский Федеральный ядерный центр ВНИИТФ (г. Снежинск).

На станции можно проводить эксперименты с использованием до 30 г взрывчатого вещества (ВВ). Станция состоит из:

- взрывной камеры на 30 г. ВВ в тротиловом эквиваленте;
- блока детекторов;
- блока формирования пучка СИ.

Особенностью станции является использование взрывной камеры с тонкими бериллиевыми окнами для прохода пучка СИ и системы высокоточного дистанционного перемещения экспериментальной сборки детонирующего образца и блока детектора.

Основные направления и результаты работ в 2007 году:

1. Наносекундная динамическая томография плотности, массовой скорости и давления продуктов детонации тротила и системы тротил-гексоген. Впервые с использованием СИ измерены объемное распределение плотности, массовой скорости и давления в продуктах детонации этих систем.
2. Исследование ударно-волновых процессов в инертных материалах. Проведены исследования динамики деформирования высокопористых веществ (аэрогеля, стивлона) и хрупкого полимерного материала (полиметилметакрилата) при ударно-волновом и взрывном нагружении.

Впервые с использованием СИ измерены объемное распределение плотности, массовой скорости и давления в продуктах детонации тротила. Показано, что уравнение состояния продуктов детонации хорошо описывается моделью политропного газа с показателем адиабаты $\gamma = 2.8$. Определены уточненные показатели адиабаты на различных участках разгрузки продуктов.

Для определения пространственного распределения плотности разлетающихся продуктов взрыва использовалась предложенная нами методика. Заряд детонирующего взрывчатого вещества (ВВ) просвечивался вспышками СИ, которые регистрировались линейным детектором DIMEX. По записанному распределению поглощения было восстановлено объемное распределение плотности разлетающихся продуктов взрыва при стационарной детонации заряда прессованного тротила с плотностью 1.65 г/см^3 и диаметром 15 мм. Данная методика измерения плотности в несколько раз точнее методик с использованием импульсных рентгеновских трубок [ФГВ, 2007, № 2. Комрачков, Саров].

Имея точную информацию о распределении плотности, можно восстановить пространственную зависимость вектора массовой скорости. Для этого использовалось уравнение потока массы (1) (для стационарного течения $\frac{d\rho}{dt} = 0$).

$$\text{div}(\rho\vec{v}) = 0 \quad (1)$$

Для выполнения расчетов предположена потенциальность течения и введен скалярный потенциал φ такой, что $\vec{v} = \nabla\varphi$. Тогда (1) перепишем в виде (2):

$$\text{div}(\rho \cdot \nabla\varphi) = 0 \quad (2)$$

Для организации сквозного счета без явного выделения границы раздела продуктов взрыва-вакуум вне области, занятой продуктами взрыва, плотности присваивалось маленькое значение - $\rho \cdot 10^{-3} \text{ г/см}^3$. Это позволило решать уравнение (2) в прямоугольной области с соответствующими граничными условиями. Уравнение решалось численно методом итераций.

Полученное поле скоростей приведено на Рис. 1. На расстоянии 1.3 см скорость меняет знак, что подтверждается прямыми измерениями движения введенной в заряд ВВ медной фольги.

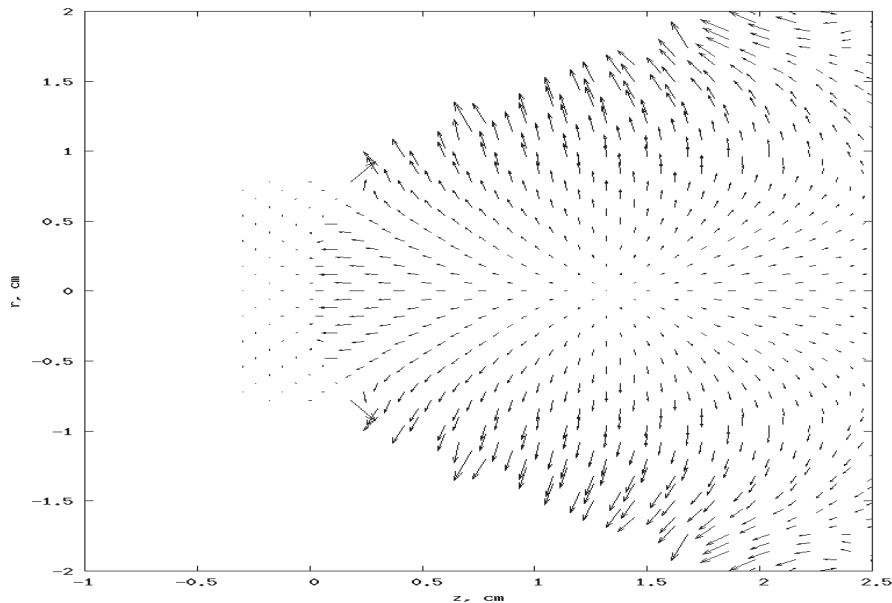


Рис. 1: Экспериментально измеренное поле массовой скорости (направления перемещения вещества в разных точках) продуктов детонации цилиндрического заряда ВВ диаметром 15 мм (неподвижная система отсчета). Где r и z - цилиндрические координаты. Детонационный фронт находится в координате $z=0$. Четко видно, что на расстоянии $z=1.3$ см от детонационного фронта знак массовой скорости меняется на противоположный.

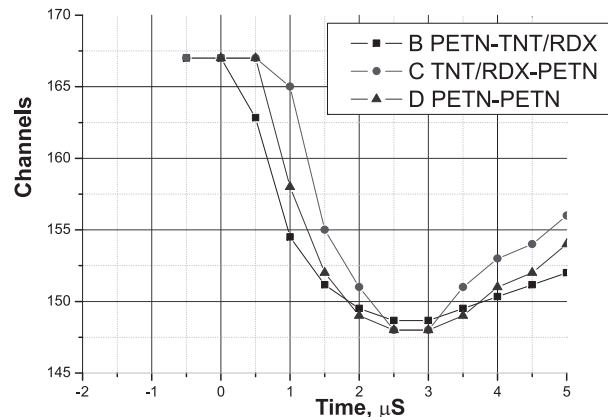


Рис. 2: Временная зависимость положения фольги (в каналах детектора, шаг 0,1 мм), расположенной в ВВ различного состава.

Экспериментально полученная информация о поле скоростей для конкретных ВВ имеет важное практическое значение. В частности, без этих данных невозможно корректно проводить измерение давления манганиновыми датчиками в зоне разлета из-за неопределенности координаты

Для ударного сжатия инертной среды использовалось взрывное метательное устройство, разработанное совместно в ИГиЛ СО РАН, ВНИИТФ и ИТЭС РАН (Рис. 3). Данное устройство позволяет метать ударники из алюминия и меди со скоростями до 3 км/с. За отчетный период выполнена программа по исследованию ударного

сжатия аэрогеля в диапазоне скоростей ударника от 2.2 км/с до 3 км/с. Повышение скорости метания ударника было достигнуто путем использования таблеток более мощных ВВ (прессованного октогена), а также вакуумированием взрывной камеры перед экспериментом.

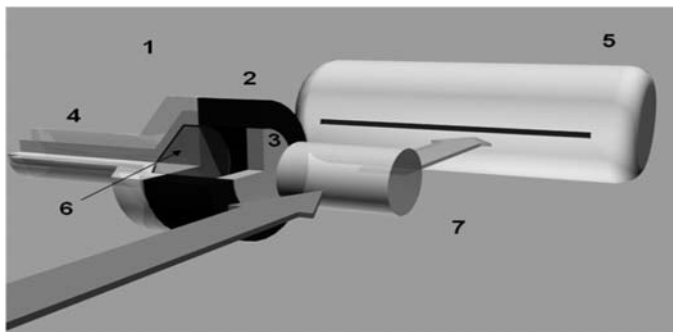


Рис. 3: Постановка ударно-волнового эксперимента на пучке синхротронного излучения. 1- взрывной генератор газовой плоской волны, 2- ствол газовой пушки, 3- плоский ударник (пуля), 4-детонатор, 5-рентгеновский однокоординатный детектор DIMEX, 6- взрывчатка, 7- исследуемый образец аэрогеля.

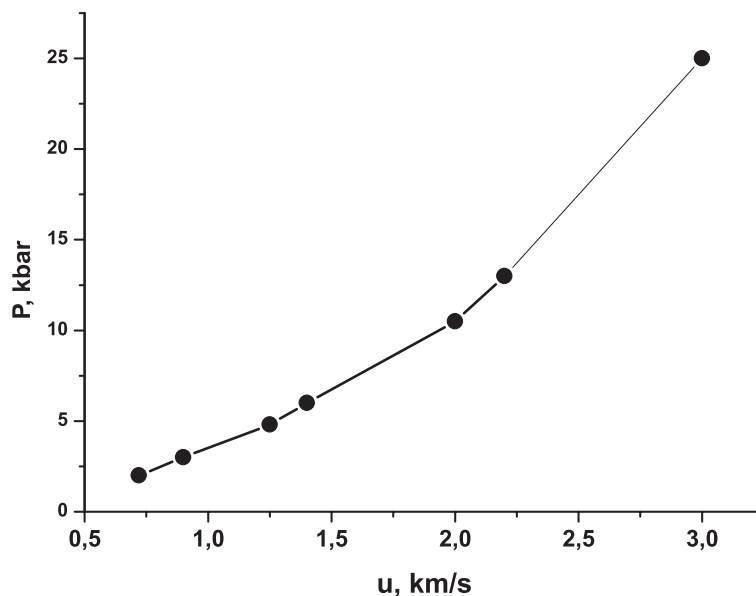


Рис. 4: Экспериментально измеренная ударная адиабата для аэрогеля.

Полученные с помощью нагружения ударником данные позволили построить ударную адиабату аэрогеля в диапазоне скоростей от 0.5 км/с до 3 км/с. Ранее, при непосредственном воздействии детонационной ударной волны, были получены данные для аэрогеля в диапазонах скоростей 0.4-1.2 км/с. Таким образом, в настоящее время ударная адиабата для аэрогеля построена во всем диапазоне скоростей.

6.1.2 LIGA-технология и рентгеновская литография

Проводимые на станции работы нацелены на разработку метода создания рентгеновских шаблонов для LIGA-технологии и изготовление микроструктур для прикладных приложений. LIGA-шаблоны являются ключевыми элементами глубокой

рентгеновской литографии с применением синхротронного излучения, нацеленной на изготовление высокоаспектных микроструктур для широкого круга научных исследований (микрофлюидные аналитические системы, селективные сеточные структуры для ТГц-излучения и пр.).

Участвующие организации:

- Институт ядерной физики им. Г.И.Будкера СО РАН;
- Институт цитологии и генетики СО РАН;
- Институт автоматике и электротметрии СО РАН.

В 2007 году продолжались работы по развитию технологических этапов LIGA-процесса в ИЯФ СО РАН. Завершены работы по вводу в эксплуатацию специализированного лабораторного помещения “Чистая комната” для реализации химико-технологических этапов LIGA-технологии (подготовка подложек, нанесение и обработка резистов, микрогальваноластика). Наличие “чистой комнаты” является необходимым условием для реализации методик изготовления микроструктур методами LIGA-технологии. Продолжались работы по разработке методики изготовления глубоких микроструктур с использованием глубокой рентгеновской литографии. В частности, отработывалось создание шаблонов для глубокой рентгенолитографии на СИ и изготовление микроструктур с применением создаваемых шаблонов.

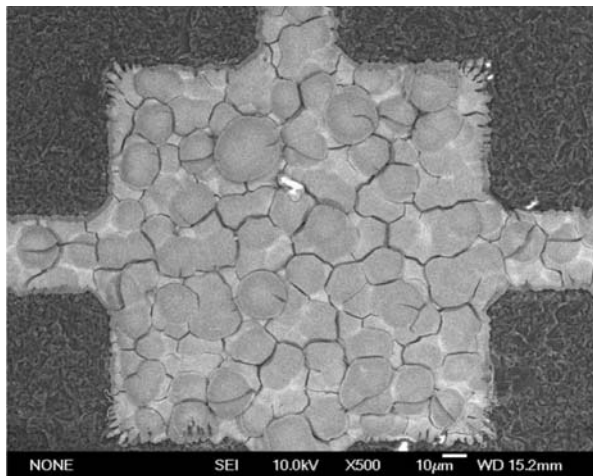


Рис. 5: Внутренний вид части “чистой комнаты”.

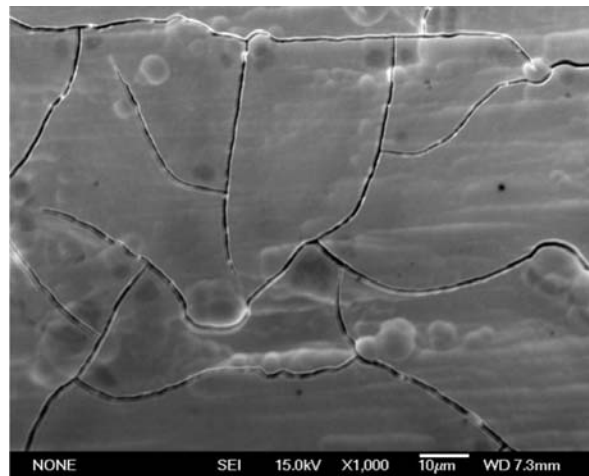
“Чистая комната” (Рис. 5) оснащена системами вентиляции и очистки воздуха по классу “100”, оснащена центрифугой для нанесения резистивных слоев толщиной от единиц до сотен микрометров, вакуумной печью для отжига образцов, ультразвуковой установкой для жидкостного проявления экспонированных резистов, установкой микрогальваники с управляемым от ЭВМ источником тока, а также необходимой контрольно-измерительной аппаратурой.

Отработывался способ изготовления LIGA-шаблонов путем формирования методом гальваноластики рентгенопоглощающих рисунков из сплава рений-никель на подложках из стеклографита. В ходе проводимых работ исследовались: адгезия осаждаемого сплава Re-Ni к поверхности стеклографита, влияние соотношения компонентов сплава на качество покрытия, практическая применимость такого метода

изготовления шаблонов для LIGA- технологии. Обнаружено, что для обеспечения адгезии и успешного нанесения толстых (до 30 мкм) слоев Re-Ni необходимо предварительно формировать медный подслоя. При использовании свинцового анода (по данным рентгено-флуоресцентного анализа) процентное содержание Re/Ni/Cu в осаждаемых слоях составляет 93.9/6.0/0.1, а при использовании никелевого анода содержание составляющих сплава - 98.7/1.2/0.1.



а) Pb-анод (с микроструктурой)



б) Ni-анод (без микроструктуры)

Рис.: 6 СЭМ-фотографии осажденных слоев Re-Ni на подложках из стеклографита.

Увеличение доли никеля в сплаве приводит к незначительному уменьшению рентгеновского контраста шаблона и в тоже время значительно улучшает качество осаждаемого слоя, снижает зернистость (Рис. 6). Однако, при этом имеют место микротрещины на поверхности слоя из-за внутренних напряжений в металле. Оптимизация условий микрогальваники для повышения качества осаждаемых слоев является предметом дальнейших исследований. С использованием полученного опыта были созданы несколько рентгеношаблонов с Re-Ni покрытием. Резистивная маска для гальванопластики формировалась методом фотолитографии. В качестве материала подложек использовались пластины шлифованного стеклоуглерода марки СУ-900. Формирование микроструктур проводилось посредством контактной фотолитографии с использованием фотошаблона, изготовленного в ИФП СО РАН. Создана установка для микрогальванопластики с реверсивным источником тока для осаждения металлических слоев с минимальными шероховатостями.

Экспериментально подбирались режимы осаждения рентгенопоглощающего слоя на поверхность стеклоуглерода. Наилучшие результаты получены при осаждении подслоя меди толщиной 3-6 мкм с последующим нанесением на медь сплава рений-никель (с содержанием рения 80%) толщиной около 15 мкм. Микроструктура из резиста SU-8 при этом являлась защитной маской и определяла рисунок в металлическом слое. Таким образом изготовлены несколько шаблонов микроструктур, востребованных для создания селективных элементов для ТГц-излучения (Рис. 7а), микрофлюидных аналитических систем (Рис. 7б) и мультифокальной интраокулярной линзы (Рис. 7в).

Продолжаются работы по оптимизации режимов и технологических этапов создания рентгеновских шаблонов и получению с использованием создаваемых шаблонов полимерных микроструктур методом глубокой рентгеновской литографии.

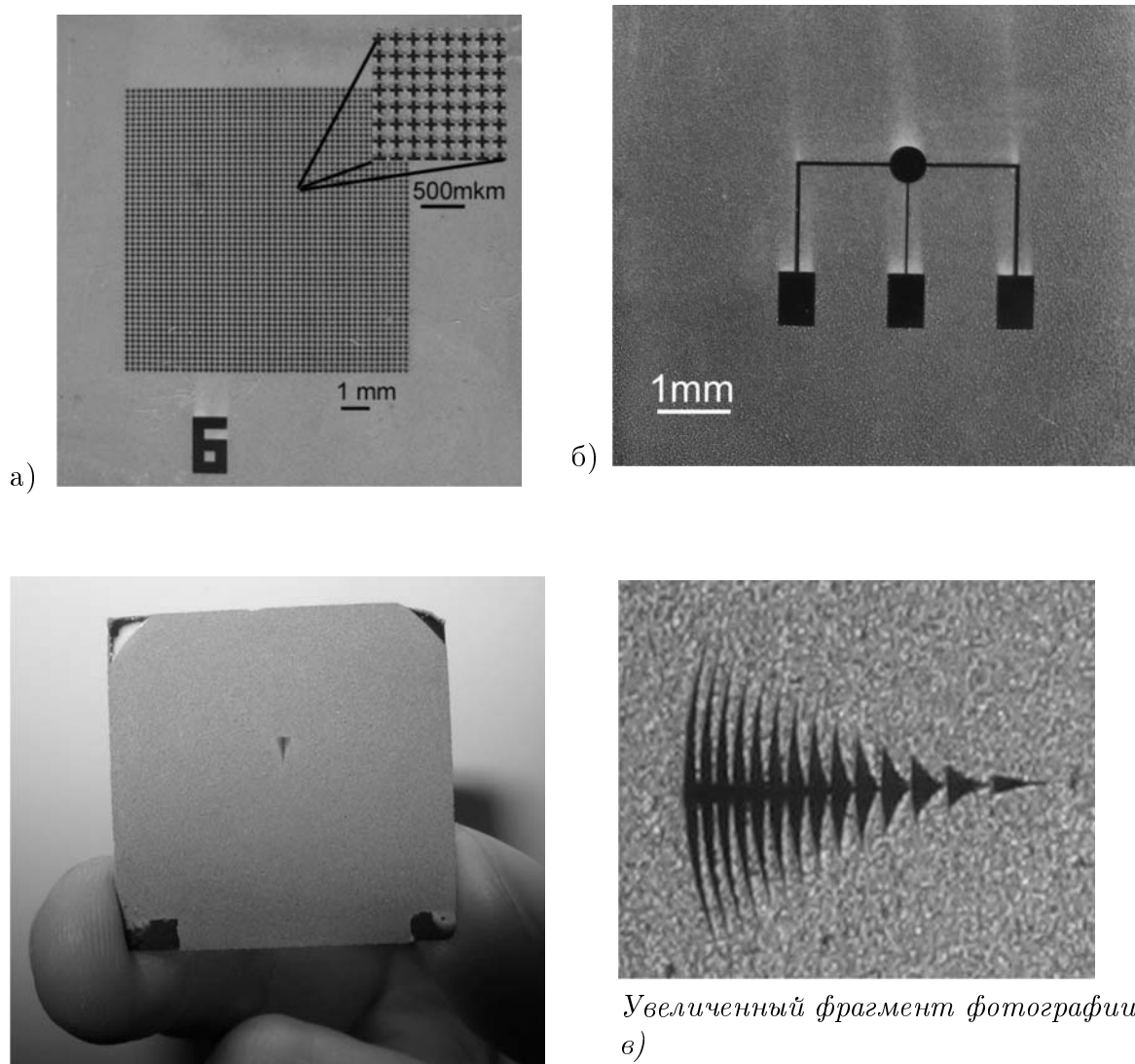


Рис.:7 Фотографии изготовленных рентгеношаблонов: (а) для создания селективных элементов для ТГц-излучения, (б) для микрофлюидных аналитических систем, (в) мультифокальная интраокулярная линза.

6.1.3 Прецизионная дифрактометрия и аномальное рассеяние

Станция “Аномальное рассеяние” предназначена для прецизионных исследований структуры поликристаллических материалов методами рентгеновской дифрактометрии. Организации, участвовавшие в работах 2007 года:

- Институт катализа им. Г.К. Борескова СО РАН,
- Институт неорганической химии СО РАН,
- Институт химии и химической технологии СО РАН, г. Красноярск,
- Институт физической химии им. Л.В. Писаржевского НАН Украины, г. Киев,
- МГУ им. М.В. Ломоносова, г. Москва.

Темы ряда работ 2007 года:

1. Исследование кислород-проводящих материалов.

Практическое назначение работ - улучшение кислород-проницаемых мембран для холодных топливных элементов. Исследовались структурные свойства нестехиометрических кислород-проводящих перовскитов составов $Sr_{1-x}A_xCo_{0.8-y}Al_yFe_{0.2}O_z$, где

$A=La, Ca, Ba$, и $SrFe_{1-x}M_xO_z$, где $M=W, Mo$ в рамках работы, посвященной оптимизации химического состава кислород-проницаемых мембран, используемых в каталитических реакторах для парциального окисления метана. Рентгенограммы образцов, полученные с высоким разрешением (Рис. 8), демонстрируют качественную картину дифракции со слабыми сверхструктурными рефлексами, которые могут быть связаны как с упорядочением дефектов (кислородных вакансий и/или ионов примесей) и удвоением параметров решетки $2\alpha_p \times 2\alpha_r$ (7.763 Å), так и с образованием микродоменной текстуры, адаптирующей различия составов и кислородную нестехиометрию компонентов. В 2007 году было снято шесть образцов различных составов и кислородной стехиометрии. Картины со сверхструктурными рефлексами наблюдались у образцов состава $Sr_{0.7}La_{0.3}Co_{0.5}Fe_{0.2}Al_{0.3}O_z$ и $SrFe_{0.95}Mo_{0.05}O_z$, закаленных в вакууме.

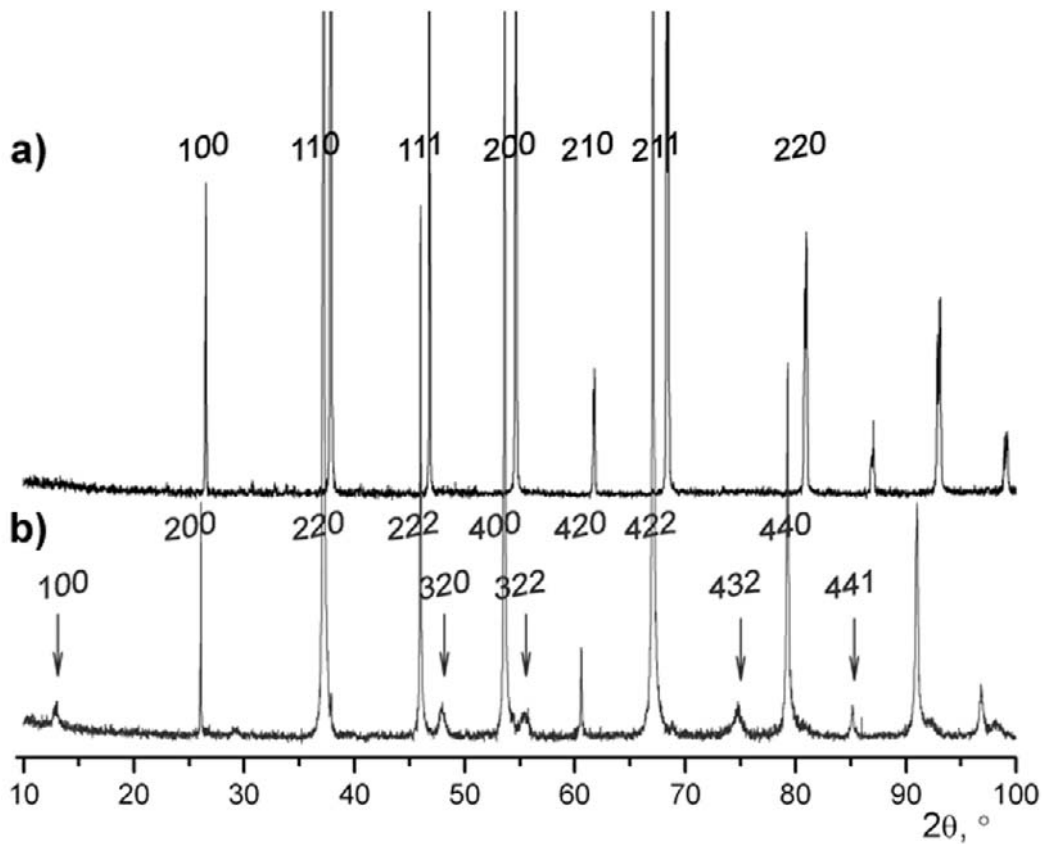


Рис. 8: Дифрактограммы образцов состава:

- (a) $Sr_{0.7}La_{0.3}Co_{0.5}Fe_{0.2}Al_{0.3}O_{2.68}$ - медленно охлажденного в печи на воздухе;
 (b) $Sr_{0.7}La_{0.3}Co_{0.5}Fe_{0.2}Al_{0.3}O_{2.54}$ - отожженного при $900^\circ C$ и закаленного в вакууме (с индексами возникающих сверхструктурных рефлексов).

Проведены исследования фазового состава материала мембраны $SrCo_{0.6}Fe_{0.2}Nb_{0.2}O_{3-x}$, нанесенной на подложку из гексаалюмината лантана. Синтез образца производился исходя из данных высокотемпературной рентгенографии образцов $SrCo_{0.7}Fe_{0.2}Nb_yO_{3-x}$, $y=0.1, 0.2, 0.3$, согласно которым материал со структурой перовскита и содержанием Nb 0.2 является наиболее пригодным для использования в качестве кислород-проводящей мембраны в топливных элементах. Гексаалюминат лантана (ГАЛ) обладает пористостью, механической прочностью и инертностью, необходимыми для использования в качестве носителя мембраны. Рентгенограммы мембраны, нанесен-

ной на ГАЛ, были получены в традиционной геометрии Брэгга-Брентано и в геометрии скользящего падения (grazing diffraction), которая позволяет минимизировать влияние носителя (Рис. 9).

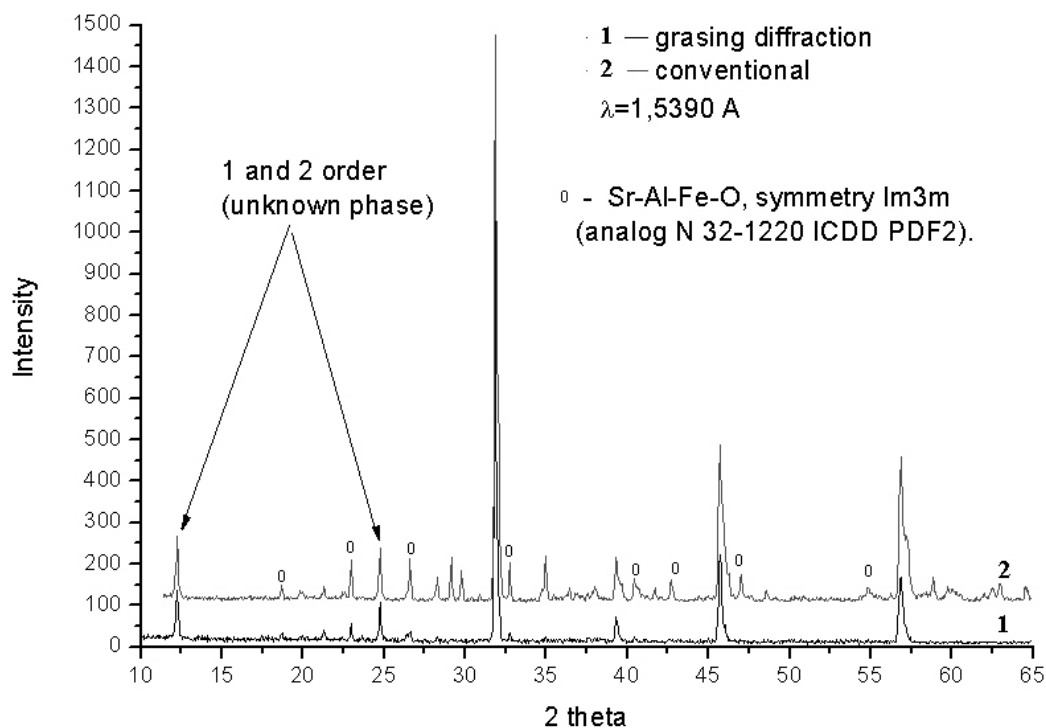


Рис. 9: Рентгенограммы мембраны, нанесенной на гексаалюминат лантана.

Из полученных данных видно, что наблюдается:

- 1) отличие фазового состава мембраны от массивного образца;
- 2) неоднородность фазового состава мембраны по глубине;
- 3) увеличение параметра решетки наружного слоя мембраны (3.951 \AA) по сравнению с массивным образцом (3.906 \AA);
- 4) в объеме или на границе раздела мембраны и носителя присутствует фаза SrAl_2O_4 .

Проведенные измерения кислородной проводимости данной системы показали практическое отсутствие проводимости исследованного образца. Причиной отсутствия проводимости может быть наличие в образце фазы алюмината стронция. Следовательно, предложенный метод синтеза мембраны не обеспечивает кислородную проводимость и должен быть подвергнут корректировке. В работе исследовался 1 образец различными методами съемки.

2. Новые мезопористые функциональные материалы.

Работа выполнялась в рамках Программы СО РАН “Химический дизайн катализаторов и адсорбентов с высокоорганизованной супрамолекулярной наноструктурой”.

Проведено исследование мезопористого координационного полимера MIL-101, обладающего цеолитоподобной кристаллической структурой, большой площадью поверхности и термической устойчивостью. Структура полученного материала (Рис. 10) подтверждена методами рентгеновской дифракции, низкотемпературной адсорбции азота и ИК-Фурье спектроскопии. Впервые исследована каталитическая активность координационного полимера MIL-101 в реакциях окисления органических соединений - циклогексана, циклогексена, α -пинена и кариофиллена - пероксидом водорода и молекулярным кислородом. Показано, что MIL-101 малоактивен в окислении

алканов и алкенов молекулярным кислородом, однако, ведет разложение пероксида водорода при повышенных температурах (от 50°C), генерируя свободные радикалы, ведущие окисление алкенов. Исследованы основные закономерности процессов адсорбции (25°C, MeCN) координационным полимером монозамещенных полиоксометаллатов (ПОМ), содержащих ионы Ti и Co. Имобилизация ПОМ на MIL-101 происходит путем электростатического связывания между анионами ПОМ и положительно заряженной поверхностью матрицы, причем необратимо связывается 10 вес. % ПОМ, что соответствует одному кластеру ПОМ на нанополость MIL-101. В полученных композитных ПОМ/MIL-101 материалах сохраняется текстура матрицы и кристаллическая структура как ПОМ, так и MIL-101, что подтверждено методами низкотемпературной адсорбции азота, рентгеновской дифракции и ИК-Фурье спектроскопии.

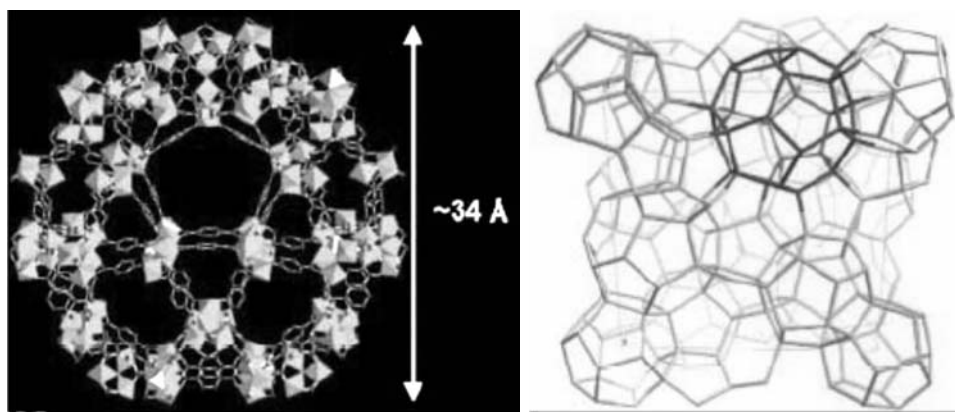


Рис. 10: Структура фрагмента материала MIL-101 и цеолитоподобная иерархия фрагментов.

Таблица 6.1: Физико-химические свойства композитных катализаторов М-ПОМ/MIL-101

Материал	Содержание активного металла, вес. %	Удельная поверхность мезопор, м ² /г	Удельный объем мезопор, см ³ /г
MIL-101	-	2220	1.13
Ti-ПОМ/MIL-101	Ti/W/Cr = 0.13/4.14/12.1	1930	0.96
Co-ПОМ/MIL-101	Co/W = 0.06/2.11	2050	1.03

Композитные Co- и Ti-ПОМ/MIL-101 материалы активны и селективны в окислении алкенов экологически чистыми окислителями - молекулярным кислородом и водным пероксидом водорода, соответственно. Гетерогенные М-ПОМ/MIL-101 катализаторы так же активны, как и соответствующие гомогенные полиоксометаллаты, таким образом, активность ПОМ не падает при иммобилизации.

Отмечено, что композитные материалы демонстрируют нестабильность структуры в некоторых условиях. В реакциях в зависимости от температуры и концентрации пероксида водорода может происходить разрушение структуры при превышении пороговых значений внешних параметров. Если же температуры и концентрации не превышают критических, материал остается стабильным на протяжении не менее 5 реакционных циклов.

Показана перспективность использования композитных материалов на основе мезопористых координационных полимеров и монозамещенных полиоксометаллатов в качестве катализаторов селективного жидкофазного окисления алкенов экологически чистыми окислителями.

Мезоструктурированные силикатные материалы.

Работа выполнялась в рамках программы СО РАН “Химический дизайн катализаторов и адсорбентов с высокоорганизованной супрамолекулярной наноструктурой”.

Образование мезоструктурированного силиката происходит при смешении растворов силиката натрия (источника SiO_2) и поверхностно-активного вещества (ПАВ, структурообразующий компонент). Синтез может быть выполнен как в умеренно щелочной (системы типа MCM-41, MCM-48 и др.), так и в умеренно кислой среде (системы типа SBA-3, SBA-15). Синтез в умеренно кислых средах представляется перспективным с точки зрения создания каталитически активных систем на основе мезоструктурированных силикатов. Образование гибридной мезофазы происходит сразу же после смешения исходных растворов. Степень упорядоченности мезофазы, синтезированной в умеренно щелочной среде выше, чем синтезированной в умеренно кислой среде, однако, в этом случае оказывается значительно хуже гидротермальная стабильность (ГТС) конечного продукта.

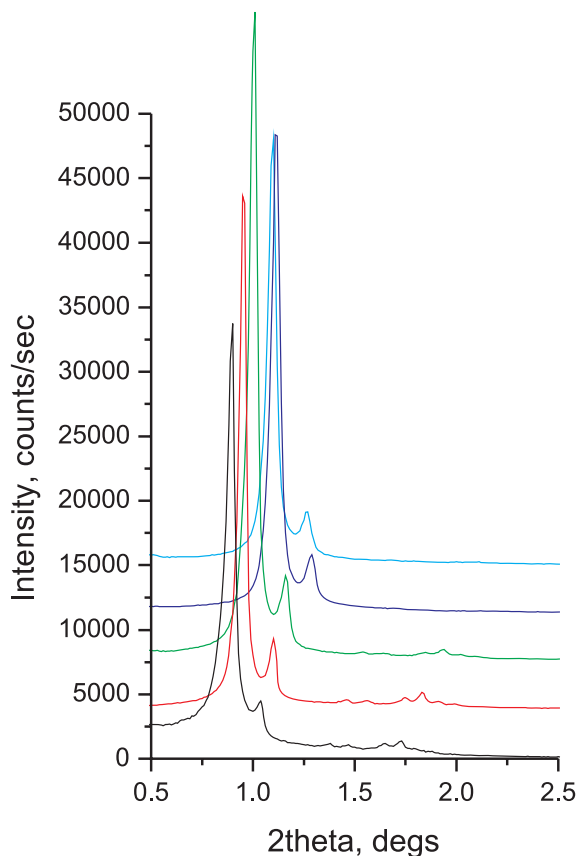


Рис. 11: Рентгенограммы образцов мезоструктурированных силикатов кубической симметрии, полученных с использованием неионогенных ПАВ.

Проведены исследования структуры мезофазных материалов кубической симметрии, полученных с использованием неионогенных ПАВ. Такие мезофазы обладают значительно большей ГТС, поскольку толщина силикатной стенки в этом случае примерно втрое превышает толщину стенки мезофаз, синтезированных с использо-

ванием ионогенных ПАВ. Также эти системы характеризуются большим, до 10-12 нм, размером мезопор. На Рис. 11 представлены характерные рентгенограммы этих образцов. Результаты проведенных исследований обрабатываются для построения карт распределения электронной плотности в образцах.

С использованием контроля структурных характеристик образцов методами рентгеновской дифракции отработаны условия синтеза Ti-, Fe-, Al-, Ga-содержащих силикатных мезофаз. Проведен контролируемый синтез силикатного мезопористого мезофазного материала с введением комплекса $[Al_{12}FeO_4(OH)_{24}(H_2O)_{12}]^{+7}$ на разных стадиях. Целью данной работы было получение мезопористого катализатора для реакции полного окисления фенола в водных растворах перекисью водорода. Для этого на разных этапах синтеза мезопористой силикатной матрицы вводили активный компонент $[Al_{12}FeO_4(OH)_{24}(H_2O)_{12}]^{+7}$ из расчета $Fe/Si = 0.02$. Мезопористый материал SBA-3 получали по стандартной схеме двухстадийного смешения растворов поверхностно-активного вещества (ПАВ) и растворимой формы диоксида кремния с промежуточным старением продукта в маточном растворе. Представленное на Рис. 12 распределение пор по размерам показывает относительную однородность пор силикатной матрицы. Выбросы с меньшими и большими значениями диаметров, скорее всего, связаны с псевдопорами, образующимися в местах контактов кристаллитов и наличием некоторой доли аморфной фазы.

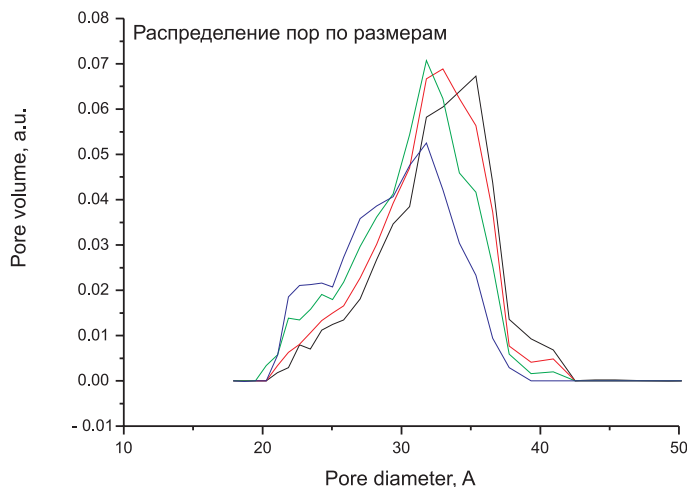


Рис. 12: Распределение мезопор по размерам для образцов различного генезиса.

Высокоактивные золотые катализаторы для дожигания монооксида углерода.

Работа выполнялась по интеграционной междисциплинарной программе СО РАН № 79.

Высокодисперсные частицы золота, нанесённые на оксиды других металлов, являются активными катализаторами низкотемпературного окисления монооксида углерода (угарного газа). В связи с этим проводятся исследования по использованию Au катализаторов для очистки воздуха в закрытых помещениях, промышленных выбросов и выхлопных газов двигателей внутреннего сгорания от CO. Наиболее активные катализаторы получены нанесением золота на $Mg(OH)_2$ и оксиды металлов 1-го переходного ряда, однако эти носители по разным причинам не перспективны для широкомасштабного применения. В Институте катализа СО РАН, начиная с 2001 г., изучаются способы получения наночастиц золота на оксиде алюминия - дешевом и доступном носителе с регулируемой пористостью и высокой устойчиво-

стью к действию влаги. С целью оптимизации методики приготовления катализаторов Au/Al₂O₃ исследуются факторы, влияющие на их активность в окислении СО, и оценивается возможность практического применения этих систем для дожигания примеси СО в воздухе и автомобильных выбросах. В данной работе методом измерения радиального распределения электронной плотности (РРЭП) изучались фазовый состав и локальная структура серии образцов: исходный носитель γ -Al₂O₃ и нанесенные катализаторы с различным содержанием золота. Фаза металлического золота хорошо проявляется только в образце, содержащем 1.6% вес. металлического Au⁰. Отсутствие координационных пиков (КП), принадлежащих структуре Au⁰ в других образцах, можно объяснить тремя причинами: его малым содержанием, нахождением в другой фазе (фаза взаимодействия с носителем), либо высокой дисперсностью металлических частиц. Специфика геометрии структур носителя - γ -Al₂O₃, фазы AuAlO₂ и металлического золота может обеспечивать эпитаксиальный рост металлических частиц на носителе через промежуточную фазу, наличие которой, в свою очередь, обеспечивает закрепление и высокодисперсное состояние металлических частиц на поверхности носителя - т.е. их термостабильность.

6.1.4 Рентгенофлуоресцентный элементный анализ

Станция “Рентгенофлуоресцентный элементный анализ” предназначена для определения элементного состава образцов различного происхождения: геологических пород, биологических тканей, аэрозолей и др. - методом рентгенофлуоресцентного элементного анализа с использованием синхротронного излучения (РФА СИ). Элементный анализ может быть осуществлен как в локальном, так и сканирующем режиме, что определяется типом образца - таблетка или образец, имеющий линейные размеры.

Основные технические характеристики станции.

Диапазон энергии	10-45 кэВ.
Рентгенооптическая схема одно-(или двух-) кристальный монохроматор из пиролитического графита или кремния	
Размер входного пучка	0.1x10 мм.
Время набора спектра	10 - 1000 с.
Системы детектирования Si(Li) полупроводниковый детектор производства фирмы “Oxford Instruments”	
Разрешение детектора	160 эВ (на линии 5.9 кэВ)
Масса измеряемого образца	10 ⁻⁶ г ÷ 1 г.
Предел обнаружения	- при многоэлементном анализе - 10 ⁻⁷ ÷ 10 ⁻⁸ г/г., - с дисперсионным фильтром - 10 ⁻⁸ ÷ 10 ⁻⁹ г/г.
Пространственное разрешение	100 мкм.

Список организаций, участвовавших в работах в 2007 году:

1. Институт ядерной физики им. Г.И.Будкера СО РАН, Новосибирск;
2. Институт геологии и минералогии СО РАН, Новосибирск;
3. Институт нефтегазовой геологии и геофизики СО РАН, Новосибирск;
4. Новосибирский государственный университет, Новосибирск
5. Институт геохимии им. А.П. Виноградова СО РАН, Иркутск
6. Лимнологический институт СО РАН, Новосибирск;

7. Институт микробиологии и биофизики СО РАМН, Новосибирск;
8. Областной онкодиспансер, Новосибирск;
9. Институт химической кинетики и горения СО РАН, г. Новосибирск;
10. Центральный Сибирский ботанический сад СО РАН, г. Новосибирск;
11. Институт леса СО РАН, г. Красноярск;
12. Институт почвоведения и агрохимии СО РАН, г. Новосибирск;
13. Институт экологии растений и животных УрО РАН, г. Екатеринбург;
14. Новосибирский научно-исследовательский институт патологии кровообращения им. Е.Н.Мешалкина
15. Институт теоретической и экспериментально биофизики РАН, Пущино.

К наиболее интересным работам, выполненным на станции в 2007 г., можно отнести изучение кернов донных осадков озер Телмен, Байкал, Хотон-Нур и Телецкое для выявления закономерностей и механизмов формирования климата и окружающей среды Центральной Азии. Конкретной задачей являлась количественная реконструкция ежегодных изменений климатических параметров (температуры воздуха и атмосферных осадков) в южной части Западной Сибири для прогноза возможных будущих изменений среды обитания человека. Исследования охватывают три временных отрезка: поздний голоцен от 0 (наше время) до 2000 лет назад, интервал 2000-4000 лет - интервал максимального распространения годичной слоистости в оз. Телмен и период от 4000 и до последнего оледенения.

Выделяется малый ледниковый период и период средневекового потепления. Характерной особенностью полученной реконструкции является наличие температурного тренда в период 500 - 700 гг. н.э., аналогичного современному (1850 - 2000 гг.) т.н. "глобальному потеплению". Таким образом, гипотеза об исключительности современных метеоусловий и их преимущественно антропогенном характере в данных исследованиях не подтверждается.



Рис. 13: Реконструкции количественных вариации среднегодовой температуры Алтайского региона за последние 1500 лет, по данным геохимического анализа донных осадков оз. Телецкое.

Кроме того, продолжают работы по исследованию донных осадков озера Хубсугул. Проанализированы 50 метров осадков влажного керна KDP-01 с пространственным разрешением 1 мм. Эти эксперименты впервые позволили детально изучить геохимию хубсугульских отложений плейстоценового возраста (до 1 млн. лет). Наблюдаемые вариации концентраций связаны с изменением биогенной жизни в озере

в прошлом, а также с изменениями интенсивности выветривания в водосборе и потока минерализации из озера на дно в следствие изменений условий среды и климата этого региона.

Установлена циклическая природа изменений концентраций элементов и их соотношений на протяженных интервалах в керне, периоды этих изменений по длительности совпадают с орбитальными циклами, управлявшими изменениями среды и климата планеты в плейстоцене. На основе наиболее значительных изменений, происходивших в ритме 100-тысячелетнего цикла эксцентриситета, проведена корреляция разреза хубсугульских отложений со стадиями океанической изотопной стратиграфической шкалы, являющейся общепринятой основой для выделения условно “ледниковых” и “межледниковых” горизонтов.

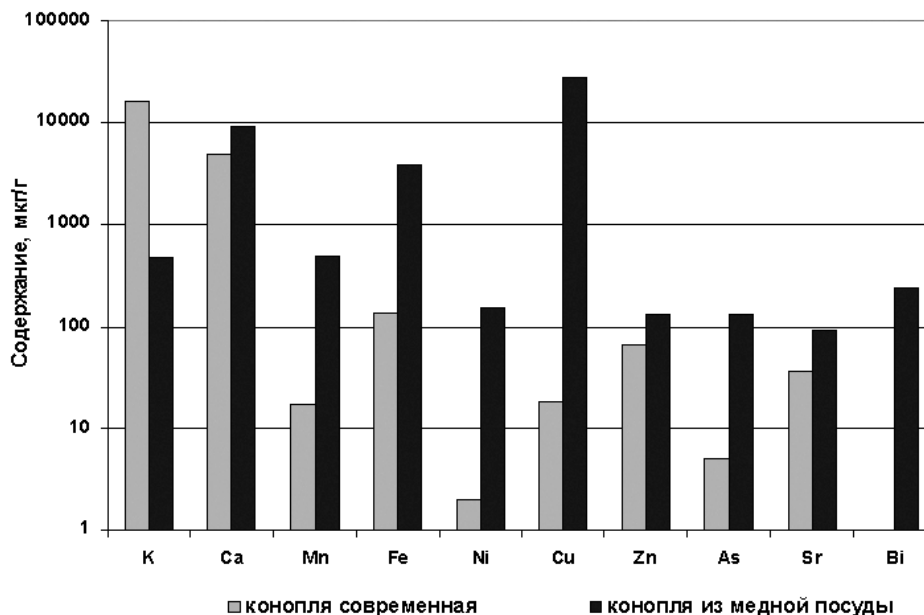


Рис. 14: Содержание элементов в конопле из Укока XX в. н.э. и конопле из курильницы 5-6 в. до н.э.

При совместном анализе хубсугульских летописей и ранее полученных данных по озеру Байкал (станция ВДР-96/2) обнаружены следы значительных перестроек в крупных центрально-азиатских озерных системах на рубежах 460-420 и 670 тыс. лет до н. э. В озере Хубсугул проявление этих событий было наиболее экстремальным, что связано с положением озера и с околоритическим режимом функционирования озерной системы, при котором небольшое уменьшение поставки влаги в регион могло приводить к падению уровня озера ниже порога стока.

Продолжаются совместные работы с Институтом археологии и этнографии в области исследования макро- и микроэлементного состава фрагментов растений, органических тканей из погребений Укока. Найденный в предыдущих работах ярко выраженный антагонизм между медью и цинком в волосах мужчин, женщин и ребёнка из могильников Укока объяснялся церемонией вдыхания паров конопли (Скифская баня). Для того, чтобы подтвердить эту гипотезу, были проведены эксперименты по определению элементного состава современной конопли и остатков обугленных семян конопли, взятых из медной посуды, хранящейся в Эрмитаже. Результаты анализов показали, что содержание меди в обугленных образцах отличаются более чем

на три порядка по сравнению с содержанием меди у семян свежего растения. Это доказывает, что вдыхаемые людьми пары содержали металлоорганические соединения меди, которые образовывались в результате соприкосновения раскаленных камней с внутренней поверхностью посуды, что приводило к отравлению медью.

Также продолжают работы по исследованию элементного состава в доброкачественных и злокачественных тканях эндометрия. Впервые были проведены совместные эксперименты по исследованию элементного состава тканей миомы и рака эндометрия в сравнении с прилежащими нетрансформированными тканями, экспрессии эстрогеновых рецепторов ER_{α} , ER_{β} и матриксных металлопротеиназ (ММП). Это белки, содержащие ионы Zn в качестве стабилизирующего элемента. Предполагается, что появление злокачественных новообразований происходит на фоне нарушенного баланса этих белков. В результате проведенных исследований и анализа клинических данных было получено, что: концентрации Zn, K и Ca в злокачественной опухоли выше, чем в нетрансформированной ткани в 1.4, 2.6 и 2 раза соответственно для большей части пациентов. Существует зависимость изменения концентраций с возрастом пациентов, в особенности в случае заболеваний миомой. Существует корреляции между показателем экспрессии ER_{α} , ER_{β} , ММП пациента и концентрациями K, Ca и Zn как в случае злокачественных заболеваний репродуктивной сферы женщин, так и в случае доброкачественных опухолей. Этот вывод является косвенным доказательством того факта, что опухолевые процессы в репродуктивной сфере женщин сопровождаются повышенным уровнем гормонов.

6.1.5 Дифрактометрия при высоких давлениях

Назначение станции - исследование структуры поликристаллических материалов при высоких давлениях до 6.5 кбар (в аппарате "цилиндр-поршень") и до 100 кбар (в алмазных наковальнях), или при высоких (до 1200°C), либо низких (от -190°C) температурах методами рентгенодифракционного анализа.

На станции установлена детектирующая система mar-345 фирмы Marresearch на базе image plate с системой считывания и стирания дифрактограмм на месте. Использование данной системы позволяет резко увеличить количество экспериментов, выполняемых на станции.

Примеры работ 2007 года:

Изучение фазообразования при взаимодействии оксидов меди и железа с алюминием в процессе механохимической активации (ИХТТМ СО РАН). Работа проведена в рамках междисциплинарного интеграционного проекта СО РАН № 98.

Композиционные материалы с металлической матрицей по эксплуатационным характеристикам существенно превосходят обычные литые сплавы. Наиболее распространенным методом получения литых композиционных материалов является механическое замешивание дисперсных частиц в расплав. Основной проблемой этого метода является низкая смачиваемость упрочняющих фаз расплавленным металлом, особенно это касается оксидных фаз. Один из методов решения этой проблемы - плакирование оксидной фазы металлом. В работе изучалась возможность механохимического получения нанокомпозитов Cu/оксид, которые могут быть использованы для дисперсионного упрочнения литых медных сплавов. Для создания такого типа нанокомпозитов проводились химические реакции восстановления оксида меди различными металлами - восстановителями в условиях механической активации, в частности, алюминием.

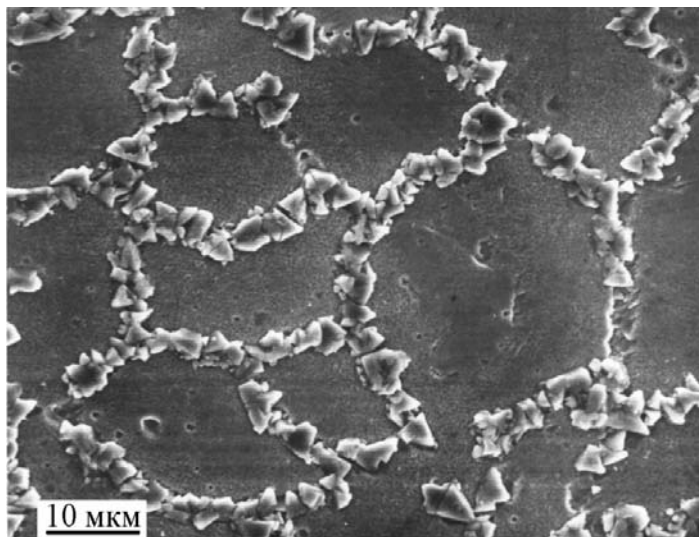


Рис. 15: Распределение Al_2O_3 в литой меди.

Проведенные исследования показали, что при механической активации оксида меди с твердым раствором алюминия, в меди формируется композит $\text{Cu}/\text{Al}_2\text{O}_3$. Этот композиционный материал полностью замешивается в расплав меди. Электронная микроскопия подтверждает, что кристаллиты оксидной фазы распределяются по границам зерен меди (рис. 15).

Структурные исследования клатратных гидратов высокого давления (ИНХ СО РАН).

Работа выполнялась в рамках междисциплинарного интеграционного проекта СО РАН № 43

“Порошковые дифракционные исследования фазовых превращений при высоких давлениях с использованием синхротронного излучения”.

В 2007 году проведено 2 серии экспериментов. Первая связана с изучением порошковых дифрактограмм соединения Bi_2Te_3 при давлениях до 60 кбар. Зависимость объема элементарной ячейки от давления для Bi_2Te_3 показана на Рисунке 16. Отличие экспериментов, выполненных в этом году от прошлогодних, состояло в негидростатических условиях сжатия образцов, т.е. в этот раз сжимался чистый сухой порошок Bi_2Te_3 . Необходимость в этом эксперименте была связана с тем, что при обработке данных 2006 года возникло подозрение, что создающий гидростатическое давление растворитель может входить в кристаллическую решетку Bi_2Te_3 , образуя, при давлениях выше 40 кбар, “раздутую” фазу с тем же типом элементарной ячейки, но с большим ее объемом (см. рисунок 16). В отсутствие растворителя данная фаза выявилась даже более четко, что подтверждает ее существование. Установление природы данной фазы будет предметом дальнейшей работы. Помимо этого, была отснята серия дифрактограмм двойного клатратного гидрата тетрагидрофурана и ксенона при различных давлениях. Исследования такого рода выполнены для клатратных гидратов впервые, основная задача работы - определить возможные пределы сжатия гидратного каркаса, а также установить барические границы устойчивости двойных клатратных гидратов.

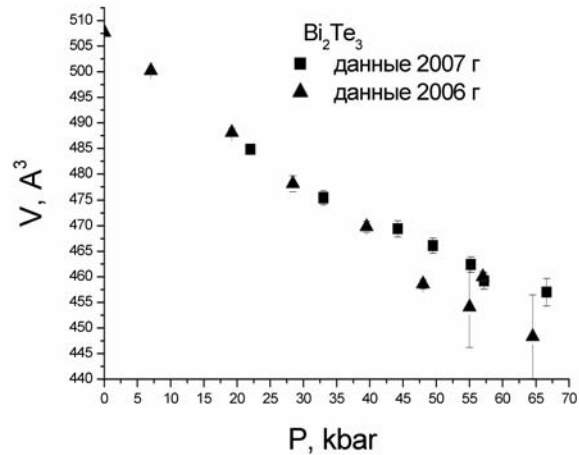


Рис. 16: Зависимость объема (куб. ангстрем) элементарной ячейки от давления для Bi₂Te₃.

6.1.6 Рентгеновская микроскопия и томография

Станция находится в стадии создания и развития методик. В 2007 году отрабатывались методики рентгеновской компьютерной микротомографии и рентгеновской топографии на пропускание.

Изучение микродефектов в природных алмазах методом рентгеновской микротомографии и топографии (ИЯФ СО РАН, ИГГМ СО РАН).

Работа выполнялась в рамках междисциплинарного интеграционного проекта СО РАН № 7 “Природа микрогетерогенности литосферной мантии”.

Были проведены исследования внутренней структуры природных алмазов методами рентгеновской компьютерной микротомографии (РКМ) и рентгеновской топографии на пропускание (РТП) с использованием синхротронного излучения из накопителя ВЭПП-3 на станции “Рентгеновская микроскопия и томография”.

Обычно пространственное разрешение РКМ определяется разрешением используемого детектора и составляет десятки микрометров. Для повышения пространственного разрешения использовались кристаллы кремния с асимметричным срезом и рабочей плоскостью (111). Брэгговская дифракция от асимметрично срезанного кристалла позволяет получать увеличенное изображение в одном направлении. Использование двух кристаллов (Рис. 17), с перпендикулярно расположенными дифракционными плоскостями, позволило увеличить изображение образца в 10-20 раз, что дало возможность достичь пространственного разрешения 1-2 микрометра в восстановленном изображении.

С помощью метода РКМ были исследованы 14 образцов природных алмазов из кимберлитовых трубок Якутской алмазонасной провинции (Рис. 18).

Результаты эксперимента позволили получить данные по распределению микродефектов (микровключения, микротрещины и др.) и, таким образом, восстановить трехмерное изображение внутреннего строения изученных кристаллов. С помощью метода РТП, в параллель с томографическими исследованиями, проводилось изучение дефектов, связанных с нарушениями строения кристаллической решетки в природных алмазах (Рис. 19).

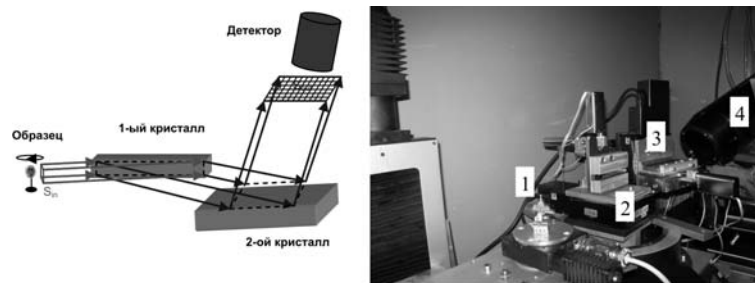


Рис. 17: Схема эксперимента и вид сканирующей установки на станции синхротронного излучения “Рентгеновская микроскопия и томография” ВЭПП-3 1 - исследуемый образец, 2 - первый кристалл, 3 - второй кристалл, 4 - детектор (CCD матрица 4007x2760 pixels).

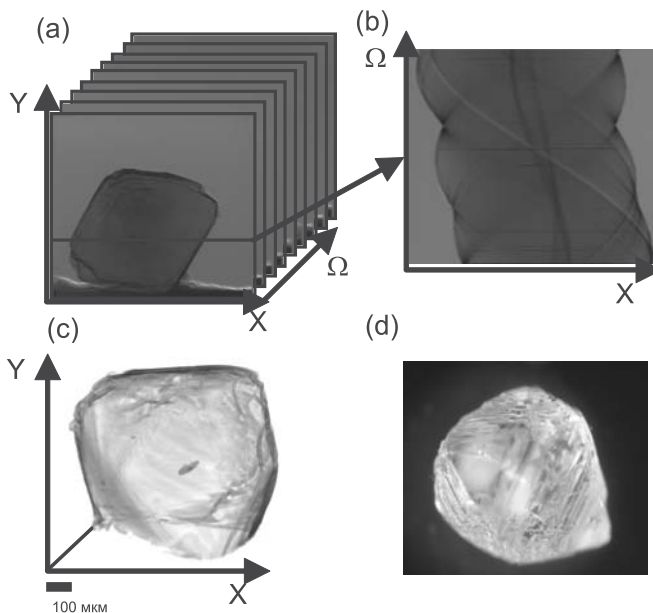


Рис. 18: а) Набор проекций, полученных в результате сканирования; б) синограмма одного из срезов образца; в) восстановленное 3-D изображение; д) фотография исследуемого алмаза.

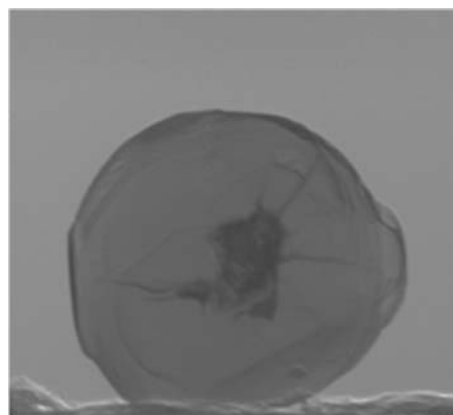


Рис. 19: Дефект кристаллической решетки алмаза, визуализированный методом РТП.

Полученные в результате РТП исследования особенности зонального и зонально-секториального строения алмазов имеют важное значение для определения генетического взаимоотношения и последовательности кристаллизации алмазов. Проведенные предварительные исследования показали, что методы РКМ и РТП являются весьма эффективными для определения внутреннего строения кристаллов природных алмазов.

6.1.7 “Дифракционное кино”

Назначение станции - исследование фазовых превращений в процессе химических реакций с участием твердых тел. Получение как качественных (стадийность фазообразования), так и количественных (кинетика) параметров этих реакций. На установке можно проводить исследования как в области больших (WAXS), так и в области малых углов (SAXS).

6.1.8 Станция метрологии на ВЭПП-4М

В 2007 году после долгого перерыва (с 1985 года) были возобновлены работы на пучках СИ из накопителя ВЭПП-4. За 2007 год была завершена работа по созданию и запуску в работу специальной метрологической станции СИ на базе накопителя ВЭПП-4М (станция “Космос”). Станция предназначена для абсолютных и относительных калибровок различной аппаратуры в широком спектральном диапазоне фотонов от 10 эВ до 10 кэВ.

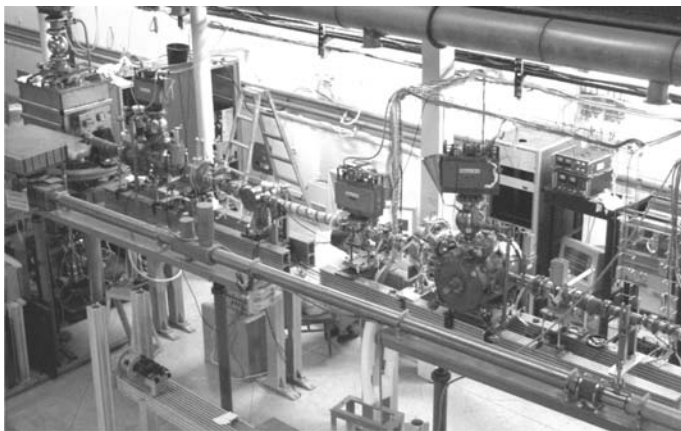


Рис. 20: Общий вид станции “Космос” в бункере СИ ВЭПП-4М.

Для перекрытия всего спектрального диапазона от 10 эВ до 2000 эВ станция оборудована двумя монохроматорами: зеркальным, на основе многослойных зеркал на спектральный диапазон 100-2000 эВ, и решеточным на диапазон 10-100 эВ. Оба монохроматора обеспечивают постоянное положение выходного пучка в процессе сканирования по энергии. В 2007 году на энергии 1.8 ГэВ проведено испытание монохроматоров станции “Космос” на пучке СИ, измерены потоки фотонов после монохроматоров. Получены предварительные результаты по аттестации аппаратуры Космического солнечного патруля (комплект детекторов излучения, предназначенный для установки на Международной космической станции).

6.2 Работа с пучками терагерцового излучения

6.2.1 Новосибирский терагерцовый лазер на свободных электронах

Новосибирский лазер на свободных электронах (NovoFEL) по-прежнему остается самым мощным в мире источником терагерцового излучения. Максимальная величина средней мощности излучения, достигнутая при частоте повторения импульсов 11.2 МГц, составляет 400 Вт. В течение 2007 года лазер работал на пользователей при стандартной частоте повторения 5.6 МГц (длительность импульсов - 100 пс, скважность - 180 нс). Средняя мощность на рабочих станциях зависела от длины волны излучения и настройки ускорительной системы и составляла в стандартных режимах 50 - 150 Вт. Лазер излучает монохроматическое, полностью линейно поляризованное излучение, перестраиваемое в интервале 120 - 240 мкм.

В 2007 году в работах на лазере участвовали сотрудники Института ядерной физики им. Г. И. Будкера СО РАН, Института химической кинетики и горения СО РАН, Института цитологии и генетики СО РАН, Института физики полупроводников им. А.В.Ржанова СО РАН, Института гидродинамики им. М.А. Лаврентьева СО РАН, Института теоретической и прикладной механики СО РАН, Конструкторско-технологического института научного приборостроения, Института оптики атмосферы СО РАН (Томск), Научно-технологического центра уникального приборостроения РАН (Москва), а также преподаватели, студенты и аспиранты Новосибирского государственного университета и Новосибирского государственного технического университета.

На базе лазера на свободных электронах создан Научно-образовательный инновационный комплекс "Терагерцовое излучение и его применение", в состав которого вошли НГУ и девять институтов СО РАН. Для студентов ведется ежегодный экспериментальный факультатив. Более двадцати пяти студентов выполнили курсовые и дипломные работы и магистерские диссертации.

Одной из двух основных задач 2007 года была организация регулярных работ на четырех существующих рабочих станциях пользователей, а также продолжение строительства и подготовки экспериментального оборудования для следующих двух станций. Второй задачей была сборка основных элементов магнитовакуумной системы второй очереди НовоЛСЭ.

6.2.2 Экспериментальные станции на пучках ТГц излучения

Работы на станциях пользователей можно разбить на два направления. Во-первых, вследствие отсутствия стандартного оборудования для регистрации и визуализации терагерцового излучения велась разработка средств измерения и диагностики, а также средств управления излучением. Во-вторых, велись фундаментальные и прикладные исследования с использованием терагерцового излучения для решения задач биологии, химии, механики, оптики, физики полупроводников.

1. Станция физико-химических и биологических исследований (ИХКиГ СО РАН, ИЦиГ СО РАН).

Назначение:

Исследование абляции нуклеиновых кислот, белков и ферментов, полимеров и минеральных кластеров. Исследование структуры биочипов.

Участвующие организации:

- Институт цитологии и генетики СО РАН, г. Новосибирск;
- Институт химической кинетики и горения СО РАН, г. Новосибирск;
- Институт ядерной физики СО РАН, г. Новосибирск.

Затраченное пучковое время: 200 часов.

Работа проводилась в рамках федеральной целевой программы “Исследования и разработки по приоритетным направлениям развития научно-технологического комплекса России на 2007-2012 годы”: научно-исследовательские работы по лоту “№ 5” “Работы по проведению проблемно-ориентированных поисковых исследований и созданию научно-технического задела в области живых систем по критической технологии “Технологии биоинженерии” (мероприятие 1.2 Программы)” шифр “2007-2-1.2-09-01-083” по теме: “Диагностика ДНК-биочипов при помощи терагерцового излучения” государственный контракт № 02.512.11.2068.

Основными целями выполняемых работ являются:

- изучение абляции биологических и минеральных материалов и исследования влияния излучения лазера на свободных электронах (ЛСЭ) на биологические объекты;
- изучение с помощью абляции идентичности биочипов разного производства, созданных по сходным технологиям;
- получение спектров поглощения биологических макромолекул в субмиллиметровом диапазоне.

В 2007 г. проведены исследования абляции нуклеиновых кислот и белков. Показано, что абляция может быть неразрушающей, установлена зависимость между длиной волны излучения и сохранностью молекулы фермента пероксидазы хрена при абляции. Получены свидетельства конформационных изменений структуры ДНК под действием электромагнитного излучения в диапазоне 120-235 мкм. Изучена зависимость абляции биологических макромолекул от их размера и спектра поглощения. Созданы модельные биочипы и проведены подготовительные эксперименты для исследования структуры биочипов.

Изучена абляция пероксидазы хрена при разных длинах волн излучения ЛСЭ. Установлено, что абляция происходит при всех изученных длинах волн, однако, активная активность сохраняется только при использовании излучения с длиной волны 127 - 142 мкм. В более длинноволновой области активность фермента не сохраняется. С помощью диффузионного спектрометра аэрозолей (ДСА) установлено, что при излучении с длиной волны 154 мкм происходит денатурация и деструкция макромолекулы с образованием мелких аэрозольных частиц размером от 3 до 6 нм, в то время как при абляции под воздействием излучения с длиной волны 128 мкм молекула остается целой.

Аэрозольные частицы с течением времени имеют тенденцию агрегировать, т.е. размер частиц увеличивается. Эта теория нашла свое подтверждение в случае всех исследованных минеральных аэрозолей, однако, в случае биологических макромолекул наблюдается совершенно другая картина: как молекулы ДНК, так и белки, все с течением времени уменьшаются в размерах. В данной ситуации имеется не просто аэрозоль из молекул, а аэрозоль из молекул, облученных мощным терагерцовым

излучением, поскольку за время нахождения молекулы в камере она успевает получить несколько квантов энергии. Пока в литературе не описано конформационных изменений структуры ДНК или белков под действием электромагнитного излучения в диапазоне 120-235 мкм. Однако, можно ожидать серьезных эффектов исходя из того, что энергия водородных связей сопоставима с энергией кванта излучения ЛСЭ.

В качестве живого объекта для изучения воздействия ЛСЭ была выбрана линия *E.coli*, несущая генетическую конструкцию - высокочувствительный метаболический биосенсор для тестирования экологической чистоты воды, воздуха и пищевых продуктов в отсутствии знаний о природе токсического вещества. Под действием излучения ЛСЭ с длиной волны 134 мкм в течение 10 мин и средней мощностью 50 Вт/см² получена активация стрессочувствительного биосенсора.

В последние годы нарастает интерес к использованию ТГц области электромагнитного спектра для распознавания химических веществ. В 2007 г. нами были получены Фурье-спектры пероксидазы хрена, протеина А, хондроэтина, перфторана, а так же синтетических олигонуклеотидов.

Полученные предварительные результаты по “мягкой” лазерной абляции биомолекул без их деструкции позволили сформулировать предложение о создании на ее основе сканера для анализа биочипов без применения дорогостоящих флуоресцентных меток. Первым шагом для реализации этой методики стали эксперименты по абляции фрагментов ДНК известного размера с твердых поверхностей. Для этого электрофоретическими методами были препаративно выделены отдельные фрагменты ДНК фага лямбда, гидролизованного рестриктазой HindIII. Была проведена мягкая лазерная абляция фрагментов ДНК размером 3 000 нуклеотидных пар (нп), 9 000 нп и 23 000 нп. Диффузионные размеры частиц, получаемых при воздействии излучения ЛСЭ, достаточно хорошо соответствуют линейным размерам полимерных цепей ДНК, взятых в эксперимент.

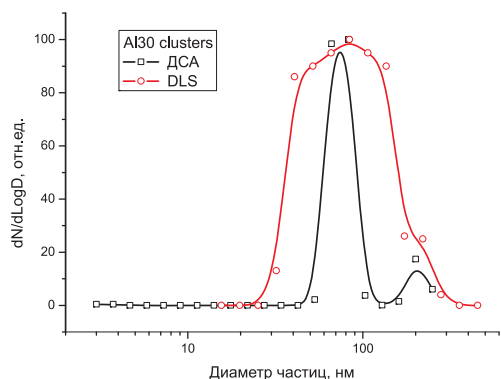


Рис. 21: Сопоставление распределений коллоидных частиц окиси алюминия по размерам, полученных методом мягкой абляции (DSA) и динамического светорассеяния (*DLS).

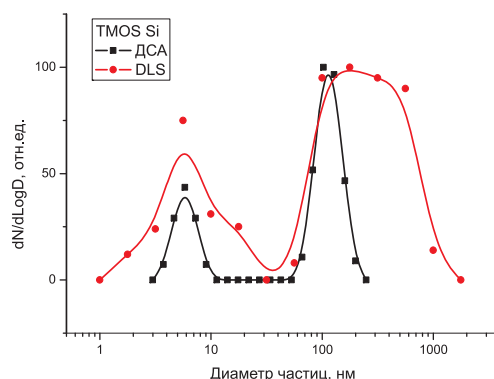


Рис. 22: Сопоставление распределений коллоидных частиц окиси кремния по размерам, полученных методом мягкой абляции (ДСА) и динамического светорассеяния (*DLS).

В ходе работ также проверялась возможность применения метода мягкой абляции в исследовании полимеризации и процессов формирования коллоидных частиц. В качестве образцов использовались осушенные на алюминиевой фольге коллоидные растворы оксидов алюминия и кремния. Распределения по размерам аэрозольных частиц, полученные в процессе абляции, хорошо согласуются с распределениями по

размерам частиц исходных водных коллоидных растворов, полученными методами динамического светорассеяния (см. Рис. 21, 22).

* Определение размеров коллоидных частиц методом динамического светорассеяния проводилось В. Асеевым в Университете г. Хельсинки (Финляндия) в рамках проекта ИНТАС №06-1000013-8569. Всего за отчетный период зарегистрировано 180 спектров аэрозоля, полученных в результате абляции, исследовано 80 облученных образцов и подготовлен 1 биочип.

2. Метрологическая станция (ИЯФ СО РАН).

Назначение:

Станция для диагностики, контроля и оптимизации параметров излучения из лазеров на свободных электронах и проведения физических экспериментов с этим излучением.

Оснащение станции:

- спектральный комплекс на основе модернизированного монохроматора МДР-23 для измерения длины волны излучения, формы линии излучения, on-line настройки выбранной гармоника излучения, реальной фильтрации выбранного участка спектра или гармоника, проведения различных оптических измерений в диапазоне от оптического до субмиллиметрового;

- вакуумный фурье-спектрометр фирмы Bruker для метрологических измерений длины волны излучения, детального измерения спектра излучения и его автокорреляционной функции (когерентности), настройки излучения в окна прозрачности атмосферы, диагностики системы осушки азота в оптическом канале, спектрального исследования материалов, фильтров и других физических объектов;

- измерительный комплекс на основе сверхбыстрых терагерцовых детекторов собственной разработки с различными диодами Шоттки и осциллографами фирмы Tektronix для измерений основных феноменологических параметров ЛСЭ (коэффициент усиления, интенсивность насыщения, потери в оптическом резонаторе) и структуры световых импульсов с временным разрешением 10-20 пикосекунд;

- система визуализации терагерцового излучения на основе термолюминесцентного экрана фирмы Macken Instruments размером 152x152 мм и оптической видеокамеры для детального измерения распределения интенсивности достаточно мощного излучения;

- система визуализации терагерцового излучения на основе сканирующей линейки из 30 пироэлектрических детекторов с шаговым приводом для измерения усредненного распределения слабого излучения;

- набор различных детекторов, позволяющий проводить оперативный контроль излучения, разнообразные измерения в разных спектральных диапазонах, в том числе с очень высокой чувствительностью и временным разрешением;

- два специально разработанных калориметра терагерцового излучения: эталонный сапфировый калориметр и модернизированный гигагерцовый калориметр МК 3-71;

- набор различных фильтров и поляризаторов для фильтрации гармоник (в том числе пространственных) и регулировки мощности терагерцового излучения.

Перечень работ, проведенных на метрологической станции в 2007 году:

— Обнаружен и исследован акустооптический эффект, возникающий в результате сильного поглощения терагерцового излучения парами воды. Сильный звук возникает при модуляции мощности терагерцового излучения; более слабый звук, по-

видимому, является результатом автоколебаний. В настоящее время эффект используется для простейшей диагностики (без приборов) дрейфа частоты излучения ЛСЭ из окон прозрачности атмосферы и технических неполадок в системах ЛСЭ, приводящих к модуляции его мощности.

– Измерены потери в оптическом резонаторе терагерцового ЛСЭ в расширенном спектральном диапазоне. Показано, что измеренные потери хорошо соответствуют простой аналитической теории, на основе которой и был спроектирован оптический резонатор.

– На основе комплексных спектрально-временных измерений, включающих уникальные измерения структуры импульсов ЛСЭ, обнаружены три режима работы ЛСЭ: одномодовый режим с узкой линией генерации и высокой временной когерентностью, многомодовый режим с набором узких линий и высокой временной когерентностью и квазиедномодовый режим с очень широкой линией генерации и низкой временной когерентностью. Показано, что причиной двух последних “неклассических” режимов является модуляционная неустойчивость. Показано, что эта неустойчивость может быть подавлена отстройкой частоты повторения электронных сгустков от резонансной частоты. Продемонстрирован плавный переход между вышеупомянутыми режимами при плавной отстройке частоты повторения электронных сгустков.

– Методом Фурье-спектроскопии измерено поглощение терагерцового излучения остатками паров воды в оптическом канале, заполненном циркулирующим через специальную осушительную систему азотом. Показано что эффективность осушки со свежим обезгаженным цеолитом составляет 500 раз (точка росы около -40°C) и в процессе 2 месяцев эксплуатации снижается до 300 раз. Хотя эти параметры являются достаточно хорошими для подобных систем, но этого еще не достаточно, чтобы поглощением парами воды можно было пренебречь во всем рабочем диапазоне ЛСЭ. Желательно понизить точку росы до -60°C . В настоящее время ведутся работы в этом направлении.

– Проведены измерения распределения интенсивности излучения на потребительских станциях при помощи системы визуализации на основе термофлюоресцентного экрана с рабочим полем 152×152 мм. Наблюдаемая периодическая модуляция интенсивности в направлении перпендикулярном вектору электрического поля (полосы равного наклона), есть результат интерференции очень слабого “гало” излучения с основным пучком. Произведена эффективная фильтрация этой модуляции с помощью диафрагмы между двумя параболическими зеркалами.

– Тремя взаимно дополняющими методами проведено комплексное измерение оптических параметров CVD-алмаза в терагерцовом диапазоне, включая уникальный по точности измерений калориметрический метод измерения поглощения с использованием мощного терагерцового излучения ЛСЭ. Исследуемый материал незаменим для мощного терагерцового излучения и при его использовании в более сложной системе вывода излучения позволит увеличить мощность ЛСЭ более чем в два раза.

– Обнаружен и исследован эффект очень яркого порогового оптического свечения кальцийсодержащих веществ (бумага, мел, мрамор и др.) в сфокусированных пучках терагерцового излучения. Экспериментально доказано, что наблюдается тепловой, так называемый “друммондов свет”, окиси кальция, которая является конечным термоустойчивым продуктом вышеперечисленных веществ, а пороговый эффект и необычно сильная яркость излучения является следствием перехода окиси кальция из состояния идеально “белого” тела в идеально “черное” при температуре около 2000°K . Аналогичный эффект проявляется также на других термоустойчивых белых окислах металлов и связан с уменьшением запрещенной зоны в этих кристаллах

при сильном колебательном возбуждении их кристаллической решетки.

– В рамках междисциплинарного интеграционного проекта СО РАН №107 “Исследование взаимодействия фононной подсистемы $Pb_{1-x}Sn_xTe<In>$ в условиях сегнетоэлектрической неустойчивости с терагерцовым излучением и разработка приемников для его визуализации” проведено исследование вышеуказанного перспективного для производства больших матриц материала на возникновение фотопроводимости в терагерцовом диапазоне. Во всем диапазоне излучения терагерцового ЛСЭ были зарегистрированы сигналы фотопроводимости. В настоящий момент ведется обработка результатов измерений и составляются планы дальнейших исследований.

3. Станция молекулярной спектроскопии (ИХКиГ СО РАН, ИОА СО РАН).

Назначение:

Станция предназначена для исследования спектров поглощения газов в терагерцовом диапазоне, а также исследования пламен.

В 2007 году на станции велись также работы по спектроскопии и интроскопии конденсированных сред и биологических объектов. В исследованиях использовались: оптико-акустическая ячейка для измерения слабого поглощения в газах со схемой синхронного детектирования (минимальное измеряемое поглощение 10^{-5} см^{-1} ; фурье- спектрометр фирмы Bruker для спектров молекулярных газов в терагерцовой области.

Совместно с Институтом оптики атмосферы СО РАН изучалось прохождение терагерцового излучения в атмосфере, содержащей водяные капельки диаметром 5 мкм. Измерены общие коэффициенты ослабления (вследствие рассеяния и поглощения водяными каплями) для ряда длин волн попадающих в микроокна прозрачности атмосферы. Получена спектральная зависимость коэффициента ослабления излучения в диапазоне 119 - 160 мкм.

Исследовалось прохождение терагерцового излучения через водород-воздушное пламя на длинах волн 119.3 мкм и 163.4 мкм, соответствующих вращательным линиям поглощения ОН радикала. Результат - коэффициент поглощения не превышает 10^{-3} на длине 1 см. Это же пламя исследовалось методом лазерно-индуцированной флуоресценции. Получены спектры ОН радикала, измерены профили температуры и концентрации радикалов.

4. Химическая станция (ИНХ СО РАН).

Назначение:

Станция предназначена для масс-спектрометрического изучения процессов распада металло-органики при поглощении молекулами под действием излучения ЛСЭ в молекулярном пучке и на поверхности.

Оснащение станции:

- время-пролётный масс-спектрометр МСХ-6;
- система формирования молекулярного пучка на основе ячейки Кнудсена;
- быстрый АЦП с памятью 32 Мб типа NI 5112.

На химической станции Новосибирского ЛСЭ продолжались исследования превращений, происходящих в сложных многоатомных молекулах при термической активации и под воздействием мощного электромагнитного излучения, генерируемого лазером на свободных электронах с использованием времяпролетной масс-спектрометрии. В качестве новых объектов исследования предложены кетоиминатные комплексы меди, которые также являются летучими, но по данным термического анализа, менее термически устойчивыми. Уменьшение термической устойчивости связано

с уменьшением средней энергии связи металл-лиганд, что в свою очередь может привести к более легкой активации связи под воздействием ИК-излучения.

С использованием высокотемпературной масс-спектрометрии изучены механизмы термического распада. Установлено, что разложение комплекса происходит по двум направлениям с образованием как молекулярных, так и радикальных органических продуктов, состав которых позволяет предполагать образование металлической меди в качестве единственного твердого продукта.

На основании анализа результатов значительного числа экспериментов показано, что при облучении молекулярных пучков ряда исследованных летучих комплексов металлов с органическими лигандами терагерцовым излучением (длина волны 150 мкм, максимальная мощность 100 Вт) изменения в масс-спектрах, наблюдаемые в виде вариаций соотношений интенсивностей пиков и появления пиков новых частиц, связаны, в основном, с неконтролируемым перегревом части источника, а также с процессами взаимодействия излучения с десорбируемыми с поверхности вакуумного объема соединениями.

Для увеличения области и времени взаимодействия молекулярного пучка с излучением разработана документация на модернизацию оптической системы ввода излучения лазера в рабочий объем станции. Основные элементы - сферическое короткофокусное зеркало (медь), кремниевая мембрана, установленная под углом Брюстера, и многоходовая цилиндрическая кювета, изготовленная из меди.

Предполагается также перейти к использованию импульсного молекулярного источника паров, что позволит существенно уменьшить влияние вторичных процессов. В настоящее время начато изготовление отдельных элементов данной системы.

5. Станция “Спектроскопия и интроскопия”.

Назначение:

Станция предназначена для исследования неорганических, органических и биологических материалов и объектов методами спектроскопии и спектрально-селективной интроскопии, а также для разработки средств и методов визуализации в терагерцовом диапазоне.

Завершен ремонт помещения и подводка силовых сетей для станций “Спектроскопия и интроскопия” и “Аэродинамические исследования”. Завершено изготовление транспортного канала, подводящего терагерцовое излучение к этим станциям. Произведены закупки оптического стола, оптических элементов и системы осушки воздуха для этой станции. Подготовлены системы регистрации излучения. На станции “Молекулярная спектроскопия” выполнены стартовые эксперименты по программам, которые будут выполняться в 2008 году на станции “Спектроскопия и интроскопия”.

Спроектированы, изготовлены и испытаны отражающие и преломляющие дифракционные оптические элементы (ДОЭ) для мощного терагерцового излучения. На их основе созданы квазиоптические системы для терагерцовой радиоскопии конденсированных сред, в том числе, теневые и голографические системы. Проведены эксперименты по дифракционной габоровской томографии. Разработаны и прокалиброваны системы визуализации терагерцового излучения на основе термочувствительного люминесцентного экрана и термочувствительного интерферометра. Адаптирован для регистрации терагерцового излучения преобразователь на основе матрицы микроболометров с числом элементов 160x120. Впервые в терагерцовом диапазоне получены изображения объектов в реальном времени в режимах радиоскопии и освещения объектов направленным и диффузным лазерным излучением.

Достигнута рекордная скорость записи терагерцовых изображений, равная 90

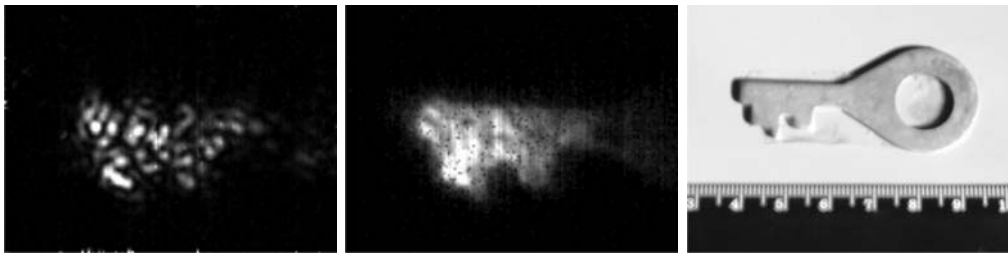


Рис. 23: Изображения бородки металлического ключа (фото справа), снятые с помощью матрицы микроболометров при освещении объекта диффузно рассеянным излучением терагерцового лазера: слева - при неподвижном рассеивателе, в центре - при очень быстром вращении рассеивателя.

кадрам в секунду. Исследована спекл-картина, возникающая при диффузном освещении объектов когерентным излучением. Рис. 23 демонстрирует два кадра, зарегистрированные при освещении модельного объекта излучением ЛСЭ, отраженным от неподвижной и быстро вращающейся шероховатой металлической поверхности. Видно, что “усреднение” спекл-картины за счет ее быстрого вращения обеспечивает приемлемое качество изображения. Создан спектрометр нарушенного полного внутреннего отражения для терагерцового диапазона. Проведены исследования спектров аминокислот, ДНК и костных тканей нормальных и преждевременно стареющих крыс. Зарегистрированы различия в спектрах поглощения для крыс разного возраста и разных генетических линий. Спроектирована система типа “накачка-зондирование” с использованием терагерцового излучения; изготовлены основные элементы для этой системы.

6. Станция “Аэродинамические исследования”.

Завершен монтаж газодинамической системы (рис. 24).



Рис. 24: Этапы строительства установки для исследования влияния терагерцового излучения на газовые потоки путем оптического зондирования в видимом диапазоне.

Изготовлена оптическая система для ввода излучения на станцию, подготовлены оптические системы для регистрации взаимодействия терагерцового излучения со сверхзвуковыми газовыми потоками и исследования влияния энерговода в поток на процессы обтекания тел. Запущена скоростная камера Princeton Instruments с микроканальным усилителем яркости для съемок в видимом диапазоне с временным разрешением до 2 нс.

6.2.3 Развитие Центра фотохимических исследований на базе ускорителя-рекуператора (УР) и ЛСЭ второй очереди на область 3 - 10 ТГц

Вторая очередь ускорителя- рекуператора и ЛСЭ.

В течение 2007 года работы велись в трех направлениях - (1) улучшение параметров и повышение надежности работы УР с лазерной системой, (2) выполнение экспериментов с использованием терагерцового излучения и (3) изготовление и сборка второй очереди УР и ЛСЭ. Достигнутые к настоящему времени параметры УР и ЛСЭ приведены в таблице 6.2.

Таблица 6.2: Параметры лазера на свободных электронах.

Энергия электронного пучка, МэВ	12
Частота ВЧ-системы, МГц	180,4
Частота следования сгустков, МГц	11,2-22,25
Средний ток, мА	30
Максимальная средняя выводимая мощность лазерного излучения, Вт	400-500
Диапазон перестройки длин волн, мкм	120-240
Ширина спектраизлучения $\Delta\lambda/\lambda$, (минимальная)	$3 \cdot 10^{-3}$
Эффективность рекуперации, %	>95

Для повышения заряда в сгустке и среднего тока УР в 2006 г. была проведена замена катодно-сеточного узла электронной пушки на катодно-сеточный узел с большей площадью. При этом потребовалась и замена модулятора, формирующего наносекундные импульсы, подаваемые на зазор катод - сетка, а также усовершенствование синхронизации. Эта модернизация электронной пушки позволила в 2007 году повысить средний ток электронного пучка до 30 мА. Последняя цифра является мировым рекордом для ускорителей-рекуператоров.

Для повышения надежности и увеличения мощности высокочастотной системы УР запланирована замена тетродов генератора на лампы фирмы Thales. Разработан технический проект соответствующей модернизации генератора. Изготовление соответствующих узлов запланировано на следующий год. Полномасштабный УР (т. н. вторая очередь) использует ту же ускоряющую ВЧ-структуру, что и УР первой очереди, но расположен, в отличие от последнего, в горизонтальной плоскости. В 2007 году закончено изготовление элементов магнитовакуумной системы второй очереди УР. Проведены магнитные измерения всех поворотных магнитов и квадрупольных линз. Заканчивается монтаж магнитовакуумной системы второй очереди в зале УР (см. Рис. 25, 26). Схема второй очереди ЛСЭ приведена на рис. 27.

Изготовлены все источники тока для питания магнитной системы двух первых дожек. Ведутся электромонтажные работы. Подготовлены электроника и программное обеспечение для управления второй очередью УР.

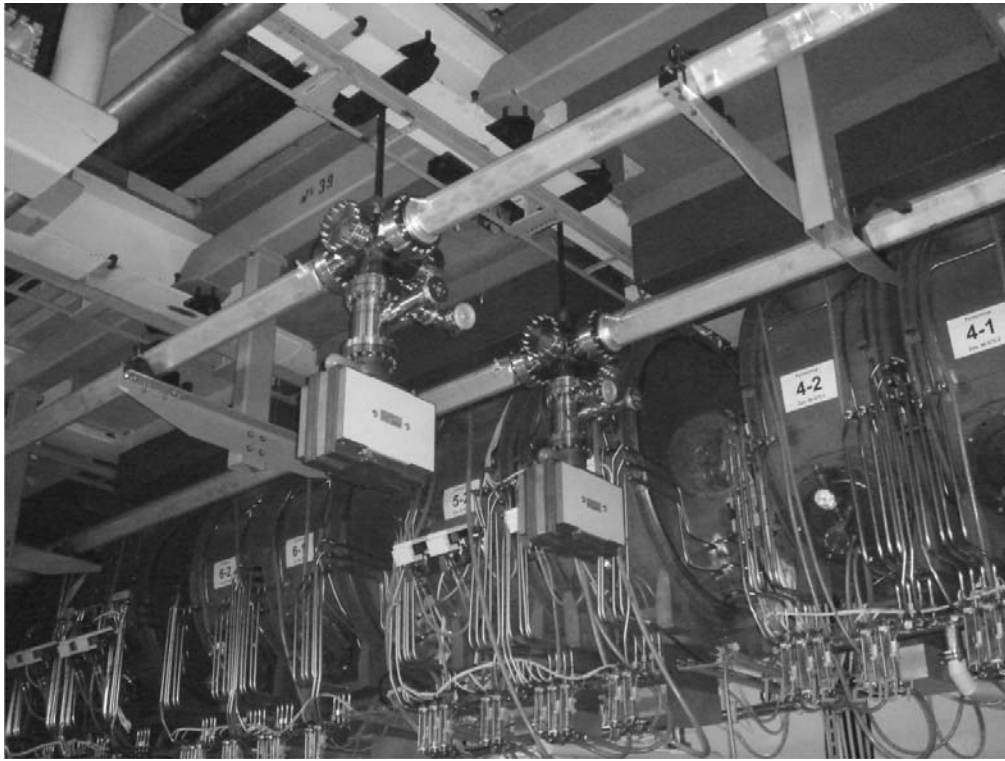


Рис. 25: Алюминиевые вакуумные камеры прямолинейных промежутков ускорителя-рекуператора 2-й очереди с блоками откачки и диагностики.



Рис. 26: Поворотные магниты и верхние половины квадрупольных линз перед установкой вакуумных камер.

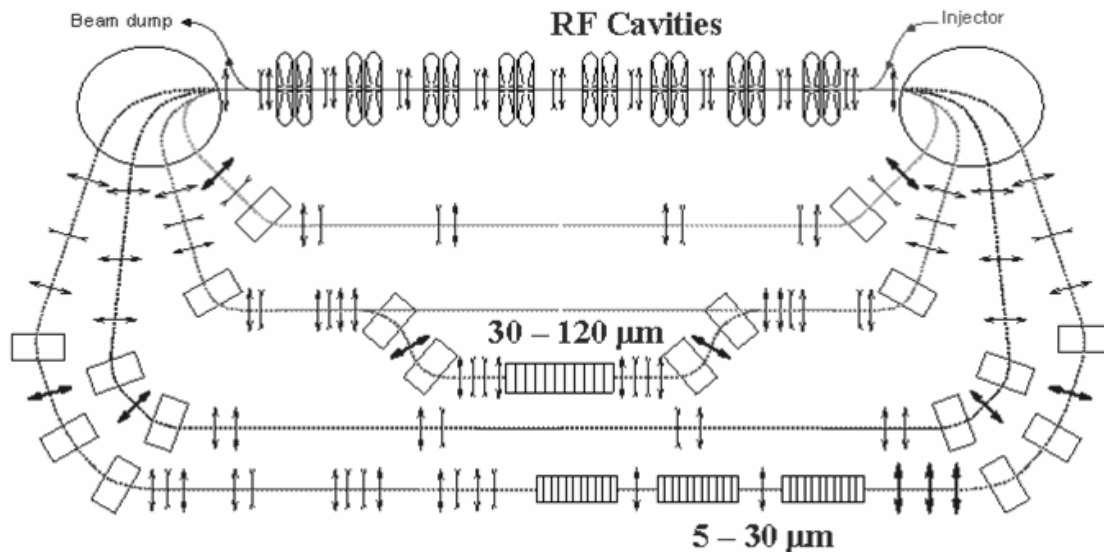


Рис. 27: Схема второй очереди лазера на свободных электронах.

6.2.4 Основные результаты работ в 2007 году и планы на 2008 год

1. В 2007 году велась регулярная работа пользователей (биологов, химиков и физиков) на терагерцовом излучении. Для выполнения исследований на пучках терагерцового излучения из Новосибирского лазера на свободных электронах было выделено 780 часов рабочего времени.

2. Закончено проектирование каналов вывода излучения и 4 дорожки второй очереди ЛСЭ.

3. Изготовлена и находится в стадии монтажа магнитовакуумная система второй очереди (без 4-й дорожки).

4. Проведены расчет и оптимизация ЛСЭ четвертой дорожки.

5. Завершен монтаж станции для аэродинамических исследований.

Планы на 2008 год:

1. Закончить монтаж и запустить ускоритель-рекуператор с двумя дорожками.

2. Повысить мощность выведенного излучения действующего терагерцового ЛСЭ.

6.3 Разработка и создание специализированных генераторов СИ

6.3.1 Сверхпроводящие вивглеры

В 2007 году активно продолжались контрактные работы по разработке и изготовлению различных сверхпроводящих криогенно-магнитных систем для генерации СИ.

1. В августе 2007 года было закончено изготовление 27-полюсного сверхпроводящего вигглера по контракту с Canadian Light Source (CLS, Канада) с периодом 48 мм, магнитным полем 4.3 Тл и межполюсным зазором 14 мм. В октябре 2007 года вигглер был доставлен на территорию накопителя CLS, собран и запущен на накопительном кольце. Данный вигглер будет использоваться для биомедицинских исследований. Это уже второй многополюсный вигглер, поставленный ИЯФ СО РАН на CLS. Оба этих вигглера имеют расход жидкого гелия, близкий к нулевому.

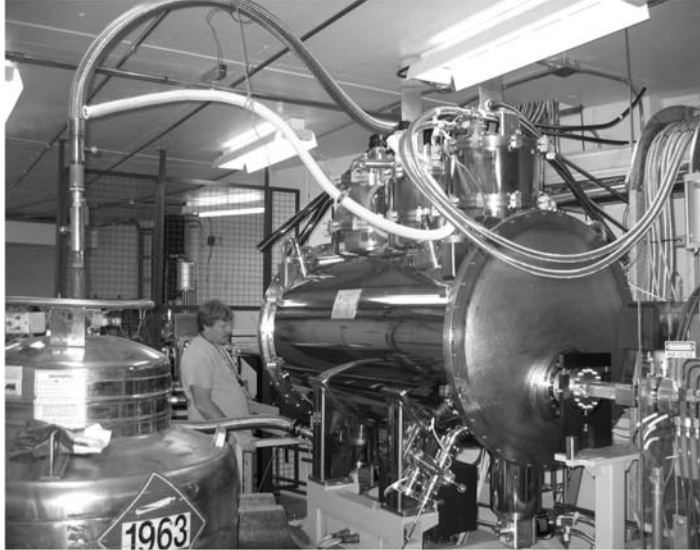


Рис. 28: 27-полюсный сверхпроводящий вигглер для биомедицинских исследований с полем 4.3 Тл и периодом 48 мм на накопителе Canadian Light Source (CLS, Канада).

2. Весной 2007 года была проведена сборка и полный цикл испытаний на территории заказчика 21-полюсного сверхпроводящего вигглера с максимальным магнитным полем 7.7 Тл и периодом 164 мм, изготовленного по контракту с РИЦ “Курчатовский институт” для источника синхротронного излучения “Сибирь-2”.

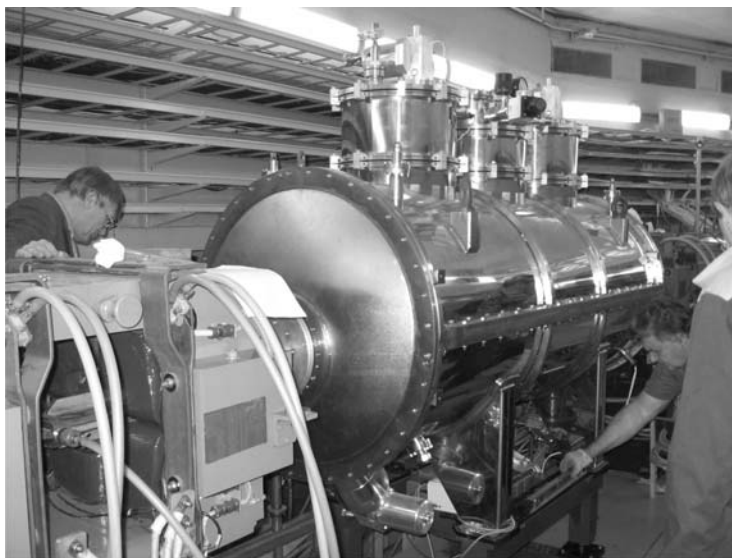


Рис. 29: Монтаж 21-полюсного сверхпроводящего вигглера с полем 7.7 Тесла и периодом 164 мм на накопителе “Сибирь-2” (РИЦ “Курчатовский институт, Москва”).

Данный вигглер является самым мощным в мире среди устройств такого рода. В рабочем режиме накопителя “Сибирь-2” общая мощность пучка излучения из вигглера будет превышать 100 кВт. Расход жидкого гелия близок к нулевому и заправка криостата жидким гелием требуется не чаще, чем один раз в год. В декабре 2007 вигглер был установлен на накопитель “Сибирь-2”.

3. В 2007 году началась работа сразу по трем новым контрактам по изготовлению сверхпроводящих вигглеров.

В ноябре 2007 был изготовлен и успешно испытан прототип 35-полюсного вигглера с полем 4.1 Тл, магнитным зазором 16.2 мм и периодом 60 мм для накопителя LNLS (Бразилия).

В декабре 2007 было произведено испытание короткого прототипа 123 - полюсного вигглера с величиной магнитного поля 2.1 Тл, магнитным зазором 13.4 мм и периодом 31 мм для накопителя ALBA-CELLS (Испания). При испытании были достигнуты требуемые параметры.

В декабре 2007 начато изготовление еще одного прототипа многополюсного вигглера для накопителя Diamond Light Source (DLS, Англия). Это 49-полюсный магнит с межполюсным зазором 14.4 мм и величиной периода 48 мм. Ожидаемая величина магнитного поля составляет 4.1 Тесла. Это будет уже второй многополюсный вигглер, установленный на накопителе DLS.

Все эти три полноразмерных вигглера будут изготовлены и установлены на соответствующих накопителях - источниках СИ в 2008 году.

6.3.2 Технологический накопительный комплекс (ТНК)

В 2007 году продолжались работы на комплексе накопителей - источников СИ ТНК для научно-производственного центра микроэлектроники и микромеханики (г. Зеленоград). ТНК был спроектирован и изготовлен в ИЯФ в период с 1986 по 1992 год. Его основное назначение - производство изделий микромеханики методами рентгеновской литографии и LIGA-технологии. Параметры комплекса: энергия электронов - 2.0 ГэВ, ток - 300 мА, периметр большого накопителя - 115,7 м. ТНК был спроектирован и изготовлен в ИЯФ в период 1990 - 1996 г.г. В 1993-2001 годы финансирование проекта было приостановлено, и только в 2002 году начата поэтапная сборка и запуск всех систем ТНК. К началу 2006 года уже был получен захват электронного пучка в бустерном кольце (малом накопителе).

8 февраля 2007 г. было подписано распоряжение Правительства РФ №146-Р “О создании Центра высоких технологий на базе инженерно-производственного комплекса с синхротроном “Зеленоград”” (новое название ТНК) и началось полномасштабное финансирование проекта.

С этого же времени были начаты работы по модернизации всего оборудования комплекса ТНК. В 2007 году Институтом ядерной физики СО РАН была проведена полная замена электроники системы питания постоянных магнитов МН и электронно-оптических каналов, системы питания коррекций и ВЧ-системы МН. Спроектирована, изготовлена и запущена первая очередь системы управления нового поколения на современных решениях, компьютерах и компонентах. Запущено более 500 каналов управления и контроля.

Изготовлены новые элементы и электроника системы диагностики пучка в электронно-оптическом канале ЭОК-2, элементы магнитной системы и проведена работа

по сборке вакуумной камеры и выставке всех магнитных элементов канала в проектное положение.

Разработана, изготовлена и смонтирована система термостабилизации ускоряющей структуры линейного ускорителя и система термоконтроля всего инжекционного комплекса.

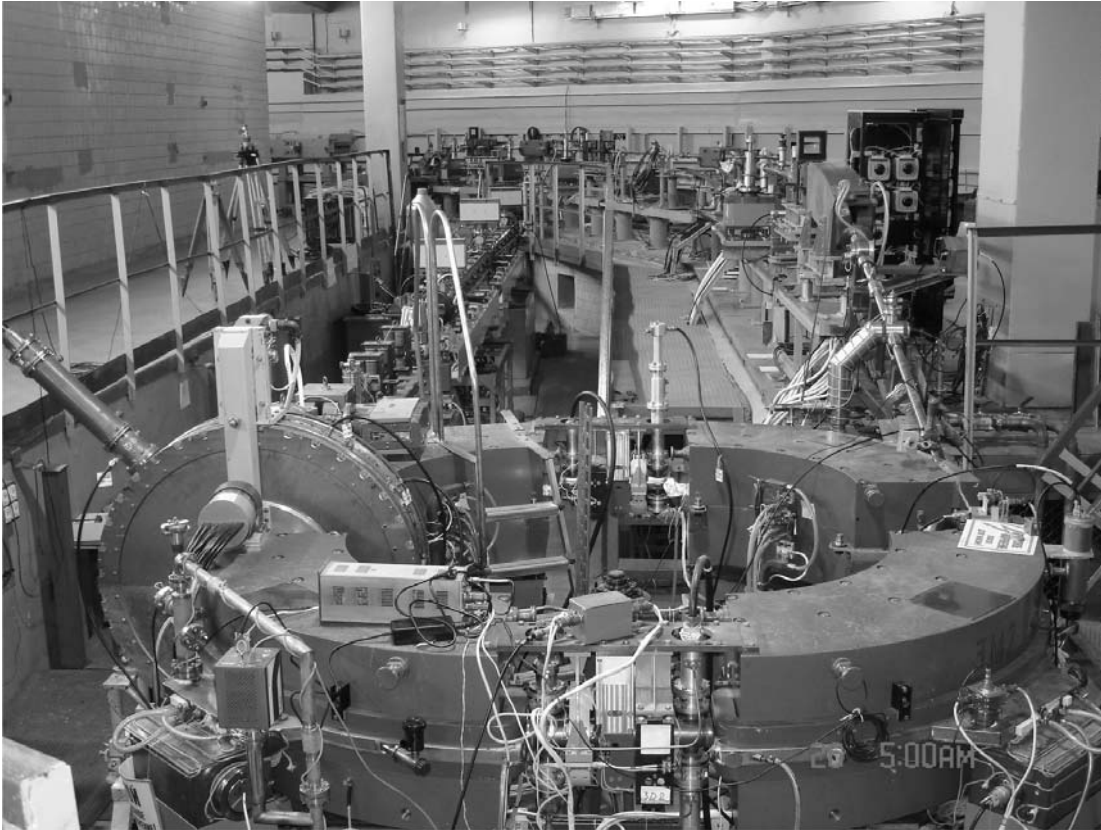


Рис. 30: Общий вид смонтированной части комплекса ТНК. На снимке видны: линейный ускоритель и электронно-оптический канал ЭОК-1 (слева), кольцо малого накопителя на переднем плане и электронно-оптический канал ЭОК-2 (справа вверху).

В конце года, после завершения модернизации всех систем и отладки программного обеспечения, был получен захват электронов из линейного ускорителя в малый накопитель, захваченный пучок в МН был ускорен до проектного значения энергии 450 МэВ.

В этом же году начаты работы по ревизии и модернизации всех элементов магнитной системы большого накопителя (БН), хранившихся в ИЯФ с 1992 г. Были проведены магнитные измерения дипольных магнитов БН и необходимая доработка магнитопроводов. Дипольные магниты уже установлены на кольцо, а остальные магнитные элементы находятся в процессе модернизации. Начаты работы по модернизации ВЧ резонаторов и системы анодного питания, перевод ВЧ генераторов на новые генераторные лампы. К началу 2008 года планируется провести полную конструкторскую проработку новой вакуумной камеры БН.

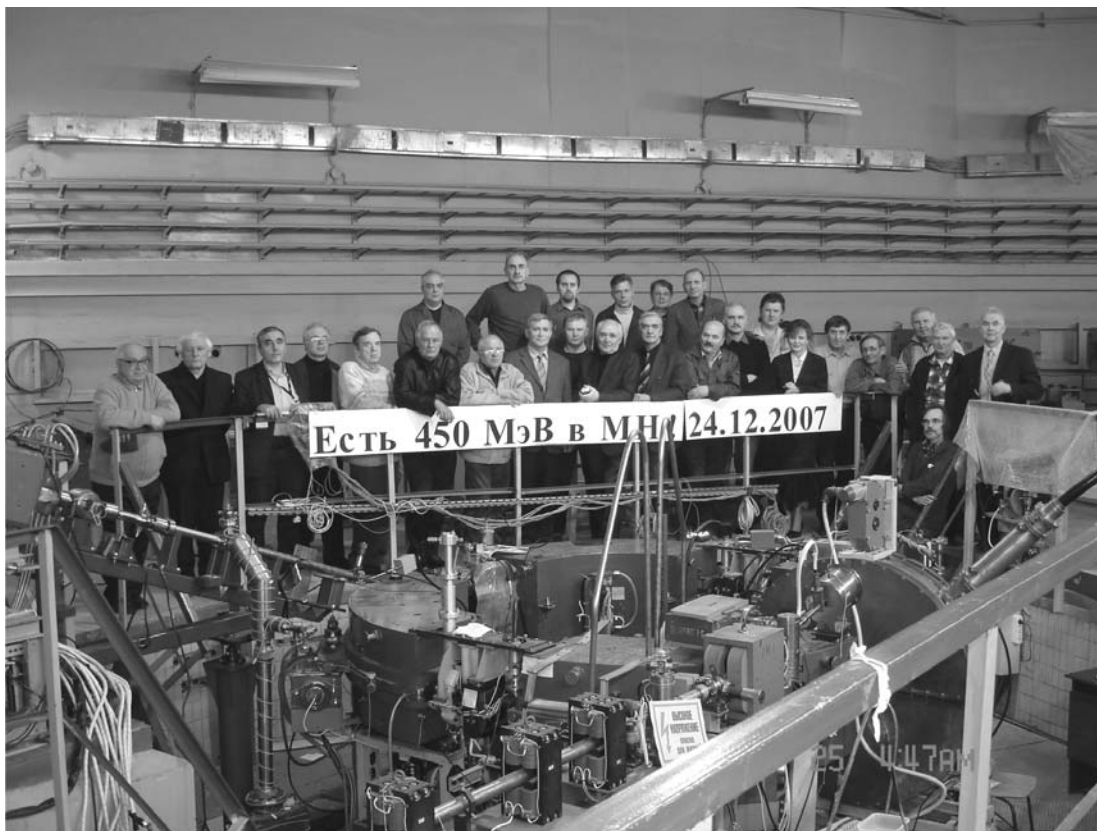


Рис. 31: Участники работ по запуску и выведению на проектные параметры инжекционного комплекса ТНК (75 МэВ линейный ускоритель, электронно-оптический канал ЭОК-1, малый накопитель).

6.3.3 Магнитная система для метрологического источника света (MLS)

В феврале 2007 года были завершены контрактные работы по сборке и выставке магнитной системы накопительного кольца и магнитной и вакуумной систем электронно-оптического канала «Метрологического источника света» (MLS), построенного в Берлине на базе Немецкого национального метрологического института (Physikalisch-Technische Bundesanstalt). Источник MLS предназначен для калибровки измерительного оборудования и источников излучения в спектральном диапазоне от дальнего инфракрасного и терагерцового излучения до жесткого ультрафиолетового излучения.

Накопительное кольцо MLS на энергию электронов 600 МэВ имеет периметр 48 метров, магнитная система состоит из 8 дипольных, 24 квадрупольных, 24 секступольных и 4 октупольных магнитов. Магнитная система электронно-оптического канала между микротроном и накопительным кольцом состоит из 10 квадрупольных магнитов, 8 корректоров и поворотного магнита.

Первое накопление пучка на энергии инжекции 100 МэВ было получено 6 июня 2007 года (ток пучка 25 мкА, время жизни 1 час), 14 августа пучок был ускорен до максимальной рабочей энергии 600 МэВ (ток пучка ~ 1 мА). В настоящее время ведется подготовка источника СИ MLS и первой очереди станций СИ к началу работы для решения задач пользователей, запланированной на начало 2008 года.

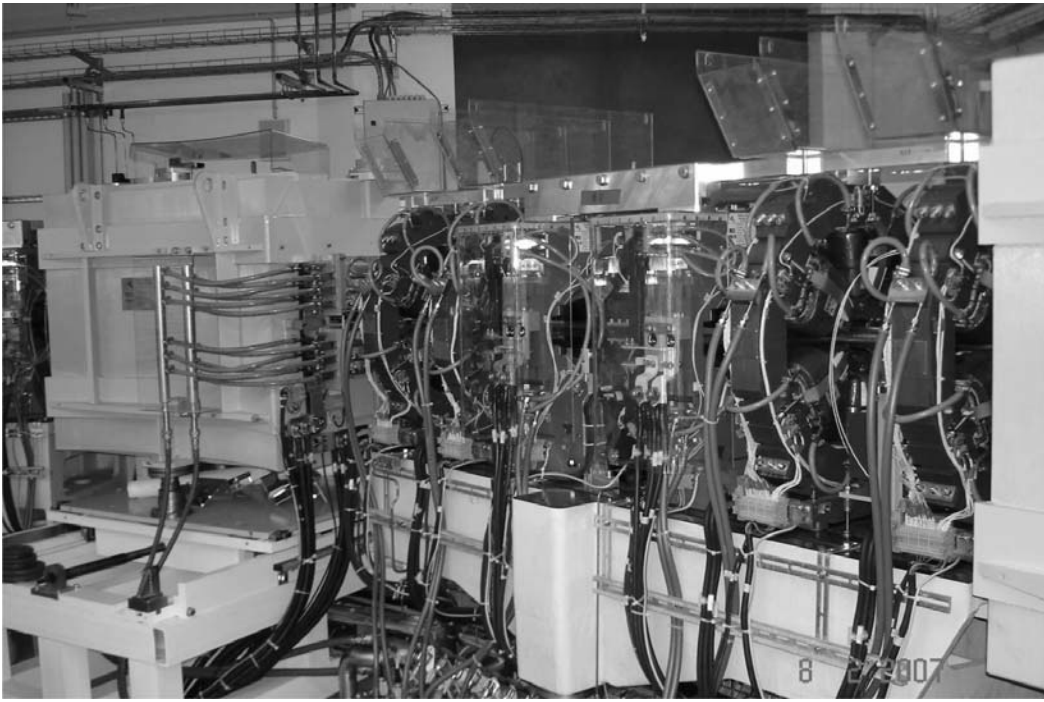


Рис. 32: Дипольные, квадрупольные, секступольные и октупольный магниты на накопительном кольце MLS.

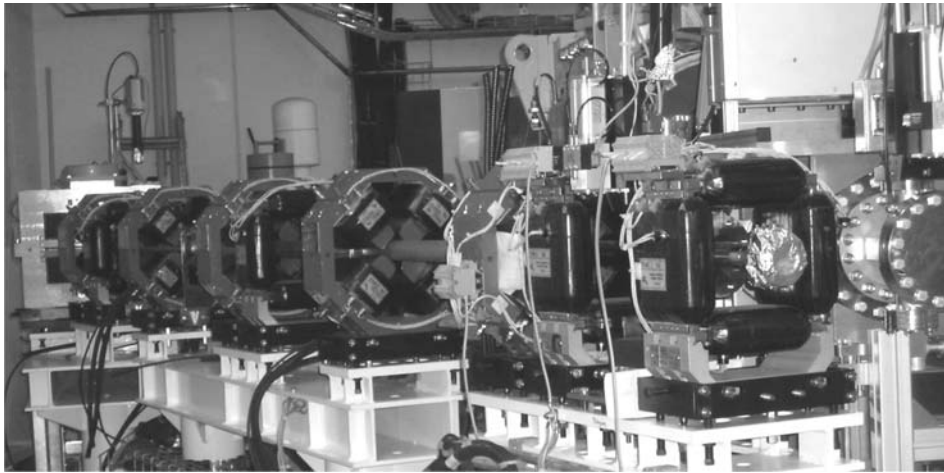


Рис. 33: Участок электронно-оптического канала между стеной биозащиты и накопительным кольцом.

6.3.4 Вигглеры-затухатели на постоянных магнитах для PETRA-III (Гамбург)

В 2007 году продолжалась контрактная работа по производству 21 вигглера-затухателя на постоянных магнитах для ускорителя источника СИ PETRA-III (DESY, Германия)

Установка вигглеров на ускорителе позволит существенно понизить эмиттанс электронного пучка (из-за радиационных потерь энергии электронов в магнитном поле вигглеров). Каждый вигглер имеет период $\lambda=200$ мм, зазор $h=24$ мм, длину $L=4$ м, максимальное поле $B=1,58$ Тл.



Рис. 34: Пробная установка вигглера на ускорителе Petra-III (DESY, Гамбург).

К концу 2007 года изготовлены все вигглеры. Начаты и будут продолжены в 2008 году работы по настройке магнитных параметров вигглеров.

6.3.5 Прототип радиационно-стойкого дипольного магнита для строящегося в GSI (Германия) ионного ускорителя

В 2007 году начата контрактная работа по разработке и изготовлению для ускорительного центра GSI (Германия) прототипа радиационно-стойкого дипольного магнита.

Магнит имеет радиус кривизны 13 м, межполюсной зазор 180 мм, магнитная длина 2.5м, область однородного магнитного поля ($\pm 3 \cdot 10^{-4}$) ± 190 мм, вес магнита ~ 100 тонн. Магнитное поле в дипольном магните изменяется за 120 секунд от 0.15 Тл до 1.6 Тл. Особенностью магнита является полное отсутствие каких-либо конструктивных элементов, содержащих органические соединения (магнит должен работать в больших радиационных полях).

6.3.6 Разработка проекта специализированного источника СИ с использованием сверхпроводящих магнитов

В июле 2007 г. было принято решение об изменении основного направления работ по созданию специализированного накопителя - источника СИ для Сибирского центра СИ. Было решено отказаться от создания компактного источника (с периметром около 60 м) и заняться разработкой комплекса со стандартными размерами (периметр около 200 м).

Основные доводы в пользу такого решения представлены ниже:

- помещение, в котором планировалось строить компактный накопитель (Блок 1) не является оптимальным для подобных проектов, как для размещения самого нако-

питателя, так и для станций пользователей (в частности - невозможность реализации длинных каналов СИ, которые позволяют разместить необходимую рентгеновскую оптику, обеспечивающую возможность использования малоэмиттансного источника с максимальной эффективностью);

- технические трудности: сложно реализовать низкоэмиттансную схему в столь малом периметре без серьезных проблем с хроматизмом и динамической апертурой;
- неудовлетворительные характеристики СИ из компактного источника (недостаточная жесткость спектра даже для пучков из сверхпроводящих магнитов, большая угловая расходимость этих пучков, невозможность установки ондуляторов для исследований в области EUV-литографии).

Исходя из современных тенденций в проектировании подобных центров, а также для оптимального удовлетворения потребностей пользователей, были выбраны следующие основные параметры комплекса (Таблица 6.3).

Таблица 6.3: Основные параметры специализированного источника СИ.

Рабочая энергия	2.2 ГэВ (спектр СИ из теплых магнитов будет удовлетворять потребностям большинства методик, реализованных в Центре в настоящее время)
Периметр	Около 200 м
Количество элементов периодичности и, соответственно, количество сверхпроводящих магнитов в структуре	8 - 12
Эмиттанс	Около 4 нм
Ток	до 1 А (инжекция на полной энергии с возможностью подкачки тока)

В настоящее время идет активная работа над оптимизацией магнитной структуры для реализации данных параметров и составляется проект технического задания на проектирование здания.

Рассматриваются несколько схем организации магнитной структуры данного накопителя. Так как накопитель будет основой специализированного центра СИ, желательно предусмотреть возможность реализации генерации СИ во всех востребованных спектральных диапазонах. Поэтому желательно иметь в магнитной структуре достаточное количество прямолинейных промежутков различной длины, чтобы устанавливать в них устройства генерации СИ с параметрами необходимыми для реализации различных исследовательских методов. Также планируется активно использовать поворотные магниты как источники СИ для большинства станций. Методы, для реализации которых необходимо жесткое рентгеновское излучение, будут реализованы на каналах вывода СИ из сверхпроводящих магнитов, но большая часть станций может быть установлена на каналах СИ из теплых магнитов, где спектр СИ позволяет иметь достаточный поток квантов с энергией до 50 кэВ.

Наиболее подходящей схемой организации магнитной структуры предполагается модифицированная ТВА (Triple Bend Achromatic) схема с некоторым отходом от традиционного ахроматического режима (с ненулевой дисперсионной функцией в прямолинейных промежутках). Можно выделить следующие основные доводы в пользу данной схемы:

- ТВА схема позволяет сочетать использование магнитов двух разных типов в качестве центральных и краевых, что очень важно при использовании сверхпроводящих магнитов наряду с обычными;
- в ТВА схеме возможна реализация достаточно большого количества прямолинейных промежутков: в данном проекте предполагается использовать от 8 до 12 ТВА ячеек, поэтому возможно такое же количество прямолинейных секций;
- при отходе от требования “бездисперсионности” прямолинейных промежутков возможно дополнительное уменьшение равновесного эмиттанса кольца, таким образом, возможен гибкий баланс между величиной эмиттанса и значением дисперсионной функции в промежутках.

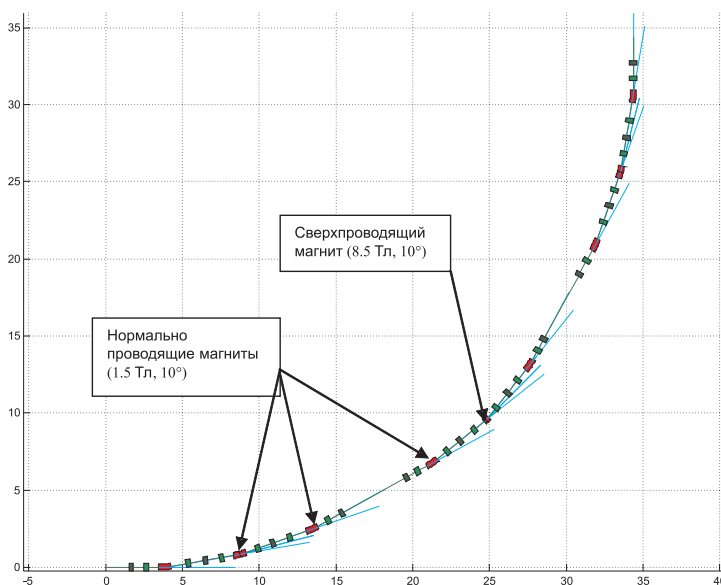


Рис. 35: Схема одного суперпериода магнитной структуры накопителя - источника СИ для Сибирского центра.

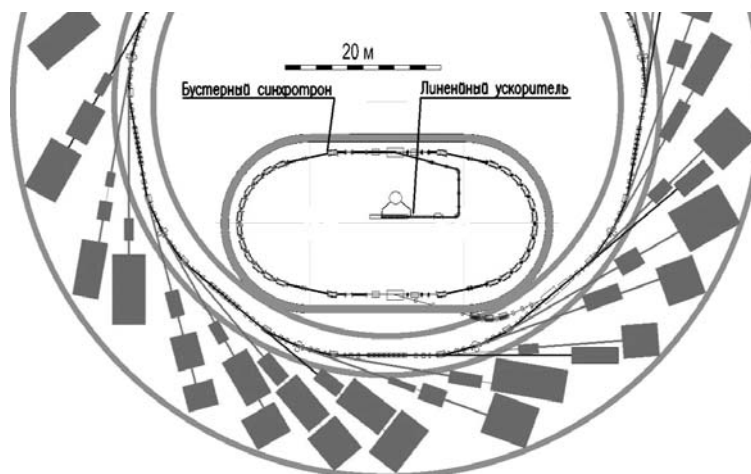


Рис. 36: Схема накопителя - источника СИ, инжекционного комплекса и экспериментальных станций.

Общий вид одного суперпериода магнитной системы накопителя представлен на Рис. 35. Общее расположение комплекса (основное кольцо, бустерный синхротрон

и биозащита) представлены на Рис. 36. В настоящий момент проведены работы по предварительному проектированию здания центра и изготовлен макет. Общий вид здания представлен на Рис. 37, а фотография макета на Рис. 38.

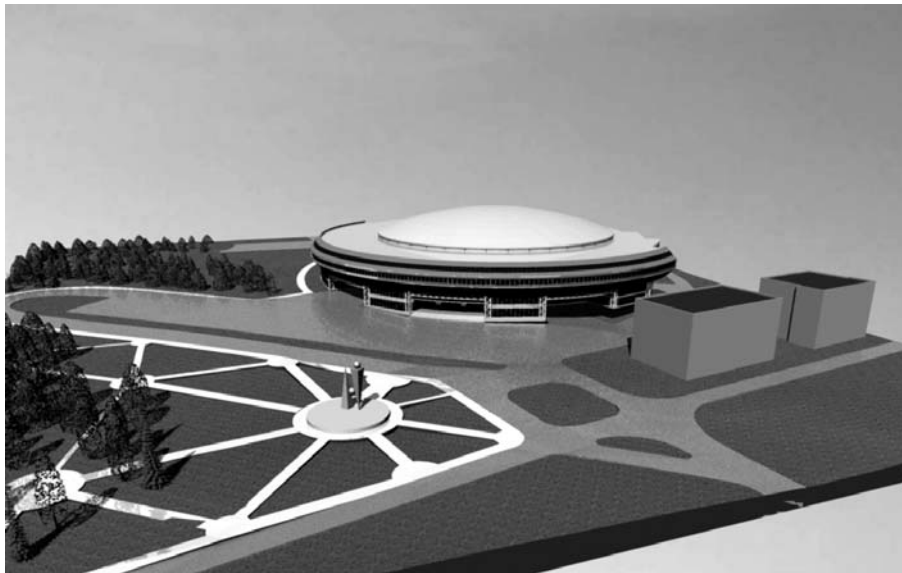


Рис. 37: Общий вид проектируемого здания центра СИ.

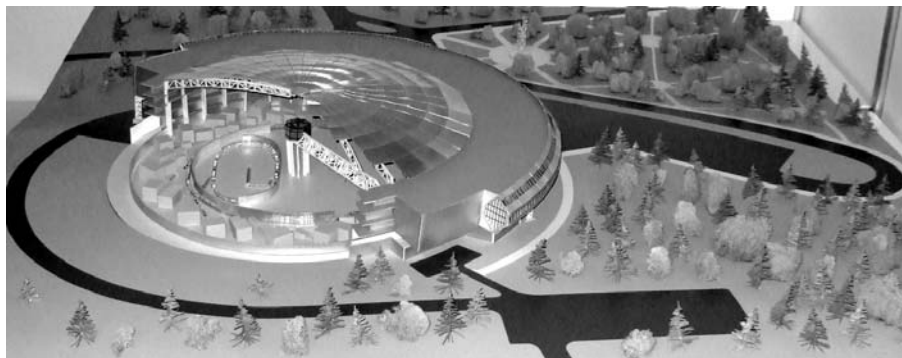


Рис. 38: Макет накопителя - источника СИ (здание, инжекционно-накопительный комплекс и экспериментальные станции).

6.4 Конференции, совещания, семинары

6.4.1 29-я Международная конференция по лазерам на свободных электронах (FEL 2007)

С 26 по 31 августа 2007 г. в нашем институте проходила очередная 29-я Международная конференция по лазерам на свободных электронах (FEL 2007). В ней приняли участие около ста восьмидесяти человек, из них около ста пятидесяти - иностранные гости, приехавшие из Америки, Германии, Кореи, Франции, Швеции, Японии и многих других стран. Были представлены основные научные центры (российские и зарубежные), ведущие исследования в этой области.



Рис. 39: Фотография участников 29-й международной конференции FEL-2007.

Научная программа конференции охватила все основные тематики по созданию и использованию лазеров на свободных электронах (ЛСЭ): теория ЛСЭ, технологические вопросы, применения ЛСЭ, рентгеновские ЛСЭ, ЛСЭ большой мощности, ЛСЭ на электронных накопителях, новые проекты и статусы работающих установок. Программа конференции включала ежедневные пленарные заседания и работу стендовой секции.

Ежегодно конференции данной серии проводятся в конце лета - начале осени в разных странах мира (28-я состоялась в Берлине), но в нашей стране она прошла впервые. Место проведения выбирает постоянно действующий международный комитет. Обычно эти конференции проводятся там, где имеются работающие установки с лазерами на свободных электронах. Это дает возможность участникам форума не только представить свои доклады, но и познакомиться с работой действующих установок и экспериментами на них.

Исследования по ЛСЭ ведутся в ИЯФ уже более тридцати лет. За это время наш институт стал ведущим в России центром в области работ по созданию и использованию ЛСЭ. Работы и методы исследований, проводимые в ИЯФ СО РАН, широко известны как в России, так и за рубежом.

В 2003 г. был запущен мощный ЛСЭ терагерцевого диапазона частот - диапазон длин волн 0,11-0,24 мм. Это единственная в России установка подобного типа.

Терагерцевый диапазон еще мало освоен современной техникой. Средняя мощность Новосибирского ЛСЭ (400 Вт) на порядки превосходит мощность других источников излучения этого диапазона, а пиковая мощность достигает 1 МВт. На его базе ИЯФ и Институт химической кинетики и горения СО РАН создали Сибирский центр фотохимических исследований. На экспериментальных станциях работают сотрудники нескольких институтов РАН. Рекордные параметры нашего ЛСЭ позволяют ставить уникальные эксперименты. В настоящее время для улучшения

параметров действующего Новосибирского ЛСЭ (для продвижения в более высоко-частотную область и повышения средней мощности излучения) создается его вторая очередь.

Конечно, в некоторых странах лазеры на свободных электронах появились раньше Новосибирского: самая первая установка была сделана в Америке в 1977 году, после чего это направление стало очень бурно развиваться. Сейчас в мире насчитывается около пятидесяти таких устройств с разными параметрами (впрочем, это не так уж мало, поскольку это очень дорогостоящие установки больших размеров). Все они сослужили свою службу как промежуточные этапы для испытания разных вариантов конструкций ЛСЭ. Самая большая мощность 14 кВт у американской установки из лаборатории им. Джефферсона. Однако диапазоны длин волн у ИЯФовского и американского лазеров на свободных электронах совсем разные, поэтому в этом смысле они не конкурируют, а скорее, дополняют друг друга. Установка с большой мощностью работает также в Японии.

Лазеры на свободных электронах находят много разных применений поскольку позволяют получать электромагнитное излучение в тех диапазонах длин волн, где еще не было источников. В частности, одно из магистральных направлений - это рентгеновские лазеры на свободных электронах, источники когерентного рентгеновского излучения, которые будут использоваться в различных сферах науки. Возможно и применение ЛСЭ в медицине, хотя сначала нужно изучить влияние терагерцового излучения на живые объекты, а потом уже применять к людям.

Существуют также разные технологические применения ЛСЭ: можно резать металлы, делать покрытия одних материалов другими (если это нельзя выполнить другим способом) с использованием новых технологий. Уже были проведены эксперименты по получению большого количества нанотрубок и наночастиц при помощи излучения ЛСЭ. Занимаются ученые и экспериментами по модификации разных поверхностей: к примеру, поверхность пластика при облучении становится шероховатой, что может быть использовано как в промышленности, так и в медицине, в частности, можно делать хорошо поглощающие фильтры с такой поверхностью - на нее лучше оседают разные примеси.

Итоги работы международной конференции прокомментировал д.ф.-м.н. Н. А. Винокуров, который возглавлял научный программный комитет конференции (Scientific Programme Committee Chair):

“Несмотря на то, что мероприятие проводится каждый год и, казалось бы, за это время не должно появиться много нового, было сделано немало интересных докладов. В мире ежегодно запускают три-четыре новые установки, имеются существенные достижения. Собственно, поэтому конференция и собирается так часто - ведь эта область деятельности сейчас активно развивается, и каждый раз мы, так или иначе, узнаем что-то новое. Уже сложился свой круг общения. К нам приехало большое количество хороших специалистов, с частью из них мы давно знакомы и рады были вновь встретить друзей; с другими только что познакомились, они посмотрели, что у нас есть, и это тоже для всех полезно”

. Многие сотрудники ИЯФа выступали на конференции с сообщениями. Были представлены доклады про нашу установку: параметры излучения, измерение и оптимизация этих параметров (этому было посвящено выступление старшего научного сотрудника к.ф.- м.н В.В. Кубарева). На теоретической сессии также прозвучал очень интересный доклад нашего сотрудника к.ф.-м.-н. О.А. Шевченко по теории ЛСЭ, а на сессии, посвященной новым проектам, он же рассказал о разработанном нами проекте ЛСЭ нового типа (т.н. кольцевом ЛСЭ).

На сессии мощных лазеров на свободных электронах к.ф.-м.н. А.Н. Матвеевко представил наш проект узла ЛСЭ, который называется электронным выводом излучения. Кроме того, сообщения представили наши пользователи из институтов цитологии и генетики, химической кинетики и горения и некоторых других. Они говорили о тех результатах, которые получили, используя излучение нашего лазера на свободных электронах.

В конце конференции произошло очень приятное событие - было объявлено о присуждении О.А. Шевченко международной премии для молодых ученых "За выдающийся вклад в физику и технику ЛСЭ" (FEL Prize winner - 2007).

Проведение конференции "FEL-2007" способствовало поддержанию активного взаимодействия ученых, работающих в области ЛСЭ и терагерцового излучения и стимулированию дальнейших работ в этом направлении, как во всей России, так и в Новосибирске в частности.

6.4.2 Круглый стол "Ядерные и лучевые технологии"

4-5 октября 2007 года в новосибирском Академгородке проходил Российско-Казахстанский симпозиум "Наука и образование в XXI веке", приуроченный к саммиту В. Путин - Н. Назарбаев, проходившему в эти дни в Новосибирске. В рамках симпозиума 5 октября 2007 года в ИЯФ был проведен Круглый стол "Ядерные и лучевые технологии". Организаторами круглого стола были ИЯФ СО РАН и Национальный ядерный центр Республики Казахстан (НЯЦ РК).

Было представлено 12 докладов, в том числе 5 докладов сотрудников ИЯФ: "Промышленные ускорители ИЯФ и нанотехнологии" (Р.А. Салимов), "Рентгеновские установки для медицины и безопасности" (С.Е. Бару), "Карбоновый ускоритель для терапии рака" (Е.Б. Левичев), "Ускорительный источник нейтронов (ВНСТ) для терапии рака" (А.М. Кудрявцев) и Источник синхротронного излучения "НОМАД" (К.В. Золотарев).

О последнем докладе следует сказать особо. Выше в разделе 6.3.6. описан проект специализированного источника СИ с использованием сверхпроводящих магнитов для Сибирского центра СИ. Ознакомившись с начальной версией этого проекта, руководители Национального ядерного центра Республики Казахстан К.К. Кадыржанов (генеральный директор) и А.Н. Борисенко (зам. генерального директора), а также их сотрудники приняли участие в его дальнейшей проработке и приложили немало усилий по согласованию с Правительством РК решения о создании в Казахстане Центра СИ на базе такого же источника, изготовить который должен будет ИЯФ СО РАН в рамках серии контрактов. Такое решение позволяет удешевить создание каждого из двух источников СИ.

К моменту начала Симпозиума и Саммита (4 октября 2007) решение о создании Центра СИ в Казахстане было согласовано на всех уровнях, включая Премьер-министра РК. Стенды с описанием проекта и макет источника СИ, названного "Номад" (каз. Кочевник) были размещены в Выставочном центре СО РАН. С ними ознакомился Президент Республики Казахстан Н. Назарбаев и полностью одобрил проект с поправкой, что Национальный центр СИ должен быть расположен в столице - г. Астане. К концу 2007 года решение о строительстве в Астане Национального центра СИ было подписано Президентом РК.



Рис. 40: Президент Республики Казахстан Н. Назарбаев у макета источника СИ “Номад”. Пояснения дают Генеральный директор Национального ядерного центра Республики Казахстан К.К. Кадыржанов и заместитель Председателя Президиума СО РАН Г.Н. Кулипанов.



Рис. 41: Диплом Оргкомитета выставки “Инновационный потенциал Российско- Казахстанского сотрудничества в сфере наукоемких технологий”. Награждается Гран-при Институт ядерной физики имени Г.И. Будкера СО РАН и Национальный ядерный центр Республики Казахстан за совместный проект “Источник синхротронного излучения Номад”.

Из других докладов следует выделить доклад А.В. Артамонова “Сибирский центр фармакологии и биотехнологий - история, состояние, перспективы”, в котором было рассказано о разработке семейства принципиально новых лекарственных препаратов, основанных на использовании электронно-лучевых технологий для подшивки

лекарств к биополимерам, в результате чего получаются препараты с уникальными возможностями. Незадолго до Круглого стола произошло приятное событие - были закончены клинические испытания и получено разрешение Минздрава на выпуск первого из этих препаратов - тромболитика тромбовазима.

Доклады коллег из Казахстана были посвящены двум вопросам: <Радиационные технологии в промышленности Казахстана> (А.Н. Борисенко, НЯЦ РК, г.Курчатов), в котором анализируется статус и перспективы применения промышленных ускорителей ИЯФ в новых технологиях, и доклад А.Д. Вурима (НЯЦ РК, г.Курчатов), в котором предлагается широкое использование атомных электростанций малой мощности, основанных на реакторах, разработанных для подводного флота, для электрификации отдаленных районов.

6.4.3 6-я конференция студентов и аспирантов СЦСТИ

16 мая 2007 года была проведена 6-я конференция студентов и аспирантов Сибирского центра синхротронного и терагерцового излучения. На конференции было представлено 17 докладов студентов и аспирантов из 4 институтов СО РАН: ИЯФ СО РАН, ИХТТМ СО РАН, ИНХ СО РАН, ИК СО РАН. Комиссией отмечен высокий уровень практически всех представленных работ и присуждено одно первое, одно второе и 5 третьих мест с соответствующими награждениями победителей почетными грамотами, дипломами и поощрениями в виде денежных премий.



Рис. 42: Вручение дипломов и призов победителям конференции студентов и аспирантов на еженедельном научно-координационном Совете Центра за “круглым столом”.

Глава 7

Радиофизика и электроника

Введение

Работы ИЯФ в области радиофизики и электроники сосредоточены, в основном, в Радиофизической лаборатории. Основная тематика лаборатории связана с разработкой и исследованиями радиофизических систем для ускорителей и накопителей заряженных частиц, которые, в свою очередь, разрабатываются Институтом в соответствии с государственными программами “Встречные пучки”, “Физика высоких энергий”, “Синхротронное излучение”, “Физика микроволн”.

В рамках этих программ сотрудники лаборатории занимаются разработкой разнообразного радиоэлектронного оборудования: систем питания, управления, диагностики, систем компьютерного управления; занимаются разработкой высокочастотных ускоряющих систем и источников ВЧ и СВЧ энергии, исследованием поведения пучков заряженных частиц во взаимодействии с ускоряющими системами и с другими элементами и устройствами ускорителей и накопителей заряженных частиц. Очевидно, что основные результаты работы лаборатории являются частью общих результатов исследований и работ, проводимых на действующих комплексах: ВЭПП-4, ВЭПП-2000, ЛСЭ, Инжекционного комплекса ВЭПП-5; результатов создания новых и ускорительных комплексов; работ по физике плазмы.

Как следствие универсального характера некоторых разработок лаборатории, часть из них становится основой для разработки приборов и/или устройств, имеющих самостоятельную научную или технологическую ценность. Некоторые разработки в той или иной степени применяются и используются в работах по другим тематикам Института, при выполнении работ по контрактам с российскими и/или зарубежными научными центрами из США, Германии, Южной Кореи, Швейцарии, Японии, Китая. Здесь следует особо отметить контрактные работы для CERN по созданию элементов ЛНС; для Института Атомной Энергии (KAERI, Южная Корея) по разработке и изготовлению элементов будущего разрезного Микротрона - рекуператора; работы для Зеленограда по созданию источника синхротронного излучения ТНК. Сотрудничество с этими центрами успешно развивается.

Ниже кратко приведены некоторые результаты работ, проводившихся Лабораторией в 2007г. и ориентиры по работам, которые будут продолжены в 2008г. и в дальнейшем.

7.1 Источники питания электрофизических установок

7.1.1 Источники стабилизированного тока

Разработка источников стабилизированного тока или напряжения для питания различных электрофизических установок и отдельных их узлов является одной из главных задач исследований, проводимых в Радиофизической лаборатории. Устройства этого класса включают, прежде всего, источники постоянного тока для питания электромагнитов накопителей заряженных частиц. Выходной ток таких источников, в зависимости от задачи, может иметь значения от единиц ампер до десятков килоампер. Соответственно, выходная мощность - от десятков ватт до сотен киловатт и единиц мегаватт. Источники тока, как правило, должны иметь широкий диапазон

регулирования величины тока (до 60 дБ) и высокую точность регулирования и стабилизации (погрешность 0,01% и меньше). Источники тока являются сами по себе сложными электрофизическими устройствами с компьютерным управлением, контролем, тестированием и со сложной системой блокировок и устройств внутреннего контроля.

- В ушедшем 2007 году была в основном завершена многолетняя работа по модернизации электроники прецизионных источников серии “ИСТ”, предназначенных для питания электромагнитов. Это устройства мощностью 50 кВт, 100 кВт и 200 кВт. Введены в работу семь ИСТ-ов на комплексе ВЭПП-5, два - на стенде магнитных измерений в 13 корпусе. Также для ИСТ будущего поколения начато проектирование новой электроники в стандарте “Евромеханика”. Эта работа ведется в рамках контракта с МРТИ (г. Москва).

- Продолжалась “доводка” двух источников питания мегаваттного класса мощности с током до 9кА для накопителей БЭП и ВЭПП комплекса ВЭПП-2000. Работы будут продолжены также в 2008г. - по мере готовности накопителей и источников к стационарной работе с большими токами при нестабильности не хуже 10-20 ppm, с реверсом тока для БЭП.

- Введены в работу два источника В-1000 (1 кА, 18 кВт) на комплексе ВЭПП-2000 и два - на комплексе ТНК (Зеленоград).

- Продолжалась многолетняя работа по вводу в эксплуатацию на различных установках ИЯФ источников питания типа ВЧ-300 в модификациях, предназначенных для питания теплых и сверхпроводящих магнитов. В настоящее время функционируют 36 источников на комплексе ВЭПП-2000, 16 шт. на комплекс ВЭПП-5, шесть - на установках В.В. Пархомчука и В.Г. Абдульманова. Два источника изготовлено по контракту для фирмы “Криомагнит”, г. Москва. Напомним, что каждый источник размещается в одном этаже конструктива “Вишня” и имеет рабочий ток до 300А или до 400 А в зависимости от модификации при мощности в нагрузке до 3,5 кВт. Каждый источник оборудован двумя бесконтактными датчиками тока: один для осуществления стабилизации, другой - для независимых измерений. Стабильность тока лучше, чем 10^{-4} . Стойка-шкаф содержит до 8 таких источников. Система снабжена управляющим модулем ЦАП/АЦП типа “СДАС20”.

- Успешно развивается также разработка опытной партии источников постоянного тока с током до 300А и выходной мощностью до 5 кВт (ВЧ300-5). Два источника из этой серии установлены в 2006г. на стенде БНЗТ, пять новых источников, предназначенных для второй очереди ЛСЭ, изготовлены в 2007г. и проходят стендовые испытания.

- Продолжалась многолетняя работа по вводу в эксплуатацию на различных установках ИЯФ источников питания корректирующих электромагнитов: на комплекс ВЭПП-2000 установлено 64 канала УМ-6 (два шкафа); там же произведена частичная замена источников буферного питания корректоров.

- Для Инжекционного комплекса ВЭПП-5 смонтировано и установлено около 150 каналов питания корректоров на базе УМ-3 (3А) и УМ-4 (10А), а для второй очереди ЛСЭ (11 корпус) - около 100 каналов. Часть этих каналов регулирования введено в работу в 2007г., остальные будут пущены в работу в следующем, по мере готовности комплексов.

- Три восьмиканальных комплекта источников тока на базе УМ-3 изготовлены и отправлены в НИТИ “Прогресс”, г. Ижевск, в рамках контрактных работ по поставке в НИТИ Энергоблоков для Электронно-лучевой сварки. Это контрактные работы будут продолжены в 2008г.

- Выполнена поставка в ОИЯИ, г. Дубна, 6-канальной системы питания квадрупольных линз (стойка “ВИШНЯ” с шестью каналами типа УМ-25) и 32-х канальной системы питания корректоров (стойка “ВИШНЯ” с 32 каналами УМ-4).

- По контракту с ТНК (г. Зеленоград) изготовлена и введена в эксплуатацию система подшунтирования электромагнитов малого накопителя, базирующаяся на четырех каналах блоков УМ-25 (20 А, 15 V), модифицированных для такого режима работы.

- Также по контракту с ТНК (г. Зеленоград) изготовлена и введена в эксплуатацию 16- канальная система питания корректирующих магнитов, базирующаяся на УМ-4, и одноканальная система питания поворотного магнита, базирующаяся на УМ-25 (25 А, 20 V).

Следует заметить, что в последние два года началось активное освоение конструктива “Евромеханика” в применении для систем питания электромагнитов и для электроники других применений.

Ниже в Таблице 7.1 приведены сведения об основной номенклатуре источников питания электромагнитов, которые были разработаны или модернизированы и изготовлены в последние годы в Лаб. 6 и успешно применяются на установках Института и за его пределами. Таблица не включает в себя источники питания, которые были разработаны и выпущены в “штучном” исполнении.

Таблица 7.1: Источники постоянного тока для питания электромагнитов.

Тип	I _{max}	U _{max}	P _{max}	dI/I	Тип Охлаждения	Размеры
	A	V	kW	%	—	м ³
ИСТ-1000-50	1000	50	50.0	0.01	Вода/воздух	2.2x1.4x0.8
ИСТ-1000-100	1000	50	100.0	0.01	Вода/воздух	2.2x1.4x0.8 +Силовой транс.
БЭП-10000-240	10000	240	1600.0	0.005	Вода/воздух	—
ВЭПП-10000-120	10000	120	1200.0	0.003	Вода/воздух	—
В-1000	1000	15	15.0	0.01	Вода/воздух	Один шкаф “Евро”
ВЧ-300-8	300	12	4.5	0.01	Воздух	Один этаж “Вишни”
ВЧ-400-8	400	8	3.2	0.01	Воздух	Один этаж “Вишни”
ВЧ-300-15	300	15	5.0	0.01	Вода/Воздух	Полтора этажа “Евро”
УМ-25	±20	±40	1.0	0.01	Воздух	8 каналов(*)
УМ-4М	±10	±20	0.2	0.1	Воздух	32 канала(*)
УМ-6/100	±5	±100	0.24	0.1	Воздух	48 каналов(*)
УМ-3	±3	±20	0.06	0.1	Воздух	48 каналов(*)
УМ-1	±1	±40	0.04	0.1	Воздух	48 каналов(*)

(*) - Число каналов в 6-этажном шкафу типа “Вишня” или “Евро”.

- В течение 2004 -2006г.г. в рамках сотрудничества с CERN было успешно подготовлено и развернуто производство элементов и систем в целом, предназначенных для вывода энергии из 600 - амперных корректирующих сверхпроводящих магнитов ЛНС. Всего было изготовлено 205 систем, включающих заметное количество электромонтажа, слесарной и механо-сборочной работы, а также большого объема

электроники, размещаемой в корзинах Евромеханики. К концу 2006г. все системы одновременно были собраны, настроены и проверены на территории CERN. В прошедшем 2007г. велась активная работа по их пуску в туннеле CERN. В 2008 году работу планируется закончить.

7.1.2 Высоковольтные источники постоянного стабилизированного напряжения

В лаборатории также ведутся разработки высоковольтных источников постоянного стабилизированного напряжения с диапазоном мощностей:

- десятки ватт - питание электростатических устройств отклонения или фокусировки пучков заряженных частиц;
- от сотен ватт до десятков киловатт - питание силовых высоковольтных устройств.
- сотни киловатт - высоковольтное питание диагностических инжекторов нейтральных атомов, питание анодных цепей ВЧ и СВЧ усилителей.

Устройства обладают высокой стабильностью и точностью регулирования, они защищены от пробоев и коротких замыканий, имеют компьютерный контроль токов и напряжений, разветвленный статусный контроль.

Развитие тематики диагностических и нагревных инжекторов нейтральных атомов (DNBI) в предыдущие годы (руководитель работ зав. лаб. 9 Иванов А.А.), создало в 2007 году очередной пик загрузки участников этих работ, как в части разработок, так и в изготовлении и поставках. Следует отметить следующие успешно выполненные в ушедшем 207 году работы:

1. Завершено изготовление и сборка элементов питания диагностического инжектора для токамака Т-10 (КИЯС, Москва): Основной узел в системе питания - Высоковольтный источник с параметрами: 50 кВ, 6 А, 20 мс со 100% амплитудной модуляцией. Установка снабжена источником тока дугового разряда с $I(\max)=600\text{А}$ при напряжении разряда $U(\text{arc})=80\text{ В}$ и возможностью 100% амплитудной модуляции тока, а также набором другой (вспомогательной) электроники: питание клапанов, соленоида магнитной изоляции, поджига и т.д. Запуск инжектора и поставка его в Курчатовский институт планируется на 2008г.

2. . Начато изготовление электроники для “нагревного” инжектора по контракту с университетом штата Висконсин (Мэдисон), США. Для этого контракта разработан и отдан для конструирования основной элемент источника ВВ питания ($U(\max)=30\text{ кВ}$, $I(\max)=60\text{ А}$, $T(\max)=20\text{ мс}$) - “ячейка” с накопителем и коммутирующим IGBT-ключом, схемами защиты и т.д. Создан макетный образец такой ячейки, получены необходимые параметры (1 кВ, 60 А, 20 мс). В системе необходим источник дугового тока с $I(\max)=1000\text{ А}$, $U(\text{arc})=80\text{ В}$, $T=25\text{ мс}$. Работы по созданию столь мощной электроники продлятся также в 2008г.

3. Завершено изготовление и ведется наладка прототипа источника ВВ питания диагностического инжектора для сверхпроводящего стелларатора W7-x (Грейсвальд, Германия). Однако необходимые параметры ($U(\max)=60\text{ кВ}$, $I(\max)=10\text{ А}$, возможность модуляции от непрерывного режима до 2 мс/2 мс при полной длительности импульса 10 сек) пока не достигнуты. Работы будут продолжены в последующие два года.

4. Изготовлен и запущен в эксплуатацию комплект электроники питания плазменного эмиттера на основе дугового разряда для имеющегося в ИЯФ стенда. В этом устройстве источник дугового тока имеет параметры: $I(\max)=600$ А, $U(\text{arc})=80$ В, при двухсекундном импульсе тока и с возможностью амплитудной модуляции тока дугового разряда. Электроника также содержит набор источников питания: запорной сетки [$U(\max)=-800$ В, $I(\max)=10$ А] с возможностью быстрого восстановления напряжения после пробоя; источник питания соленоида магнитной изоляции, газовых клапанов, “поджига” и т.д. Этот комплект силовой электроники оборудования совместно с источником ВВ питания позволил проводить в ИЯФ рутинную работу по изучению источников мощных пучков протонов.

5. В предыдущем 2006 году был заключен контракт между ИЯФ (рук. проекта Иванов А.А.) и ТАС (США) на разработку шести нагревных источников нейтральных атомов с параметрами ВВ питания: $U_{\max}=45$ кВ, $I_{\max}=50$ А, $T_{\max}=1$ сек с возможностью 100% амплитудной модуляции до 2 мс/2 мс. Для получения таких пучков применен ВЧ нагрев плазмы с мощностью до 60 кВт в том же временном интервале. В конце 2007г. заказчику отправлено два первых инжектора со всей силовой и измерительной электроникой. Отправленное оборудование полностью заняло объем морского контейнера. В работу над инжектором, рассчитанную на несколько лет, вовлечено несколько лабораторий Института.

6. В течение отчетного года продолжалась разработка и изготовление элементов и узлов “Энергоблоков” и их систем питания, управления и контроля для установок электронно-лучевой сварки “ЭЛС”. В 2007г. создано и поставлено в НИТИ “Прогресс”, г. Ижевск очередные два энергоблока с мощностью в пучке до 30 кВт в непрерывном режиме работы. Энергоблок базируется на пушке с рабочим напряжением 60 кВ. Каждый энергоблок содержит более 40 каналов измерения и контроля. Всего поставлено шесть установок нескольких модификаций с мощности в пучке до 15 кВт и до 30 кВт. Работа рассчитана на несколько лет и ведется в тесном взаимодействии специалистов Радиофизической лаборатории, лаборатории П.В. Логачева и НИТИ “Прогресс”, что позволяет оперативно устранять возникающие затруднения и проектировать установки следующего поколения с учетом работы в условиях промышленного производства.

7. Проведенная в течение последних двух лет доработка систем импульсного питания (это около 40 каналов) обеспечила запуск комплекса ВЭПП-2000 с необходимыми параметрами.

8. Продолжена разработка нового поколения импульсных генераторов для питания магнитных элементов каналов транспортировки пучков. Системы ориентированы, в первую очередь, на проектируемый в Институте 500-МэВ-ный канал транспортировки пучков электронов и позитронов от Инжекционного комплекса к ВЭПП-4 и ВЭПП-2000.

9. Следует также упомянуть, что и в 2007 г. продолжалась техническая поддержка в рабочем состоянии ранее изготовленных систем и их узлов, находящихся в эксплуатации на установках Института.

7.2 Разработка систем и устройств автоматизации физических экспериментов

Участие лаборатории в автоматизации установок, стендов и больших физических комплексов состоит:

- В разработке и поставке готовых систем (систем управления, контроля, диагностики, компьютерных систем) с последующим участием авторов в адаптации систем к физическим установкам;
- В разработке элементов контроля, управления, таймирования систем питания с последующей комплексной поставкой этих систем на ускорители и накопители заряженных частиц и с исследованием их влияния на комплекс в целом;
- В поставке отдельных унифицированных модулей (КАМАК, VME, Вишня, Евромеханика) в действующие или в новые установки и стенды;
- В разработке новых подходов, методик и, как следствие, новых устройств, позволяющих решать физические экспериментальные задачи на новом уровне;
- В модернизации существующих систем автоматизации, управления и диагностики на действующих физических установках.
- В ремонте и техническом обслуживании нескольких тысяч блоков электроники и целых систем, разработанных нами и находящихся в эксплуатации.

Аппаратура, разработанная и произведенная в ИЯФ, широко используется не только в СО РАН, но и во многих научных организациях России и за рубежом. Номенклатура ежегодно выпускаемой аппаратуры составляет несколько десятков типов цифровых, аналоговых и цифро-аналоговых устройств, блоков или модулей.

- Изготовлены, налажены и переданы в эксплуатацию очередные 100 блоков с интерфейсом CAN-BUS для систем управления и контроля различных электрофизических установок, в том числе, передан в эксплуатацию “юбилейный”, 500-й модуль. Следует отметить, что устройства этого семейства широко используются и при выполнении контрактных работ. За последние 3 года более 200 модулей в комплекте с различными источниками питания поставлены в КАЕРИ (Южная Корея), IMP (Китай), ОИЯИ (Россия), КИСИ (Москва), НИТИ “Прогресс” (Ижевск).

В связи с непрерывно возрастающим в Институте объемом различных магнитных измерений, было принято решение разработать в стандарте VME набор модулей, позволяющих проводить прецизионные измерения полей как с помощью матриц на датчиках Холла, так и с помощью вращающихся катушек. Сейчас в состав набора входят:

- прецизионный АЦП со встроенным аналоговым коммутатором;
- 32-канальный коммутатор с погрешностью коммутации 1 мкВ, для работы с датчиками Холла в модуле предусмотрен прецизионный (0,001%) генератор тока; - прецизионный интегратор с цифровым выходом.

- На базе разработанной аппаратуры на стендах магнитных измерений ИЯФ в 13-м здании и в ЭП-1 созданы несколько систем, которые широко используются при выполнении различных контрактов. Написан комплект программ для работы с созданными системами.

- Модернизировано оборудование и программное обеспечение расположенного в ЭП-1 стенда для прецизионного измерения мультипольных компонент в магнитных линзах. В 2007г. стенд активно использовался для измерения и механической доводки линз, изготавливаемых по контракту с центром ALBA (Испания). Закончена разра-

ботка программного обеспечения для дальнейшего усовершенствования этого стенда, которое позволит на качественно новом уровне управлять оборудованием стенда и представлять результаты измерений.

- Изготовлено 2 комплекта оборудования и разработано необходимое программное обеспечение для магнитных измерений вигглеров-затухателей, изготавливаемых в ИЯФ для установки PETRA-3 (DESY, Гамбург). Первый комплект используется для измерения и настройки вигглеров в ИЯФ, а второй успешно эксплуатируется в DESY, для проверки параметров вигглеров после транспортировки и необходимой подстройки. Измерения выполняются как с помощью датчиков Холла, так и с помощью перемещаемых струн и катушек

Таблица 7.2: Семейство устройств с CAN-BUS интерфейсом

Название	Краткая характеристика
CANDAC16	16-канальный, 16-разрядный ЦАП, 8-битовые входной и выходной регистры
CANADC40	40-канальный, 24-разрядный АЦП (класса 0,03%), 8-битовые входной и выходной регистры
CDAC20 CEDAC20	20-разрядный ЦАП, 5-канальный, 24-разрядный АЦП (класса 0,003%), 8-битовые входной и выходной регистры (“Вишня“ и “Евромеханика”)
CEAC51	20-разрядный ЦАП, 5-канальный, 24-разрядный АЦП (класса 0,003%), 8-битовые входной и выходной регистры (“Евромеханика” 3U)
CAC208 CEAC208	8-канальный, 16-разрядный ЦАП, 20-канальный, 24-разрядный АЦП (класса 0,003%), 8-битовые входной и выходной регистры (“Вишня” и “Евромеханика”)
CEAC124	4-канальный, 16-разрядный АЦП, 12-канальный, 24-разрядный АЦП (класса 0,003%), 4-битовые входной и выходной регистры (“Евромеханика” 3U) 8-битовые входной и выходной регистры (“Евромеханика” 3U)
CGVI8	8-канальный, 16-разрядный генератор задержанных импульсов, 8-битовые входной и выходной регистры
CPKS8	8-канальный, 16-разрядный преобразователь код-скважность
SLIO24	Интерфейс CANbus - 24-разрядная двунаправленная шина, встраиваемая плата
CKVCH	Коммутатор высокочастотных сигналов 8-1, 2*(4-1), 4*(2-1)
CANIPP	Интерфейс CANbus- 2 ветви типа ИПП
CANIVA	16-канальный измеритель вакуума (тока магниторазрядного насоса)
CURVV	Универсальный регистр ввода/вывода (2 выходных и 4 входных регистра по 8 бит)
CIR8	Регистратор дискретных сигналов (регистр прерывания, СДС, регистры ввода/вывода)
CAC168	8-канальный, 16-разрядный ЦАП, 16-канальный, 24-разрядный АЦП (класса 0,03%), входной и выходной регистры, встраиваемая плата
CAN-DDS	Модуль CAN-DDS представляет собой делитель входной тактовой частоты с дистанционно перестраиваемым дробным коэффициентом. Модуль предназначен для использования в цепи обратной связи возбуждателей для ВЭПП-5 и ВЭПП-2000
CAN-ADC3212	Для замыкания цепи обратной связи в схеме термодостройки резонатора, контроля температур в отдельных точках резонатора и осуществления блокировок. 24-канальный 12-битный дифференциальный АЦП с переключаемым коэффициентом усиления; 4-канальный 12-битный двуполярный ЦАП.
CANGW	Шлюз Ethernet - CAN/RS485
VME-CAN	Интерфейс VME-CAN

- Для временного стенда магнитных измерений в 13-м здании оперативно изготовлена и запущена портативная система тестирования квадрупольных линз Q13 для лаборатории Резерфорда, что позволило в срок и с хорошим качеством выполнить данный контракт.

- Ведётся разработка аппаратуры для быстродействующей системы Холловских измерений с непрерывно перемещаемой кареткой с двух-координатным датчиком. Разрабатываемая система позволит не только в несколько раз сократить время, но и повысить точность измерений.

- Ведётся разработка современной универсальной электроники для измерения магнитных полей на основе индукционного метода. Предполагается, что новая электроника будет широко использоваться не только для измерения импульсных полей в ускорительных установках, но и позволит достигнуть высокой точности в измерениях с подвижными катушками, струнами и т.п. на стендах магнитных измерений.

- Продолжена работа по внедрению современных интеллектуальных контроллеров в системах управления физических установок. В частности, доработано программное обеспечение шлюза CAN-Ethernet и контроллера VME. Изготовлены очередные 10 контроллеров VME для различных установок института и 15 шлюзов CAN-Ethernet. Использование данных контроллеров позволяет унифицировать системное программное обеспечение и использовать готовые системы управления, в частности EPICS.

- Продолжена работа по CAN-BUS интерфейсу с магистралью VME. Корректируется библиотека и тестовые программы для ОС VxWorks. Изготовлена партия интерфейсов для автоматизации различных измерительных стендов.

- Для замены популярного, но физически устаревшего контроллера крейта K0607 был разработан новый, на современной элементной базе. В 2007г. выпущено и передано в эксплуатацию очередные 20 контроллеров и 20 интерфейсных плат.

- Продолжены работы по созданию цифровых регистраторов оптических изображений с интерфейсом Fast Ethernet. Выпущена очередная партия блоков для наблюдения пучков комплексов ВЭПП-4, ВЭПП-2000 и диагностики плазмы. Новая версия регистраторов двумерных изображений, характеризуется улучшенными чувствительностью, квантовой эффективностью и возможностью работы с внешней синхронизацией, что дало возможность изучать развитие процесса во времени. Эти регистраторы могут работать как со встроенным, так и с одним или с двумя внешними (подключенными шлейфом) матричными ПЗС. Соответствующие блоки внешних (подключаемых) ПЗС разработаны для наблюдения позитронных пучков накопителя ВЭПП-2000. Кроме того, разработаны платы подключаемых блоков на основе высокочувствительных 2000- элементных линейных ПЗС с целью последующей модернизации системы стабилизации пучков СИ накопителя ВЭПП-3 (и, в перспективе, проектируемого компактного накопителя).

- Продолжена разработка оборудования для исследования быстропротекающих процессов на пучках СИ: завершена разработка быстрого 12-канального 16- разрядного АЦП с трактами обработки сигналов детектора (тракты обеспечивают интегрирование коротких импульсных сигналов, подавление шумов в паузах, индивидуальную регулировку усиления в каналах и переключение полярности входного сигнала); разработан и изготовлен блок синхронизации АЦП.

- Для замены устаревшего оборудования для систем питания основных магнитных элементов накопителя ВЭПП-4 продолжена разработка прецизионного интерполирующего ЦАП с интерфейсом MIL-STD-1553B с использованием современной элементной базы. Модуль будет программно совместим с предыдущей разработкой.

- Продолжена разработка шлюза-мультиплексора для сбора данных на детекторе КМД. Проверяется встроенное программное обеспечение. Продолжены пусконаладочные работы на системе сбора данных КМД-3.

- Начата разработка управляющей системы для инжекторов нейтральных пучков

(диагностический и нагревательный варианты инжекторов). Система базируется на коммерчески доступных компонентах. Математическое обеспечение унифицировано для обоих вариантов инжектора и предусматривает интеграцию в общую систему управления.

- Начато оснащение установок Института новыми цифровыми регистраторами ADC-502, изготовленными в 2007г. в количестве 20 шт. и предназначенными для замены выпускавшихся ранее ADC-850.

- Продолжена разработка многоканальной системы для измерения температуры и расхода охлаждающей жидкости. Датчики в данной разработке не имеют подвижных частей, а электронный блок может располагаться на значительном удалении от датчиков. Эти обстоятельства позволяют надеяться на создание высоконадежного измерителя для работы в условиях повышенной радиации.

- Продолжена разработка устройства нового поколения для измерения мгновенных значений магнитного поля в импульсных элементах каналов.

- Для работ с газовыми системами детектора “Кедр” изготовлен и настроен ряд модулей, предназначенных для измерения и управления газовыми потоками. Введен в эксплуатацию модернизированный блок управления детандером-ожижителем гелия.

- Проведены испытания высокочастотного таймера для инжектора лазера на свободных электронах.

- Изготовлены и переданы в эксплуатацию очередные контроллеры источников питания для сверхпроводящих магнитов. Источники питания будут применяться не только в Институте, поэтому предусмотрена возможность автономной работы (без внешнего управляющего компьютера). Для этого контроллер снабжен ЖК экраном и миниатюрной клавиатурой управления.

- Начата разработка очередной версии электроники и датчиков положения пучка, основанных на измерении токов изображения. Разработка рассчитана для применения на канале К-500. Ранее созданная аппаратура установлена на канал транспортировки пучка “БЭП - ВЭПП” комплекса ВЭПП-2000 и успешно используется для проводки пучка.

- Продолжена разработка системы обратной связи, предназначенной для подавления неустойчивости поперечного движения пучка в накопителе ВЭПП-4. В рамках этой работы в 2007г. закончена постановка на кольцо ВЭПП-4 необходимого количества широкополосных усилителей (25 МГц, импульсная мощность более 400 Вт), работающих в линейном режиме. Всего в системе применяется около 20 усилителей с системой суммирования мощности. Усилители работают на четыре широкополосных кикера типа полосковых линий, размещенных в квадрупольных вставках северного и южного полуколец ВЭПП-4. Первые эксперименты с пучком дали оптимистические результаты: система позволяет увеличить число частиц в одном сгустке в два-три раза, в зависимости от режима. К сожалению оказалось, что загрузка обрабатывающего сигналы обратной связи процессора довольно велика даже при односгустковом режиме работы, поэтому для работы в двухсгустковом режиме система пока не готова. Работа с пучком и модернизация системы будут продолжены в 2008г.

- Продолжена работа с электроникой пикап-станций и другими узлами систем измерения положения пучка для коллайдера ВЭПП-2000 и для Накопителя - охладителя инжекционного комплекса. Системы базируются на специально разработанных специализированных пикап-станциях и 4-х канальных 12- разрядных АЦП, имеющих тактовую частоту измерений до 45 МГц. В 2007 г. аппаратура установлена на оба накопителя и начала использоваться при настройке режимов накопителей.

- Продолжено изготовление электроники систем диагностики пучка для второй очереди ЛСЭ. Завершение работы планируется на 2008 год. В результате количество пикап-станций на микротроне-рекуператоре примерно удвоится.

- В 2007г., продолжена работа с электроникой, измеряющей положение пучка (орбиту) в тракте линейного ускорителя Инжекционного комплекса. Система базируется на 14 датчиках типа полосковой линии. Система ориентирована на измерение положения электронного и позитронного пучков с числом частиц в сгустке от 108 до 1010. Всего объем электроники для этих систем занимает два крейта САМАС. Система ориентирована на частоту повторения измеряемых пучков от единиц Гц до 50 Гц.

- Продолжена разработка прецизионных ЯМР магнитометров. В зависимости от комплектации электроники и от разновидности датчиков магнитометр охватывает диапазон полей от 0.02 Т до 11 Т. Относительная погрешность измерений не превышает 10^{-5} или даже 10^{-6} в зависимости от уровня поля и его однородности. Комплект такой аппаратуры (в стандарте VME) установлен и работает на комплексе ВЭПП-2000. Здесь налажено измерение магнитных полей в каждом из 8 поворотных магнитов ВЭПП-2000 и в 13-м магните БЭП. Диапазон полей 0,3 - 2,4 Тесла. В рамках работ по измерению масс частиц на комплексе ВЭПП-4 реализован режим прецизионной стабилизации поля в калибровочном магните. Достигнута многочасовая стабильность поля порядка 0,5ppm.

- Продолжена разработка аппаратуры привода шаговых двигателей. Наиболее популярны в ИЯФ блоки типа ЭШД5, предназначенные для управления шаговыми двигателями типа ШД-5Д1МУЗ. В ушедшем году проведена замена нескольких приводов на комплексе ВЭПП-4.

- В рамках многолетнего сотрудничества со SLAC по измерениям медленных вертикальных перемещений элементов и узлов ускорителей в конце 2006г. между ИЯФ и SLAC был заключен контракт на изготовление 40 ультразвуковых и 116 емкостных датчиков для использования их в гидростатической системе выставки элементов установки LCLS - (Linac Coherent Light Source, USA). Система должна иметь разрешение лучше микрона, что вполне доступно для разработанных нами датчиков. Первая партия датчиков отправлена в SLAC в конце декабря 2007г. Поставки планируется завершить в начале 2008 года, после чего предстоит совместный запуск измерительной системы на LCLS.

- Продолжены работы по развитию сайта лаборатории:
<http://www.inp.nsk.su/activity/automation/index.ru.shtm>. Данный сайт должен способствовать более полному и корректному использованию разработок лаборатории. Для этого, помимо описаний различных модулей, появились руководства по эксплуатации (application notes). Сайт регулярно обновляется.

7.3 Исследования, связанные с моделированием и решением электростатических и электродинамических задач

Наиболее важные работы, выполненные в 2007 году:

1. Продолжены работы по дальнейшему развитию программ для расчета электростатических и магнитостатических полей электронных и ионных пучков. В том числе:

- На Windows основе создана программа ILUDYN для расчета в квазистационарном приближении динамики электронного пучка в ускорителях типа ИЛУ. В ней реализована возможность задания в качестве стартовых параметров результатов самосогласованного расчета эмиссии с катода и динамики пучка в катодно-сеточном узле с помощью программы ESAM. Это позволяет с высокой точностью моделировать динамику электронов от катода до выхода из ускорителя.

- Продолжено развитие на Windows основе комплекса программ MAG3D для трехмерных расчетов магнитов с учетом эффекта насыщения сердечника.

- Продолжено развитие на Windows основе комплекса программ ELEC3D для трехмерных расчетов электростатических систем и магнитных полей катушек. Программа используется при моделировании динамики электронов в системах электронного охлаждения.

2. Проведены работы по численным расчетам, моделированию и проектированию электронных пушек, электронных и ионных пучков, а также магнитных систем. В том числе:

- В рамках контракта с DESY (Германия) с помощью программы MAG3D были разработаны магнитные системы дросселя и трансформатора, предназначенных для формирования импульса тока в цепях питания квадрупольных магнитов ускорителя DESY-II.

- В надежде на перспективу заключения контракта с компанией IHI (Япония) начата разработка проекта новых многозазорных ВЧ-ускорителей на базе ускорителя ИЛУ-12 с энергией электронов до 10 МэВ и средней мощностью в пучке до 100 кВт. С помощью программы ESAM рассчитана реальная форма микроимпульсов тока, инжектируемых из катодно-сеточного узла, помещенного в первый зазор ускорителей. На базе этих расчетов с помощью программы ILUDYN рассчитаны динамика пучка в ускорителе и его спектр на выходе для разных проектов ускорителей.

- В рамках сотрудничества с Лаб.5-2 рассчитана зависимость уровня модуляции тока пучка в электронной пушке с управляемым профилем при модуляции напряжения на управляющем электроде. Найдены оптимальные частоты модуляции в зависимости от линейных размеров пушки.

- В рамках сотрудничества с Лаб.6-2 исследована возможность транспортировки протонного пучка в ускорителе ИЛУ-9. Рассчитаны реальные величины коэффициента пропускания ускорителя по среднему току пучка при разных энергиях инжекции. Найдены значения оптимальной энергии инжекции пучка для получения максимального коэффициента пропускания при разных энергиях протонов на выходе ускорителя. Расчеты позволили объяснить результаты экспериментов.

7.4 Линейный ускоритель - инжектор ТНК, г. Зеленоград

В ноябре-декабре 2007 г. на ускорителе - инжекторе электронов комплекса ТНК, г.Зеленоград были выполнены следующие работы:

1. Произведён запуск ВЧ системы клистронной станции “Оливин”, обеспечивающий работу линейного ускорителя на комплексе ТНК в качестве инжектора электронного пучка.

2. Получен ускоренный электронный пучок на цилиндре Фарадея (ЦФ), находящемся в плоскости эквивалентной входу пучка в бустер (малый накопитель). Прове-

дена тренировка линейного ускорителя при работе с электронным пучком с целью получения энергии электронного пучка ~ 70 МэВ.

3. Осуществлён внешний запуск модулятора “ОЛИВИН”, используя новый современный комплект оборудования изготовленного в ИЯФ, и практически проверена работа внешних запусков в автоматическом режиме, используя электронику и новые блоки программ управления. Проверена стабильность работы высоковольтного модулятора “ОЛИВИН”.

4. Проверена работоспособность защиты катода пушки в автоматическом режиме по вакууму и охлаждению водой. Для обеспечения запуска линейного ускорителя была произведена проверка оборудования и работоспособность ВЧ системы возбуждения клистронной станции Оливин в соответствии со схемой (см. рисунок 1). ВЧ система работала в круглосуточном режиме работы в течение 20 суток.

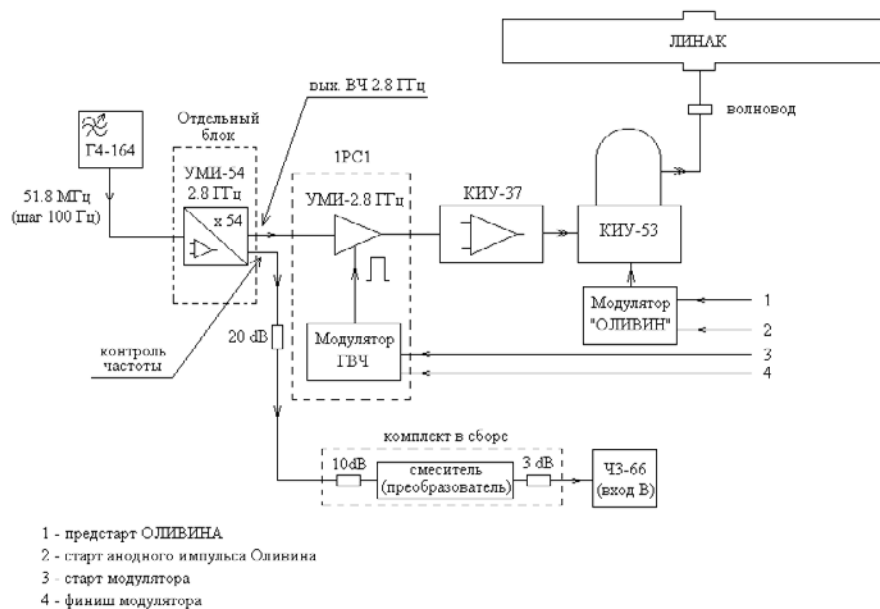


Рис. 1: ВЧ система ЛУ и клистронной станции Оливин.

ВЧ система обеспечивает возбуждение клистронной станции Оливин и остается как постоянная схема в дальнейшем. Состав оборудования и комплект приборов остаются постоянными и обеспечивают регулировку частоты на входе умножителя ($n=54$) с дискретностью 100 Гц частоты синтезатора Г4-164. Уровень мощности в волноводе на выходе КИУ-53 регулируется как изменением анодного импульса (150–230 кВ), так и анодным напряжением на КИУ-37. Атенюатором на входе КИУ-37 достигнута дополнительная плавная регулировка уровня мощности на входе КИУ-53.

В настоящее время, после тренировки ЛУ, стабильность уровня напряженности поля в ЛУ достаточна для проводки пучка на ЦФ при максимальной достигнутой энергии электронов. Уровень и стабильность ускоряющего поля в ЛУ контролируется по сигналу $U_{лу}$ из блока детекторных головок. Осциллограмма сигналов приведена на рисунке 2.

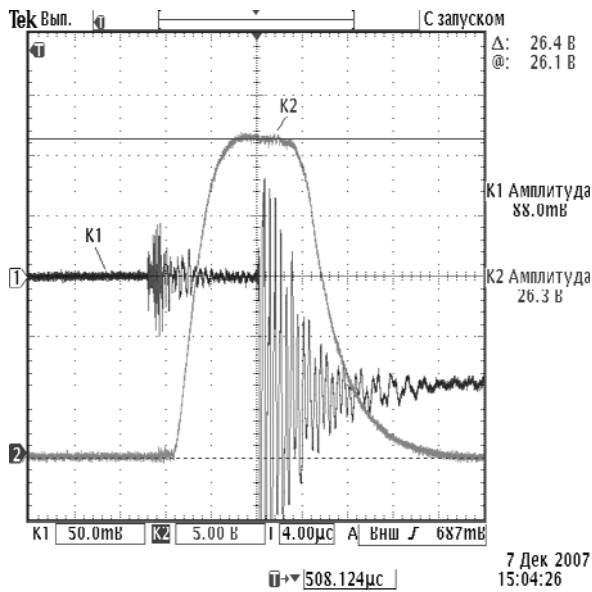


Рис. 2: КИУ-53: $U_{\text{анодное}} \approx 210$ кВ. КИУ-37: $U_{\text{анодное}} = 15.5$ кВ. Внешний запуск. Режим тренировки. К1 - сигнал с ЦФ (Емкость ЦФ $C_{\text{цф}}=3300$ pF). К2 - амплитуда ускоряющего поля в линейном ускорителе. Настройка задающего генератора по частоте ($f_{\text{зг}}=51.8355$ МГц).

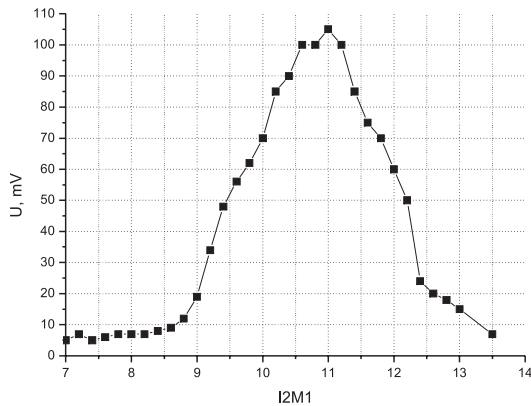


Рис. 3: Зависимость напряжения на ЦФ при изменении тока в отклоняющем магните 2M1 (ток в Амперах).

Экспериментально измерена зависимость тока пучка на ЦФ при изменении тока в отклоняющем магните 2M1 (см. рис. 3). Полученные уставки токов в элементах магнитного сопровождения пучка в линейном ускорителе и электронно-оптическом канале оказались близки к полученным в прошлом году. Управление элементами осуществлялось новыми программами.

В работе принимали участие:

сотрудник лаб. 1-3 Анчугов О.В., сотрудники лаб. 6-1 - Козак В.Р, Тарарышкин С.В., сотрудники лаб.6-2 - Острейко Г.Н., Сердобинцев Г.В., Чернов К.Н. и сотрудники лаб. 8 - Ушаков В.А., Филипченко А.В.

7.5 Ускоряющие ВЧ станции для ионных синхротронов SIS100, SIS300 и экспериментального кольца NESR (GSI, Дармштадт, Германия)

Завершена работа по проектированию ускоряющих ВЧ станций для ионных синхротронов SIS100, SIS300 и экспериментального накопительного кольца NESR для проекта FAIR. Каждая ВЧ станция состоит из перестраиваемого подмагничиванием ферритового резонатора и генератора на тетроде RS2054SK. Максимальное ВЧ напряжение на резонаторе - 20 кВ, частотный диапазон 0.9 - 3 МГц. В конструкцию заложен принцип модульности и легкой замены компонентов, расположенных в радиационно-опасной зоне (ускорительном туннеле). ВЧ станции различаются размером вакуумной камеры и расположением генератора относительно резонатора (сверху или снизу). Необходимое количество ускоряющих станций для SIS100 - 20, SIS300 - 8, NESR - 1. Подготовлен полный комплект конструкторской документации для производства прототипа. На рис. 4 показан общий вид ускоряющей ВЧ станции.

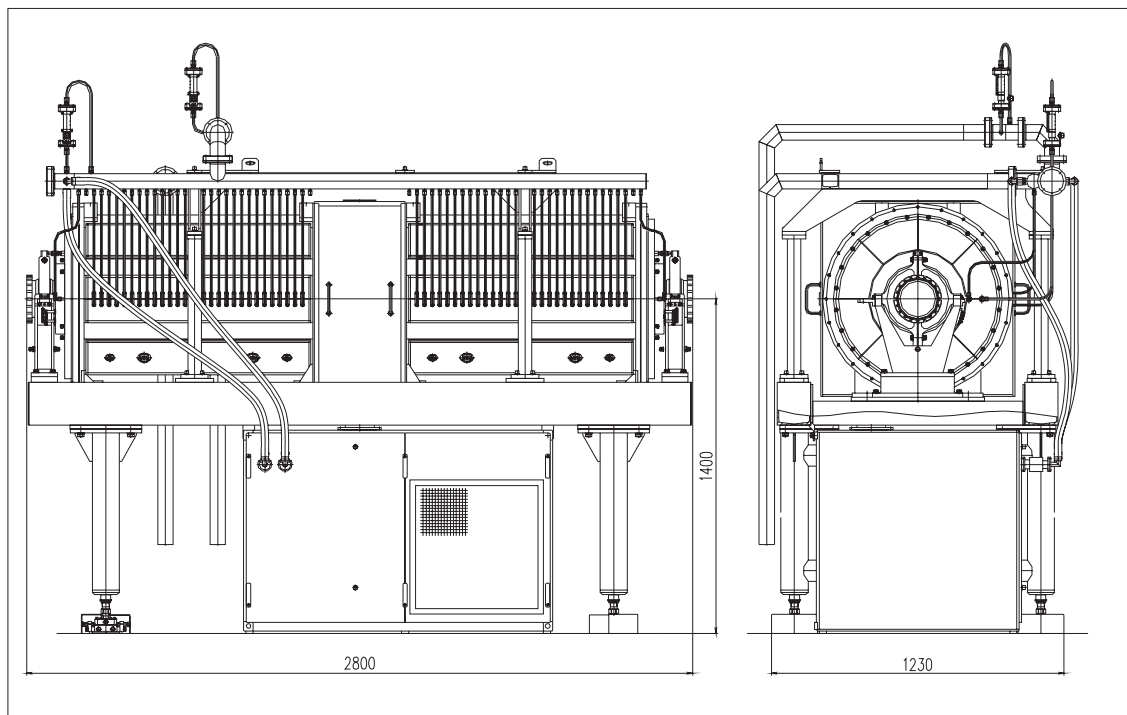


Рис. 4: Общий вид ускоряющей ВЧ станции.

В работе принимали участие:

сотрудники лаб. 6-2 - В.С. Арбузов, Э.И. Горникер, В.Н. Осипов, Г.Я. Куркин, Петров В.М., сотрудники НКО - Ю.А. Бирючевский, Я.Г. Крючков, А.Р. Штейнке.

7.6 Резонатор 700 МГц для источника рентгеновского излучения "НЕСТОР"

Закончены работы по контракту № RU/03533872/Е-04026 с Национальным научным центром "Харьковский физико-технический институт" по разработке и изготовлению высокочастотного резонатора для накопительного кольца источника рентгеновского излучения "НЕСТОР". Энергия электронов в накопителе - $40 \div 225$ МэВ, циркулирующий ток - 180 мА. Параметры резонатора сведены в таблице 7.1. Описание конструкции резонатора приведено в ежегодном отчете за 2006 г. Проведены холодные измерения и испытания на вакуум. Резонатор отправлен заказчику в августе 2007 г. На рисунке 5 показан резонатор в сборе на стенде вакуумных испытаний.

Таблица 7.1:

Рабочая частота,	МГц 699.3
Диапазон перестройки частоты, %	0.1
Шунтовое сопротивление, МОм	> 2.0
Ускоряющее напряжение, кВ	> 200
Мощность, рассеиваемая в резонаторе, кВт	15

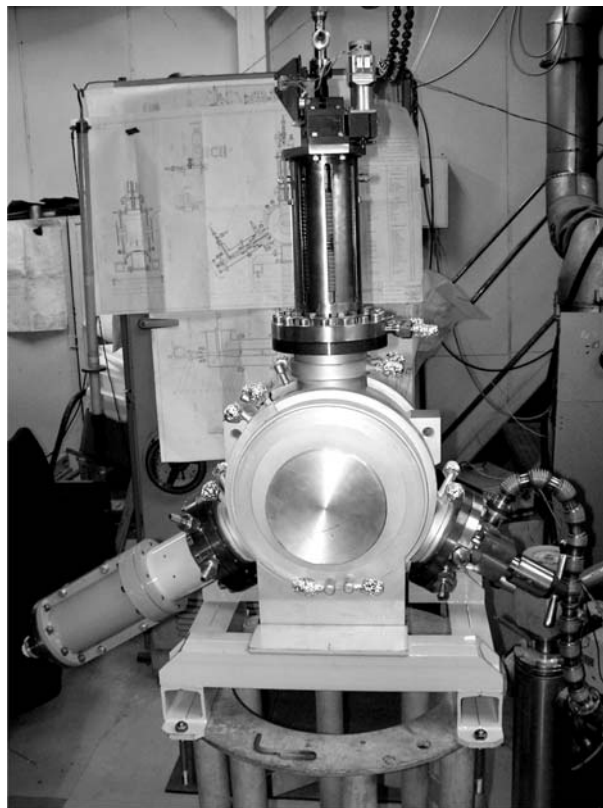


Рис. 5: Резонатор на стенде вакуумных испытаний.

В работе принимали участие:

сотрудники лаб. 6-2 И.Г. Макаров, Г.Н. Острейко, И.К. Седяров, Г.В. Сердобинцев, К.Н. Чернов и сотрудник НКО Я.Г. Крючков.

7.7 Создание прототипа промышленного линейного ускорителя 5 МэВ, 300 кВт

В ИЯФ СО РАН закончены работы в рамках проекта МНТЦ 2550 по разработке и созданию прототипа мощного линейного ускорителя (ИЛУ-12) с энергией электронов до 5 МэВ и средней мощностью пучка до 300 кВт. Целью работ была разработка концепции дешевого и надежного промышленного ускорителя простой конструкции с минимальными эксплуатационными расходами, а также создание прототипа ускорителя вместе со всем оборудованием, необходимым для его испытания. Во время испытаний на прототипе должен был быть получен электронный пучок с энергией 5 МэВ и импульсной мощностью 1.5-2 МВт.

В 2007 г. проведены тренировка и испытания структуры на полном напряжении, осуществлена проводка пучка через ускоряющую структуру, измерение энергетического спектра и поперечного размера электронного пучка на выходе ускорителя.

В июне проведен успешный запуск ускорителя ИЛУ-12. В ходе экспериментов получены следующие параметры:

- импульсный ток с катода 350 мА
- коэффициент токопрохождения пучка через ускоряющую структуру 95%
- максимальная энергия электронов на выходе ускорителя 5 МэВ
- импульсная мощность пучка 1.5 МВт
- электронный КПД ускоряющей структуры 67%

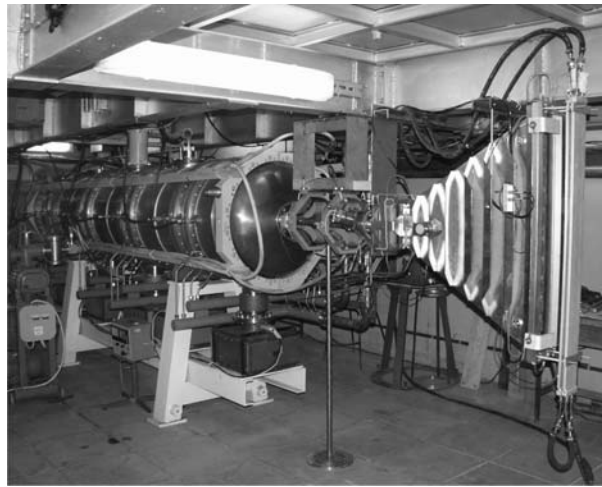


Рис. 6: Общий вид ускоряющей структуры.

Экспериментально показана возможность создания на основе испытанного прототипа мощного промышленного ускорителя. При использовании ВЧ генератора на диакроде ТН628 может быть достигнута средняя мощность пучка до 300 кВт при энергии электронов 5 МэВ.

При добавлении двух ускоряющих ячеек ускоритель сможет работать на энергии до 7.5 МэВ и мощность пучка может превышать 300 кВт.

В работе принимали участие:

сотрудники лаб. 14 - В.Л. Ауслендер, А.Д. Панфилов, А.П. Федоров, сотрудник лаб. 6-0 М.А. Тиунов, сотрудники лаб. 6-2 - И.Г. Макаров, Г.Н. Острейко, Г.В. Сердобинцев, В.В. Тарнецкий, К.Н. Чернов, Н.В. Матяш и сотрудники НКО - И.В. Горнаков, В.Г. Ческидов.

7.8 Модернизация ВЧ системы накопителя СИБИРЬ-1

Модернизация ВЧ системы накопителя СИБИРЬ-1 включает в себя изготовление нового ВЧ усилителя мощности, доработку ускоряющего резонатора для повышения напряжения и создание новой системы управления. Новая ВЧ система позволит кратковременно (на 0.05 - 0.1 сек) повышать напряжение на ускоряющем резонаторе с 15 кВ до 30 кВ, что существенно повысит эффективность инжекции в накопитель Сибирь-2 за счет уменьшения длины выпускаемого сгустка.

По контракту с КИСИ РНЦ Курчатовский институт в ИЯФ были спроектированы и изготовлены:

1. Новый ВЧ усилитель мощности. Выходной каскад этого усилителя выполнен на одной лампе ГУ-36Б-1 по схеме с общим катодом. Усиление каскада 15 дБ. Предварительный усилитель с выходной мощностью 500 Вт изготовлен на транзисторе IXZ2210N50L фирмы IXYS RF. ВЧ усилитель мощности с источниками питания и вентилятором охлаждения смонтированы в одном модуле. На рисунке 7 показан новый ВЧ усилитель мощности. При испытаниях на нагрузку получена мощность 12 кВт на частоте 34.5 МГц.

2. Новые узлы резонатора и элементы вакуумной камеры:

- разрезное кольцо с увеличенным радиусом закругления 55 мм, которое позволит снизить в 1.8 раз перенапряжение на наружном диаметре емкостного диска резонатора;
- вставка для увеличения ускоряющего зазора с 40 мм до 55 мм;
- для вакуумной камеры - два изоляторных узла с увеличенной длиной керамики.

3. Новая электроника управления, которая размещается в стойке стандарта “ВИШНЯ” и выполнена с использованием современных элементов. Электроника имеет три цепи обратной связи. Первые две из них стабилизируют амплитуду и фазу ускоряющего напряжения на зазоре резонатора, третья настраивает в резонанс ускоряющий резонатор. Управление и контроль параметров ВЧ системы осуществляется от ЭВМ по шине стандарта CANBUS вместо КАМАК-крейта, использовавшегося ранее.

В июне 2007 года ВЧ генератор и радиостойка управления были отправлены в Курчатовский институт. Из-за ограничений по времени доработку резонатора было решено отложить. В ноябре группа специалистов ИЯФ выехала в Москву для проведения монтажно-наладочных работ. Было демонтировано старое оборудование, проведена ревизия кабельных трасс. Новые ВЧ генератор и система управления были собраны и установлены на местах расположения старого оборудования.

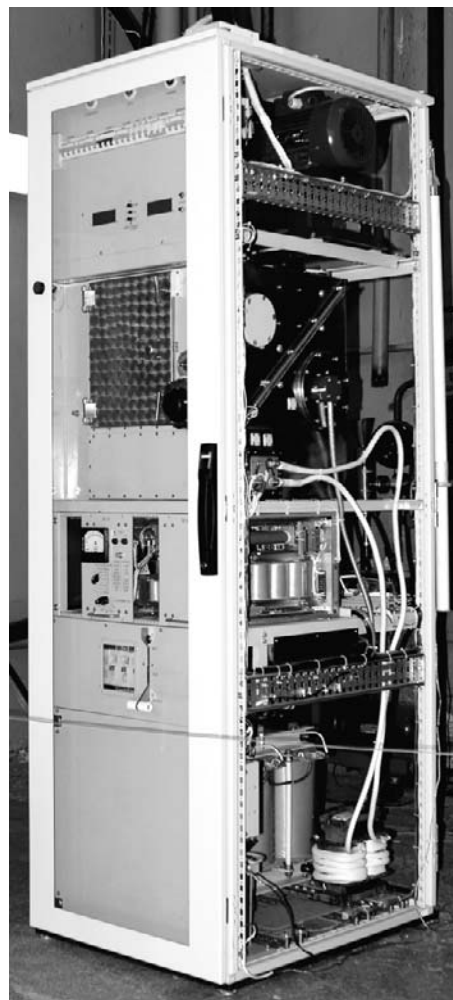


Рис. 7: Усилитель ВЧ мощности для СИБИРЬ-1.

После проведения наладочных работ ВЧ система накопителя СИБИРЬ-1 была испытана в рабочих режимах, проверен режим кратковременного подъема ускоряющего напряжения на существующем резонаторе до 18 кВ при выпуске частиц в накопитель СИБИРЬ-2. В накопителе СИБИРЬ-1 получен циркулирующий ток 300 мА.

В работе принимали участие:

сотрудники лаб. 6-2 В.С. Арбузов, Э.И. Горникер, С.А. Крутихин, И.В. Купцов, Г.Я. Куркин, С.В. Мотыгин, В.М. Петров, А.М. Попов, И.К. Седяров, С.В. Волобуев, В.Л. Головин, А.С. Маяцкий, В.А. Савченко и сотрудник НКО Ю.А. Бирючевский.

7.9 Модернизация ВЧ системы накопителя СИБИРЬ-2

Для модернизации ВЧ системы накопителя СИБИРЬ-2 по контракту с КИСИ РНЦ Курчатовский институт, г. Москва было разработано и изготовлено в ИЯФ следующее оборудование:

1. Ускоряющая секция из двух биметаллических резонаторов.
2. Волноводный делитель мощности для подключения 2-х новых резонаторов к одному генератору двумя коаксиальными линиями с согласующими трансформаторами.
3. Комплект электронных блоков, обеспечивающих работу ВЧ системы и синхронизацию инъекции из накопителя СИБИРЬ-1 в накопитель СИБИРЬ-2.

Два существующих биметаллических резонатора на частоту 180.4 МГц были с помощью специальных вставок перестроены на частоту 181.13 МГц, соответствующую 75 гармонике частоты обращения накопителя СИБИРЬ-2.

Учитывая большую нагрузку резонатора пучком накопителя, петли вводов мощности резонаторов повернуты таким образом, чтобы получить максимальный коэффициент связи. Перед установкой в резонаторы вводы мощности тренировались на специальном стенде до напряжения, соответствующего проходящей ВЧ мощности 250 кВт.

Собранная ускоряющая секция была прогрета в ИЯФ при температуре 320 градусов, получен вакуум $1 \cdot 10^{-9}$ Торр, после чего каждый резонатор был испытан до напряжения 950 кВ.

В ноябре-декабре 2007 года бригадой сотрудников ИЯФ в КИСИ, г.Москва был проведен демонтаж одного старого ускоряющего резонатора, находящегося в аварийном состоянии, и на его место была установлена секция из двух биметаллических резонаторов. Секция была снабжена двумя вакуумными шиберами, которые позволили сохранить вакуум в резонаторах в течение транспортировки. Были смонтированы система водяного охлаждения, новая ВЧ стойка управления и новые кабельные коммуникации между резонаторами и стойкой. Произведен монтаж и настройка электронных блоков.

Оба новых резонатора подсоединены коаксиальными линиями к коаксиально-волноводным переходам, симметрично расположенным относительно оси широкой стенки прямоугольного волновода. Коэффициент связи с волноводом выбран таким, чтобы при токе пучка 300 мА и максимальной энергии, нагрузка волновода была согласованной. Длина линий между резонаторами и эквивалентным сечением деления мощности в волноводе одинакова и кратна нечетному числу четвертей длины волны. В этом случае, как при настроенных резонаторах, так и при расстройке любого из резонаторов, а также при изменении нагрузки пучком в накопителе, токи в петлях связи резонаторов одинаковы и синфазны.

Электрические центры резонаторов в секции отстоят друг от друга на 625 мм. Это на 204 мм короче половины длины волны, т.е. эффективное сложение ускоряющих напряжений требует противофазного возбуждения резонаторов. За счет соответствующего разворота петель вводов мощности резонаторы возбуждаются противофазно. В результате суммарное ускоряющее напряжение резонаторов по отношению к пучку уменьшается до 0.93 от их арифметической суммы, если эти напряжения равны.

После модернизации ВЧ система накопителя СИБИРЬ-2 осталась двухканальной. Выходные каскады генераторов каждого канала выполнены на двух тетрадах ГУ-101 А. Выходная мощность каждого генератора - до 200 кВт.

В первом канале работает оставшийся резонатор, который по конструкции аналогичен резонаторам, работающим на накопителе ВЭПП-4. Во втором канале установлены два новых биметаллических резонатора.

В таблице 7.2 приведены рабочие и испытательные параметры модернизированной ВЧ системы накопителя СИБИРЬ-2.

Таблица 7.2: Параметры ВЧ системы накопителя СИБИРЬ-2.

Канал	Канал 1		Канал 2	
	1-1	2-1	2-2	
Резонатор	(старый)		(новая секция)	
Рабочая частота, МГц	181.13	181.13	181.13	
Перестройка частоты резонатора, МГц	0.3	0.3	0.3	
Собственная добротность резонатора Q_0	47200	42760	42490	
Характеристическое сопротивление ρ , Ом	217.6	133	133	
Шунтовое сопротивление R, МОм	10.27	5.68	5.65	
Коэффициент связи $\beta=Q_0/Q_H-1$	3.4	2.5	2.25	
Рабочее напряжение на зазоре резонатора U_p , кВ	850	415	415	
Коэффициент пролетного времени резонатора	0.82	0.9	0.9	
Потери в резонаторе при $U = U_p$, Р, кВт	35	15	15	
Напряжение на зазоре при испытаниях U_{max} , кВ	950	950	950	
Потери в резонаторе при $U=U_{max}$, Р, кВт	44	80	80	

На рис. 8 приведена фотография ускоряющего промежутка накопителя СИБИРЬ-2 после установки секции из двух биметаллических резонаторов.

Модернизированная ВЧ-система обеспечит компенсацию как “тепловых” потерь в резонаторах, так и потерь на излучение пучка при работе с токами до 0.3 А на энергии $E = 2.5$ ГэВ.

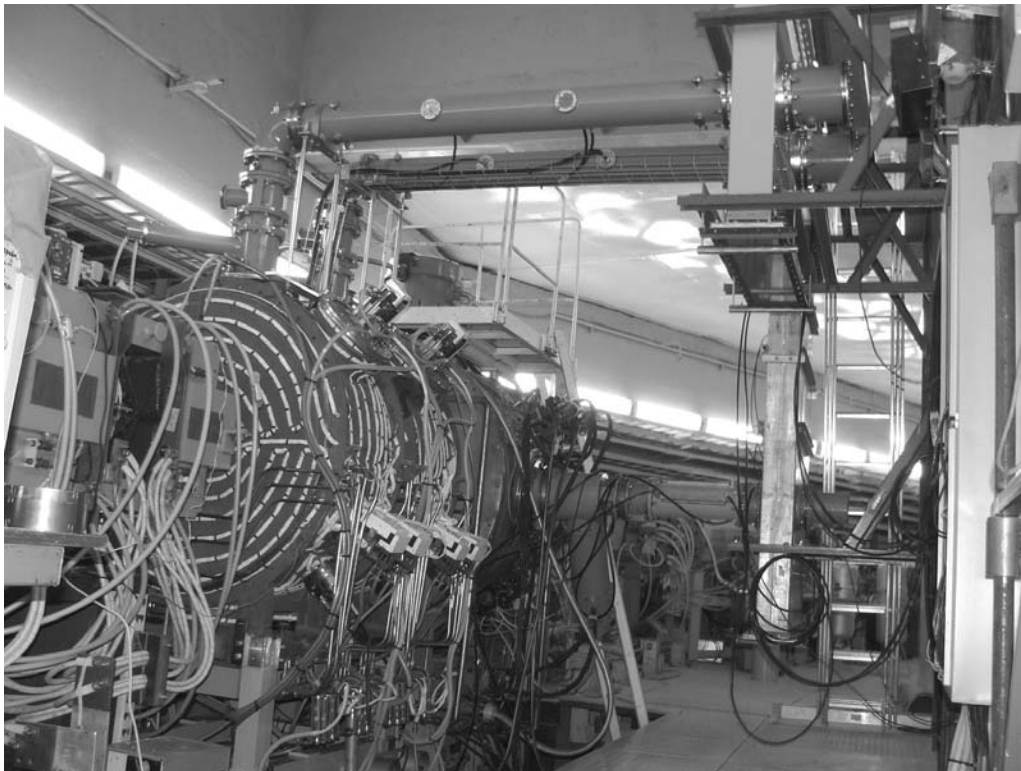


Рис. 8: Ускоряющий промежуток накопителя СИБИРЬ-2 после модернизации.

В работе принимали участие:

сотрудники лаб. 6-2 - Арбузов В.С., Горникер Э.И., Кенжебулатов Е.К., Кондаков А.А., Купцов И.В., Крутихин С.А., Куркин Г.Я., Мотыгин С.В., Панфилова Е.Ю., Петров В.М., Пилан А.М., Попов А.М., Седяров И.К., Трибендис А.Г., Аксенов В.В., Волобуев С.В., Головин В.Л., Маяцкий А.С., Савченко В.А., сотрудники НКО Дейчули О.И., Крючков Я.Г., Щеголев Л.М., сотрудник лаб. 1-4 Мироненко Л.А. и сотрудник лаб. 8-1 Щеглов М.А.

7.10 ВЧ генератор для лаборатории ТАЕ

В 2006 году между ИЯФ и компанией Tri Alpha Energy (ТАЕ), США, был заключён контракт на разработку и изготовление шести мощных инжекторов нейтральных пучков. Одной из основных систем инжектора является ВЧ генератор для ионизации газа (водорода или дейтерия) в источнике ионов. Газ разогревается ВЧ полем, создаваемым катушкой (“антенной”) из нескольких витков охватывающих керамическую камеру эмиттера плазмы. Катушка находится под постоянным потенциалом источника ионов + 40 кВ. Поэтому ВЧ возбуждение с анода лампы выходного каскада на “антенну” подается через высокочастотный разделительный трансформатор с сердечником из аморфного железа. Трансформатор помещен в бак, заполненный маслом.

Генератор смонтирован в трех шкафах стандарта “Евромеханика” - шкаф выходного каскада, шкаф анодного выпрямителя и стойка управления. Выходной каскад генератора выполнен на тетроре 4CW10000E производства фирмы Eimac (США). Возбуждение на управляющую сетку лампы поступает от транзисторного усилителя

мощностью 500 Вт. Выходной каскад смонтирован в шкафу с размерами 800 x 800 x 2000 мм.

Таблица 7.3: Основные параметры генератора

Рабочая частота, МГц	4 + 2,5%
Мощность в нагрузке, кВт	60
Длительность импульса генератора, сек.	0,1-1,5
Скважность	600

Анодный выпрямитель +14 кВ выполнен по схеме Ларионова на диодах, без фильтра пульсаций. При указанных длительности импульса и скважности, мощность выпрямителя 160 кВт. Регулировка уровня анодного напряжения, требуемая при включении генератора и тренировке ламп, осуществляется изменением фазового угла открытия тиристоров в цепи первичной обмотки трансформатора. Выпрямитель снабжен системой “быстрой защиты”, за 50 мксек снимающей анодное напряжение с лампы при пробоях в ней. Выпрямитель смонтирован в шкафу с размерами 800 x 800 x 2000 мм. Трансформатор расположен отдельно. В стойке управления размещены: источники питания управляющей и экранной сеток тетрода, система блокировок, зашит и управления процессом включения и отключения генератора.

В этой же стойке установлен модулятор, обеспечивающий автоподстройку частоты задающего генератора и стабилизацию амплитуды ВЧ напряжения на “антенне”. При возникновении плазмы в источнике изменяются сопротивление потерь и собственная частота анодного контура выходного каскада. Частота задающего генератора перестраивается во время ВЧ импульса таким образом, чтобы заданная фаза между напряжением на управляющей сетке лампы и напряжением на аноде не менялась. Эта система поддерживает настройку частоты возбуждения в резонанс с частотой анодного контура. Система стабилизации амплитуды поддерживает заданную форму ВЧ импульса при изменении сопротивления потерь в плазме, а также компенсирует влияние пульсаций источников питания.

В настоящее время изготовлены два комплекта элементов ВЧ системы и начаты работы с пучком.

В работе принимали участие:

сотрудники лаб. 6-2 - Арбузов В.С., Горникер Э.И., Кондаков А.А., Кондакова Н.Л., Крутихин С.А., Куркин Г.Я., Мотыгин С.В., Осипов В.Н., Петров В.М.

7.11 Ускоряющие структуры для нового инжектора Linac4, ЦЕРН

В 2006 г. был изготовлен прототип ускоряющей структуры CCDTL (Cell-Coupled Drift Tube Linac). Прототип состоит из 2-х ускоряющих резонаторов с 2-мя пролетными трубками в каждом. Ускоряющие резонаторы связаны между собой боковой ячейкой связи. Корпуса резонаторов изготовлены из нержавеющей стали и изнутри электрохимически покрыты слоем меди. Трубки дрейфа изготовлены из медных частей, сваренных между собой электронным лучом. В начале 2007 г. в ИЯФ были проведены сборка, вакуумные испытания, ВЧ-измерения и настройка прототипа. Измеренные параметры соответствуют расчетным. Затем прототип был отправлен в ЦЕРН и там

успешно испытан при рабочих значениях напряженности поля и скважности. Работа выполнялась в рамках проекта МНТЦ №2875 совместно с РФЯЦ-ВНИИТФ, г. Снежинск. В настоящее время рассматривается вопрос о серийном (в количестве, необходимом для Linac4) производстве структур ССДТЛ силами ИЯФ и ВНИИТФ.

В работе принимали участие:

Сотрудники лаб. 6-2 - Кенжебулатов Е.К., Петров В.М., Ротов Е.А., Трибендис А.Г. и сотрудники НКО - Бирючевский Ю.А., Крючков Я.Г.

7.12 Группирующий резонатор 1300 МГц для Корнеллского университета, США

По контракту с Лабораторией физики элементарных частиц Корнелльского университета, США в 2007 г. в ИЯФ был изготовлен группирующий резонатор на частоту 1300 МГц для инжектора ERL. Этот резонатор с рабочим напряжением 200 кВ предназначен для группировки сгустков электронов, поступающих из фотопушки с энергией 500 кэВ и частотой повторения 1300 МГц.

Конструкция резонатора предложена заказчиком и представлена в отчете ИЯФ за 2006 г. В ИЯФ были выполнены чертежи всех узлов и деталей резонатора, адаптированные под технологии, имеющиеся в экспериментальном производстве. Корпус резонатора омегаобразной формы состоит из трех медных заготовок, спаянных в вакуумной печи. Узлы резонатора - съемные, присоединяются к корпусу через уплотнения типа Conflat.

После изготовления были измерены вч-параметры резонатора. Измеренные значения соответствуют техническому заданию. Затем резонатор был прогрет (см. рисунок 9) при температуре 200 градусов. После прогрева в резонаторе получен вакуум $5 \cdot 10^{-11}$ Торр (после распыления титанового геттера). Резонатор отправлен в Корнелльский университет и в настоящее время готов к установке в инжектор.

В работе принимали участие:

Сотрудники лаб. 6-2 - Кенжебулатов Е.К., Попов А.М., Седяров И.К., Трибендис А.Г., Аксенов В.В., Степанов В.С., сотрудник лаб. 1-4 Мироненко Л.А. и сотрудник НКО Бирючевский Ю.А.



Рис. 9: Резонатор на вакуумном стенде.

7.13 Система обратной связи для подавления продольных колебаний пучка в накопителе ВЭПП-4

В лаборатории 6-2 ведутся работы по созданию обратной связи для подавления синхротронных колебаний на комплексе ВЭПП-4.

Система обратной связи состоит из двух одинаковых частей, каждая из которых работает от отдельного усилителя на 100 Вт и взаимодействует только с одним типом частиц. Каждая такая часть содержит два канала: один для подавления синфазной моды колебания, другой для подавления противофазной моды колебания.

В системе обратной связи будут использоваться два продольных кикера (рисунок 10), каждый из которых взаимодействует только с одним видом частиц. Продольный кикер представляет собой систему из двух ВЧ резонаторов, возбуждаемых одним генератором.

Ожидаемый вносимый в систему декремент затухания составляет около 500 1/с, что в десятки раз превышает декремент, получаемый за счет радиационных потерь.

На данный момент основная часть системы готова, идёт доработка и монтаж. Запуск системы планируется осуществить в начале 2008 года.

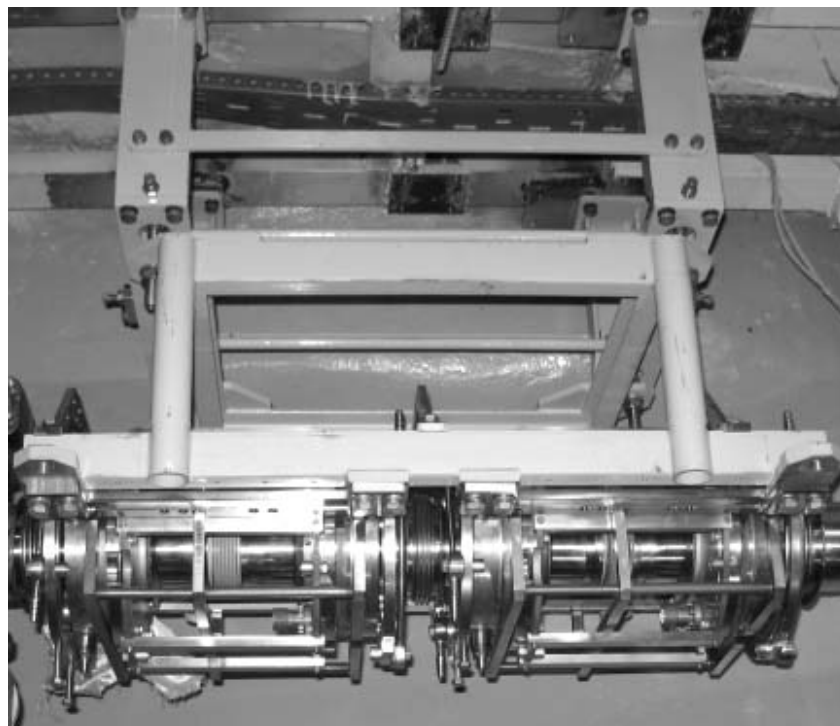


Рис. 10: Кикер.

В работе принимали участие:

Сотрудники лаб. 6-2 - В.С.Арбузов, С.А. Крутихин, Г.Я.Куркин, С.В. Мотыгин, В.Н.Осипов, В.М. Петров, Е.А. Ротов. и сотрудник НКО - Я.Г. Крючков

7.14 Резонатор для испытания различных материалов на электрическую прочность на частоте 34.272 ГГц

По контракту № RU/03533872/E-06010 с Omega-P, Inc (США) был разработан и изготовлен резонатор для проведения испытания различных материалов на электрическую прочность на частоте 34.272 ГГц. Для возможности проведения таких испытаний резонатор имеет два сменных стержня (movable rods, рис. 10), покрытых исследуемым материалом, или сделанных из него. Концы стержней имеют эллиптическую форму, как показано на выноске рис. 10. Чтобы предотвратить излучение через коаксиальную линию, образованную стержнями и телом резонатора, имеется пара резонансных фильтров (chokes, см рисунок 11).

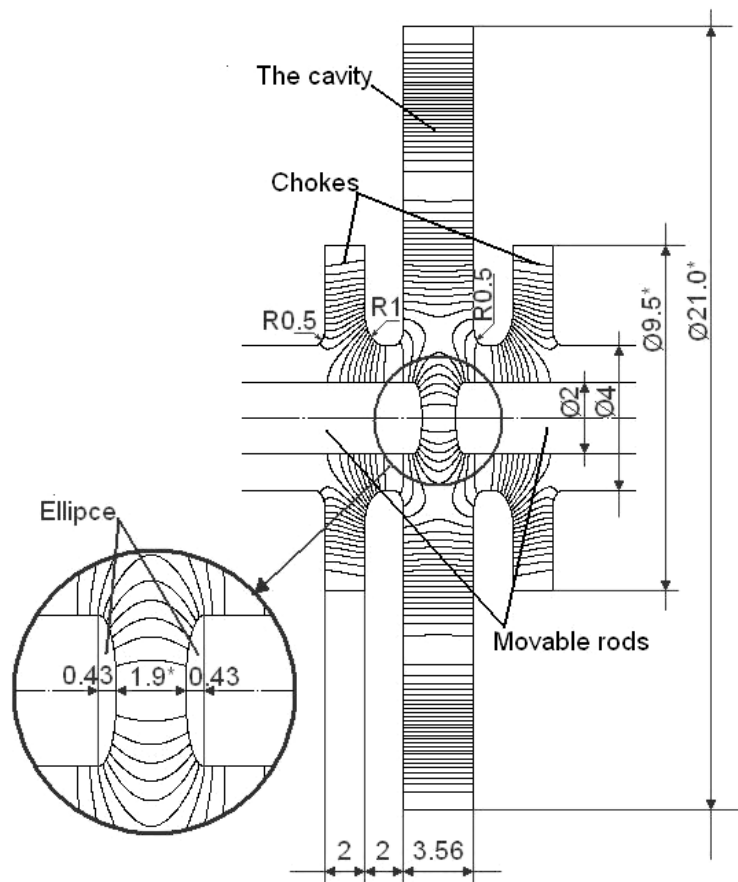


Рис. 11: Схема резонатора в осевом сечении.

Рабочая мода колебаний E031. Возбуждение резонатора осуществляется при помощи стандартного волновода WR28. Для компенсации возмущения, вносимого отверстием связи, имеются три компенсирующих отверстия. Эти отверстия также используются для откачки и для фиксации появления разрядов на сменных стержнях (оптическим способом).

Изменение зазора между стержнями осуществляется при помощи специального вакуумного микровинта, позволяющего перемещать стержни с точностью 8 мкм. Дальнейшая более тонкая подстройка частоты осуществляется при помощи изменения температуры резонатора. Для этого к резонатору припаяна трубка водяного охлаждения (см. рисунок 12). Необходимость в такой подстройке обусловлена тем, что частота резонатора очень чувствительна к положению стержней. Так изменение зазора между стержнями на 10 мкм приводит к сдвигу частоты на 17 МГц, что равно полосе пропускания резонатора.



Рис. 12: Внешний вид резонатора и вакуумной камеры.

Проведенные холодные измерения показали полное соответствие проектным значениям таких основных параметров, как КСВН, коэффициент передачи и нагруженная добротность. А также возможность настроить резонатор на рабочую частоту при замене стержней.

В работе принимали участие:

сотрудник лаб. 6-2 Запрыгаев И.А. и сотрудник НКО Персов Б.З.

7.15 Система диагностики пучка для лазера на свободных электронах университета ДЮК, США

В начале 2007 года был заключен контракт с FEL лабораторией университета Дюк на разработку и поставку системы диагностики пучков на основе диссектора в накопителе электронов. Контракт выполнялся совместно с лабораторией 3-0. Поставленное оборудование включает собственно диссектор и необходимый комплект радиоэлектроники. Система позволяет воспроизводить форму световых импульсов синхротронного излучения отдельных сгустков с разрешением ~ 30 псек. В октябре 2007 года двое сотрудников Института выехали в США для запуска поставленного оборудования и для участия в экспериментах. Система диагностики была успешно

смонтирована и настроена, проведены первые эксперименты. Получены интересные данные о форме импульсов света лазера на свободных электронах, что способствует лучшему пониманию процессов, происходящих в накопителе.

В работе принимали участие:

сотрудники лаб. 3-0 Зинин Э.И. и лаб. 6-2: Куркин Г.Я.

7.16 Термокатодная высокочастотная электронная пушка для микротрона-рекуператора ЛСЭ

В 2007 году разработана и сконструирована новая термокатодная высокочастотная пушка для разрезного микротрона рекуператора ЛСЭ. ВЧ-пушка будет производить электронные сгустки с энергией 300 кэВ и средним током 100 мА с частотой повторения сгустков 90 МГц. Новая пушка адаптирована к существующей вч-системе, предназначенной для группировки пучка, его предускорения и инжекции в линак микротрона. Её достоинством является отсутствие высокого потенциала 300 кВ в цепях управления катодом, что существенно упрощает обслуживание, и отсутствие в вч-резонаторе бомбардировки катода ионами остаточного газа, что увеличивает срок службы катода и дает возможность поднять частоту повторения сгустков до 90 МГц.

Пушка представляет собой вч-резонатор на частоту 90 МГц со встроенным в него сменным сеточным термокатодным узлом. В конструкции вч-пушки используются готовые части от таких же биметаллических резонаторов, которые используются в линаке микротрона. Сеточный термокатодный узел может быть таким же, как используемый в существующей статической пушке. В конструкции вч-пушки предусмотрен специальный заменяемый блок, подключаемый через коаксиальный ганговый разъем к катодному узлу, для размещения в нем схемы модулятора, формирующего управляющие импульсы.

Заказ на доработку вч-резонатора и изготовление частей пушки сдан в экспериментальное производство ИЯФ. Закончена разработка вч-генератора для пушки, подготовлены детали для его сборки. Разрабатывается стенд для испытания вч-пушки.

В работе принимали участие:

сотрудники лаб. 6-2 - В.Н.Волков, Э.И.Горникер, А.А.Кондаков, В.М.Петров, И.К.Седяров, сотрудник лаб. 6-1 В.К.Овчар и сотрудник НКО А.Р.Штейнке.

Глава 8

Мощные электронные ускорители и разработка электронно-лучевых технологий

8.1 Радиационные технологии и ускорители электронов серии ЭЛВ

В 2007 г. лаборатория № 12 продолжала поставку, совершенствование и шеф-монтаж промышленных ускорителей, а так же разработку новых технологий и участие в проекте ускорителя для терапии рака протонами и ионами углерода.

В 2007 году поставлено:

- | | |
|---|-----------------|
| 1. г. Пондичерри, Сихем, кабельный завод, Индия | ЭЛВ-8. |
| 2. г. Шеньжень, фирма “Чанбао”, облучение кабеля и термоусаживаемых трубок, Китай (это 3-тий ускоритель ЭЛВ на этом заводе) | ЭЛВ-4. |
| 3. г. Гуанчжоу, корпорация “Кайхенг”, кабельный завод, Китай - 2 ускорителя (5-тый и 6-той ускоритель ЭЛВ на этом заводе) | ЭЛВ-6,
ЭЛВ-8 |
| 4. г. Хуанши, кабельный завод, Китай | ЭЛВ-8 |
| 5. г. Нефтегорск, компания “Росскат”, кабельный завод, Россия | ЭЛВ-8 |
| 6. г. Куала-Лумпур, Малазийский Институт Ядерных Технологий, Малайзия | ЭЛВ-4 |
| 7. г. Курчатова, Центр Ядерных Технологий, Казахстан | ЭЛВ-4 |

В 2007 году сданы в эксплуатацию:

- | | |
|--|-------|
| 1. г. Пондичерри, Сихем, кабельный завод, Индия | ЭЛВ-8 |
| 2. Капра, Центр Новых Технологий, Республика Корея | ЭЛВ-4 |
| 3. г. Хуанши, кабельный завод, Китай | ЭЛВ-8 |

Модифицированы ускорители, работающие от 15 до 20 лет в г. Подольске (Россия), г. Мозыре (Беларусь) и г. Худжоу (Китай).

Часть из поставленных ускорителей снабжены системой 4-х- стороннего облучения и устройствами перемотки кабеля.

В течение года прорабатывалась концепция инжектора бустера углеродного ускорителя для терапии рака. В.В.Пархомчуком было предложено использовать в качестве высоковольтного источника выпрямитель ЭЛВ в тандемном варианте. В настоящее время конструкция тандема устоялась и начата подготовка стенда для его испытаний в одном из боксов в подвале главного корпуса ИЯФ.

Продолжались эксперименты на ускорителе ЭЛВ-6, который генерирует сфокусированный электронный пучок. Получены обнадеживающие результаты по производству нанодисперсного порошка окиси кремния. Отработана полу-непрерывная технология с производительностью нескольких килограмм порошка в час. Сейчас основные усилия направлены на производство более дорогих порошков, получение которых традиционными способами менее рентабельно. Эти работы ведутся совместно с Институтом теоретической и прикладной механики.

Ведутся эксперименты по наплавке различных сплавов на различную основу. Эти работы ведутся в кооперации с Томскими коллегами и специалистами из Похангского Университета (Республика Корея).



Рис. 1: Комплекс электронно-лучевой обработки кабельной продукции в Китае.



Рис. 2: Транспортная система и 4-х-стороннее облучение кабеля для нефтепогружных насосов.

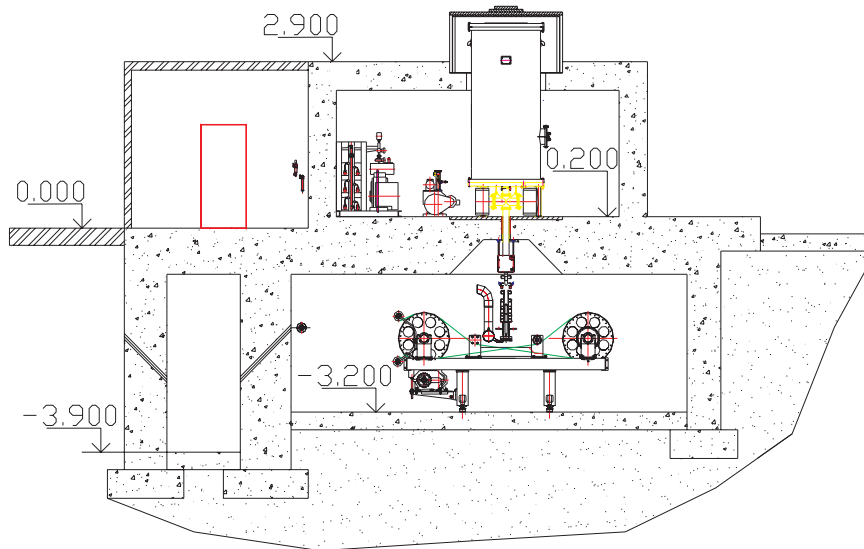


Рис. 3: Проект здания для ОАО “Кавказкабель” (г. Прохлалный, Кабардино-Балкарская Республика, Россия.)

8.2 Ускорители электронов типа ИЛУ и их применение

Поставки ускорителей

Начиная с 1983 года ускорители типа ИЛУ поставляются за границу, где они используются для исследовательских работ и для работы в составе промышленных технологических линий. Некоторые из этих машин загружены работой 2-3 смены в сутки на протяжении многих лет и успешно выдерживают подобную нагрузку. Надежность работы ускорителей и их технический уровень подтверждаются новыми поставками оборудования. По контракту с фирмой “ЭВАЛАР”, г. Бийск, был смонтирован и запущен в работу ускоритель ИЛУ-6, являющийся основой стерилизационного комплекса. Отработана технология стерилизации лекарственного сырья. Подготавливается к сдаче фирме “RadPol”, Польша, ускоритель ИЛУ-10 с энергией 4,5 МэВ и током пучка до 10 мА для четырёхстороннего облучения толстостенных полиэтиленовых труб. По договору с Сибирским центром фармакологии и биотехнологии (СЦФБ) готовится к сдаче ускоритель ИЛУ-10 с энергией 5 МэВ и током пучка до 10 мА. Ускоритель ИЛУ-10М с энергией до 4 МэВ и током пучка до 5 мА сдан заказчику и подготовлен к отправке в г. Красноярск. Монтаж ускорителя у заказчика планируется начать после завершения строительных работ в феврале – марте 2008 г.

8.2.1 Ускоритель ИЛУ-9

В 2007 году на ионном ускорителе ИЛУ-9 проводились работы по измерению спектра протонного пучка. Инжектором ионов служил протонно-ионный источник на основе плазменно-дугового разряда. Схема установки приведена на рисунке 1.

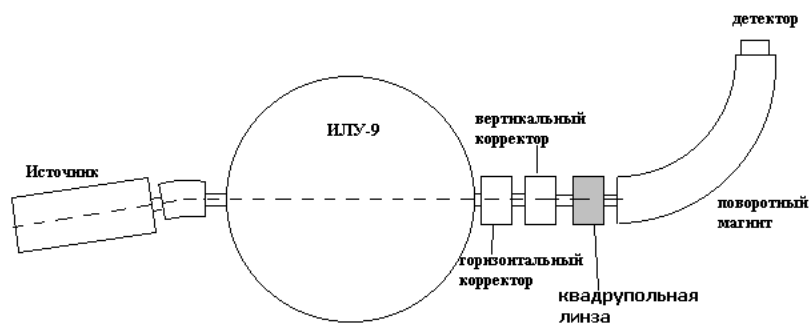


Рис. 1: Схема установки ионного источника на основе ускорителя ИЛУ-9 с источником протонов и поворотным магнитом.

Установка включает в себя:

- 1) Источник ионов;
- 2) Сепаратор частиц (дипольный магнит);
- 3) Ускоритель ИЛУ-9;
- 4) Вертикальный и горизонтальный корректоры, квадрупольная линза;
- 5) Поворотный магнит;
- 6) Детектор.

Энергия инжектируемых в первый ускоряющий зазор ИЛУ-9 протонов составляла 40-80кэВ. На входе и выходе поворотного магнита были установлены вертикальные коллимационные щели размером $\delta = 1$ мм.

В качестве детектора протонов на выходе поворотного магнита при настройке канала проводки пучка (установке токов сепаратора, вертикального и горизонтального корректоров, квадрупольной линзы, необходимых для оптимального прохождения пучка) использовался цилиндр Фарадея с усилителем сигнала, а при снятии спектра протонов - полупроводниковый пороговый кремниевый датчик. После настройки установки были измерены энергетические спектры ускоренного пучка протонов при разных режимах ускорения. Измеренный спектр ускоренного протонного пучка показан на Рис. 2.

В результате работы удалось добиться того, что в основной пик, имеющий ширину $\pm 0.25\%$ от максимальной энергии, попадает 23% от общего числа протонов в пучке.

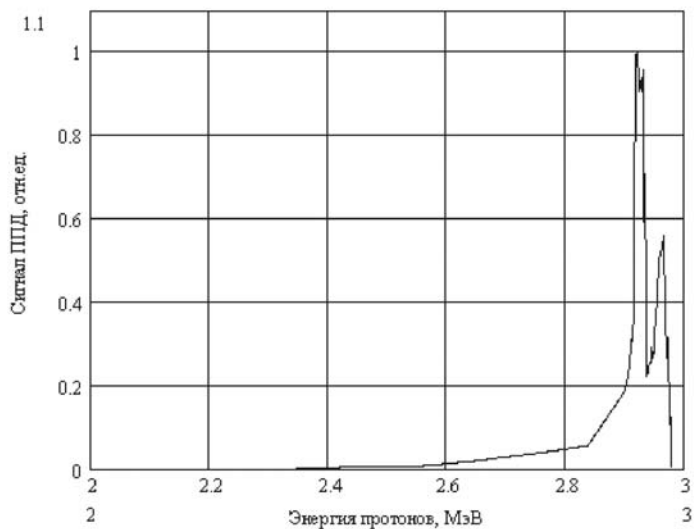


Рис. 2: Энергетический спектр протонного пучка ускорителя ИЛУ-9.

8.2.2 Разработка ускорителя ИЛУ-12

Линейный ускоритель электронов ИЛУ-12 является новой машиной в серии ИЛУ. Это многозаярная многорезонаторная машина с расчётной максимальной энергией 5 МэВ.

Ускоритель был включен в марте 2007 г., после чего проводились работы по его доводке и настройке. Получена энергия электронов 5 МэВ, а также близкие к расчетным импульсная мощность пучка 1,5 МВт и значение электронного к.п.д. ускоряющей структуры 67%. Экспериментально подтверждено улучшение прохождения пучка и его энергетического спектра при оптимизации режима инжекции. При частоте повторения импульсов 40 Гц получена средняя мощность пучка 24 кВт.

Экспериментальная дисперсионная кривая ускоряющей структуры ИЛУ-12 показана на рис. 3.

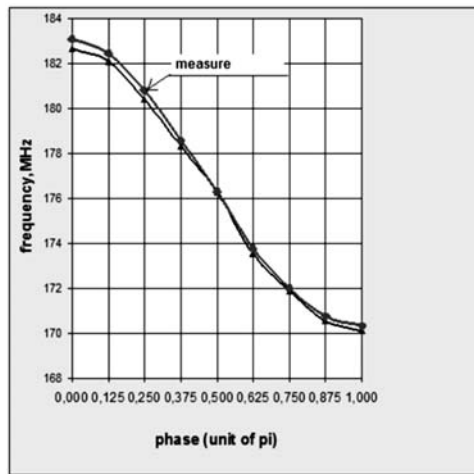


Рис. 3: Расчетная и измеренная дисперсионные кривые ускоряющей структуры

Она хорошо совпадает с полученной в результате 3D расчетов с помощью программы Microwave Studio и достаточно симметрична относительно рабочего вида колебаний, – соседние частоты связи имеют максимальное удаление от частоты рабочего вида.

Были проделаны измерения относительных величин полей в ускоряющих ячейках структуры методом возмущения. Результаты измерений с хорошей точностью совпали с результатами 3D расчетов. В Таблице 8.1 приведены основные измеренные параметры ускоряющей структуры.

Таблица 8.1:

Рабочая частота, МГц	176.308
Добротность	~ 21000
Характеристическое сопротивление, Ω	824
Шунтовое сопротивление, $M\Omega$	17.3

Произведено измерение зависимости среднего тока пучка от напряжения сетка-катод. На рис. 4 показаны расчетная и измеренная зависимости среднего тока с катода от от напряжения сетка-катод при вытягивающем поле на поверхности сетки 60 кВ/см.

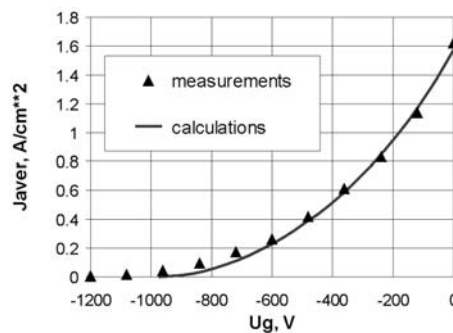


Рис. 4: Расчетная и измеренная зависимости среднего тока с катода от потенциала сетки при вытягивающем поле на поверхности сетки 60 кВ/см.

Для ускорителя ИЛУ-12 были рассчитаны зависимости основных стартовых и выходных параметров электронного пучка от фазы электрического поля в первом зазоре (Рис. 5) в квазистационарном 2D приближении с учетом пролетных углов и эффектов объемного заряда.

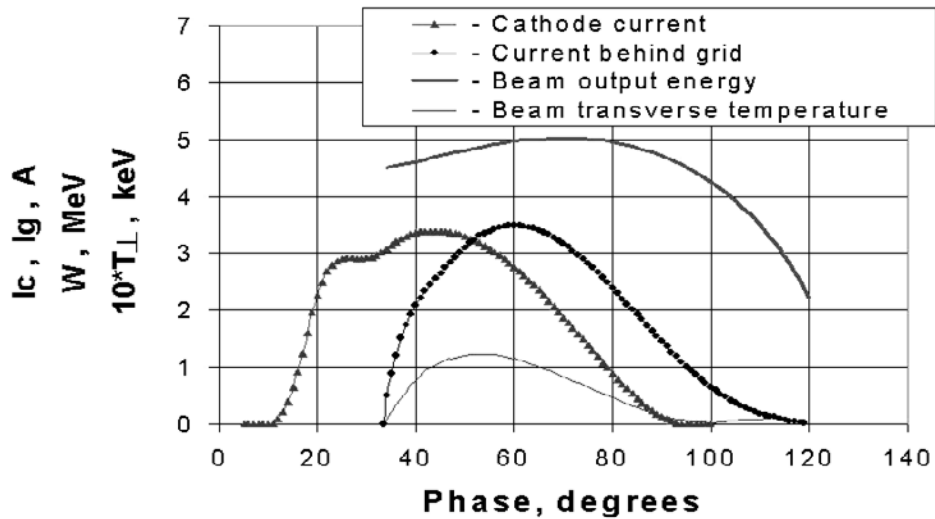


Рис. 5: Зависимости основных стартовых и выходных параметров электронного пучка от фазы электрического поля в первом зазоре.

Для сужения спектра ускоренных электронов и оптимизации их продольной динамики по токопрохождению было предложено подавать на зазор сетка-катод дополнительное ВЧ напряжение рабочей частоты необходимой амплитуды и фазы. На Рис.5÷6 показаны результаты, оптимизированные по амплитуде и фазе дополнительного ВЧ напряжения. На основе 2D расчетов стартовых параметров пучка реализована 3D модель катодно-сеточного узла и проведен траекторный анализ электронов в ускоряющей структуре (Рис. 6).

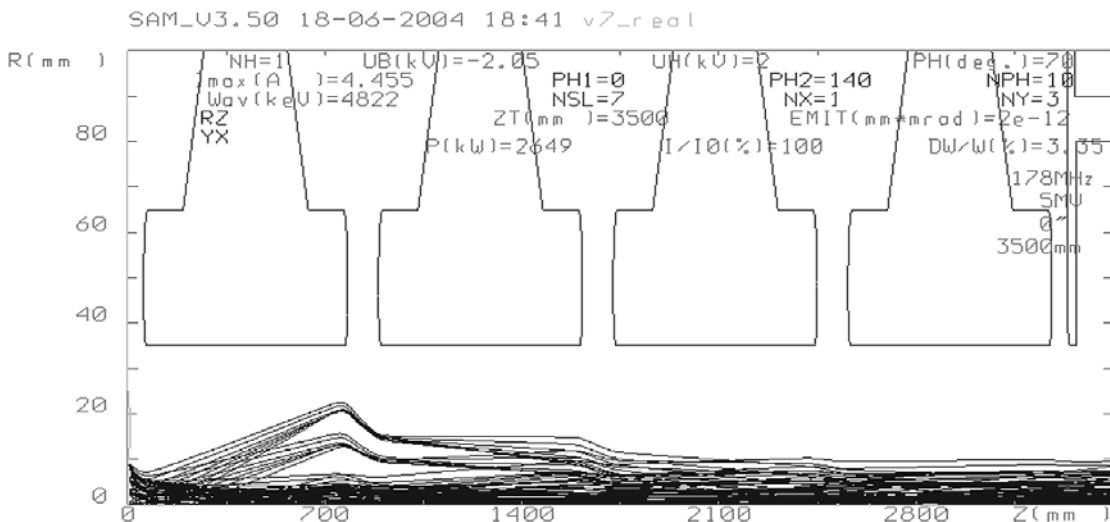


Рис. 6: Характерный вид траекторий электронов в ускорителе.

Эти расчеты позволили подобрать оптимальные величины периода и апертуры структуры, а также радиуса кривизны сферы катодно-сеточного узла.

Возможность сужения спектра электронов путем подачи на зазор сетка- катод дополнительного ВЧ напряжения была подтверждена экспериментально на ускорителе ИЛУ-10 (Рис. 7).

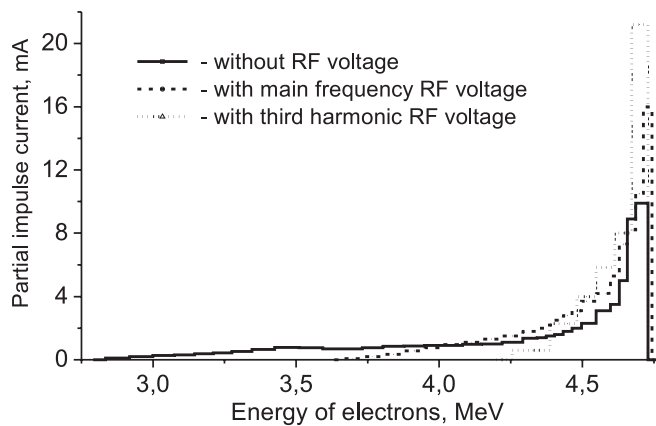


Рис. 7: Измеренные спектры электронного пучка на выходе ускорителя ИЛУ-10.

Внешний вид ускорителя ИЛУ-12 с системой линейного выпуска пучка в атмосферу показан на Рис. 8.

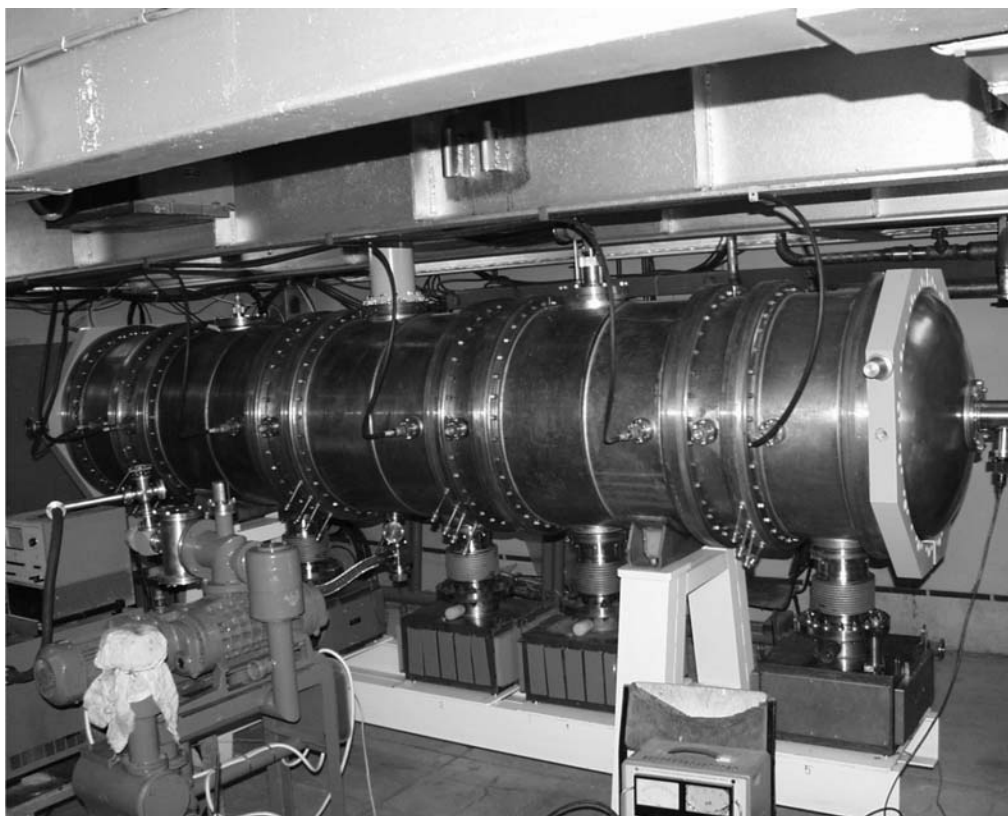


Рис. 8: Ускоритель ИЛУ-12 в бункере.

Экспериментально была проверена эффективность системы охлаждения резонаторов ускоряющей структуры при использовании ее в рабочем режиме реального промышленного ускорителя. В структуре реализовывался режим, при котором в ней выделялось 10 кВт средней мощности, что в 10 раз меньше, чем в рабочем режиме. Расход воды, охлаждающей структуру, также был специально уменьшен в 10 раз по сравнению с рабочим режимом и составлял 30 л/мин. Измерялась зависимость от времени перепада температуры воды на системе охлаждения коаксиальной части ускоряющей ячейки с максимальной удельной мощностью потерь (Рис. 9). Установившаяся разность температур составила немногим более 3°C .

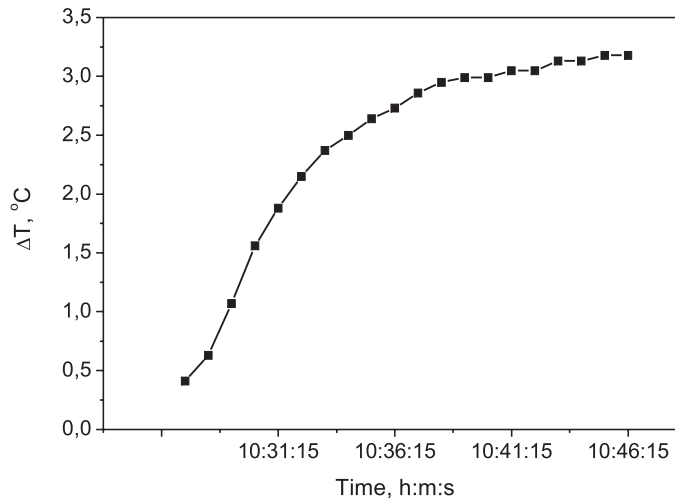


Рис. 9: Измеренная зависимость от времени перепада температуры воды в системе охлаждения коаксиальной части ускоряющей ячейки.

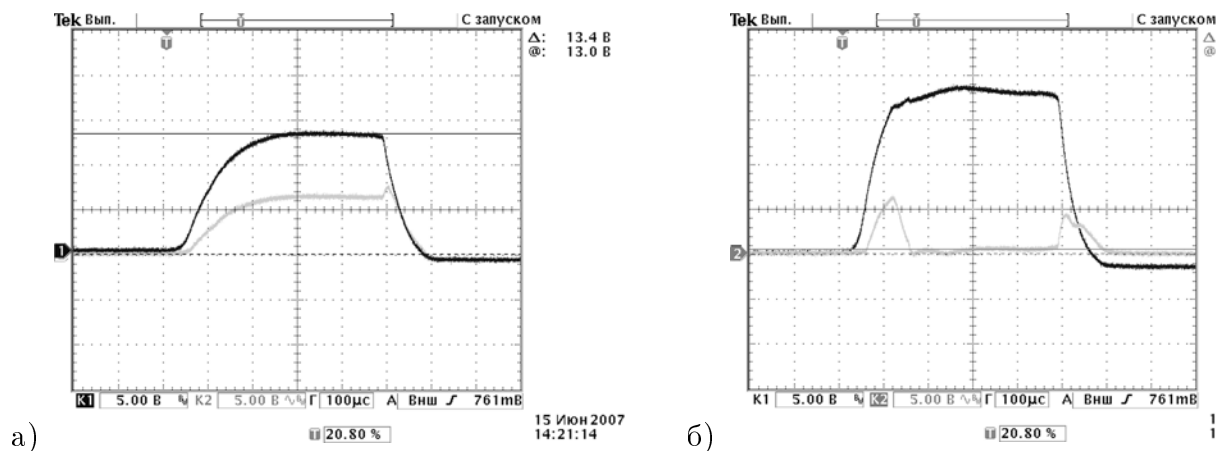


Рис. 10: Результаты измерения амплитуд падающей (черные кривые) и отраженной (серые кривые) волн при отсутствии (а) и при наличии (б) электронного пучка в структуре.

Далее для работы ускорителя с токами $\sim 450 \div 500$ мА была оптимизирована связь ускорителя с передающим фидером ВЧ генератора путем поворота петли связи. На Рис. 10а приведены результаты измерения амплитуд падающей и отраженной волн

при отсутствии пучка в структуре. Видно, что амплитуда отраженной волны достигает половины амплитуды падающей волны (рассогласованный режим, коэффициент отражения $\Gamma = 0.5$). На Рис. 10б приведены результаты измерений при токе пучка с катода 300 мА с подачей ВЧ напряжения на катод пушки. Амплитуда отраженной волны становится близкой к нулю (согласованный режим).

Измерение размера пятна пучка на выходе из ускоряющей структуры проводилось методом прожигания отверстия в фольге толщиной 0,25 мм. Фольга устанавливалась перед цилиндром Фарадея на расстоянии 1150 мм от выхода из структуры. Измерения размера пятна пучка проводились в двух режимах - без подачи и с подачей ВЧ напряжения на катод триодной ВЧ пушки. Импульсный ток пучка с катода в обоих режимах устанавливался одинаковым и равным 200 мА. Время экспозиции пучка на фольге подбиралось таким, чтобы достигнуть режима установившегося тока пучка на цилиндре Фарадея и составляло около 2 минут.

На Рис. 11 показано сравнение расчетных (картинки сверху) и экспериментальных (фотографии внизу) результатов по измерению поперечных размеров 200 мА пучка при разных режимах проводки пучка: слева без подачи и справа - с подачей ВЧ напряжения на катод триодной ВЧ пушки. Размер показанных квадратов 50x50 мм². С учетом хорошо видимого на фотографиях ореола пучка результаты измерений хорошо совпали с расчетами. Как и предсказывалось расчетами, пучок имеет максимальный размер в направлении, перпендикулярном направлению щелей сетки.

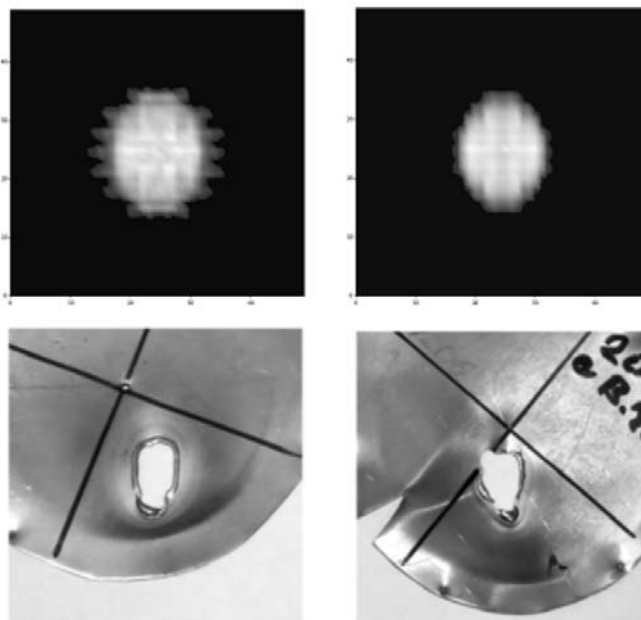


Рис. 11: Расчетные и экспериментальные результаты по измерению поперечных размеров пучка

Достигнутые параметры ускорителя ИЛУ-12.

- Импульсный ток с катода 350 мА
- Коэффициент токопрохождения пучка через ускоряющую структуру 95%
- Максимальная энергия электронов на выходе ускорителя 5 МэВ

- Максимальное напряжение на структуре соответствует энергии 7,5 МэВ
- Импульсная мощность пучка 1,5 МВт
- Электронный КПД ускоряющей структуры 67%
- Средняя мощность пучка электронов 24 кВт

8.2.3 Хоздоговорные работы и отработка новых технологий

Продолжались хоздоговорные работы по стерилизации и отработке новых радиационных технологий. Работы проводились на действующих ускорителях ИЛУ-6 и ИЛУ-10.

Проводилось облучение образцов материалов, полученных от других организаций. Проводились работы по радиационно-термическому синтезу сложных оксидных соединений.

В работах принимали участие:

В.Л. Ауслендер, А.А. Брызгин, В.В. Безуглов, Г.А. Глаголев, В.А. Горбунов, И.В. Горнаков, А.М. Молокоедов, Л.А. Воронин, М.В. Коробейников, А.Н. Лукин, И.Г. Макаров, С.А. Максимов, В.Е. Нехаев, Г.Н. Острейко, А.Д. Панфилов, В.В. Подобаев, В.И. Сербин, Г.В. Сердобинцев, А.В. Сидоров, В.В. Тарнецкий, М.А. Тиунов, В.О. Ткаченко, А.А. Тувик, Б.Л. Факторович, В.Г. Ческидов, А.М. Якутин.

Работа отражена в публикациях:

[111], [112], [288], [343], [344], [345], [346].

Глава 9

Физика для медицины

9.1 Работы по созданию основанного на ускорителе источника нейтронов для нейтронозахватной терапии и терапии быстрыми нейтронами

Физический проект нейтронного источника опубликован в журнале Nuclear Instruments and Methods in Physics Research A 413/2-3 (1998), 397-426.

Финансирование проекта в 2007 году осуществлялось в основном за счет гранта DOE-IPP, гранта МНТЦ, денег, заработанных по контрактам лабораторией 9-0 и, частично, из фонда Института. С 2007 года работа поддержана Министерством образования и науки РФ в рамках федеральной целевой программы “Проведение исследований с использованием уникальных стендов и установок”

Схема тандема приведена в отчёте ИЯФ за 2001г, а схема комплекса для нейтронной терапии и для поиска азотосодержащих веществ методом резонансного поглощения γ -квантов - в отчёте за 2004г.

1. Результаты, полученные в 2007г.

- Обеспечена надёжная работа источника отрицательных ионов водорода в составе комплекса. При токах пучка до 5 мА источник отработал более 90 рабочих смен.

- Продемонстрирована стабильная работа тандема в экспериментах по проводке и ускорению ионного пучка и при работе тандема на γ -образующую мишень.

- Проведены эксперименты по оценке максимального токопрохождения при напряжениях на тандеме, соответствующих параметрам создаваемого комплекса. При токе источника в 5 мА до области ускорения доведён ток в 3.2 мА (см. рис. 1, 2). На коллекторе, расположенном в 40 см от выхода из области ускорения тандема, получена мощность протонного пучка ~ 3.2 кВт при энергии пучка в 1.8 МэВ, что соответствует току пучка ~ 1.8 мА.

- Изготовлены и установлены элементы высокоэнергетического тракта (рис 5, 6), обеспечивающие подготовку и проводку протонного пучка до нейтронообразующей мишени.

- Введёна в эксплуатацию криогенная откачка газа обдирочной мишени, позволившая практически на порядок улучшить остаточное давление в области ускорения ионного пучка.

- Проведены эксперименты по освоению методики обнаружения азотосодержащих веществ методом резонансного поглощения гамма квантов (см. 2 и рис. 7, 8).

- Обсуждена и принята программа модернизации элементов комплекса для увеличения токопрохождения пучка от источника до приёмной мишени.

1.1 Низкоэнергетичный транспортный канал (НЭК) предназначен для транспортировки пучка и согласованного ввода в ускорительную структуру тандема (рис.1, 2). Он состоит из отдельно откачиваемого вакуумного канала, откачной и диагностической камер, двух коротких соленоидальных магнитных линз и двух пар магнитных корректоров. На выходе НЭК стоит диафрагма для защиты первого электрода тандема от засветки периферийной частью ионного пучка.

Для облегчения процедуры проводки пучка через НЭК на его входе и выходе установлены измерители положения пучка (ИПП). ИПП представляет из себя набор из электрически изолированных 5 горизонтальных и 5 вертикальных танталовых проволочек, натянутых с шагом 5 мм. Как показали эксперименты, прямые измерения ионного тока пучка на проволочки невозможны из-за большой вторичной эмиссии и наличия в окрестности ИПП ионизованной компоненты остаточного газа. Поэтому радиальный профиль пучка определяется по увеличению сопротивления проволочек ΔR , обусловленному нагревом пучком.

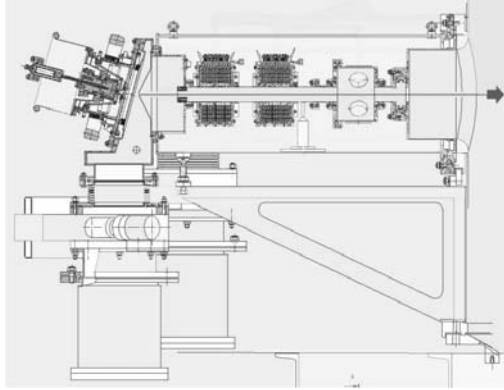


Рис. 1: Низкоэнергетичный транспортный канал и источник ионов (схема).

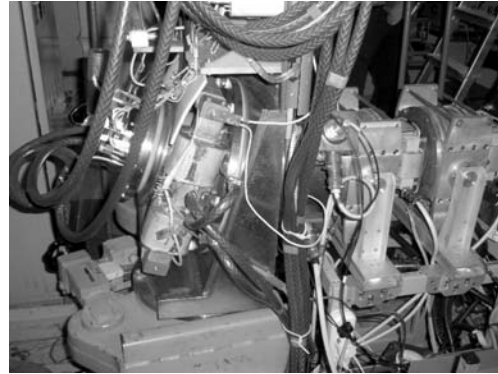


Рис. 2: Низкоэнергетичный транспортный канал и источник ионов.

Профиль тока пучка (по горизонтально натянутым проволочкам) показан на рис. 3. Проволочка №3 натянута вдоль диаметра НЭК.

В диагностической секции низкоэнергетичного транспортного канала размещен подвижный цилиндр Фарадея, совмещенный с двумерным измерителем профиля пучка. Этот измеритель представляет из себя матрицу 8x8 из маленьких электродов, размещенных за малыми отверстиями, соответственно просверленными в дне цилиндра. Данная система используется для измерения полного тока и для предварительного “прицеливания” пучком (рис.4).

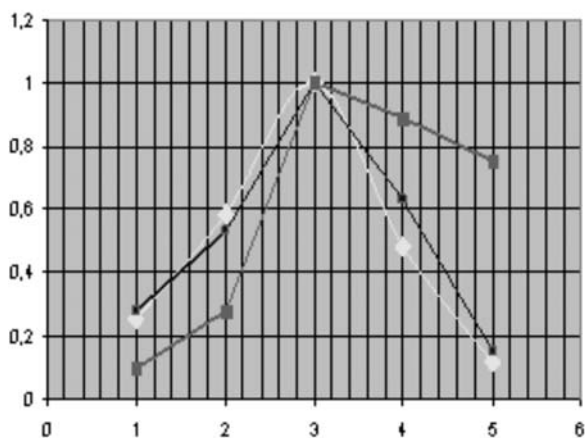


Рис. 3: Профиль тока пучка в вертикальном направлении для слегка различающихся углов поворота в источнике.

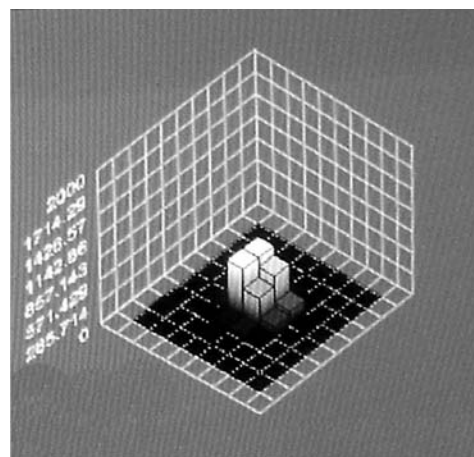


Рис. 4: Пример двумерного распределения тока пучка, centered around the axis of the channel.

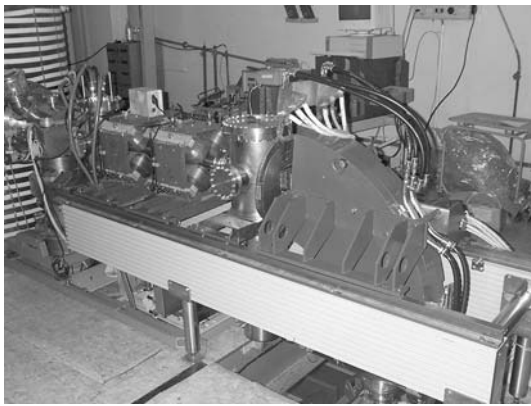


Рис. 5: Горизонтальная часть высокоэнергетического тракта: квадрупольные линзы, вакуумный объём для установки коллектора (углеродной мишени), поворотный магнит.

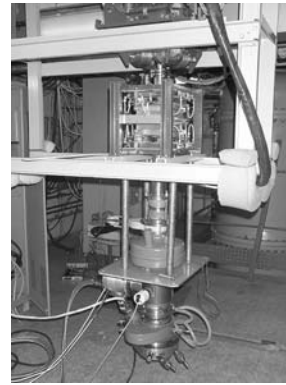


Рис. 6: Вертикальная часть высокоэнергетического тракта: квадрупольные линзы, узел развёртки протонного пучка, узел нейтронообразующей мишени.

1.2. Для генерации γ -квантов с энергией 9.17 МэВ, рождающихся в реакции $^{13}\text{C}(\rho, \gamma)^{14}\text{N}$, разработана толстая мишень из графита, обогащённая изотопом ^{13}C и способная принимать протонный пучок с плотностью мощности до 1 кВт/см^2 . Собрана система регистрации γ -квантов, включающая в себя γ -детекторы, специализированные АЦП, способные вести регистрацию спектров без мёртвого времени, свинцовую защиту и гониометр - поворотную платформу, способную позиционировать γ -детекторы с точностью 0.1° и позволяющую изучить угловое распределение γ -квантов. Проведены эксперименты, подтверждающие генерацию γ -квантов с энергией 9.17 МэВ и их резонансное поглощение в азоте.

На рис. 8 показано измеренное ослабление потока γ -квантов, проходящих сквозь 38 см жидкого азота, в зависимости от угла положения гониометра. Для сравнения приводится результат контрольного эксперимента, в котором γ -кванты проходят сквозь 38 см воды. Параметры пучка в экспериментах: $E_p = 1.82 \text{ МэВ}$, $I_p = 100\text{-}300 \text{ мкА}$. С помощью кривой возбуждения резонансных γ -квантов оценена нестабильность энергии протонов, она составляет 20 кэВ или $\sim 1\%$ от энергии пучка.

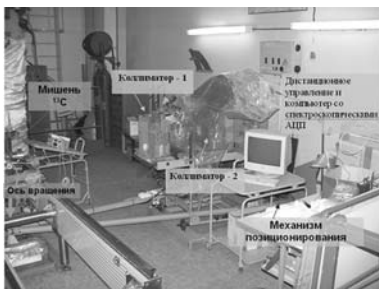


Рис. 7: Диагностика для регистрации резонансных γ -квантов.

Публикации:

[118], [119], [341], [358], [359], [360], [361], препринты 1, 2.

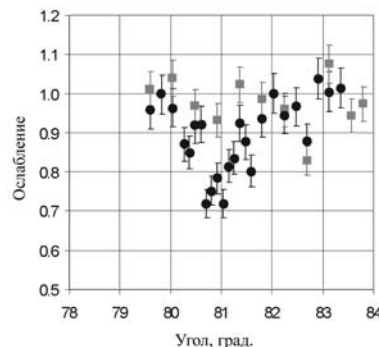


Рис. 8: Измеренные коэффициенты ослабления γ -квантов в случаях кюветы, заполненной жидким азотом (круги) и водой (квадраты); длина кюветы 38 см.

9.2 Детекторы рентгеновского излучения для медицины и досмотра людей

9.2.1 Малодозовая Цифровая Рентгенографическая Установка (МЦРУ) “Сибирь”

В 2007 г. создан новый детектор для МЦРУ “Сибирь” с пространственным разрешением 250 мкм. Детектор обладает более высокой эффективностью регистрации рентгеновского излучения (70%), что позволяет снизить дозу облучения при профилактических обследованиях легких, и является оптимальным для использования в современных сканирующих цифровых флюорографах. Произведено семь таких детекторов, которые поставлены в г. Орел (ЗАО “Научприбор”) для оснащения флюорографов ФМЦ-НП-О и в г. Актюбинск (завод “Актюбрентген”) для флюорографов “Санжар”. На базе нового детектора на ЗАО “Научприбор” г. Орел создан новый флюорограф ФМЦ-НП-О, отличающийся современным дизайном и высоким качеством изображения. (Рис.1) Были начаты работы по созданию нового многострочного газового детектора (кинестатический детектор) с разрешением до 4 п.л./мм. Получены первые обнадеживающие результаты. Применение кинестатического детектора позволит использовать микродозовую сканирующую технологию не только для создания флюорографов, но и рентгенодиагностических комплексов (РДК), где требуется повышенное разрешение при минимальном времени сканирования.



Рис. 1: Флюорограф ФМЦ-НП-О.

9.3 Система Рентгеновского Контроля (СРК) “Сибскан” для досмотра людей

В течение прошедшего года была запущена еще одна установка экспресс досмотра пассажиров СРК “Сибскан” (Рис. 2), установленная в секторе выхода № 4 а/п Толмачево. На ЗАО “Научприбор” г. Орел была создана модификация установки СРК “Сибскан” (Рис. 3) с более совершенным дизайном, обладающая повышенной надежностью. С одной из американских фирм заключен контракт на поставку 2-х установок СРК “Сибскан”. Установки отправлены в США.



Рис. 2: СРК, установленная в порту Толмачёво.



Рис. 3: Модифицированная установка СРК “Сибкан”.

9.4 Маммография

В 2007 году продолжалась разработка детекторов для цифровой маммографии. Были закончены испытания детектора содержащего четыре независимых и расположенных друг над другом МИК каждая с шагом электродов (полосок) 105 мкм и числом каналов 1792. Такая конструкция позволяет увеличить количество регистрируемых фотонов в 4 раза по сравнению с одной камерой. Испытания показали, что детектор обладает эффективностью около 72% для излучения трубки с вольфрамовым анодом при напряжении 40 кВ, что соответствует расчетному значению. Пространственное разрешение детектора составляет около 120 мкм и это позволяет наблюдать объекты с пространственной частотой до 5 пл/мм. Запуск установки для цифровой маммографии с этим детектором планируется в 2008 году.

Также в 2007 г. был закончен монтаж отдельных модулей детектора на основе GaAs. Каждый модуль представляет собой полосковый арсенид-галлиевый детектор с шагом полосок 200 мкм и 128 каналами, оснащенный электроникой регистрации. В дальнейшем такие модули будут смонтированы на специальной подложке в 2 ряда со смещением в 100 мкм, что позволит получить пространственное разрешение детектора порядка 100 мкм. Завершение монтажа этого детектора планируется в течение 2008 года.

Библиография

Список публикаций

- [1] *Боронина М.А., Вишнев В.А., Левичев Е.Б., Никитин С.А., Снытников В.Н.* Алгоритм для трехмерного моделирования ультрарелятивистских пучков. // Вычислительные методы и программирование, 2007, т.8, с.352-359.
- [2] *Smaluk V.* Discrete spectral analysis of beam oscillation. // NIM in Physics Research A, 2007, v.578, p.306314.
- [3] *Kiselev V.A., Muchnoi N.Yu., Meshkov O.I., Smaluk V.V., Zhilich V.N. and Zhuravlev A.N.* Beam energy spread measurement at the VEPP-4M electron-positron collider. // J. Inst., 2007, v.2, N06, p.06001.
- [4] *Anashin V.V., Aulchenko V.M., Baldin E.M., Barladyan A.K., Barnyakov A.Yu., Barnyakov M.Yu., Baru S.E., Bedny I.V., Beloborodova O.L., Blinov A.E., Blinov V.E., Bobrov A.B., Bobrovnikov V.S., Bogomyagkov A.V., Bondar A.E., Bondarev D.V., Buzykaev A.R., Cherepanov V.P., Eidelman S.I., Glukhovchenko Yu.M., Gulevich V.V., Karnaev S.E., Karpov G.V., Karpov S.V., Kiselev V.A., Kononov S.A., Kotov K.Yu., Kravchenko E.A., Kremyanskaya E.V., Kulikov V.F., Kurkin G.Ya., Kuper E.A., Levichev E.B., Maksimov D.A., Malyshev V.M., Maslennikov A.L., Medvedko A.S., Meshkov O.I., Mishnev S.E., Morozov I.I., Muchnoi N.Yu., Neufeld V.V., Nikitin S.A., Nikolaev I.B., Onuchin A.P., Oreshkin S.B., Orlov I.O., Osipov A.A., Peleganchuk S.V., Petrosyan S.S., Pivovarov S.G., Piminov P.A., Petrov V.V., Poluektov A.O., Pospelov G.E., Prisekin V.G., Ruban A.A., Sandryev V.K., Savinov G.A., Shamov A.G., Shatilov D.N., Shubin E.I., Shwartz B.A., Sidorov V.A., Simonov E.A., Sinyatkin S.V., Skovpen Yu.I., Skrinsky A.N., Smaluk V.V., Soukharev A.M., Struchalin M.V., Talyshev A.A., Tayursky V.A., Telnov V.I., Tikhonov Yu.A., Todyshev K.Yu., Tumaikin G.M., Usov Yu.V., Vorobiov A.I., Yushkov A.N., Zhilich V.N., Zhuravlev A.N.* New precise determination of the tau lepton mass at KEDR detector. // Nucl. Phys. B, Proc. Suppl., 2007, v.169, p.125-131 (Also in "Pisa 2006, Tau lepton physics" p.125-131; e-print: hep-ex/0611046).
- [5] *Краснов А.А., Семенов А.М., Достовалов Р.В.* Экспериментальные исследования активационных и газопоглощающих свойств нераспыляемого геттера системы ZrVFe. // Вакуумная техника и технология, 2007, вып.17, N4, с.310-312.
- [6] *Qiang Y., Rachek I., et al. (JLab Hall A Colla.).* A search for Σ_5^0 , N_5^0 and Θ^{++} pentaquark states. // Phys. Rev. C, 2007, v.75, p.055208.
- [7] *Rachek I.A., Barkov L.M., Belostotsky S.L., Dmitriev V.F., Dyug M.V., Gilman R., Holt R.J., Lazarenko B.A., Mishnev S.I., Nelyubin V.V., Nikolenko D.M., Osipov A.V., Potterveld D.H., Sadykov R.Sh., Shestakov Yu.V., Stibunov V.N., Toporkov D.K., de Vries H., and Zevakov S.A.* Measurement of tensor analyzing powers in deuteron photodisintegration. // Phys. Rev. Lett., 2007, v.98, p.182303. - <http://link.aip.org/link/prl/98/182303/pdf>.

- [8] *Danagoulian A., Nikolenko D.M., Rachek I., Shestakov Y., et al.* Compton scattering cross section on the proton at high momentum transfer. // *Phys. Rev. Lett.*, 2007, v.98, p.152001.
- [9] *Bennett G.W., ..., Fedotov G.V., Grigoriev D., Khazin B.I., Logashenko I., Redin S.I., Ryskulov N., Shatunov Yu.M., Solodov E., et al. (Muon G-2 Collab.)*. Statistical equations and methods applied to the precision muon (g-2) experiment at BNL. // *NIM A*, 2007, v.579, p.1096-1116.
- [10] *Аульченко В.М., Богданчиков А.Г., Ботов А.А., Бужин Д.А., Бужин М.А., Димова Т.В., Дружинин В.П., Король А.А., Кошуба С.В., Текутьев А.И., Усов Ю.В., Чекушкин Е.А.* Система сбора данных детектора СНД для экспериментов на ВЭПП-2000. // *ПТЭ*, 2007, N6, с.65-82.
- [11] *Achasov M.N., Beloborodov K.I., Berdyugin A.V., Bogdanchikov A.G., Bukin A.D., Bukin D.A., Dimova T.V., Druzhinin V.P., Golubev V.B., Korol A.A., Koshuba S.V., Pakhtusova E.V., Serednyakov S.I., Silagadze Z.K., and Vasiljev A.V.* Reanalysis of the $e^+ e^- \rightarrow \eta \gamma$ reaction cross section. // *Phys. Rev. D*, 2007, v.D76, p.077101.
- [12] *Achasov M.N., Beloborodov K.I., Berdyugin A.V., Bogdanchikov, A.G. Bukin A.D., Bukin D.A., Dimova T.V., Druzhinin V.P., Golubev V.B., Koop I.A., Korol A.A., Koshuba S.V., Pakhtusova E.V., Perevedentsev E.A., Serednyakov S.I., Shatunov Yu.M., Silagadze Z.K., Skrinsky A.N., Usov Yu.V., Vasiljev A.V.* Measurement of the $e^+ e^- \rightarrow K^+ K^-$ cross section in the energy range $s^{*(1/2)} = 1.04-1.38$ GeV with the SND detector at VEPP-2M $e^+ e^-$ collider. // *Phys. Rev. D*, 2007, v.D76, p.072012.
- [13] *Aulchenko V.M., Bogdanchikov A.G., Botov A.A., Bukin A.D., Bukin D.A., Dimova T.V., Druzhinin V.P., Filatov P.V., Golubev V.B., Kharlamov A.G., Korol A.A., Koshuba S.V., Obrazovsky A.E., Pakhtusova E.V., Serednyakov S.I., Sirotkin A.A., Usov Yu.V., Vasiljev A.V.* Spherical neutral detector tracking system for experiments at VEPP-2000 e^+e^- collider. // *NIM A*, 2007, v.581, N.1/2, p.115-118.
- [14] *Ачасов М.Н.* Измерение сечений процессов e^+e^- -аннигиляции в адроны на коллайдере ВЭПП-2М. // *Ядерная физика*, 2007, v.70, N.7, с.1276-1288.
- [15] *Silagadze Z.K.* Maxwell's demon through the looking glass. // *Acta Phys. Polon. B*, 2007, v.38, p.101-126. - e-print: physics/0608114.
- [16] *Silagadze Z.K.* Finding two-dimensional peaks. // *Письма в ЭЧАЯ*, 2007, v.4, N1(137), с.119-131. - e-print: physics/0402085.
- [17] *Blinov A.E., Blinov V.E., Bukin A.D., Druzhinin V.P., Golubev V.B., Kravchenko E.A., Onuchin A.P., Serednyakov S.I., Skovpen Yu.I., Solodov E.P., Yushkov A.N., et al. (BaBar Collab.)*. Measurement of branching fractions and mass spectra of $B \rightarrow K \pi \pi \gamma$. // *Phys. Rev. Lett.*, 2007, v.98, p.211804.
- [18] *Aubert B., ..., Blinov A.E., Blinov V.E., Bukin A.D., Druzhinin V.P., Golubev V.B., Kravchenko E.A., Onuchin A.P., Serednyakov S.I., Skovpen Yu.I., Solodov E.P., Yushkov A.N., et al. (BABAR Collab.)*. Measurements of $\Lambda(c)^+$ branching fractions of Cabibbo-suppressed decay modes involving Λ and Σ^0 . // *Phys. Rev. D*, 2007, v.75, N5, P.052002-1-11.
- [19] *Aubert B., ..., Blinov V.E., Bukin A.D., Druzhinin V.P., Golubev V.B., Onuchin A.P., Serednyakov S.I., Skovpen Yu.I., Solodov E.P., Todyshev K.Yu., et al. (BABAR Collab.)*. Observation of a charmed baryon decaying to $D^0 p$ at a mass near $2.94\text{-GeV}/c^{*2}$. // *Phys. Rev. Lett.*, 2007, v.98, N1, P.012001-1-7.

- [20] *Aubert B., ..., Blinov V.E., Bukin A.D., Druzhinin V.P., Golubev V.B., Onuchin A.P., Serednyakov S.I., Skovpen Yu.I., Solodov E.P., Todyshev K.Yu., et al. (BABAR Collab.)*. Observation of decays $B^0 \rightarrow D(s)^+ \pi^-$ and $B^0 \rightarrow D(s)^- K^+$. // *Phys. Rev. Lett.*, 2007, v.98, N8, P.081801-1-7.
- [21] *Blinov V.E., Bukin A.D., Druzhinin V.P., Golubev V.B., Onuchin A.P., Serednyakov S.I., Skovpen Yu.I., Solodov E.P., Todyshev K.Yu., et al. (BABAR Collab.)*. Study of inclusive B^- and anti- B^0 decays to flavor-tagged D , $D(s)$ and $\Lambda^+(c)$. // *Phys. Rev. D*, 2007, v.75, p.072002.
- [22] *Aubert B., ..., Blinov V.E., Bukin A.D., Druzhinin V.P., Golubev V.B., Onuchin A.P., Serednyakov S.I., Skovpen Yu.I., Solodov E.P., Todyshev K.Yu., et al. (BABAR Collab.)*. Search for the reactions $e^+ e^- \rightarrow \mu^+ \tau^-$ and $e^+ e^- \rightarrow e^+ \tau^-$. // *Phys. Rev. D*, 2007, v.75, N3, p.031103-1-8.
- [23] *Aubert B., ..., Blinov V.E., Bukin A.D., Druzhinin V.P., Golubev V.B., Onuchin A.P., Serednyakov S.I., Skovpen Yu.I., Solodov E.P., Todyshev K.Yu., et al. (BABAR Collab.)*. Measurement of the q^2 dependence of the hadronic form factor in $D^0 \rightarrow K^- e^+ \nu(e)$ decays. // *Phys. Rev. D*, 2007, v.76, N5, p.052005-1-19.
- [24] *Blinov V.E., Bukin A.D., Druzhinin V.P., Golubev V.B., Onuchin A.P., Serednyakov S.I., Skovpen Yu.I., Solodov E.P., Todyshev K.Yu., et al. (BABAR Collab.)*. Measurement of the pseudoscalar decay constant $f(D(s))$ using charm-tagged events in $e^+ e^-$ collisions at $s^{*2} = 10.58 \text{ GeV}$. // *Phys. Rev. Lett.*, 2007, v.98, p.141801.
- [25] *Aubert B., ..., Blinov V.E., Bukin A.D., Druzhinin V.P., Golubev V.B., Onuchin A.P., Serednyakov S.I., Skovpen Yu.I., Solodov E.P., Todyshev K.Yu., et al. (BABAR Collab.)*. Observation of $B \rightarrow \eta' K^*$ and evidence for $B^+ \rightarrow \eta'$ ρ^+ . // *Phys. Rev. Lett.*, 2007, v.98, N5, p.051802-1-7.
- [26] *Aubert B., ..., Blinov V.E., Bukin A.D., Druzhinin V.P., Golubev V.B., Onuchin A.P., Serednyakov S.I., Skovpen Yu.I., Solodov E.P., Todyshev K.Yu., et al. (BABAR Collab.)*. Improved measurements of the branching fractions for $B^0 \rightarrow \pi^+ \pi^-$ and $B^0 \rightarrow K^+ \pi^-$, and a search for $B^0 \rightarrow K^+ K^-$. // *Phys. Rev. D*, 2007, v.D75, N1, p.012008-1-9.
- [27] *Aubert B., ..., Blinov V.E., Bukin A.D., Druzhinin V.P., Golubev V.B., Onuchin A.P., Serednyakov S.I., Skovpen Yu.I., Solodov E.P., Todyshev K.Yu., et al. (BABAR Collab.)*. Measurement of the CP asymmetry and branching fraction of $B^0 \rightarrow \rho^0 K^0$. // *Phys. Rev. Lett.*, 2007, v.98, N5, p.051803-1-7.
- [28] *Aubert B., ..., Blinov V.E., Bukin A.D., Druzhinin V.P., Golubev V.B., Onuchin A.P., Serednyakov S.I., Skovpen Yu.I., Solodov E.P., Todyshev K.Yu., et al. (BABAR Collab.)*. Inclusive $\lambda^+(c)$ production in $e^+ e^-$ annihilations at $s^{*2} = 10.54 \text{ GeV}$ and in $\psi(4S)$ decays. // *Phys. Rev. D*, 2007, v.D75, N1, p.012003-1-16.
- [29] *Aubert B., ..., Blinov V.E., Bukin A.D., Druzhinin V.P., Golubev V.B., Onuchin A.P., Serednyakov S.I., Skovpen Yu.I., Solodov E.P., Todyshev K.Yu., et al. (BABAR Collab.)*. Observation of CP violation in $B^0 \rightarrow \eta' K^0$ decays. // *Phys. Rev. Lett.*, 2007, v.98, N3, p.031801-1-7.
- [30] *Aubert B., ..., Blinov V.E., Bukin A.D., Druzhinin V.P., Golubev V.B., Onuchin A.P., Serednyakov S.I., Skovpen Yu.I., Solodov E.P., Todyshev K.Yu., et al. (BABAR Collab.)*. Branching fraction measurement of $B^0 \rightarrow D^+ \pi^-$, $B^- \rightarrow D^0$

- pi- and isospin analysis of anti-B \rightarrow D(*) pi decays. // Phys. Rev. D, 2007, N3, p.031101-1-7.
- [31] Aubert B., ..., Blinov V.E., Bukin A.D., Druzhinin V.P., Golubev V.B., Onuchin A.P., Serednyakov S.I., Skovpen Yu.I., Solodov E.P., Todyshev K.Yu., et al. (BABAR Collab.). Search for lepton flavor violating decays tau \rightarrow l+ pi0, l+ eta, l+ eta-prime. // Phys. Rev. Lett, 2007, v.98, N6, p.061803-1-7.
- [32] Aubert B., ..., Blinov V.E., Bukin A.D., Druzhinin V.P., Golubev V.B., Onuchin A.P., Serednyakov S.I., Skovpen Yu.I., Solodov E.P., Todyshev K.Yu., et al. (BABAR Collab.). Vector-tensor and vector-vector decay amplitude analysis of B0 \rightarrow phi K*0. // Phys. Rev. Lett., 2007, v.98, N5, p.051801-1-7.
- [33] Aubert B., ..., Blinov V.E., Bukin A.D., Druzhinin V.P., Golubev V.B., Onuchin A.P., Serednyakov S.I., Skovpen Yu.I., Solodov E.P., Todyshev K.Yu., et al. (BABAR Collab.). Evidence for the Rare Decay B+ \rightarrow D+(s) pi0. // Phys. Rev. Lett, 2007, v.98, N17, p.171801-1-7.
- [34] Aubert B., ..., Blinov V.E., Bukin A.D., Druzhinin V.P., Golubev V.B., Onuchin A.P., Serednyakov S.I., Skovpen Yu.I., Solodov E.P., Todyshev K.Yu., et al. (BABAR Collab.). Measurement of B decays to phi K gamma. // Phys. Rev. D, 2007, v.75, N5, p.051102-1-8.
- [35] Aubert B., ..., Blinov V.E., Bukin A.D., Druzhinin V.P., Golubev V.B., Onuchin A.P., Serednyakov S.I., Skovpen Yu.I., Solodov E.P., Todyshev K.Yu., et al. (BABAR Collab.). Branching fraction measurements of B+ \rightarrow rho+ gamma, B0 \rightarrow rho0 gamma, and B0 \rightarrow omega gamma. // Phys. Rev. Lett., 2007, v.98, p.151802.
- [36] Aubert B., ..., Blinov V.E., Bukin A.D., Druzhinin V.P., Golubev V.B., Onuchin A.P., Serednyakov S.I., Skovpen Yu.I., Solodov E.P., Todyshev K.Yu., et al. (BABAR Collab.). Measurement of the B0 \rightarrow pi- l+ nu form-factor shape and branching fraction, and determination of |V(ub)| with a loose neutrino reconstruction technique. // Phys. Rev. Lett., 2007, v.98, N9, p.091801-1-7.
- [37] Aubert B., ..., Blinov V.E., Bukin A.D., Druzhinin V.P., Golubev V.B., Onuchin A.P., Serednyakov S.I., Skovpen Yu.I., Solodov E.P., Todyshev K.Yu., et al. (BABAR Collab.). Evidence for B0 \rightarrow rho0 rho0 decay and implications for the CKM angle alpha. // Phys. Rev. Lett., 2007, v.98, N11, p.111801-1-7.
- [38] Aubert B., ..., Blinov V.E., Bukin A.D., Druzhinin V.P., Golubev V.B., Onuchin A.P., Serednyakov S.I., Skovpen Yu.I., Solodov E.P., Todyshev K.Yu., et al. (BABAR Collab.). Measurements of CP-violating asymmetries in B0 \rightarrow a+(1) (1260) pi+ decays. // Phys. Rev. Lett., 2007, v.98, p.181803.
- [39] Aubert B., ..., Blinov V.E., Bukin A.D., Druzhinin V.P., Golubev V.B., Onuchin A.P., Serednyakov S.I., Skovpen Yu.I., Solodov E.P., Todyshev K.Yu., et al. (BABAR Collab.). Measurement of the B+ \rightarrow rho+ pi0 branching fraction and direct CP symmetry. // Phys. Rev. D., 2007, v.75, p.091103.
- [40] Aubert B., ..., Blinov V.E., Bukin A.D., Druzhinin V.P., Golubev V.B., Onuchin A.P., Serednyakov S.I., Skovpen Yu.I., Solodov E.P., Todyshev K.Yu., et al. (BABAR Collab.). Measurement of CP asymmetry in B0 \rightarrow K(s) pi0 pi0 decays. // Phys. Rev. D, 2007, v.76, p.071101-1-8.
- [41] Aubert B., ..., Blinov V.E., Bukin A.D., Druzhinin V.P., Golubev V.B., Onuchin A.P., Serednyakov S.I., Skovpen Yu.I., Solodov E.P., Todyshev K.Yu., et al.

- (*BABAR Collab.*). Observation of B^+ to $\rho^+ K^0$ and measurement of its branching fraction and charge asymmetry. // *Phys. Rev. D*, 2007, v.76, N1, p.011103-1-8.
- [42] *Aubert B., ..., Blinov V.E., Bukin A.D., Druzhinin V.P., Golubev V.B., Onuchin A.P., Serednyakov S.I., Skovpen Yu.I., Solodov E.P., Todyshev K.Yu., et al. (BABAR Collab.)*. Measurement of CP-violating asymmetries in $B^0 \rightarrow (\rho \pi)^0$ using a time-dependent Dalitz plot analysis. // *Phys. Rev. D*, 2007, v.76, N1, p.012004-1-21.
- [43] *Aubert B., ..., Blinov V.E., Bukin A.D., Druzhinin V.P., Golubev V.B., Onuchin A.P., Serednyakov S.I., Skovpen Yu.I., Solodov E.P., Todyshev K.Yu., et al. (BABAR Collab.)*. Observation of CP violation in $B^0 \rightarrow K^+ \pi^-$ and $B^0 \rightarrow \pi^+ \pi^-$. // *Phys. Rev. Lett.*, 2007, v.99, p.021603.
- [44] *Aubert B., ..., Blinov V.E., Bukin A.D., Druzhinin V.P., Golubev V.B., Onuchin A.P., Serednyakov S.I., Skovpen Yu.I., Solodov E.P., Todyshev K.Yu., et al. (BABAR Collab.)*. Search for the rare decay $B \rightarrow l^+ l^-$. // *Phys. Rev. Lett.*, 2007, v.99, N5, p.051801-1-7.
- [45] *Aubert B., ..., Blinov V.E., Bukin A.D., Druzhinin V.P., Golubev V.B., Onuchin A.P., Serednyakov S.I., Skovpen Yu.I., Solodov E.P., Todyshev K.Yu., et al. (BABAR Collab.)*. Measurement of the time-dependent CP asymmetry in $B^0 \rightarrow D^{(*)}(CP) h^0$ decays. // *Phys. Rev. Lett.*, 2007, v.99, p.081801.
- [46] *Aubert B., ..., Blinov V.E., Bukin A.D., Druzhinin V.P., Golubev V.B., Onuchin A.P., Serednyakov S.I., Skovpen Yu.I., Solodov E.P., Todyshev K.Yu., et al. (BABAR Collab.)*. Evidence for D^0 -anti- D^0 mixing. // *Phys. Rev. Lett.*, 2007, v.98, p.211802.
- [47] *Aubert B., ..., Blinov V.E., Bukin A.D., Druzhinin V.P., Golubev V.B., Onuchin A.P., Serednyakov S.I., Skovpen Yu.I., Solodov E.P., Todyshev K.Yu., et al. (BABAR Collab.)*. Measurement of the relative branching fractions of anti- $B \rightarrow D/D^*/D^{**} l^-$ anti- $\nu(l)$ decays in events with a fully reconstructed B meson. // *Phys. Rev. D*, 2007, v.76, N5, p.051101-1-8.
- [48] *Aubert B., ..., Blinov V.E., Bukin A.D., Druzhinin V.P., Golubev V.B., Onuchin A.P., Serednyakov S.I., Skovpen Yu.I., Solodov E.P., Todyshev K.Yu., et al. (BABAR Collab.)*. Production and decay of $\Omega^0(c)$. // *Phys. Rev. Lett.*, 2007, v.99, p.062001.
- [49] *Aubert B., ..., Blinov V.E., Bukin A.D., Druzhinin V.P., Golubev V.B., Onuchin A.P., Serednyakov S.I., Skovpen Yu.I., Solodov E.P., Todyshev K.Yu., et al. (BABAR Collab.)*. Search for neutral B-meson decays to $a_0 \pi$, $a_0 K$, $\eta \rho^0$, and ηf_0 . // *Phys. Rev. D*, 2007, v.75, p.111102.
- [50] *Aubert B., ..., Blinov V.E., Bukin A.D., Druzhinin V.P., Golubev V.B., Onuchin A.P., Serednyakov S.I., Skovpen Yu.I., Solodov E.P., Todyshev K.Yu., et al. (BABAR Collab.)*. The $e^+ e^- \rightarrow K^+ K^- \pi^+ \pi^-$, $K^+ K^- \pi^0 \pi^0$ and $K^+ K^- K^+ K^-$ cross-sections measured with initial-state radiation. // *Phys. Rev. D*, 2007, v.76, N1, p.012008-1-33. //
- [51] *Aubert B., ..., Blinov V.E., Bukin A.D., Druzhinin V.P., Golubev V.B., Onuchin A.P., Serednyakov S.I., Skovpen Yu.I., Solodov E.P., Todyshev K.Yu., et al. (BABAR Collab.)*. Measurement of decay amplitudes of $B \rightarrow \psi K^*$, $\psi(2S) K^*$, and $\chi(c1) K^*$ with an angular analysis. // *Phys. Rev. D*, 2007, v.76, N3, p.031102-1-8.
- [52] *Aubert B., ..., Blinov V.E., Bukin A.D., Druzhinin V.P., Golubev V.B., Onuchin A.P., Serednyakov S.I., Skovpen Yu.I., Solodov E.P., Todyshev K.Yu., et al.*

- (*BABAR Collab.*). Branching fraction and charge asymmetry measurements in $B \rightarrow J/\psi \pi^+ \pi^-$ decays. // *Phys. Rev. D*, 2007, v.76, N3, p.031101-1-9.
- [53] *Aubert B., ..., Blinov V.E., Bukin A.D., Druzhinin V.P., Golubev V.B., Onuchin A.P., Serednyakov S.I., Skovpen Yu.I., Solodov E.P., Todyshev K.Yu., et al. (BABAR Collab.)*. Amplitude analysis of the decay $D^0 \rightarrow K^- K^+ \pi^0$. // *Phys. Rev. D*, 2007, v.76, N1, p.011102-1-9.
- [54] *Aubert B., ..., Blinov V.E., Bukin A.D., Druzhinin V.P., Golubev V.B., Onuchin A.P., Serednyakov S.I., Skovpen Yu.I., Solodov E.P., Todyshev K.Yu., et al. (BABAR Collab.)*. Evidence of a broad structure at an invariant mass of 4.32 GeV/c² in the reaction $e^+ e^- \rightarrow \pi^+ \pi^- \psi(2S)$ measured at BaBar. // *Phys. Rev. Lett.*, 2007, v.98, p.212001.
- [55] *Aubert B., ..., Blinov V.E., Bukin A.D., Druzhinin V.P., Golubev V.B., Onuchin A.P., Serednyakov S.I., Skovpen Yu.I., Solodov E.P., Todyshev K.Yu., et al. (BABAR Collab.)*. Search for $B^0 \rightarrow \phi(K^+ \pi^-)$ decays with large $K^+ \pi^-$ invariant mass. // *Phys. Rev. D*, 2007, v.76, N5, p.051103-1-8.
- [56] *Aubert B., ..., Blinov V.E., Bukin A.D., Druzhinin V.P., Golubev V.B., Onuchin A.P., Serednyakov S.I., Skovpen Yu.I., Solodov E.P., Todyshev K.Yu., et al. (BABAR Collab.)*. Search for D^0 - anti- D^0 mixing using doubly flavor tagged semileptonic decay modes. // *Phys. Rev. D*, 2007, v.76, N1, p.014018-1-13.
- [57] *Aubert B., ..., Blinov V.E., Bukin A.D., Druzhinin V.P., Golubev V.B., Onuchin A.P., Serednyakov S.I., Skovpen Yu.I., Solodov E.P., Todyshev K.Yu., et al. (BABAR Collab.)*. Measurement of CP-violating asymmetries in $B^0 \rightarrow D^{(*)\pm} D^\mp$. // *Phys. Rev. Lett.*, 2007, v.99, N7, p.071801-1-7.
- [58] *Aubert B., ..., Blinov V.E., Bukin A.D., Druzhinin V.P., Golubev V.B., Onuchin A.P., Serednyakov S.I., Skovpen Yu.I., Solodov E.P., Todyshev K.Yu., et al. (BABAR Collab.)*. A study of $B^0 \rightarrow \rho^+ \rho^-$ decays and constraints on the CKM angle α . // *Phys. Rev. D*, 2007, v.76, N5, p.052007-1-21.
- [59] *Aubert B., ..., Blinov V.E., Bukin A.D., Druzhinin V.P., Golubev V.B., Onuchin A.P., Serednyakov S.I., Skovpen Yu.I., Solodov E.P., Todyshev K.Yu., et al. (BABAR Collab.)*. Search for the decay $B^+ \rightarrow \text{anti-}K^{*0}(892) K^+$. // *Phys. Rev. D*, 2007, v.76, p.071103-1-9.
- [60] *Aubert B., ..., Blinov V.E., Bukin A.D., Druzhinin V.P., Golubev V.B., Onuchin A.P., Serednyakov S.I., Skovpen Yu.I., Solodov E.P., Todyshev K.Yu., et al. (BABAR Collab.)*. Measurements of CP-violating asymmetries in the decay $B^0 \rightarrow K^+ K^- K^0$. // *Phys. Rev. Lett.*, 2007, v.99, N16, p.161802-1-7.
- [61] *Aubert B., ..., Blinov V.E., Bukin A.D., Druzhinin V.P., Golubev V.B., Onuchin A.P., Serednyakov S.I., Skovpen Yu.I., Solodov E.P., Todyshev K.Yu., et al. (BABAR Collab.)*. Branching fraction and CP-violation charge asymmetry measurements for B-meson decays to ηK^\pm , $\eta \pi^\pm$, η' K, η' π^\pm , ωK , and $\omega \pi^\pm$. // *Phys. Rev. D*, 2007, v.76, N3, p.031103-1-8.
- [62] *Aubert B., ..., Blinov V.E., Bukin A.D., Druzhinin V.P., Golubev V.B., Onuchin A.P., Serednyakov S.I., Skovpen Yu.I., Solodov E.P., Todyshev K.Yu., et al. (BABAR Collab.)*. A search for $B^+ \rightarrow \tau^+ \nu$ with hadronic B tags. // *Phys. Rev.*, 2007, v.D76, p.052002.
- [63] *Aubert B., ..., Blinov V.E., Bukin A.D., Druzhinin V.P., Golubev V.B., Onuchin A.P., Serednyakov S.I., Skovpen Yu.I., Solodov E.P., Todyshev K.Yu., et al.*

- (*BABAR Collab.*). Measurements of the branching fractions of $B^0 \rightarrow K^{*0} K^+ K^-$, $B^0 \rightarrow K^{*0} \pi^+ K^-$, $B^0 \rightarrow K^{*0} K^+ \pi^-$, and $B^0 \rightarrow K^{*0} \pi^+ \pi^-$. // *Phys. Rev. D*, 2007, v.76, p.071104.
- [64] *Aubert B., ..., Blinov V.E., Bukin A.D., Druzhinin V.P., Golubev V.B., Onuchin A.P., Serednyakov S.I., Skovpen Yu.I., Solodov E.P., Todyshev K.Yu., et al. (BABAR Collab.)*. Measurement of CP asymmetries in $B^0 \rightarrow K^0(S) \bar{K}^0(S) K^0(S)$ decays. // *Phys. Rev. D*, 2007, v.76, p.091101.
- [65] *Aubert B., ..., Blinov V.E., Bukin A.D., Druzhinin V.P., Golubev V.B., Onuchin A.P., Serednyakov S.I., Skovpen Yu.I., Solodov E.P., Todyshev K.Yu., et al. (BABAR Collab.)*. Improved measurement of CP violation in neutral B decays to c anti-c s. // *Phys. Rev. Lett.*, 2007, v.99, p.171803-1-7.
- [66] *Aubert B., ..., Blinov V.E., Bukin A.D., Druzhinin V.P., Golubev V.B., Onuchin A.P., Serednyakov S.I., Skovpen Yu.I., Solodov E.P., Todyshev K.Yu., et al. (BABAR Collab.)*. Search for prompt production of $\chi(c)$ and $X(3872)$ in e+e- annihilations. // *Phys. Rev. D*, 2007, v.76, p.071102.
- [67] *Aubert B., ..., Blinov V.E., Bukin A.D., Druzhinin V.P., Golubev V.B., Onuchin A.P., Serednyakov S.I., Skovpen Yu.I., Solodov E.P., Todyshev K.Yu., et al. (BABAR Collab.)*. Evidence for the $B^0 \rightarrow p \bar{p} K^{*0}$ and $B^+ \rightarrow \eta(c) K^{*+}$ decays and study of the decay dynamics of B meson decays into p anti-p h final states. // *Phys. Rev. D*, 2007, v.76, p.092004.
- [68] *Aubert B., ..., Blinov V.E., Bukin A.D., Druzhinin V.P., Golubev V.B., Onuchin A.P., Serednyakov S.I., Skovpen Yu.I., Solodov E.P., Todyshev K.Yu., et al. (BABAR Collab.)*. Study of $B^0 \rightarrow \pi^0 \pi^0$, $B^{+-} \rightarrow \pi^+ \pi^- \pi^0$, and $B^{+-} \rightarrow K^+ \pi^- \pi^0$ decays, and isospin analysis of $B \rightarrow \pi \pi$ decays. // *Phys. Rev. D*, 2007, v.76, p.091102.
- [69] *Aubert B., ..., Blinov V.E., Bukin A.D., Druzhinin V.P., Golubev V.B., Onuchin A.P., Serednyakov S.I., Skovpen Yu.I., Solodov E.P., Todyshev K.Yu., et al. (BABAR Collab.)*. Measurement of the $\tau \rightarrow K^- \pi^0 \nu(\tau)$ branching fraction. // *Phys. Rev. D*, 2007, v.76, N5, p.051104-1-6.
- [70] *Aubert B., ..., Blinov V.E., Bukin A.D., Druzhinin V.P., Golubev V.B., Onuchin A.P., Serednyakov S.I., Skovpen Yu.I., Solodov E.P., Todyshev K.Yu., et al. (BABAR Collab.)*. Observation of the decay $B^+ \rightarrow K^+ K^- \pi^+$. // *Phys. Rev. Lett.*, 2007, v.99, p.221801.
- [71] *Aubert B., ..., Blinov V.E., Bukin A.D., Druzhinin V.P., Golubev V.B., Onuchin A.P., Serednyakov S.I., Skovpen Yu.I., Solodov E.P., Todyshev K.Yu., et al. (BABAR Collab.)*. Search for the decay $B^+ \rightarrow K^+ \tau^+ \mu^-$. // *Phys. Rev. Lett.*, 2007, v.99, p.201801.
- [72] *Aubert B., ..., Blinov V.E., Bukin A.D., Druzhinin V.P., Golubev V.B., Onuchin A.P., Serednyakov S.I., Skovpen Yu.I., Solodov E.P., Todyshev K.Yu., et al. (BABAR Collab.)*. Measurement of $\cos 2\beta$ in $B^0 \rightarrow D^{(*)} h^0$ decays with a time-dependent Dalitz plot analysis of $D \rightarrow K^0(S) \pi^+ \pi^-$. // *Phys. Rev. Lett.*, 2007, v.99, p.231802.
- [73] *Aubert B., ..., Blinov V.E., Bukin A.D., Druzhinin V.P., Golubev V.B., Onuchin A.P., Serednyakov S.I., Skovpen Yu.I., Solodov E.P., Todyshev K.Yu., et al. (BABAR Collab.)*. The $e^+ e^- \rightarrow 2(\pi^+ \pi^-) \pi^0$, $2(\pi^+ \pi^-) \eta$, $K^+ K^- \pi^+ \pi^- \pi^0$ and $K^+ K^- \pi^+ \pi^- \eta$ cross sections measured with initial-state radiation. // *Phys. Rev. D*, 2007, v.76, p.092005.

- [74] *Aubert B., ..., Blinov V.E., Bukin A.D., Druzhinin V.P., Golubev V.B., Onuchin A.P., Serebnyakov S.I., Skovpen Yu.I., Solodov E.P., Todyshev K.Yu., et al. (BABAR Collab.). Study of $e^+ e^- \rightarrow \Lambda \text{ anti-}\Lambda, \Lambda \text{ anti-}\Sigma^0, \Sigma^0 \text{ anti-}\Sigma^0$ using initial state radiation with BABAR. // Phys. Rev. D, 2007, v.76, p.092006.*
- [75] *Golubev V.B., Skovpen Y.I. and Luth V.G. Extraction of $|V_{ub}|$ with reduced dependence on shape functions. // Phys. Rev. D, 2007, v.76, p.114003.*
- [76] *Bondar A., Buzulutskov A., Grebenuk A., Pavlyuchenko D., Snopkov R., Tikhonov Y., Kudryavtsev V., Lightfoot P., Spooner N. A two-phase argon avalanche detector operated in a single electron counting mode. // NIM, 2007, v.A574, N3, p.493-499.*
- [77] *Бузулуцков А.Ф. Детекторы излучений на основе газовых электронных умножителей (обзор). // ПТЭ, 2007, N3, с.5-30.*
- [78] *Bondar A., Buzulutskov A., Grebenuk A., Pavlyuchenko D., Snopkov R., Tikhonov Y. First results of the two-phase argon avalanche detector performance with CsI photocathode. // NIM A, 2007, v.581, N1/2, p.241-245.*
- [79] *Бондарь А.Е., Пахлов П.Н., Полуэктов А.О. Нарушение комбинированной четности в распадах В-мезонов. // Учебное пособие, НГУ, Физический факультет, 2007, 48с.*
- [80] *Kuzmin A., Anipko D, Arinstein K., Aulchenko V., Bedny I., Bondar A., Eidelman S., Epifanov D., Gabyshev N., Poluektov A, Garmash A.Yu., Krokovny P.P., Root N.I., Shwartz B., Usov Y., Zhilich V., et al. (Belle Collab.). Study of $\bar{B}^0 \rightarrow D^0 \pi^+ \pi^-$ decays. // Phys. Rev. D, 2007, v.76, N1, p.012006-1-11.*
- [81] *Epifanov D.A., Aulchenko V.M., Arinstein K.E., Bedny I.V., Bondar A.E., Eidelman S.I., Krokovny P.P., Kuzmin A.S., Shwartz B.A., Usov Yu.V., Vinokurova A.N., Zhilich V.N., et al. (The Belle Collab.). Study of $\tau^- \rightarrow K_S \pi^- \nu_\tau$ decay at Belle. // PLB, 654, 65, 2007.*
- [82] *Arinstein K.E., Eidelman S.I., Kuzmin A.S., Aulchenko V.M., Bedny I.V., Bondar A.E., Epifanov D.A., Krokovny P.P., Shwartz B.A., Usov Yu.V., Vinokurova A.N., Zhilich V.N., Zukova O.A., et al. (The Belle Collab.). Measurement of the ratio $B(D^0 \rightarrow \pi^+ \pi^- \pi^0)/B(D^0 \rightarrow K^- \pi^+ \pi^0)$ and the time-integrated CP asymmetry in $D^0 \rightarrow \pi^+ \pi^- \pi^0$. // To be submitted to PRL.*
- [83] *Krokovny P.P., Aulchenko V.M., Arinstein K.E., Bedny I.V., Bondar A.E., Eidelman S.I., Epifanov D.A., Gabyshev N.I., Garmash A.Yu., Kuzmin A.S., Root N.I., Shebalin V.E., Shwartz B.A., Usov Yu.V., Vinokurova A.N., Zhilich V.N., Zukova O.A., et al. (The Belle Collab.). Measurement of $B^+ \rightarrow D^+ D^0$ branching fraction and charge asymmetry and search for $B^0 \rightarrow D^0 D^0$. // To be submitted to PRD.*
- [84] *Бару С.Е., Давидик Т.С., Неустроев В.А., Украинцев Ю.Г., Юрченко Ю.Б. Цифровая рентгеновская антропометрия на малодозной цифровой рентгенографической установке "Сибирь": идеальный метод обследования опорно-двигательной системы. // Медицинский алфавит, 2007, N4. с.18-20.*
- [85] *Бару С.Е. Сканирующие системы - их свойства и место в современной медицинской рентгенографии. // Медицинский бизнес, 2007, N6(154), с.26-29.*
- [86] *Бару С.Е. Эффективный персональный досмотр - гарантия безопасности полетов. // Аэрокосмическое обозрение, 2007, N4, с.210-211.*

- [87] *Борисенко А.П., Раевский И.В., Украинцев Ю.Г., Юрченко Ю.Б.* Рентгенодиагностика на основе цифровых сканирующих технологий. // Медицинская визуализация, 2007, N2, с.130-134.
- [88] *Суслин В.П., Украинцев Ю.Г.* Оценка эффективной дозы облучения при досмотре авиапассажира на рентгенографическом сканере. // "Доза", АРНИ, 2007, N3, с.56-57.
- [89] *Украинцев Ю.Г.* Сканирующий метод цифровой рентгенографии лучевой диагностики. // Медицинский бизнес, 2007, вып.161, N13, с.28-29.
- [90] *Украинцев Ю.Г.* Транспортная безопасность и современные технологии досмотра пассажира. // Мир и безопасность, 2007, N6, с.8-11.
- [91] *Опорков М.А., Украинцев Ю.Г., Юрченко Ю.Б.* Медицинский дисплей как инструмент рентгеновской диагностики. Критерий выбора. // Медицинский алфавит: Радиология, 2007, N12, с.10-12.
- [92] *Украинцев Ю.Г.* Сканирующий метод рентгенографии при профилактических обследованиях органов грудной клетки. // Медицинский алфавит: Радиология, 2007, N12, с.36-37.
- [93] *Aulchenko V.M., Bukin M.A., Grebenkin S.S., Papushev P.A., Shekhtman L.I., Titov V.M., Vasiljev A.V., Zhulanov V.V.* A new one-coordinate gaseous detector for WAXS experiments (OD4). // NIM, 2007, v.575A, N1/2, p.251-254.
- [94] *Kuper K.E., Zedgenizov D.A., Ragozin A.L., Shatsky V.S., Porosev V.V., Zolotarev K.V., Babichev E.A., Ivanov S.A.* Three-dimensional distribution of minerals in diamondiferous eclogites, obtained by the method of high-resolution X-ray computed tomography. // NIM, 2007, v.575A, N1/2, p.255-258.
- [95] *Жмуриков Е.И., Романенко А.И., Логачев П.В., Губин К.В., Аникеева О.Б., Teschio Luigi.* Высокотемпературные испытания мелкозернистого плотного графита с целью прогноза времени жизни конвертора нейтронной мишени. // Поверхность, 2007, N2, с.5-8.
- [96] *Жмуриков Е.И., Романенко А.И., Булушева Л.Г., Аникеева О.Б., Лавская Ю.В., Окотруб А.В., Абросимов О.Г., Цыбуля С.В., Логачев П.В., Teschio L.* Исследование электронной структуры и свойств композитов на основе изотопа углерода ^{13}C . // Поверхность, 2007, N11, с.29-35.
- [97] *Davydenko V.I., Ivanov A.A., Kotelnikov I.A., Tiunov M.A.* Pierce electrodes for a multigap accelerating system. // NIM, 2007, v.576A, N2/3, P.259-265.
- [98] *Batnikov A., Briquez F., Chubar O., Churkin I., Couprie M.-E., Dael A., Ilyin I., Kolokolnikov Yu., Roux G., Rouvinski E., Semenov E., Steshov A., Valleau M., Vobly P.* Magnetic design and manufacture of elliptical undulators HU256. // NIM, 2007, v.575A, N1/2, p.29-32.
- [99] *Khrushev S.V., Kuper E.A., Lev V.H., Mezentssev N.A., Miginsky E.G., Repkov V.V., Shkaruba V.A., Syrovatin V.M., Tsukanov V.M.* Superconducting 63-pole 2T wiggler for Canadian light source. // NIM, 2007, v.575A, N1/2, p.38-41.
- [100] *Batnikov A.M., Dubrovin A.N., Ilyin I.V., Khavin N.G., Kholopov M.A., Shichkov D.S., Utkin A.V., Vagin P.V., Vobly P.D., Zubkov N.I.* Prototype of the permanent magnet wiggler for accelerator Petra III. // NIM, 2007, v.575A, N1/2, p.46-49.
- [101] *Batnikov A.M., Dubrovin A.N., Ilyin I.V., Khavin N.G., Shichkov D.S., Utkin A.V., Vagin P.V., Vobly P.D., Zubkov N.I.* Model of the permanent magnet wiggler for accelerator Petra III. // NIM, 2007, v.575A, N1/2, p.50-53.

- [102] *Gavrilov N.G., Knyazev B.A., Kolobanov E.I., Kotenkov V.V., Kubarev V.V., Kulipanov G.N., Matveenko A.N., Madvedev L.E., Miginsky S.V., Mironenko L.A., Oreshkov A.D., Ovchar V.K., Popik V.M., Salikova T.V., Scheglov M.A., Serednyakov S.S., Shevchenko O.A., Skrinsky A.N., Tcheskidov V.G., Vinokurov N.A.* Status of the Novosibirsk high-power terahertz FEL. // NIM, 2007, v.575A, N1/2, p.54-57.
- [103] *Fedotov M.G., Mishnev S.I.* Shadow radiography of detonation processes: VEPP-4 vs. VEPP-3. // NIM, 2007, v.575A, N1/2, p.259-261.
- [104] *Жуков М.О., Беликов О.В.* Источник питания корректирующих элементов ускорительной техники на базе цифрового сигнального процессора. // Журнал Вестник НГУ. Серия Физика. 2007. Том 2, выпуск 3, с.87-90.
- [105] *Орешонок В.В., Суханов Д.П.* Система контроля амплитуды и фазы высокочастотных сигналов для форинжектора ВЭПП-5. // Журнал Вестник НГУ. - Серия: Физика, Новосибирск, 2007, том 2, выпуск 3. с.91-94.
- [106] *Бублей А.В., Иванов А.В., Панасюк В.М., Пархомчук В.В., Рева В.Б., Сухина Б.Н., Туунов М.А.* Электронная пушка с управляемым профилем пучка для оптимизации электронного охлаждения ионов. // Журнал Вестник НГУ. - Серия: Физика, Новосибирск, 2007, том 2, выпуск 1. с.65-68.
- [107] *Anashin V.V., Aulchenko V.M., Baldin E.M., Barladyan A.K., Barnyakov A.Yu., Barnyakov M.Yu., Baru S.E., Bedny I.V., Beloborodova O.L., Blinov A.E., Blinov V.E., Bobrov A.B., Bobrovnikov V.S., Bogomyagkov A.V., Bondar A.E., Bondarev D.V., Buzykaev A.R., Cherepanov V.P., Eidelman S.I., Glukhovchenko Yu.M., Gulevich V.V., Karnaev S.E., Karpov G.V., Karpov S.V., Kiselev V.A., Kononov S.A., Kotov K.Yu., Kravchenko E.A., Kremyanskaya E.V., Kulikov V.F., Kurkin G.Ya., Kuper E.A., Levichev E.B., Maksimov D.A., Malyshev V.M., Maslennikov A.L., Medvedko A.S., Meshkov O.I., Mishnev S.E., Morozov I.I., Muchnoi N.Yu., Neufeld V.V., Nikitin S.A., Nikolaev I.B., Onuchin A.P., Oreshkin S.B., Orlov I.O., Osipov A.A., Peleganchuk S.V., Petrosyan S.S., Pivovarov S.G., Piminov P.A., Petrov V.V., Poluektov A.O., Pospelov G.E., Prisekin V.G., Ruban A.A., Sandyrev V.K., Savinov G.A., Shamov A.G., Shatilov D.N., Shubin E.I., Shwartz B.A., Sidorov V.A., Simonov E.A., Sinyatkin S.V., Skovpen Yu.I., Skrinsky A.N., Smaluk V.V., Soukharev A.M., Struchalin M.V., Talyshev A.A., Tayursky V.A., Telnov V.I., Tikhonov Yu.A., Todyshev K.Yu., Tumaikin G.M., Usov Yu.V., Vorobiov A.I., Yushkov A.N., Zhilich V.N., Zhuravlev A.N.* Measurement of the tau lepton mass at KEDR detector. // Письма в ЖЭТФ, 2007, v.85, N7/8, с.429-434; http://www.jetpletters.ac.ru/ps/1173/article_17708.shtml.
- [108] *Androsov V.P., Chernov K.N., Gvozd A.M., Karnaukhov I.M., Ostreyko G.N., Sedlyarov I.K., Telegin Yu.N.* RF-cavity for the X-ray generator NESTOR. // ВАНТ. Сер. Ядер.-физ. исслед, 2007, N5(48), с.151-155.
- [109] *Черепанов В.П.* Диагностика пучков заряженных частиц: Курс лекций. // НГУ, Новосибирск, 2007. 100с.
- [110] *Беликов О.В., Медведко А.С., Сингатуллин Ш.Р.* Привод для 6-фазного шагового двигателя. // Специализированный информационно-аналитический журнал "Силовая интеллектуальная электроника", N1(7) 2007, Новосибирск, с.27.
- [111] *Auslender V.L., Gornakov I.V., Radchenko V.M., Shtarklev E., Tkachenko V.O., Voronin L.A.* Electron beam forming system for irradiation of large diameter

- cylindrical products. // *Rad. Phys. Chem.*, 2007, v.76, N11-12, ISSN 0969-806X, p.1792-1794.
- [112] *Генералова В.В., Громов А.А., Ауслендер В.Л., Брызгин А.А., Воронин Л.А., Сидоров А.В.* Радиационно-технологические комплексы на основе импульсных высокочастотных ускорителей электронов ИЛУ. // Книга: Обеспечение единства измерений в радиационных технологиях /под общей редакцией П.А.Красовского. Менделеево.: ВНИИФТРИ. 2007, с.195-215.
- [113] *Lotov K. V.* Acceleration of positrons by electron beam-driven wakefields in a plasma. // *Phys. Plasmas*, v.14, N2, 2007, p.023101(1-5).
- [114] *Lotov K.V., and Tikhonovich V.S.* Numerical optimization of a plasma wakefield acceleration experiment. // *Phys. Rev., ST - Accel. Beams*, v.10, N5, 2007, p.051301(1-8).
- [115] *Timofeev I.V., Lotov K.V.* Relaxation of a relativistic electron beam in plasma in the trapping regime. // *ВАНТ, Серия "Физика плазмы"*, т.13, N1, 2007, с.46-48.
- [116] *Telnov V.I.* Ultimate parameters of the photon collider at the ILC. // *Pramana Journal of Physics* 69, N6, 2007, p.957.
- [117] *Telnov V.I.* Layout of the photon collider at the ILC. // *Pramana Journal of Physics* 69, N6, 2007, p.1177.
- [118] *Баянов Б.Ф., Журов Е.В., Таскаев С.Ю.* Измерение толщины литиевого слоя. // *Приборы и техника эксперимента* (в печати).
- [119] *Сорокин И.Н., Широков В.В.* Высоковольтные элементы ускорителя-тандема с вакуумной изоляцией. // *Приборы и техника эксперимента*, 2007, N6, с.5-10.
- [120] *Beklemishev A.D.* Bounce instability in a multiple-mirror trap. // *Proc. of 6th International Conference on Open Magnetic Systems for Plasma Confinement*, Tsukuba, Japan, July 17-21, 2006. - *Transactions of Fusion Science and Technology*, 2007, v.51, 2T, p.180.
- [121] *Kotelnikov I.A.* New results in the theory of multiple mirror plasma confinement. // *Transactions of Fusion Science and Technology*, 2007, v.51, p.186-189.
- [122] *Kotelnikov Igor, Romé Massimiliano, Pozzoli Roberto.* Relativistic equilibrium of nonneutral plasmas. // *Вестник НГУ*, 2007, том 2, N4, с.118-124.
- [123] *Kotelnikov Igor, Romé Massimiliano, Pozzoli Roberto.* On the relativistic cold fluid radial equilibrium of a nonneutral plasma. // *Physical Letters A* (2007), Available online 29 September 2007. - doi:10.1016/j.physleta.2007.09.058.
- [124] *Kotelnikov Igor, Romé Massimiliano, Pozzoli Roberto.* Relativistic cold fluid radial equilibrium of an annular nonneutral plasma. // *Physical Letters A* (2007), Available online 7 December 2007. - doi:10.1016/j.physleta.2007.11.061
- [125] *Davydenko V.I., Ivanov A.A., Kotelnikov I.A., Tiunov M.A.* Pierce electrodes for a multigap accelerating system. // *NIM*, 2007, v.576A, N2/3, P.259-265.
- [126] *Igor Kotelnikov, Massimiliano Romé, Roberto Pozzoli.* // *Ionization Adiabatic*. // *Physical Letters A*, 2007, v.366, N4-5, p.471-473. - doi:10.1016/j.physleta.2007.02.074
- [127] *Anikeev A.V., Bagryansky P.A., Ivanov A.A., Lizunov A.A., Murakhtin S.V., Prikhodko V.V., Solomakhin A.L. and Noack K.* Confinement of strongly anisotropic hot-ion plasma in a compact mirror. // *Journal of Fusion Energy*, 2007, v.26, p.103-107.

- [128] *Anikeev A.V., Bagryansky P.A., Deichuli P.P., Ivanov A.A., Kireenko A.V., Lizunov A.A., Murakhtin S.V., Prikhodko V.V., Solomakhin A.L., Sorokin A.V., Stupishin N.V., Collatz S. and Noack K.* The synthesized hot ion plasmoid experiment at GDT. // *Fusion Sciences and Technology*, 2007, v.51, N2T, p.79-81.
- [129] *Noack K., Rogov A., Anikeev A.V., Ivanov A.A., Kruglyakov E.P., Tsidulko Yu.A.* The GDT-based fusion neutron source as driver of a minor actinides burner. // *Annals of Nuclear Energy* (in press).
- [130] *Burdakov A.V., Ivanov A.A., Kruglyakov E.P.* Axially symmetric magnetic mirror traps. Status and Perspective. // *Fusion Science and Technology*, v.51, N2T, 2007, p.17-22.
- [131] *Burdakov A., Azhannikov A., Astrelin V., Beklemishev A., Burmasov V., Derevyankin G., Ivanenko V., Ivanov I., Ivantsivsky M., Kandaurov I., Konyukhov V., Kotelnikov I., Kovenya V., Kozlinskaya T., Kuklin K., Kuznetsov A., Kuznetsov S., Lotov K., Timofeev I., Makarov A., Mekler K., Nikolaev V., Popov S., Postupaev V., Polosatkin S., Rovenskikh A., Shoshin A., Shvab I., Sinitsky S., Yu.Sulyaev, Stepanov V., Trunynov Yu., Vyacheslavov L., Zhukov V., Zubairov Ed.* Plasma heating and confinement in GOL-3 multimirror trap. // *Fusion Science and Technology*, v.51, N2T, 2007, p.106-111.
- [132] *Burdakov A.V., Arzhannikov A.V., Astrelin V.T., Derevjankin G.E., Ivanov I.A., Ivantsivsky M.V., Mekler K.I., Polosatkin S.V., Postupaev V.V., Rovenskikh A.F., Sinitsky S.L., Sulyaev Yu.S., Trunev Yu.A., Shoshin A.A. and Zubairov E.R.* Anomalous fast heating of ions in GOL-3 facility. // *Fusion Science and Technology*, v.51, N2T, 2007, p.352-354.
- [133] *Burdakov A.V., Astrelin V.T., Ivanov I.A., Kapralov V.G., Kuklin K.N., Mekler K.I., Polosatkin S.V., Postupaev V.V., Rovenskikh A.F., Sergeev S.V., Shoshin A.A., Sulyaev Yu.S., Zubairov E.R.* Use of pellet injection technology at GOL-3 for plasma fueling and plasma-surface interaction research. // *Fusion Science and Technology*, v.51, N2T, 2007, p.355-357.
- [134] *Burdakov A.V., Ivanov I.A., Piffel V., Polosatkin S.V., Postupaev V.V., Rovenskikh A.F., Trunev Yu.A., Weinzettl V., Zubairov E.R.* Transverse losses and Zeff measurements at GOL-3 facility. // *Fusion Science and Technology*, v.51, N2T, 2007, p.358-360.
- [135] *Астрелин В.Т., Ковеня В.М., Козлинская Т.В.* Численное моделирование движения плазмы в магнитном поле. Двумерный случай. // *ПМТФ*, 2007, т.48, N3, с.121-132.
- [136] *Поступаев В.В., Судников А.В.* Магнитная диагностика плазменных колебаний в многопробочной ловушке ГОЛ-3. // *Вестник НГУ. - Серия: Физика*, Новосибирск, 2007, том 2, выпуск 3, с.62-67.
- [137] *Жуков В.П., Шваб И.В., Бурдаков А.В.* Численное моделирование винтовых возмущений в открытых ловушках с электронным пучком. // *ПМТФ*, 2007, т.48, N6, с.3-14.
- [138] *Аржанников А.В., Астрелин В.Т., Калинин П.В., Сеницкий С.Л., Степанов В.Д.* Одновременная генерация и транспортировка двух сильнооточных ленточных пучков. // *Вестник НГУ. - Серия: Физика*, Новосибирск, 2007 (в печати).
- [139] *Bennett G.W., ..., Druzhinin V.P., Fedotov G.V., Grigoriev D., Khazin B.I., Logashenko I., Redin S.I., Ryskulov N.M., Shatunov Yu.M., Solodov E., et al.*

- Statistical equations and methods applied to the precision muon (g-2) experiment at BNL. // NIM, A, 2007, v.579, N3, p.1096-1116.
- [140] *Полетика И.М., Иванов Ю.Ф., Голковский М.Г., Перовская М.В.* Структура и свойства покрытий, полученных электронно-лучевой наплавкой вне вакуума. // *ФиХОМ*, 2007, N6, с.48-56.
- [141] *Полетика И.М., Голковский М.Г., Перовская М.В., Крылова Т.А., Салимов Р.А., Гнюсов С.Ф., Гальченко Н.К.* Создание бифункциональных покрытий методом электронно-лучевой наплавки. // *Перспективные материалы*, 2007, N1, с.78-85.
- [142] *Fadin V.S., Fiore R. and Papa A.* On the coordinate representation of NLO BFK. // *Nucl. Phys. B*, 2007, v.769, p.108.
- [143] *Fadin V.S., Fiore R. and Papa A.* The dipole form of the quark part of the BFKL kernel. // *Phys. Lett. B*, 2007, v.647, p.179.
- [144] *Козлов М.Г., Резниченко А.В., Фадин В.С.* Квантовая хромодинамика при высоких энергиях. // *Вестник НГУ. - Серия: Физика*, 2007, том 2, выпуск 4, с.3-31.
- [145] *Bogdan A.V., Grabovsky A.V.* Radiative corrections to the Reggeized quark – Reggeized quark – gluon effective vertex. // *Nucl. Phys. B*, 2007, v.773, p.65-83.
- [146] *Fadin V.S., Fiore R., Grabovsky A.V., Papa A.* The dipole form of the gluon part of the BFKL kernel. // *Nucl. Phys. B*, 2007, v.784, p.49-71.
- [147] *Luscher A., Milstein A.I., Sushkov O.P.* Structure of the spin-glass state of $La_{2-x}Sr_xCuO_4$: the spiral theory. // *Phys. Rev. Lett.*, 2007, v.98, p.037001.
- [148] *Лу Р.Н., Мильштейн А.И.* Рождение e^+e^- пар в столкновении ультрарелятивистских ядер при промежуточных прицельных параметрах. // *ЖЭТФ*, 2007, т.131, N3, p.472-479.
- [149] *Luscher A., Milstein A.I., Sushkov O.P.* Effective action of the weakly doped t-J model and spin-wave excitations in the spin-glass phase of $La_{2-x}Sr_xCuO_4$. // *Phys. Rev. B*, 2007, v.75, p.235120.
- [150] *Di Piazza A., Milstein A.I., Keitel C.H.* Photon splitting in a laser field. // *Phys. Rev. A*, 2007, v.76, N3, p.032103-1-13.
- [151] *Boie H., Milstein A.I., et al.* Bremsstrahlung in alpha decay reexamined. // *Phys. Rev. Lett.*, 2007, v.99, p.022505.
- [152] *Dmitriev V.F., Milstein A.I.* Final state interaction effects in $N\bar{N}$ production near threshold. // *Phys. Lett. B*, 2007, v.658, p.13-16.
- [153] *Э.А. Бибердорф, Н.И. Попова.* Гарантированная точность современных алгоритмов линейной алгебры /отв. ред. А.М. Кудрявцев; Рос. акад. наук, Институт математики, Институт ядерной физики. - Новосибирск: Изд-во СО РАН, 2006. - 320с.
- [154] *Khatsymovsky V.M.* On the possibility of finite quantum Regge calculus. // *Phys. Lett. B*, v.651, 2007, p.388.
- [155] *Sokolov Valentin V., Benenti Giuliano, and Casati Giulio.* Quantum dephasing and decay of classical correlation functions in chaotic systems. // *Phys. Rev. E*, 2007, v.75, p.093702.
- [156] *Grozin A.G.* Lectures on QED and QCD: Practical calculation and renormalization of one- and multi-loop Feynman diagrams. - Singapore: World Scientific, 2007, 224p.

- [157] *Grozin A.G., Huber T., Maître D.* On one master integral for three-loop on-shell HQET propagator diagrams with mass. // JHEP, 2007, v.07, p.033.
- [158] *Grozin A.G., Marquard P., Piclum J.H., Steinhauser M.* Three-loop chromomagnetic interaction in HQET. // Nucl. Phys., 2008, v.B789, p.277-293. - e-print arXiv:0707.1388.
- [159] *Bekavac S., Grozin A.G., Seidel D., Steinhauser M.* Light quark mass effects in the on-shell renormalization constants. // JHEP, 2007, v.10, p.006.
- [160] *Khriplovich I.B.* Density of dark matter in Solar system and perihelion precession of planets. // Int. J. Mod. Phys. D, 2007, v.16, p.1475.
- [161] *Khriplovich I.B., Matvienko D.V.* Approximate selection rule for orbital angular momentum in atomic radiative transitions. // Phys. Lett. A, 2007, v.368, p.348.
- [162] *Хриплович И.Б.* Теоретический калейдоскоп, РХД. // Учеб. пособие, 2007. - НГУ, Новосибирск.
- [163] *Baier V.N. and Katkov V.M.* Рождение пары фотоном в сильном магнитном поле. // Phys. Rev. D, 2007, v.75, p.073009-1-12.
- [164] *Baier V.N. and Katkov V.M.* Когерентные и некогерентные процессы и ЛПМ эффект в ориентированных кристаллах при высоких энергиях. // Proceedings of SPIE, 2007, v.6634, p.3-18.
- [165] *Bondarenko A.V., Han Y.H., Jeong Y.U., Lee B.C., Miginsky S.V., Park S.H.* A compton X-ray source based on a SC linac at KAERI. // NIM, 2007, v.575A, N1/2, p.11-13.
- [166] *Ancharova U.V., Ancharov A.I., Lyakhov N.Z., Nemudry A.P., Pyatiletova E.B., Savinskaya O.A., Tsybulya S.V.* Application of synchrotron radiation for the study of nonstoichiometric oxygen-permeable perovskites by means of X-ray diffraction. // NIM, 2007, v.575A, N1/2, p.144-148.
- [167] *Ivanov K.V., Khokhlov D.A., Khrebtov I.A., Kulikov Yu.V., Malyarov V.G., Nikolenko A.D., Pindyurin V.F., Zerov V.Yu.* Characterization of the composite bolometer with a high-T/sub c/ superconductor thermometer for an absolute radiometer of synchrotron radiation. // NIM, 2007, v.575A, N1/2, p.272-275.
- [168] *Antokhin E.I., Gvozdev A.A., Kulipanov G.N., Logachev P.V., Mezentsev N.A., Panchenko V.E., Philipchenko A.V., Rakshun Y.V., Utkin A.V., Vinokurov N.A., Zolotarev K.V.* Compact hard X-ray synchrotron radiation source based on superconducting bending magnets. // NIM, 2007, v.575A, N1/2, p.1-6.
- [169] *Goldberg E.L., Zolotarev K.B., Maksimovskaya V.V., Kondratyev V.I., Ovchinnikov D.V., Naurzbaev M.M.* Correlations and fixation of some elements in tree rings. // NIM, 2007, v.575A, N1/2, p.196-198.
- [170] *Garmash A., Anipko D., Arinstein K., Aulchenko V., Bedny I., Bondar A., Eidelman S., Epifanov D., Kuzmin A., Poluektov A., Shwartz B., Sidorov V., Usov Y., Zhilich V., et al. (Belle Collab.).* Dalitz analysis of three-body charmless B/sab o/→K/sab o/ pi+pi- decay. // Phys. Rev. D, 2007, v.D75, N1, p.012006-1-10.
- [171] *Goldberg E.L., Phedorin M.A., Chebykin E.P., Zolotarev K.B., Zhuchenko N.A.* Decade-centenary resolution records of climate changes in East Siberia from elements in the bottom sediments of lake Baikal for the last 150 kyr. // NIM, 2007, v.575A, N1/2, p.193-195.

- [172] *Jeong Y.U., Kazakevitch G.M., Cha H.J., Park S.H., Lee B.C.* Demonstration of a wide-band compact free electron laser to the THz imaging of bio samples. // NIM, 2007, v.575A, N1/2, p.58-62.
- [173] *Park S.H., Lee J.Y., Lee K., Jeong Y.U., Lee B.C., Miginsky S., Bondarenko A.V.* Design study of the KAERI compton X-ray source depending on the laser intensity in the linear or non-linear regime. // NIM, 2007, v.575A, N1/2, p.17-21.
- [174] *Suetsugu Y., Kanazawa K., Shibata K., Shiral M., Bondar A.E., Kuzminykh V.S., Gorbousky A.I., Sonderegger K., Morii M., Kawada K.* Development of bellows and gate valves with a comb-type RF shield for high-current accelerators: Four-year beam test at KEK B-Factory. // NIM, 2007, v.78, N4, p.043302-1-7.
- [175] *Rogachev A.S., Gachon J.-C., Grigoryan H.E., Illekova E., Kochetov N.F., Nosyrev F.N., Sachkova N.V., Schuster J.C., Sharafutdinov M.R., Shkodich N.F., Tolochko B.P., Tsygankov P.A., Yagubova I.Y.* Diffraction of synchrotron radiation for in situ study of the heterogeneous reaction mechanisms in lamellar composites obtained by mechanical activation and magnetron sputtering. // NIM, 2007, v.575A, N1/2, p.126-129.
- [176] *Скринский А.Н., Пархомчук В.В., Куксанов Н.К.* Е,р - science. // Энергия-импульс, 2007, N3/4, с.9.
- [177] *Sharafutdinov M.R., Tolochko B.P., Sheromov M.A., Kondratyev V.I., Umnov A.I., Vazina A.A.* Elaboration of station DCSI at KCSR and NT for studies on structural dynamics of biological objects. // NIM, 2007, v.575A, N1/2, p.134-139.
- [178] *Bondarenko A.V., Han Y.H., Jeong Y.U., Lee B.C., Miginsky S.V., Park S.H.* Electron optics of a future SC ERL at KAERI. // NIM, 2007, v.575A, N1/2, p.14-16.
- [179] *Menushenkov A.P., Rakshun Ya.V.* EXAFS spectroscopy of quasicrystals. // Crystallography Reports, 2007, v.52, N6, p.1006-1013.
- [180] *Evdokov O.V., Kozyrev A.N., Litvinenko V.V., Lukianchikov L.A., Merzhievsky L.A., Prueel E.R., Ten K.A., Tolochko B.P., Zhogin I.L., Zubkov P.I.* High-speed X-ray transmission tomography for detonation investigation. // NIM, 2007, v.575A, N1/2, p.116-120.
- [181] *Somov A., Anipko D., Aulchenko V., Bedny I., Bondar A., Eidelman S., Kuzmin A., Shwartz B., Usov Y., Vinokurova A., et al. (Belle Collab.).* Improved measurement of CP-violating parameters in $B \rightarrow p+p-$ decays. // Phys. Rev. D, 2007, v.76, N1, p.011104-1-7.
- [182] *Pustovarov V., Ivanov V., Kirm M., Kikas A., Kooser K., Kaambre T., Kruzhalov A., Zinin E.* Inner-shell excitation of intrinsic luminescence and resonantly excited X-ray fluorescence at Be 1s edge in oriented BeO crystals. // NIM, 2007, v.575A, N1/2, p.172-175.
- [183] *Barnyakov A.Yu., Barnyakov M.Yu., Barutkin V.V., Bobrovnikov V.S., Buzykaev A.R., Gulevich V.V., Kononov S.A., Kravchenko E.A., Onuchin A.P., Tsigankov D.A.* Investigation and development of microchannel plate phototubes. // NIM, 2007, v.A572, N1, p.404-407.
- [184] *Vasserman I.B., Dejus R.J., Sasaki S., Xu J.Z., Trakhtenberg E.M., Milton S.V., Moog E.R., White M.M., Vinokurov N.A.* LCLS undulator-recent developments: Undulator tapering to compensate for particle energy loss (simulations, continuous case). First article measurements and tuning. // NIM, 2007, v.575A, N1/2, p.22-28.

- [185] *Drutskoy A., Anipko D., Arinstein K., Aulchenko V., Bedny I., Bondar A., Eidelman S., Epifanov D., Gabyshev N., Kuzmin A., Poluektov A., Shwartz B., Sidorov V., Usov Y., Zhilich V., et al. (Belle Collab.)*. Measurement of inclusive D/s , D/s^0 , and J/ψ rates and determination of the $B^{*s}/\text{anti } B^{*s}$ production fraction in b anti b events at the $\Upsilon(5S)$ resonance. // *Phys. Rev. Lett.*, 2007, v.98, N5, p.052001-1-6.
- [186] *Pakhlova G., Anipko D., Aulchenko V., Bedny I., Bondar A., Eidelman S., Gabyshev N., Kuzmin A., Poluektov A., Shwartz B., Usov Y., Zhilich V., et al. (Belle Collab.)*. Measurement of the near-threshold $e^+e^- \rightarrow D/s^{(*)} + D/s^{(*)}$ cross section using initial-state radiation. // *Phys. Rev. Lett.*, 2007, v.98, N9, p.092001-1-6.
- [187] *Drutskoy A., Belle Collab., Anipko D., Bedny I., Bondar A., Eidelman S., Gabyshev N., Kuzmin A., Usov Y., Vinokurova A., Zhilich V., Zhulanov V., et al. (Belle Collab.)*. Measurements of exclusive B/s^0 decays at the $Y(5S)$ resonance. // *Phys. Rev. D*, 2007, v.76, N1, p.012002-1-9.
- [188] *Miginsky S.V.* Minimization of space charge effect. // *NIM*, 2007, v.575A, N1/2, p.234-237.
- [189] *Urquijo P., Anipko D., Aulchenko V., Bondar A., Eidelman S., Gabyshev N., Kuzmin A., Shwartz B., Usov Y., Zhilich V., et al. (Belle Collab.)*. Moments of the electron energy spectrum and partial branching fraction of $B \rightarrow X/c + e \nu$ decays at the Belle detector. // *Phys. Rev. D*, 2007, v.D75, N3, p.032001-1-16.
- [190] *Bogomyagkov A.V., Gurko V.F., Zhuravlev A.N., Zubarev P.V., Kiselev V.A., Meshkov O.I., Muchnoi N.Yu., Selivanov A.N., Smaluk V.V., Khilchenko A.D.* New fast beam profile monitor for electron-positron colliders. // *RSI*, 2007, v.78, N4, p.043305-1-6.
- [191] *Petrov A.K., Kozlov A.S., Malyshkin S.B., Taraban M.B., Popik V.M., Scheglov M.A., Goriachkovskaya T.N., Peltek S.E.* Nondestructive transfer of complex molecular systems of various origins into aerosol phase by means of submillimeter irradiation of free-electron laser (FEL) of the Siberian center for photochemical research. // *NIM*, 2007, v.575A, N1/2, p.68-71.
- [192] *Abe K., Arinstein K., Aulchenko V., Bedny I., Bondar A., Eidelman S., Epifanov D., Gabyshev N., Krokovny P., Kuzmin A., Poluektov A., Shwartz B., Sidorov V., Zhilich V., et al. (Belle Collab.)*. Observation of a charmoniumlike state produced in association with a J/ψ in e^+e^- annihilation at radical $s=10.6$ GeV. // *Phys. Rev. Lett.*, 2007, v.98, N8, p.082001-1-6.
- [193] *Medvedeva T., Anipko D., Bondar A., Eidelman S., Gabyshev N., Usov Y., et al. (Belle Collab.)*. Observation of the decay $\text{anti } B/s^0 \rightarrow D/s^+ + \lambda \text{ anti } \rho$. // *Phys. Rev. D*, 2007, v.76, N5, p.051102-1-5.
- [194] *Chang M.-C., Anipko D., Arinstein K., Bedny I., Bondar A., Eidelman S., Gabyshev N., Kuzmin A., Shwartz B., Usov Y., et al. (Belle Collab.)*. Observation of the decay $B/s^0 \rightarrow J/\psi \eta$. // *Phys. Rev. Lett.*, 2007, v.98, N13, p.131803-1-5.
- [195] *Chen K.-F., Anipko D., Arinstein K., Aulchenko V., Bondar A., Eidelman S., Epifanov D., Kuzmin A., Shwartz B., Usov Y., Zhilich V., et al. (Belle Collab.)*. Observation of time-dependent CP violation in $B/s^0 \rightarrow \eta' K/s^0$ decays and improved measurements of CP asymmetries in $B/s^0 \rightarrow \phi K/s^0$, $K/s^0/s^0$, $K/s^0/s^0$ and $B/s^0 \rightarrow J/\psi K/s^0$ decays. // *Phys. Rev. Lett.*, 2007, v.98, N3, p.031802-1-6.

- [196] *Knyazev B.A., Kulipanov G.N., Vinokurov N.A.* Optical components, detectors and cameras for optical systems of user stations at a high-power terahertz FEL. // J. of the Korean Physical Society. - 2007, p.409-415.
- [197] *Phedorin M.A., Bobrov V.A., Zolotarev K.V.* Peat archives from Siberia: Synchrotron beam scanning with X-ray fluorescence measurements. // NIM, 2007, v.575A, N1/2, p.199-201.
- [198] *Sharafutdinov M.R., Korchagin M.A., Shkodich N.F., Tolochko B.P., Tsygankov P.A., Yagubova I.Yu.* Phases transformations in the Ni-Al system investigation by synchrotron radiation diffraction. // NIM, 2007, v.575A, N1/2, p.149-151.
- [199] *Chernyshev A.P., Lukyanchikov L.A., Lyakhov N.Z., Prueel E.R., Sheromov M.A., Ten K.A., Titov V.M., Tolochko B.P., Zhogin I.L., Zubkov P.I.* Physical-chemical model of nanodiamond formation at explosion. // NIM, 2007, v.575A, N1/2, p.72-74.
- [200] *Tolochko B.P., Titov V.M., Chernyshev A.P., Ten K.A., Prueel E.R., Zhogin I.L., Zubkov P.I., Lyakhov N.Z., Luk'anchikov L.A., Sheromov M.A.* Physical-chemical model of processes at detonation synthesis of nanodiamonds. // Diamond & Related Materials, 2007, v.16, N12, p.2014-2017.
- [201] *Den Hartog D.J., Ahn J.-W., Almagri A.F., Anderson J.K., Beklemishev A.D., Blair A.P., Bonomo F., Borchardt M.T., Brower D.L., Burke D.R., Cengher M., Chapman B.E., Choi S., Clayton D.J., Cox W.A., Combs S.K., Craig D., Cummings H.D., Davydenko V.I., Demers D.R., Deng B.H., Ding W.X., Ebrahimi F., Ennis D.A., Fiksel G., Foust C., Forest C.B., Franz P., Frassinetti L., Gangadhara S., Goetz J.A., Harvey R.W., Holly D.J., Hudson B.F., Ivanov A.A., Kaufman M.G., Kuritsyn A.V., Lizunov A.A., Lovell T.W., Magee R.M., Marrelli L., Martin P., McCollam K.J., Miller M.C., Mirnov V.V., Nonn P.D., O'Connell R., Oliva S.P., Piovesan P., Prager S.G., Predebon I., Reusch J.A., Sarff J.S., Svidzinski V.A., Tharp T.D., Thomas M.A., Tsidulko Yu.A., Wyman M.D., Yates T.* Recent improvements in confinement and beta in the MST reversed-field pinch. // Nucl. Fusion, 2007, v.47, N9, p.L17-L20.
- [202] *Barnyakov A.Yu., Barnyakov M.Yu., Beloborodov A.Yu., Bobrovnikov V.S., Buzykaev A.R., Danilyuk A.F., Golubev V.B., Gulevich V.V., Kirillov V.L., Kononov S.A., Kravchenko E.A., Onuchin A.P., Serednyakov S.I.* Results from R&D of Cherenkov detectors at Novosibirsk. // NIM A, 2007, v.581, N1/2, p.410-414.
- [203] *Aubert B., BaBar Collab., Blinov V.E., Bukin A.D., Druzhinin V.P., Golubev V.B., Onuchin A.P., Serednyakov S.I., Skovpen Yu.I., Solodov E.P., Todyshev K.Yu.* Search for $B^+ \rightarrow \tau^+ \text{upsilon}$. // Phys. Rev. D, 2007, v.76, N5, p.052002-1-12.
- [204] *Tajima O., Anipko D., Aulchenko V., Bedny I., Bondar A., Eidelman S., Gabyshev N., Kuzmin A., Shwartz B., Usov Y., Zhilich V., et. al. (Belle Collab.)* Search for invisible decay of the $\text{upsilon}(1S)$. // Phys. Rev. Lett., 2007, v.98, N13, p.132001-1-6.
- [205] *Pestrikov D.V.* Self-consistent dipole coherent oscillations of a coasting ion beam with strong space charge. // NIM. A, 2007, v.A578, N1, p.65-77.
- [206] *Kulipanov G.N., Ancharov A.I., Antokhin E.I., Baryshev V.B., Goldberg E.L., Goldenberg B.G., Knyazev B.A., Kolobanov E.I., Kriventsov V.V., Kubarev V.V., Matveenko A.N., Mezentsev N.A., Mishnev S.I., Nikolenko A.D., Panchenko V.E., Peltek S.E., Petrov A.K., Pindyurin V.F., Popik V.M., Sharafutdinov M.R., Scheglov M.A., Sheromov M.A., Shevchenko O.A., Shmakov A.N., Skrinsky A.N.,*

- Tolochko B.P., Vinokurov N.A., Vobly P.D., Zolotarev K.V.* Status and highlights of Siberian Synchrotron and Terahertz Radiation Center. // *Brilliant Light in Life and Material Sciences /V.Tsakanov, H.Wiedemann, eds. - Dordrecht, Springer, 2007, p.57-68.*
- [207] *Wang M.-Z., Anipko D., Bedny I., Bondar A., Eidelman S., Shwartz., Usov Y., Vinokurova A., Zhilich V., Zhulanov V., et al. (Belle Collab.).* Study of $B^+ \rightarrow \rho^0 \text{ anti } \lambda \text{ gamma}$, $\rho^0 \text{ anti } \lambda \text{ pi}^0$ and $B^0 \rightarrow \rho^0 \text{ anti } \lambda \text{ pi}^0$. // *Phys. Rev. D*, 2007, v.76, N5, p.052004-1-8.
- [208] *Park K.S., Anipko D., Arinstein K., Aulchenko V., Bedny I., Bondar A., Eidelman S., Epifanov D., Gabyshev N., Kuzmin A., Poluektov A., Schwartz B., Sidorov V., Zhilich V., et al. (Belle Collab.).* Study of the charmed baryonic decays $\text{anti } B^0 \rightarrow \sigma^{++} c^+$, $\text{anti } B^0 \rightarrow \sigma^+ c^+$ and $\text{anti } B^0 \rightarrow \sigma^0 c^+$. // *Phys. Rev. D*, 2007, v.D75, N1, p.011101-1-6.
- [209] *Merzhievsky L.A., Lukianchikov L.A., Prueel E.R., Ten K.A., Titov V.M., Tolochko B.P., Evdokov E.V., Zhogin I.L., Sheromov M.A.* Synchrotron diagnostics of shock-wave compression of aerogel. // *NIM*, 2007, v.575A, N1/2, p.121-125.
- [210] *Cherkassky V.S., Gerasimov V.V., Ivanov G.M., Knyazev B.A., Kulipanov G.N., Lukyanchikov L.A., Merzhievsky L.A., Vinokurov N.A.* Techniques for introscopy of condense matter in terahertz spectral region. // *NIM*, 2007, v.575A, N1/2, p.63-67.
- [211] *Abo-Bakr M., Budz P., Burkmann K., Churkin I., Durr V., Klein R.M., Kolbe J., Kramer D., Semenov E., Sinyatkin S., Steshov A., Rahn J., Rowinskiy E., Ulm G., Wustefeld G.* The magnets of the metrology light source in Berlin-Adlershof. // *NIM*, 2007, v.575A, N1/2, p.42-45.
- [212] *Rylov G.M., Fedorova E.N., Logvinova A.M., Pokhilenko N.P., Kulipanov G.N., Sobolev N.V.* The peculiarities of natural plastically deformed diamond crystals from "Internatsionalnaya" pipe (Yakutia). // *NIM*, 2007, v.575A, N1/2, p.152-154.
- [213] *Bazhanova V.V., Guljaeva L.F., Krasilnikov S.E., Titova V.S., Shaporenko A.D., Shulga Y.* Using XRF SR for the study of changes in elemental composition of healthy and pathological tissues of human organism. // *NIM*, 2007, v.575A, N1/2, p.206-209.
- [214] *Vinokurov N.A., Knyazev B.A., Kulipanov G.N., Matveenko A.N., Popik V.M., Cherkassky V.S., Scheglov M.A.* Visualization of radiation from a high-power terahertz free electron laser with a thermosensitive interferometer. // *Technical Phys.*, 2007, v.52, N7, p.911-919.
- [215] *Бродников А.Ф., Черепанов В.Я.* Анализ возможностей создания новых реперных и постоянных точек температурной шкалы. // *Приборы*, 2007, N8(86), с.15-19.
- [216] *Винокуров Н.А., Князев Б.А., Кулипанов Г.Н., Матвеевко А.Н., Попик В.М., Черкасский В.С., Щеглов М.А.* Визуализация излучения мощного терагерцового лазера на свободных электронах с помощью термочувствительного интерферометра. // *ЖТФ*, 2007, v.77, N7, с.91-100.
- [217] *Князев Б.А., Ан В., Блюм Г., Деулин Ю.А., Дорошжкин А.А., Матвеевко А.Н., Насыров К.А., Черкасский В.С.* Широкополосные мощные импульсные лазеры на красителях для каскадного возбуждения верхних состояний атома лития в сильном электрическом поле. // *Вестник НГУ. Сер.: Физика*, 2007, т.2, N4, с.102-112.

- [218] *Притулов А.М., Усманов Р.У., Гальцева О.В., Кондратьев А.А., Безуглов В.В., Сербин В.И.* Влияние степени компактирования порошковой смеси реагентов на твердофазный синтез пентаферрита лития. // Известия вузов. Физика, 2007, v.50, N2, с.82-86.
- [219] *Иванов А.А., Подыминогов А.А., Шиховцев И.В.* Высокочастотный ионный источник с повышенным содержанием протонов в пучке. // ЖТФ, 2007, v.77, N1, с.104-108.
- [220] *Песков Н.Ю., Гинзбург Н.С., Денисов Г.Г., Заславский В.Ю., Кузиков С.В., Сергеев А.С., Аржанников А.В., Калинин П.В., Синицкий С.Л., Титт М.* Демонстрация существования высокодобротных мод в центре резонансной полосы двумерных брэгговских структур. // Письма в ЖТФ, 2007, v.33, N3, с.46-56.
- [221] *Ягубова И.Ю., Григорян А.Э., Рогачев А.С., Шарафутдинов М.Р., Толочко Б.П., Цыганков П.А., Носырев А.Н.* Динамика фазообразования при нагреве многослойных нанопленок системы Ti-Al. // Известия РАН. - Сер. физическая, 2007, v.71, N2, с.278-279.
- [222] *Кулипанов Г.Н.* Изобретение В.Л.Гинзбургом ондуляторов и их роль в современных источниках синхротронного излучения и лазерах на свободных электронах. // УФН, 2007, v.177, N4, с.384-393.
- [223] *Байер В.Н., Барков Л.М., Бондарь А.Е., Диканский Н.С., Дмитриев В.Ф., Золоторев М.С., Кругляков Э.П., Кулипанов Г.Н., Скринский А.Н., Соколов В.В., Фадин В.С., Чириков Б.В.* Иосиф Бенционович Хриплович (к 70-летию со дня рождения). // УФН, 2007, v.177, N2, с.231.
- [224] *Бардаханов С.П., Корчагин А.И., Куксанов Н.К., Лаврухин А.В., Салимов Р.А., Фадеев С.Н., Черепков В.В.* Использование ускорителя электронов для получения нанопорошков испарением исходных веществ при атмосферном давлении. // Известия вузов. - Физика, 2007, v.50, N2, с.22-26.
- [225] *Бурдаков А.* Многопробочная ловушка ГОЛ. // Энергия-импульс, 2007, N1/2, с.2-4.
- [226] *Шошин А.А., Анжеев А.В.* Ловушка для термояда. // Наука из первых рук, 2007, N5(17), p.6-19.
- [227] *Бондарь А.Е., Пахлов П.Н., Полуэктов А.О.* Наблюдение СР-нарушения в распадах В-мезонов. // УФН, 2007, v.177, N7, с.697-720.
- [228] *Брызгин А.* Промышленные ускорители серии ИЛУ. // Энергия-импульс, 2007, N1/2, с.6.
- [229] *Менушенков А.П., Ракшун Я.В.* EXAFS-спектроскопия квазикристаллов. // Кристаллография, 2007, т.52, N6, с.1042-1050.
- [230] *Салимов Р.* Промышленные ускорители серии ЭЛВ. // Энергия-импульс, 2007, N1/2, с.5.
- [231] *Салимов Р.* Промышленные ускорители серии ЭЛВ. // Энергия-импульс, 2007, N1/2, с.5.
- [232] *Тен К.А., Евдоков О.В., Жогин И.Л., Жуланов В.В., Зубков П.И., Кулипанов Г.Н., Лукьянчиков Л.А., Мерзиевский Л.А., Пирогов Б.Я., Прууэл Э.Р., Титов В.М., Толочко Б.П., Шеромов М.А.* Распределение плотности во фронте детонации цилиндрических зарядов малого диаметра. // Физика горения и взрыва, 2007, v.43, N2, с.91-99.

- [233] *Петрова Е.В., Гольденберг Б.Г., Кондратьев В.И., Мезенцева Л.А., Пиндюрин В.Ф., Генцелев А.Н., Елисеев В.С., Лях В.В.* Создание рентгеношаблонов на толстой подложке для глубокой рентгеновской литографии. // *Поверхность*, 2007, N6, с.14-19.
- [234] *Корнеев В.Н., Сергиенко П.М., Шлектарев В.А., Аульченко В.М., Букин М.А., Титов В.М., Толочко Б.П., Шарафутдинов М.Р., Забелин А.В., Литвинов Е.И., Матюшин А.М., Станкевич В.Г., Шеромов М.А., Найда О.В., Вазина А.А.* Станция "D1CSI" на КЦСИиНТ. Определение оптимальных условий фомирования пучка СИ на базе цилиндрических рентгенооптических трансформаторов. // *Поверхность*, 2007, N2, с.57-63.
- [235] *Васильев В.В., Дворецкий С.А., Варавин В.С., Михайлов Н.Н., Марчишин И.В., Сидоров Ю.Г., Сусяков А.О., Овсяк В.Н., Бурмасов В.С., Попов С.С., Кругляков Э.П., Асеев А.Л.* Физико-технические основы микро- и оптоэлектроники. // *Автометрия*, 2007, v.43, N4, с.5-16.
- [236] *Шкодич Н.Ф., Кочетов Н.А., Рогачев А.С., Григорян А.Э., Шарафутдинов М.Р., Толочко Б.П.* Формирование кристаллической структуры интерметаллидов в механоактивированных системах Ni-Al, Ti-Al в процессе СВС. // *Известия РАН. Сер. Физическая*, 2007, v.71, N5, с.674-676.
- [237] *Герасимов В.В., Князев Б.А., Рудыч П.Д., Черкасский В.С.* Френелевское отражение в оптических элементах и детекторах для терагерцового диапазона. // *ПТЭ*, 2007, N4, с.103-108.

ДОКЛАДЫ НА КОНФЕРЕНЦИЯХ

- [238] *Petrov V.* Status of the VEPP-4M electron-positron collider. // Proc. of the Asian Particle Accelerator Conference (APAC'2007), Raja Ramanna Centre for Advanced Technology (RRCAT), Indore, India, January 29 - February 2, 2007. - <http://accelconf.web.cern.ch/AccelConf/a07/PAPERS/TUPMA008.PDF>.
- [239] *Bogomyagkov A., Nikitin S., Nikolaev I., Shamov A., Skrinisky A., Tumaikin G.* Central mass energy determination in high precision experiments on VEPP4-M MOOBKI01. // Proc. of the 22d Particle Accelerator Conference (PAC'07), June 25-29, 2007, Albuquerque, New Mexico, USA, p.63. - <http://accelconf.web.cern.ch/AccelConf/p07/PAPERS/MOOBKI01.PDF>.
- [240] *Milardi C., Alesini D., Bettoni S., Biagini M.E., Biscari C., Boni R., Boscolo M., Buonomo B., Clozza A., Monache G. Delle, Demma T., Di Pasquale E., Di Pirro G., Drago A., Gallo A., Ghigo A., Guiducci S., Iorio P., Ligi C., Marcellini F., Marchetti C., Mazzitelli G., Pellegrino L., Preger M., Quintieri L., Raimondi P., Ricci R., Rotundo U., Sanelli C., Serio M., Sgamma F., Spataro B., Stecchi A., Stella A., Tomassini S., Vaccarezza C., Zobov M., Levichev E., Nikitin S., Piminov P., Shatilov D., Fox J., Teytelman D.* DAΦNE setup and performances during the second FINUDA run. // Proc. of the 22d Particle Accelerator Conference (PAC'07), June 25-29, 2007, Albuquerque, New Mexico, USA, p.1457. - <http://pac07.org/proceedings/PAPERS/TUPAN033.PDF>.
- [241] *Biagini M.E., Alesini D., Babusci D., Boni R., Boscolo M., Bossi F., Buonomo B., Clozza A., Monache G.O. Delle, Demma T., Di Pirro G., Drago A., Gallo*

- A., Guiducci S., Ligi C., Marcellini F., Mazzitelli G., Milardi C., Murtas F., Pellegrino L., A. Preger, L. Quintieri, P. Raimondi, R. Ricci, U. Rotundo, C. Sanelli, G. Sensolini M., Serio M., Sgamma F., Spataro B., Stecchi A., Stella A., Tomassini S., Vaccarezza C., Zobov M. (INFN/LNF), Frascati (Roma), Bettoni S. (CERN, Geneva), Koop I., Levichev E., Piminov P.A., Shatilov D.N., Smaluk V.V. (BINP SB RAS, Novosibirsk), Ohmi K. (KEK, Ibaraki) DAΦNE Phi-factory upgrade for siddharta run. // Proc. of the 22d Particle Accelerator Conference (PAC'07), June 25-29, 2007, Albuquerque, New Mexico, USA, p.66-68. - <http://pac07.org/proceedings/PAPERS/MOObKI02.PDF>.*
- [242] *Boronina Marina, Vshivkov Vitaly, Levichev Evgeny, Nikitin Sergei, Snytnikov Valery.* 3D PIC method development for simulation of beam-beam effects in supercolliders. // Proc. of the 22d Particle Accelerator Conference (PAC'07), June 25-29, 2007, Albuquerque, New Mexico, USA. - Proceedings, THPAN060, p.3366-3368. - <http://pac07.org/proceedings/PAPERS/THPAN060.PDF>.
- [243] *Nikitin Sergei.* Quantum lower limit on scattering angle in the calculation of multiple Touschek-effect. // Talk on the IBS Mini Workshop, Cockcroft Institute, 28-29 August 2007, Daresbury.
- [244] *Nikitin Sergei.* Use of IBS in the precision experiments with polarized beams at VEPP-4M. // Talk on the IBS Mini Workshop, Cockcroft Institute, 28-29 August 2007, Daresbury.
- [245] *Kamerdzhiev V., Alexahin Y., Shiltsev V.D., Valishev A., Zhang X., Shatilov D.N.* Experimental and Simulation Studies of Beam-Beam Compensation with Tevatron Electron Lenses. 3D PIC method development for simulation of beam-beam effects in supercolliders. // Proc. of the 22d Particle Accelerator Conference (PAC'07), June 25-29, 2007, Albuquerque, New Mexico, USA, p.1703.
- [246] *Meshkov Oleg I., Kiselev Vladimir, Muchnoi Nikolai, Sinyatkin Sergey, Smaluk Victor, Zhilich Victor, Zhuravlev Andrey N. (BINP SB RAS, Novosibirsk).* Direct comparison of the methods of beam energy spread determination in the VEPP-4M Collider. // Proc. of 8th European Workshop on Beam Diagnostics and Instrumentation for Particle Accelerator (DIPAC'07), 20-23 May, 2007, Venice, Italy.
- [247] *Zhuravlev A., Glukhov S., Gurko V., Khilchenko A., Kiselev V., Kvashnin A., Levichev E., Meshkov O., Piminov P., Smaluk V., Zubarev P.* The VEPP-4M dynamic aperture determination through the precise measurement of the beam lifetime. // Proc. of 8th European Workshop on Beam Diagnostics and Instrumentation for Particle Accelerator (DIPAC'07), 20-23 May, 2007, Venice, Italy.
- [248] *Arrington J., Barkov L.M., Dmitriev V.F., Holt R.J., Lazarenko B.A., Mishnev S.I., Muchnoi N.Yu., Nikolenko D.M., Osipov A.V., Rachev I.A., Sadykov R.Sh., Shestakov Yu.V., Stibunov V.N., Toporkov D.K., de Vries H., and Zevakov S.A.* Two-photon exchange and elastic scattering of electrons/positrons on the proton. // XII Advance Research Workshop on High Energy Spin Physics (DSPIN-07), 3-7 September, 2007, Dubna, Russia. - Abstracts, p.26.
- [249] *Anashin V.V., Dostovalov R.V., Krasnov A.A., Ruzinov V.L.* Adsorption and desorption properties of TiZrV getter film at different temperatures in the presence of Synchrotron Radiation. // 17th International Vacuum Congress (IVC-17), 13th International Conference on Surface Science (ICSS-13): International Conference on Nano Science and Technology (ICN+T-2007), 2-6 July, 2007, Stockholm, Sweden.

- [250] *Anashin V.V., Dostovalov R.V., Krasnov A.A.* Pumping of H₂ and He by carbon fiber cryosorber at temperatures in the range from 10K to 20K. // 17th International Vacuum Congress (IVC-17), 13th International Conference on Surface Science (ICSS-13): International Conference on Nano Science and Technology (ICN+T-2007), 2-6 July, 2007, Stockholm, Sweden.
- [251] *Arrington J., Dmitriev V.F., Holt R.J., Nikolenko D.M., Rachek I.A., Shestakov Yu.V., Stibunov V.N., Toporkov D.K., de Vries H.* Two-photon exchange and elastic scattering of electrons/positrons on the proton. // Proc. of XI International Seminar on Electromagnetic Interactions of Nuclei, Moscow, 21-24 September, 2006. - Moscow, 2007, p.104-116.
- [252] *Aubert B., ..., Blinov V.E., Bukin A.D., Druzhinin V.P., Golubev V.B., Onuchin A.P., Serednyakov S.I., Skovpen Yu.I., Solodov E.P., Todyshev K.Yu., et al. (BABAR Collab.)*. Measurements of partial branching fractions for anti-B→X(u) l anti-nu and determination of |V(ub)|. // Presented at 23rd International Symposium on Lepton-Photon Interactions at High Energy (LP07), 13-18 August 2007, Daegu, Korea. - BABAR-PUB-07-051, SLAC-PUB-12713, August 2007. 7p. - e-print: arXiv:0708.3702 [hep-ex].
- [253] *Aubert B., ..., Blinov V.E., Bukin A.D., Druzhinin V.P., Golubev V.B., Onuchin A.P., Serednyakov S.I., Skovpen Yu.I., Solodov E.P., Todyshev K.Yu., et al. (BABAR Collab.)*. Measurements of the branching fractions of B₀→K*₀ K⁺ K⁻, B₀→K*₀ pi⁺ K⁻, B₀→K*₀ K⁺ pi⁻, and B₀→K*₀ pi⁺ pi⁻. // Presented at 23rd International Symposium on Lepton-Photon Interactions at High Energy (LP07), 13-18 August 2007, Daegu, Korea. - BABAR-PUB-07-055, SLAC-PUB-12746, August, 2007. 8p. - e-print: arXiv:0708.2543 [hep-ex].
- [254] *Aubert B., ..., Blinov V.E., Bukin A.D., Druzhinin V.P., Golubev V.B., Onuchin A.P., Serednyakov S.I., Skovpen Yu.I., Solodov E.P., Todyshev K.Yu., et al. (BABAR Collab.)*. Time-dependent Dalitz plot analysis of B₀→K₀(s) pi⁺ pi⁻. // Presented at 23rd International Symposium on Lepton-Photon Interactions at High Energy (LP07), 13-18 August, 2007, Daegu, Korea. - BABAR-CONF-2007-07-010, SLAC-PUB-12729, August 2007. 29p. - e-print: arXiv:0708.2097 [hep-ex].
- [255] *Aubert B., ..., Blinov V.E., Bukin A.D., Druzhinin V.P., Golubev V.B., Onuchin A.P., Serednyakov S.I., Skovpen Yu.I., Solodov E.P., Todyshev K.Yu., et al. (BABAR Collab.)*. Measurement of the B₀→X-(u) l⁺ nu(l) decays near the kinematic endpoint of the lepton spectrum and search for violation of isospin symmetry. // Presented at 23rd International Symposium on Lepton-Photon Interactions at High Energy (LP07), 13-18 August, 2007, Daegu, Korea. - BABAR-CONF-07-008, SLAC-PUB-12740, August 2007. 17p. - e-print: arXiv:0708.1753 [hep-ex].
- [256] *Aubert B., ..., Blinov V.E., Bukin A.D., Druzhinin V.P., Golubev V.B., Onuchin A.P., Serednyakov S.I., Skovpen Yu.I., Solodov E.P., Todyshev K.Yu., et al. (BABAR Collab.)*. Measurement of the branching fractions of exclusive anti-B→D/D*/D(*) pi l⁻ anti-nu(l) decays in events tagged by a fully reconstructed B meson. // Presented at 23rd International Symposium on Lepton-Photon Interactions at High Energy (LP07), 13-18 August, 2007, Daegu, Korea. - BABAR-CONF-07-009, SLAC-PUB-12735, August, 2007. 19p. - e-print: arXiv:0708.1738 [hep-ex].

- [257] *Aubert B., ..., Blinov V.E., Bukin A.D., Druzhinin V.P., Golubev V.B., Onuchin A.P., Serednyakov S.I., Skovpen Yu.I., Solodov E.P., Todyshev K.Yu., et al. (BABAR Collab.)*. Evidence for $b \rightarrow d$ gamma transitions from a sum of exclusive final states in the hadronic final state mass range $1.0\text{-GeV}/c^2 < M(X(d)) < 1.8\text{-GeV}/c^2$. // Presented at 23rd International Symposium on Lepton-Photon Interactions at High Energy (LP07), 13-18 August, 2007, Daegu, Korea. - BABAR-CONF-07-007, SLAC-PUB-12731, August, 2007. 16p. - e-print: arXiv:0708.1652 [hep-ex].
- [258] *Aubert B., ..., Blinov V.E., Bukin A.D., Druzhinin V.P., Golubev V.B., Onuchin A.P., Serednyakov S.I., Skovpen Yu.I., Solodov E.P., Todyshev K.Yu., et al. (BABAR Collab.)*. Measurement of branching fraction and CP asymmetries in $B \rightarrow D_0(\text{CP}) K^-$ decays. // Contributed to 23rd International Symposium on Lepton-Photon Interactions at High Energy (LP07), 13-18 August, 2007, Daegu, Korea. - BABAR-CONF-07-006, SLAC-PUB-12696, Aug 2007. 17p. - e-print: arXiv:0708.1534 [hep-ex].
- [259] *Aubert B., ..., Blinov V.E., Bukin A.D., Druzhinin V.P., Golubev V.B., Onuchin A.P., Serednyakov S.I., Skovpen Yu.I., Solodov E.P., Todyshev K.Yu., et al. (BABAR Collab.)*. Time-dependent analysis of the decay $B_0 \rightarrow \rho^0 \rho^0$. // Contributed to 23rd International Symposium on Lepton-Photon Interactions at High Energy (LP07), 13-18 August, 2007, Daegu, Korea. - BABAR-CONF-07-012, SLAC-PUB-12734, August, 2007. 20p. - e-print: arXiv:0708.1630 [hep-ex].
- [260] *Aubert B., ..., Blinov V.E., Bukin A.D., Druzhinin V.P., Golubev V.B., Onuchin A.P., Serednyakov S.I., Skovpen Yu.I., Solodov E.P., Todyshev K.Yu., et al. (BABAR Collab.)*. Measurement of the time-dependent CP asymmetry in $B_0 \rightarrow K^0 \gamma$ decays. // Contributed to 23rd International Symposium on Lepton-Photon Interactions at High Energy (LP07), 13-18 August, 2007, Daegu, Korea. - BABAR-CONF-07-005, SLAC-PUB-12732, Aug 2007. 14p. - e-print: arXiv:0708.1614 [hep-ex].
- [261] *Aubert B., ..., Blinov V.E., Bukin A.D., Druzhinin V.P., Golubev V.B., Onuchin A.P., Serednyakov S.I., Skovpen Yu.I., Solodov E.P., Todyshev K.Yu., et al. (BABAR Collab.)*. Search for the rare charmless hadronic decay $B^+ \rightarrow a^0 \pi^0$. // Presented at 23rd International Symposium on Lepton-Photon Interactions at High Energy (LP07), 13-18 August, 2007, Daegu, Korea. - BABAR-PUB-07-035, SLAC-PUB-12705, August 2007. 8p.
- [262] *Aubert B., ..., Blinov V.E., Bukin A.D., Druzhinin V.P., Golubev V.B., Onuchin A.P., Serednyakov S.I., Skovpen Yu.I., Solodov E.P., Todyshev K.Yu., et al. (BABAR Collab.)*. Observation of the decay $B^+ \rightarrow K^+ K^- \pi^+$. // BABAR-PUB-07-041, SLAC-PUB-12702, Aug 2007. 7p. Contributed to International Europhysics Conference on High Energy Physics (EPS-HEP2007), 19-25 July, 2007, Manchester, England. - e-print: arXiv:0708.0376 [hep-ex].
- [263] *Aubert B., ..., Blinov V.E., Bukin A.D., Druzhinin V.P., Golubev V.B., Onuchin A.P., Serednyakov S.I., Skovpen Yu.I., Solodov E.P., Todyshev K.Yu., et al. (BABAR Collab.)*. A study of B-meson decays to $\eta(c) K^*$ and $\eta(c) \gamma K^*$. // SLAC-PUB-12665, BABAR-CONF-07-001, Jul 2007. 8p. - Contributed to International Europhysics Conference on High Energy Physics (EPS-HEP2007), 19-25 July, 2007, Manchester, England. - e-print: arXiv:0707.2843 [hep-ex].

- [264] *Aubert B., ..., Blinov V.E., Bukin A.D., Druzhinin V.P., Golubev V.B., Onuchin A.P., Serednyakov S.I., Skovpen Yu.I., Solodov E.P., Todyshev K.Yu., et al. (BABAR Collab.)*. Measurement of the semileptonic decays $B \rightarrow D$ tau- anti-nu(ta and $B \rightarrow D^*$ tau- anti-nu(tau). // Presented at International Europhysics Conference on High Energy Physics (EPS-HEP2007), 19-25 July 2007, Manchester, England. - SLAC-PUB-12675, BABAR-CONF-07-004, July, 2007. 7p. - e-print: arXiv:0707.2758 [hep-ex].
- [265] *Aubert B., ..., Blinov V.E., Bukin A.D., Druzhinin V.P., Golubev V.B., Onuchin A.P., Serednyakov S.I., Skovpen Yu.I., Solodov E.P., Todyshev K.Yu., et al. (BABAR Collab.)*. Measurement of moments of the hadronic-mass and energy spectrum in inclusive semileptonic anti- $B \rightarrow X(c) l$ - anti-nu decays. // Contributed to International Europhysics Conference on High Energy Physics (EPS-HEP2007), 19-25 July, 2007, Manchester, England. - SLAC-PUB-12668, BABAR-CONF-07-003, Jul 2007. 21p. - e-print: arXiv:0707.2670 [hep-ex].
- [266] *Aubert B., ..., Blinov V.E., Bukin A.D., Druzhinin V.P., Golubev V.B., Onuchin A.P., Serednyakov S.I., Skovpen Yu.I., Solodov E.P., Todyshev K.Yu., et al. (BABAR Collab.)*. Measurement of the decay $B \rightarrow D^*0 e$ - anti-nu. // Contributed to International Europhysics Conference on High Energy Physics (EPS-HEP2007), 19-25 July, 2007, Manchester, England. - SLAC-PUB-12667, BABAR-CONF-07-002, Jul 2007. 8p. - e-print: arXiv:0707.2655 [hep-ex].
- [267] *Aubert B., ..., Blinov V.E., Bukin A.D., Druzhinin V.P., Golubev V.B., Onuchin A.P., Serednyakov S.I., Skovpen Yu.I., Solodov E.P., Todyshev K.Yu., et al. (BABAR Collab.)*. Measurement of the hadronic form-factor in $D0 \rightarrow K^- e^+ \nu(e)$ 1. // Presented at 42nd Rencontres de Moriond on QCD and Hadronic Interactions, 17-24 March, 2007, La Thuile, Italy. - e-print: arXiv:0704.0020 [hep-ex].
- [268] *Druzhinin V.P.* Study of e^+e^- annihilation at low energies. // Invited Talk at 23rd International Symposium on Lepton-Photon Interactions at High Energy (LP07), 13-18 August, 2007, Daegu, Korea. - e-print: arXiv:0710.3455 [hep-ex].
- [269] *Serednyakov S.* Studies of exclusive $e^+e^- \rightarrow$ hadrons reactions with baryons or strange particles using initial state radiation at BaBar. // XII International Conference on Hadron Spectroscopy (Hadron07), October 8-13, 2007, Frascati, Italy.
- [270] *Druzhinin V.P.* Study of e^+e^- annihilation at low energies. // Invited Talk at 23rd International Symposium on Lepton-Photon Interactions at High Energy (LP07), 13-18 August, 2007, Daegu, Korea. - arXiv:0710.3455 [hep-ex].
- [271] *Serednyakov S.I.* Studies of Exclusive $e^+ e^- \rightarrow$ hadrons reactions with baryons or strange particles using initial state radiation at BaBar. // Presented at XII International Conference on Hadron Spectroscopy (Hadron07), 8-13 October, 2007, Frascati, Italy.
- [272] *Bondar A., Buzulutskov A., Grebenuk A., Pavlyuchenko D. (speaker), Snopkov R., Tikhonov Y.* First results of the two-phase argon avalanche detector performance with CsI photocathode. // Proc. of 11th Intern. Vienna Conf. on Instrumentation (VCI), February 19-24, 2007, Vienna, Austria. /G.Badurek e.a., eds. - Amsterdam, Elsevier, 2007, p.241-245.
- [273] *Bondar A., Buzulutskov A. (speaker), Grebenuk A., Pavluchenko D., Snopkov R., Tikhonov Y.* Cryogenic avalanche detectors for applications in particle and astroparticle physics and medical imaging. // Seminar at Sheffield University, May 23, 2007, Sheffield, UK.

- [274] Бару С.Е. Эффективный персональный досмотр - эффективное противодействие терроризму. // Сборник трудов III Международной научно-практической конференции: Технические средства противодействия террористическим и криминальным взрывам, 30-31 октября, 2007, Санкт-Петербург.
- [275] Украинцев Ю.Г. Сканирующий метод получения рентгеновских изображений. // Невский радиологический форум - 2007: Новые горизонты, 7-10 апреля 2007, Санкт-Петербург. - Доклад.
- [276] Жмуриков Е.И., Логачев П.В., Романенко А.И., Аникеева О.Б., Окотруб А.В., Булушева Л.Г., Лавская Ю.В., Цыбуля С.В., Абросимов О.Г., Tecchio L., et al. Новые материалы, основанные на ^{13}C для конвертора нейтронной мишени. // 7th Международный Уральский семинар: Радиационная физика металлов и сплавов, 2007, 25 февраля - 3 марта, Снежинск, тез. докл. - Снежинск, РФЯЦ-ВНИИТФ, 2007, с.113-115.
- [277] Жмуриков Е.И., Логачев П.В., Романенко А.И., Аникеева О.Б., Лавская Ю.В., Булушева Л.Г., Окотруб А.В., Абросимов О.Г., Цыбуля С.В., Бургина Е.Б., Tecchio L., et al. Новые материалы, основанные на ^{13}C для конвертора нейтронной мишени. // II Всероссийская конференция по наноматериалам (НАНО 2007), & IV Междунар. научный семинар "Наноструктурные материалы 2007, Беларусь-Россия", 13-16 марта 2007, Новосибирск. - (устный доклад на пленарной секции).
- [278] Zhmurikov E.I., Romanenko A.I., Bulusheva L.G., Lavskaya Yu.V., Anikeeva O.B., Okotrub A.V., Tsybulya S.V., Logachev P.V., Tecchio L. The investigation of electronic structure of pristine ^{13}C isotope powder and composites based on ^{13}C isotope for neutron target. // Наноразмерные структуры (НАНСИС-2007), 21-23 ноября 2007, Киев, Украина. - Тез. докл., с.3-47.
- [279] Bolkhovityanov D., Antonov A., Kuskov R. Present status of VEPP-5 control system. // Proc. of International Conference of Accelerator and Large Experimental Physics Control Systems (ICALPCS-2007), October 15-19, 2007, Knoxville, Tennessee.
- [280] Bolkhovityanov D., Malyutin D., Starostenko A. Use of a three-layer control system for non-destructive beam probe monitor. // Proc. of International Conference of Accelerator and Large Experimental Physics Control Systems (ICALPCS-2007), October 15-19, 2007, Knoxville, Tennessee.
- [281] Kuskov R., Bolkhovityanov D. Use of E-logbook in VEPP-5 control system. // Proc. of International Conference of Accelerator and Large Experimental Physics Control Systems (ICALPCS-2007), October 15-19, 2007, Knoxville, Tennessee.
- [282] Gao D.Q., He Y., Li G.H., Li J., Liu Y., Mao L.J., Mao R.S., Song M.T., Xia J.W., Xiao G.Q., Yang J.C., Yang X.T., Yuan Y.J., Zhan W.-L., Zhang W., Zhao H.W., Zhao T.C., Zheng J.H., Zhou Z.Z., Yang X.D. (IMP, Lanzhou), Parkhomchuk V.V. (BINP SB RAS, Novosibirsk). Commissioning of electron cooling in CSRm. // Proc. of International Workshop on Beam Cooling and Related Topics (COOL 2007), 10-14 September 2007, Bad Kreuznach, Deutschland, p.59.
- [283] Parkhomchuk V.V. Comparison of hollow electron devices and electron heating. // Proc. of International Workshop on Beam Cooling and Related Topics (COOL 2007), 10-14 September 2007, Bad Kreuznach, Deutschland, p.64. - <http://bel.gsi.de/cool07/PAPERS/TUM1103.PDF>.

- [284] *Гаврилов Н.Г., Князев Б.А., Колобанов Е.И., Котенков В.В., Кубарев В.В., Кулипанов Г.Н., Матвеев А.Н., Медведев Л.Е., Мигинский С.В., Мироненко Л.А., Овчар В.К., Попик В.М., Саликова Т.В., Щеглов М.А., Середняков С.С., Шевченко О.А., Скринский А.Н., Ческидов В.Г., Винокуров Н.А.* Статус мощного терагерцового ЛСЭ в Новосибирске. // Тез. докл. XX Междунар. семинара по ускорителям заряженных частиц, 9-15 сентября 2007, Алушта, Крым. - Харьков, ННЦ ХФТИ, 2007, с.19.
- [285] *Анчуглов О.В., Чернов К.Н., Филипченко А.В., Гудков Б.А., Коккин Е.Н., Матяш Н.В., Медведко А.С., Острейко Г.Н., Рувинский С.И., Сердобинцев Г.В., Ушаков В.А., Грачев Н.Н., Храмов В.П., Спинко Н.В., Долгов А.М., Кильдышева О.Е., Корчуганов В.Н., Крылов Ю.В., Одинцов Д.Г., Валентинов А.Г., Юпинов Ю.Л.* Статус линейного ускорителя-инжектора комплекса ТНК. // Тез. докл. XX Междунар. семинара по ускорителям заряженных частиц, 9-15 сентября 2007, Алушта, Крым. - Харьков, ННЦ ХФТИ, 2007, с.20.
- [286] *Веремеенко В.Ф., Крутихин С.А., Куркин Г.Я., Медведко А.С., Острейко Г.Н., Петров В.М., Седяров И.К., Сердобинцев Г.В., Снятков С.В., Стешов А.Г., Тарарышкин С.В., Ушаков В.А., Филипченко А.В., Чернов К.Н., Черныкин А.Д., Шведов Д.А., Юдин В.Д., Валентинов А.Г., Корчуганов В.Н., Крылов Ю.В., Кузнецов К.Н., Одинцов Д.Г., Юпинов Ю.Л., Грачев Н.Н., Спинко Н.В., Храмов В.П.* Статус накопителя ТНК (г.Зеленоград). // Тез. докл. XX Междунар. семинара по ускорителям заряженных частиц, 9-15 сентября 2007, Алушта, Крым. - Харьков, ННЦ ХФТИ, 2007, с.21-22.
- [287] *Острейко Г., Сердобинцев Г., Чернов К., Аношин А., Корчуганов В., Томин С.* Модернизация линейного ускорителя-инжектора специализированного источника синхротронного излучения "Сибирь" в РИЦ "Курчатовский Институт". // Тез. докл. XX Междунар. семинара по ускорителям заряженных частиц, 9-15 сентября 2007, Алушта, Крым. - Харьков, ННЦ ХФТИ, 2007, с.28.
- [288] *Ауслендер В.Л., Брызгин А.А., Чернов К.Н., Ческидов В.Г., Факторович Б.Л., Горбунов В.А., Горнаков И.В., Коробейников М.В., Кузнецов Г.И., Лукин А.Н., Макаров И.Г., Матяш Н.В., Острейко Г.Н., Панфилов А.Д., Сердобинцев Г.В., Тарнецкий В.В., Туинов М.А., Ткаченко В.О., Тувиж А.А.* Запуск ускорителя ИЛУ-12. // Тез. докл. XX Междунар. семинара по ускорителям заряженных частиц, 9-15 сентября 2007, Алушта, Крым. - Харьков, ННЦ ХФТИ, 2007, с.28-29. - <http://www.kipt.kharkov.ua/conferences/ihernp/2007/iwscra/>.
- [289] *Арбузов В.С., Бирючевский Ю.А., Горникер Э.И., Крючков Я.Г., Крутихин С.А., Куркин Г.Я., Осипов В.Н., Петров В.М., Пилан А.М.* Проект ВЧ-станции для ускорительного комплекса "FAIR", GSI, Германия. // Тез. докл. XX Междунар. семинара по ускорителям заряженных частиц, 9-15 сентября 2007, Алушта, Крым. - Харьков, ННЦ ХФТИ, 2007, с.66.
- [290] *Бирючевский Ю.А., Бушуев А.А., Дейчули О.И., Кенжебулатов Е.К., Митянина Н.В., Петров В.М.* Проект резонатора с подавлением высших мод на частоту 181 МГц. // Тез. докл. XX Междунар. семинара по ускорителям заряженных частиц, 9-15 сентября 2007, Алушта, Крым. - Харьков, ННЦ ХФТИ, 2007, с.66-67.
- [291] *Арбузов В.С., Бирючевский Ю.А., Волобуев С.В., Горникер Э.И., Дейчули О.И., Кенжебулатов Е.К., Кондаков А.А., Крутихин С.А., Крючков Я.Г., Купцов И.В., Куркин Г.Я., Мироненко Л.А., Мотыгин С.В., Осипов В.Н.,*

- Петров В.М., Попов А.М., Пилян А.М., Ротов Е.А., Седяров И.К., Трибendis А.Г., Щеголев Л.М.* Модернизация ВЧ-системы накопителя "Сибирь-1" в Курчатовском Центре Синхротронного Излучения. // Тез. докл. XX Междунар. семинара по ускорителям заряженных частиц, 9-15 сентября 2007, Алушта, Крым. - Харьков, ННЦ ХФТИ, 2007, с.77-78.
- [292] *Ауслендер В.Л., Чернов К.Н., Горнаков И.В., Макаров И.Г., Матяш Н.В., Острейко Г.Н., Панфилов А.Д., Сердобинцев Г.В., Тарнецкий В.В., Туинов М.А.* Коаксиальный высокочастотный ввод импульсной мощности 3 МВт в ускоряющую структуру 176 МГц. // Тез. докл. XX Междунар. семинара по ускорителям заряженных частиц, 9-15 сентября 2007, Алушта, Крым. - Харьков, ННЦ ХФТИ, 2007, с.96.
- [293] *Ауслендер В.Л., Чернов К.Н., Горнаков И.В., Кузнецов Г.И., Макаров И.Г., Матяш Н.В., Острейко Г.Н., Панфилов А.Д., Сердобинцев Г.В., Тарнецкий В.В., Туинов М.А.* Высокочастотная пушка ускорителя ИЛУ-12. // Тез. докл. XX Междунар. семинара по ускорителям заряженных частиц, 9-15 сентября 2007, Алушта, Крым. - Харьков, ННЦ ХФТИ, 2007, с.96-97.
- [294] *Мигинская Е.Г., Ренков В.В.* Система автоматического управления сверхпроводящими магнитами. // Тез. докл. XX Междунар. семинара по ускорителям заряженных частиц, 9-15 сентября 2007, Алушта, Крым. - Харьков, ННЦ ХФТИ, 2007, с.97.
- [295] *Akimov A. V., Antonov A. Yu., Antoshin A. V., Bak P. A., Barnyakov A. M., Blinov M. F., Boimelshtein Yu. M., Bolkhovityanov D. Yu., Emanov F. A., Frolov A. R., Galimov R. Kh., Gurov S. M., Gusev E. A., Dikansky N. S., Khambikov V. D., Klyushev S. N., Konstantinov Ye. S., Kot N. Kh., Kokoulin V. I., Korepanov A. A., Kuskov R. E., Lapik R. M., Lebedev N. N., Logachev P. V., Martyshkin P. V., Pavlov V. M., Petrenko A. V., Pivovarov I. L., Pirogov O. V., Samoiloilov S. L., Rybitskaya T. V., Semenov Yu. I., Skarbo B. A., Starostenko A. A., Shiyankov S. V., Tsyganov A. S., Yaskina T. A.* Status of VEPP-5 injection complex. // Proc. of XX Russian Conference on Charged Particle Accelerators (RuPAC 2006). - Novosibirsk, 2007, p.19-21.
- [296] *Kozak V.* Embedded device set for control systems. Implementation and applications. // Proc. of XX Russian Conference on Charged Particle Accelerators (RuPAC 2006). - Novosibirsk, Russia, 2007, p.49-51.
- [297] *Berkaev D. E., Cheblakov P. B., Druzhinin V. V., Kozak V. R., Koop I. A., Kuper E. A., Kyrpotin A. N., Lysenko A. P., Rogovsky Yu. A., Shatunov Yu. M., Shatunov P. Yu.* Control system of VEPP-2000 collider (software, hardware). // Proc. of XX Russian Conference on Charged Particle Accelerators (RuPAC 2006). - Novosibirsk, Russia, 2007, p.52-54.
- [298] *Batnikov A., Zverev S., Ilyin I., Kozak V., Kuper E., Mamkin V., Ovchar V., Fatkin G., Tsukanov V., P. Vobly, Volkov A.* The new VME-based system for magnetic measurements with hall sensors. // Proc. of XX Russian Conference on Charged Particle Accelerators (RuPAC 2006). - Novosibirsk, Russia, 2007, p.55-57.
- [299] *Karpov G. V., Medvedko A. S., Shubin E. I.* Precise magnetometers on base of pulsed NMR techniques. // Proc. of XX Russian Conference on Charged Particle Accelerators (RuPAC 2006). - Novosibirsk, Russia, 2007, p.58-60.
- [300] *Vasichev S. S., Veremeenko V. F., Gorchakov K. M., Evtushenko Yu. A., Kozak V. R., Medvedko A. S., Petrov S. P., Pronik R. Z., Prosvetov V. P., Proskurina O. A.* Power

- supplies for the bending magnets of the BEP and VEPP-2000 storage ring. // Proc. of XX Russian Conference on Charged Particle Accelerators (RuPAC 2006). - Novosibirsk, Russia, 2007, p.91-93.
- [301] *Belikov O., Berkaev D., Kozak V., Medvedko A.* Power supply system for correcting magnets of VEPP-2000 complex. // Proc. of XX Russian Conference on Charged Particle Accelerators (RuPAC 2006). - Novosibirsk, Russia, 2007, p.94-96.
- [302] *Veremeenko V.M., Voskoboynikov R.V., Goncharov A.D., Evtushenko Yu.A., Kolmogorov V.V., Kondaurov M.N., Kraynov G.S., Kryuchkov A.M., Medvedko A.S., Parkhomchuk V.V., Petrov S.P., Reva V.B., Tiunov M.A., Karymov B.R.* High voltage power supplies for ion beams electron coolers. // Proc. of XX Russian Conference on Charged Particle Accelerators (RuPAC 2006). - Novosibirsk, Russia, 2007, p.97-99.
- [303] *Belchenko Yu., Burdakov A., Davydenko V., Dolgushin V., Dranichnikov A., Ivanov A., Khilchenko A., Kobets V., Konstantinov S., Krivenko A., Kudryavtsev A., Tiunov M., Sanin A., Savkin V., Shirokov V. and Sorokin I., Farrell J.P. (Brookhaven Technology Group, Inc. (BTG), NY 11733; USA).* Initial high voltage tests and beam injection experiments on BINP proton tandem-accelerator. // Proc. of XX Russian Conference on Charged Particle Accelerators (RuPAC 2006). - Novosibirsk, Russia, 2007, p.135-137.
- [304] *Vasichev S.S., Velikanov V.M., Veremeenko V.F., Petrov S.P., Kozak V.R.* Precision current source of the inverter type VCH-3000-12 to power magnetic systems of accelerators and charged particle storage rings. // Proc. of XX Russian Conference on Charged Particle Accelerators (RuPAC 2006). - Novosibirsk, Russia, 2007, p.177-179.
- [305] *Averbukh I.I.* Accelerating cavities with amorphous iron. // Proc. of XX Russian Conference on Charged Particle Accelerators (RuPAC 2006). - Novosibirsk, Russia, 2007, p.183-184.
- [306] *Ostreiko G.N., Chernov K.N., Korchuganov V.N., Kuznetsov G.I., Makarov I.G., Ruvinsky S.I., Serdobintsev G.V., Tarnetsky V.V., Tiunov M.A.* Electron injector for linear accelerator of TNK facility. // Proc. of XX Russian Conference on Charged Particle Accelerators (RuPAC 2006). - Novosibirsk, Russia, 2007, p.185-187.
- [307] *Chernov K., Frolov A., Gusev Ye., Kot N., Krutikhin S., Kuptsov I., Kurkin G., Makarov I., Matyash N., Mironenko L., Motygin S., Osipov V., Ostreiko G., Petrov V., Popov A., Rotov E., Sedlyarov I., Serdobintsev G., Shteinke A., Tarnetsky V., Volkov V.* Start up of RF system for VEPP-5 booster ring. // Proc. of XX Russian Conference on Charged Particle Accelerators (RuPAC 2006). - Novosibirsk, Russia, 2007, p.188-190.
- [308] *Arbuzov V.S., Biryuchevsky Yu.A., Bushuev A.A., Gorniker E.I., Kendjebulatov E.K., Kondakov A.A., I.A.Koop, Krutikhin S.A. Kruchkov, Ya.G., Kuptsov I.V., Kurkin G.Ya., Mityanina N.V., Motygin S.V., Osipov V.N., Petrov V.M., Pilan A.M., Popov A.M., Prosvetov V.P., Rotov E.A., Sedlyarov I.K., Shatunov Yu.M., Tribendis A.G., Volkov V.N., Volobuev S.V.* Status of 172 MHz RF system for VEPP-2000 collider. // Proc. of XX Russian Conference on Charged Particle Accelerators (RuPAC 2006). - Novosibirsk, Russia, 2007, p.191-193.
- [309] *Serdobintsev G.V., Anchugov O.V., Chernov K.N., Churkin I.N., Filiptchenko A.V., Medvedko A.S., Ostreiko G.N., Ruvinsky S.I., Sinjatkin S.V., Steshov A.G., Tararyshkin S.V., Ushakov V.A., Yudin V.D.* BINP, Novosibirsk, Russia), Boiko

- I. Yu., Grachev N.N., Khramtsov V.P., Spinko N.V. (Lukin State Research Institute for Problems in Physics, Zelenograd), Dolgov A.M., Kildisheva O.E. (RIPR, St. Petersburg), Korchuganov V.N., Krylov Yu.V., Odintsov D.G., Valentinov A.G., Yupinov Yu.L. (Kurchatov Institute, Moscow. Status of the linear accelerator of TNK facility. // Proc. of XX Russian Conference on Charged Particle Accelerators (RuPAC 2006). - Novosibirsk, Russia, 2007, p.194-196.*
- [310] *Arbuzov V.S., Gorniker E.I., Krutikhin S.A., Kuptsov I.V., Kurkin G.J., Pilan A.M., Sedlyarov I.K.* RF system of the minor storage ring for technological SR source TNK-1. // Proc. of XX Russian Conference on Charged Particle Accelerators (RuPAC 2006). - Novosibirsk, Russia, 2007, p.200-202.
- [311] *Vasichev S.S., Velikanov Yu.M., Veremeenko V.F., Volokhov V.G., Kozak V.R., Petrov S.P., Cherniakin A.D.* High-power precision current supply IST2-1000M for elements of magnetic systems of accelerators and charged particle storage rings. // Proc. of XX Russian Conference on Charged Particle Accelerators (RuPAC 2006). - Novosibirsk, Russia, 2007, p.203-205.
- [312] *Arbuzov V.S., Gorniker E.I., Kenjebulatov E.K., Kondakov A.A., Krutikhin S.A., Kruchkov Ya.G., Kuptsov I.V., Kurkin G.Ya., Motygin S.V., Osipov V.N., Petrov V.M., Pilan A.M., Popov A.M., Rotov E.A., Sedlyarov I.K., Tribendis A.G., Volkov V.N.* Feedback system for dumping of longitudinal bunch oscillations in VEPP-4M collider. // Proc. of XX Russian Conference on Charged Particle Accelerators (RuPAC 2006). - Novosibirsk, Russia, 2007, p.206-207.
- [313] *Mamkin V.R., Selivanov P.A.* Can bus gateway for data acquisition and control. // Proc. of XX Russian Conference on Charged Particle Accelerators (RuPAC 2006). - Novosibirsk, Russia, 2007, p.208.
- [314] *Dementiev E.N., Kozak V.R., Kuper E.A., Medvedko A.S., Oreshkov A.D., Ovchar A.V., Salikova T.V., Selivanov P.A., Serednyakov S.S., Tararyshkin S.V., Tribendis A.G., Shubin E.I., Vinokurov N.A.* Architecture and main hardware components of the FEL control system. // Proc. of XX Russian Conference on Charged Particle Accelerators (RuPAC 2006). - Novosibirsk, Russia, 2007, p.209-211.
- [315] *Fedotov M.G., Selivanov A.N., Pischenuk S.M.* Progressive-scan digital television camera for the particle beam monitoring. // Proc. of XX Russian Conference on Charged Particle Accelerators (RuPAC 2006). - Novosibirsk, Russia, 2007, p.212-214.
- [316] *Barladyan A.K., Dorohov D.V., Tararyshkin S.V.* Controller of the piston-type expander machine for cryogenic system of the KEDR detector. // Proc. of XX Russian Conference on Charged Particle Accelerators (RuPAC 2006). - Novosibirsk, Russia, 2007, p.215-216.
- [317] *Cherepanov V.P.* Video pulse power amplifier for accelerator technology applications. // Proc. of XX Russian Conference on Charged Particle Accelerators (RuPAC 2006). - Novosibirsk, Russia, 2007, p.217-219.
- [318] *Batrakov A., Sazansky V., Shichkov D., Vagin P.* Hardware and software for magnetic measurements with movable coils. // Proc. of XX Russian Conference on Charged Particle Accelerators (RuPAC 2006). - Novosibirsk, Russia, 2007, p.220-223.
- [319] *Gudkov B, Filipchenko A., Kozak V., Kuper E., Kurkin G., Medvedko A., Serdobintsev G., Tararyshkin S., Ushakov V. (BINP SB RAS, Novosibirsk, Russia), Korchuganov V., Krylov Yu., Valentinov A., Yupinov Yu. (KCSR RSC Kurchatov*

- Institute, Moscow), Spinko N. (Lukin State Research Institute for Problems in Physics, Zelenograd). Revision of Zelenograd synchrotron radiation facility control system. // Proc. of XX Russian Conference on Charged Particle Accelerators (RuPAC 2006). - Novosibirsk, Russia, 2007, p.228-230.*
- [320] *Kuper E.A., Oreshkov A.D., Repkov A.V., Salikova T.V., Sklokin D.A., Tararyshkin S.V., Vinokurov N.A. Radiation dosimetric diagnostic system of a FEL. // Proc. of XX Russian Conference on Charged Particle Accelerators (RuPAC 2006). - Novosibirsk, Russia, 2007, p.231-232.*
- [321] *Bykov E.V., Tararyshkin S.V. Measuring system with fiber-optical interface. // Proc. of XX Russian Conference on Charged Particle Accelerators (RuPAC 2006). - Novosibirsk, Russia, 2007, p.233-234.*
- [322] *Cherepanov V.P., Dementev E.N., Medvedko A.S., Smaluk V.V., Sukhanov D.P. The VEPP-4M transverse bunch-by-bunch feedback system. // Proc. of XX Russian Conference on Charged Particle Accelerators (RuPAC 2006). - Novosibirsk, Russia, 2007, p.238-240.*
- [323] *Bolkhovityanov D.Yu., Gusev E.A., Oreshonok V.V., Pirogov O.V., Sukhanov D.P. The RF phase and amplitude monitoring system of the VEPP-5 preinjector. // Proc. of XX Russian Conference on Charged Particle Accelerators (RuPAC 2006). - Novosibirsk, Russia, 2007, p.244-246.*
- [324] *Bekhtenev E.A., Bolkhovityanov D.Yu., Dementev E.N., Gurov S.M., Karpov G.V., Medvedko A.S. Beam position measurement system of the VEPP-5 preinjector. // Proc. of XX Russian Conference on Charged Particle Accelerators (RuPAC 2006). - Novosibirsk, Russia, 2007, p.250-252.*
- [325] *Dahlerup-Petersen K. and Coelingh G.J. (Accelerator Technology Department, CERN, Geneva, Switzerland), Kuper E., Ovchar V., Zverev S. (BINP, Novosibirsk, Russia). Arc detector system for extraction switches in LHC CERN. // Proc. of XX Russian Conference on Charged Particle Accelerators (RuPAC 2006). - Novosibirsk, Russia, 2007, p.255-257.*
- [326] *Vinokurov N.A., Kurkin G.Ya., Medvedev L.E., Mironenko L.A., Oreshkov A.D., Salikova T.V., Scheglov M.A. Vacuum system of FEL. // Proc. of XX Russian Conference on Charged Particle Accelerators (RuPAC 2006). - Novosibirsk, Russia, 2007, p.287-288.*
- [327] *Senkov D.V., Gusev I.A., Medvedko A.S., Protopopov A.Yu., Pureskin D.N., Tokarev Yu.F., Yudin V.D. High-voltage source with output voltage up to 60 kV with power up to 15 kW. // Proc. of XX Russian Conference on Charged Particle Accelerators (RuPAC 2006). - Novosibirsk, Russia, 2007, p.301-303.*
- [328] *Bryazgin A., Faktorovich B., Kuper E., Repkov V. Modulator for the electron injector of the industrial accelerator ILU-10. // Proc. of XXth Russian Conference on Charged Particle Accelerators (RuPAC 2006). - Novosibirsk, Russia, 2007, p.345-347.*
- [329] *Tarnetsky V.V., Auslender V.L., Chernov K.N., Cheskidov V.G., Faktorovich B.L., Gorbunov V.A., Gornakov I.V., Korobeinikov M.V., Kuznetsov G.I., Lukin A.N., Makarov I.G., Maksimov S.A., Matyash N.V., Ostreiko G.N., Panfilov A.D., Serdobintsev G.V., Sidorov A.V., Tiunov M.A., Tkachenko V.O., Tuvik A.A. Status of work on 5 MeV 300 kW industrial electron accelerator prototype. // Proc. of XX Russian Conference on Charged Particle Accelerators (RuPAC 2006). - Novosibirsk, Russia, 2007, p.351-353.*

- [330] *Vinokurov N.A., Golubev P.A., Karlin V.E., Kolobanov E.I., Krutikhin S.A., Kurkin G.Ya., Ovchar V.K., Seredniakov S.S., Tararyshkin S.V.* Source of high electron current for injection into accelerators. // Proc. of XX Russian Conference on Charged Particle Accelerators (RuPAC 2006). - Novosibirsk, Russia, 2007, p.384-385.
- [331] *Akimov V.E., Ivanov A.V., Kazarezov I.V., Korepanov A.A., Kulenko Ya.V., Kuznetsov G.I., Tiunov M.A.* 200 KeV pulse electron beam source for the VEPP-5 injection complex. // Proc. of XX Russian Conference on Charged Particle Accelerators (RuPAC 2006). - Novosibirsk, Russia, 2007, p.386-388.
- [332] *Budz P., Abo-Bakr M., Burkmann K., Durr V., Kolbe J., Kramer D., Rahn J., Wustefeld G. (BESSY GmbH, Berlin, Germany; now at GSI, Darmstadt, Germany), Klein R., Ulm G. (Physikalisch-Technische Bundesanstalt, Berlin, Germany), Batrakov A., Belokrinitskiy S., Churkin I., Nefedov N., Philipchenko A., Rowinski E., Semenov E., Shichkov D., Sinyatkin S., Steshov A., Vagin P. (BINP, Novosibirsk, Russia).* Multipole magnets for the metrology light source (PTB, Berlin). // Proc. of XX Russian Conference on Charged Particle Accelerators (RuPAC 2006). - Novosibirsk, Russia, 2007, p.395-397.
- [333] *Khrushchev S., Lev V., Mezentsev N., Miginsky E., Repkov V., Shkaruba V., Syrovatin V., Tsukanov V.* 3.5 TESLA 49-POLE superconducting wiggler for DLS. // Proc. of XX Russian Conference on Charged Particle Accelerators (RuPAC 2006). - Novosibirsk, Russia, 2007, p.398-400.
- [334] *Bekhtenev E., Khrushchev S., Mezentsev N., Miginsky E., Shkaruba V., Tsukanov V.* The main test results of the 3.5 tesla 49-pole superconducting wiggler for DLS. // Proc. of XX Russian Conference on Charged Particle Accelerators (RuPAC 2006). - Novosibirsk, Russia, 2007, p.404-406.
- [335] *Mikhailov S.F., Busch M.D., Emamian M., Hartman S.M., Kim Y., Li J., Popov V.G., Swift G., Wallace P.W., Wang P., Wu Y.K., (FEL Laboratory, Duke University, Durham, NC 27708, USA), Howell C.R. (Triangle Universities Nuclear Laboratory, Durham, NC, USA), Gavrillov N.G., Kurkin G.Ya., Matveev Yu.G., Anchugov O.V., Shvedov D.A., Vinokurov N.A. (BINP, Novosibirsk, Russia).* Commissioning of the booster injector synchrotron for the higs facility at DUKE university. // Proc. of the 22d Particle Accelerator Conference (PAC'07), June 25-29, 2007, Albuquerque, New Mexico, USA, p.1209-1211.
- [336] *Vincenzo Variale, Vincenzo Valentino (INFN-Bari, Bari), Petr Alekseevich Bak, Gennady Ivanovich Kuznetsov, Boris Skarbo, Michael A. Tiunov (BINP SB RAS, Novosibirsk), Tarcisio Clauser, Antonio Cosimo Raino (Bari University, Bari; INFN-Bari, Bari), Antonio Boggia (Universita e Politecnico di Bari, Bari).* Selective containment measurements on xenon with the RF charge breeder device BRIC. // Proc. of the 22d Particle Accelerator Conference (PAC'07), June 25-29, 2007, Albuquerque, New Mexico, USA, p.1445-1447.
- [337] *LaPointe M.A. (Yale Univ., New Haven, CT 06520, USA), Hirshfield J.L. (Yale Univ, New Haven, CT 06520, & Omega-P Inc. New Haven, CT 06511, USA), Kozyrev E.V. (BINP SB RAS, Novosibirsk, Russia), Shchelkunov S.V. (Columbia Univ. New York, NY 10027), Shmelyov M.Y. (IAP/RAS, Nizhny Novgorod, Russia), Yakovlev V.P. (Omega-P Inc. New Haven, CT 06511, U.S.A.).* Yale ka-band facility for high-gradient accelerator R&D: status report. // Proc. of the 22d

- Particle Accelerator Conference (PAC'07), June 25-29, 2007, Albuquerque, New Mexico, USA, p.2463-2465.
- [338] *Popov V., Busch M., Hartman S., Li J., Mikhailov S., Wallace P., Wang P., Wu Y.K. (FEL Lab, Duke University, NC 27708-0319, USA), Kurkin G.Y. (BINP SB RAS, Novosibirsk, Russia).* Electron beam diagnostics for compact 1.2 GEV booster synchrotron. // Proc. of the 22d Particle Accelerator Conference (PAC'07), June 25-29, 2007, Albuquerque, New Mexico, USA, p.4051-4053.
- [339] *Volkov V. (BINP SB RAS, Novosibirsk, Russia), Floettmann K. (DESY, Hamburg, Germany), Janssen D. (FZD, Dresden, Germany).* Superconducting RF gun cavities for large bunch charges. // Proc. of the 22d Particle Accelerator Conference (PAC'07), June 25-29, 2007, Albuquerque, New Mexico, USA, p.4150-4152.
- [340] *Davydenko V.I., Ivanov A.A., Kotelnikov I.A., and Tiunov M.A.* Formation of an ion beam in an elementary cell with inhomogeneous emission current density. // Report on the 12th Int. Conference on Ion Sources (ICIS'07), August 26-31, 2007, Jeju, Korea, p.119.
- [341] *Kudryavtsev A., Belchenko Yu., Burdakov A., Davydenko V., Ivanov A., Khilchenko A., Konstantinov S., Krivenko A., Kuznetsov A., Mekler K., Sanin A., Shirokov V., Sorokin I., Sulyaev Yu., and Tiunov M.* First experimental results from 2 MeV proton tandem accelerator for neutron production. // Proc. of the 12th International Conference on Ion Sources (ICIS'07), August 26-31, 2007, Jeju, Korea, p.186.
- [342] *Ivanov A.V., Parkhomchuk V.V., Reva V.B.* Electron beams as stochastic 3D kickers. // Proc. of International Workshop on Beam Cooling and Related Topics (COOL 2007), 10-14 September 2007, Bad Kreuznach, Deutschland, p.140-144.
- [343] *Auslender V.L., Bryazgin A.A.* Status of the industrial RF accelerators produced and developed in BINP. // Report presented on Asian Particle Accelerator Conference and its Application (APAC 2007), January 29 - February 2, Indore, India. - <http://apac07.cat.ernet.in/index.html>.
- [344] *Abdulmanov V, Auslender V, Bryazgin A, Faktorovich B, Panfilov A, Podobae V.* Ion accelerator ILU-9. // Report presented on Asian Particle Accelerator Conference (APAC 2007), January 29 - February 2, Indore, India. - <http://apac07.cat.ernet.in/index.html>.
- [345] *Ауслендер В.Л., Брязгин А.А., Воронин Л.А., Ткаченко В.О., Сербин В.И., Сидоров А.В., Родионов П.П., Блажитко Е.М., Бурмистров В.А., Максимов В.В., Зимин В.Ф., Михайлов Ю.И., Одегова Г.В., Артамонов А.В., Верещакгин Е.И.* Использование ускорителей типа ИЛУ для стерилизации. // Научно-практическая конференция “Нанотехнологии и наноматериалы для биологии и медицины”, 11-12 октября 2007, Новосибирск, с.153-158.
- [346] *Ауслендер В.Л., Брязгин А.А., Васильев Г.А., Воронин Л.А., Горбунов В.Л., Коробейников М.В., Максимов С.А., Радченко В.М., Сидоров А.В., Сербин В.И., Ткаченко В.О.* Комплексы для радиационной обработки на базе ускорителей ИЛУ. // Научно-практическая конференция “Нанотехнологии и наноматериалы для биологии и медицины”, 11-12 октября 2007, Новосибирск, с.159-165.
- [347] *Seryi A., Amann J., Telnov V.I., et al.* Design of the beam delivery system for the International Linear Collider. // FERMILAB-CONF-07-473, SLAC-PUB-12743, August 14, 2007. 3p. 22d Particle Accelerator Conference (PAC'07), June 25-29, 2007, Albuquerque, New Mexico, USA. - Published in Albuquerque 2007, Particle Accelerator, p.1985-1987.

- [348] *Telnov V.I.* Present status of the photon collider, what next. // Proc. of International Linear Collider Workshop (LCWS-ILC-07), May 30 - June 4, 2007, Hamburg. - <http://ilcagenda.linearcollider.org/contributionDisplay.py?contribId=446&sessionId=79&confId=1296>.
- [349] *Telnov V.I.* Introduction to the Photon Linear Collider. // Invited talk at International Conference (PHOTON 2007), July 9-13, 2007, Paris, France. - arXiv: 0712.3399 [physics.acc-ph].
- [350] *Aarons G., Telnov V.I., et al.* Executive Summary. // International Linear Collider. Reference Design Report, ILC-Report-2007-001, DESY-07-046, SLAC-R-857, /ed. J.Brau, Y.Okada, N.Walker, 2007. - arXiv: 0712.1950,[physics.acc-ph]
- [351] *Aarons G., Telnov V.I., et al.* Physics at the ILC. // International Linear Collider. Reference Design Report, ILC-Report-2007-001, DESY-07-046, SLAC-R-857, /ed. A. Jouadi, J.Lykten et al., 2007. - arXiv: 0709.1893 [hep-ph].
- [352] *Aarons G., Telnov V.I., et al.* Accelerator. // International Linear Collider. Reference Design Report, ILC-Report-2007-001, DESY-07-046, SLAC-R-857, /ed. N.Phyney, N.Toge, N.Walker, 2007. - arXiv: 0712.2361[physics.acc-ph].
- [353] *Aarons G., Telnov V.I., et al.* Detectors. // International Linear Collider. Reference Design Report, ILC-Report-2007-001, DESY-07-046, SLAC-R-857, /ed. T.Behnke, C.Damerel, J.Jaros, A.Miyamoto, 2007. - arXiv: 0712.2356[physics.ins-det].
- [354] *Telnov V.I.* Photon collider: ILC configuration and IR issues (how to make 14mr compatible with gamma-gamma). // Invited talk at ILC Interaction Region Engineering Design Workshop IRENG07), September 17-21, 2007, SLAC, Stanford, USA. - <http://ilcagenda.linearcollider.org/materialDisplay.py?contribId=46&sessionId=8&materialId=slides&confId=2169>.
- [355] *Telnov V.I.* Implication of gamma-gamma on 14mr tunnels discussion. // Talk at ILC Interaction Region Engineering Design Workshop (IRENG07), September 17-21, 2007, SLAC, Stanford, USA. - <http://ilcagenda.linearcollider.org/materialDisplay.py?contribId=81&sessionId=13&materialId=slides&confId=2169>.
- [356] *Telnov V.I.* Status and technology of photon collider. // Invited talk at International Workshop on Physics and Technologies of Laser-Electron Interaction toward the ILC (LEI 2007), December 12-14, Hiroshima, Japan.
- [357] *Telnov V.I.* Remarks and some ideas on laser beamsizes monitors. // Invited talk at International Workshop on Physics and Technologies of Laser-Electron Interaction toward the ILC (LEI 2007), December 12-14, Hiroshima, Japan.
- [358] *Бельченко Ю.И., Бурдаков А.В., Давыденко В.И., Динин А.С., Иванов А.А., Константинов С.Г., Кривенко А.С., Кудрявцев А.М., Кузнецов А.С., Меклер К.И., Санин А.Л., Сорокин И.Н., Суляев Ю.С., Широков В.В.* Эксперименты по генерации и поглощению резонансных гамма-квантов на тандеме ВИТА. // Тез. докл. XX Междунар. семинара по ускорителям заряженных частиц, 9-15 сентября 2007, Алушта, Крым. - Харьков, НИЦ ХФТИ, 2007, с.138-139.
- [359] *Taskaev S., Belchenko Yu., Burdakov A., Davydenko V., Ivanov A., Kobets V., Kudryavtsev A., Shirokov V.* Compact facility for boron neutron capture therapy and for explosive detection. // Abstracts of VIII International Topical Meeting on Nuclear Applications and Utilization of Accelerator, July 29 - August 2, 2007, Pocatello, Idaho, USA, p.34.

- [360] *Belchenko Yu., Gusev I., Khilchenko A., et al.* Direct current H-source for BNCT tandem accelerator. // Program and Abstract Book of the 12 International Conference on Ion Source, August 26-31, 2007, Jejudo, Korea, p.146.
- [361] *Belchenko Yu., Burdakov A., Davydenko V., et al.* First experimental results from 2 MeV proton tandem accelerator for neutron production. // Program and Abstract Book of the 12th International Conference on Ion Source (ICIS'07), August 26-31, 2007, Jejudo, Korea, p.186.
- [362] *Аникеев А.В., Багрянский П.А., Ноак К., Рогов А.Д., Цидулко Ю.А.* Перспективы использования газодинамической ловушки в реакторе для дожигания радиоактивных отходов. // Тез. докл. XXXIV Междунар. Звенигородской конф. по физике плазмы и УТС, 12-16 февраля 2007, Звенигород. - М, ЗАО НТЦ "ПЛАЗМАИОФАН", 2007, с.31.
- [363] *Беклемисhev А.Д., Чащин М.С.* Механизм подавления поперечного переноса плазмы в открытой ловушке электрическим полем. // Тез. докл. XXXIV Междунар. Звенигородской конф. по физике плазмы и УТС, 12-16 февраля 2007, Звенигород. - М, ЗАО НТЦ "ПЛАЗМАИОФАН", 2007, с.70.
- [364] *Beklemishev A.D., Bagryansky P.A., Chaschin M.S., Soldatkina E.I.* Radial electric fields and radial currents in the gas dynamic trap. // Proc. of 6th International Conference on Open Magnetic Systems for Plasma Confinement, July Tsukuba, Japan, 17-21, 2006. - Transactions of Fusion Science and Technology, 2007, v.51, 2T, p.337.
- [365] *Bagryansky P.A., Beklemishev A.D., Soldatkina E.I.* Influence of radial field on high-beta plasma confinement in the gas-dynamic trap. // Proc. of 6th International Conference on Open Magnetic Systems for Plasma Confinement, Tsukuba, Japan, July 17-21, 2006. - Transactions of Fusion Science and Technology, 2007, v.51, 2T, p.340.
- [366] *Beklemishev A.D.* Bounce instability in a multiple-mirror trap. // Proc. of 6th International Conference on Open Magnetic Systems for Plasma Confinement, Tsukuba, Japan, July 17-21, 2006. - Transactions of Fusion Science and Technology, 2007, v.51, 2T, p.180.
- [367] *Беклемисhev А.Д.* Продольные потери и устойчивость плазмы в многопробочной ловушке. // Тез. докл. XXXIV Междунар. Звенигородской конф. по физике плазмы и УТС, 12-16 февраля 2007, Звенигород. - М, ЗАО НТЦ "ПЛАЗМАИОФАН", 2007, с.32.
- [368] *Беклемисhev А.Д.* Эволюция функции распределения ионов в многопробочной ловушке. // Тез. докл. XXXIV Междунар. Звенигородской конф. по физике плазмы и УТС, 12-16 февраля 2007, Звенигород. - М, ЗАО НТЦ "ПЛАЗМАИОФАН", 2007, с.74.
- [369] *Anikeev A.V., Bagryansky P.A., Ivanov A.A., Kruglyakov E.P., Noack K., Rogov A.D., and Tsidulko Yu.A.* The GDT based neutron source as a driver in a subcritical burner of radioactive waste. // Proc. of 34th EPS Conference on Controlled Fusion and Plasma Physics, 2-6 July, 2007, Warsaw, Poland. - ECA, 2007, P2.014.
- [370] *Anikeev A.V., Bagryansky P.A., Ivanov A.A., Kireenko A.V., Lizunov A.A., Murakhtin S.V., Prikhodko V.V., Solomakhin A.L., Sorokin A.V. and Noack K.* Recent experiment with compact mirror cell at the Gas Dynamic Trap. // Proc. of 34th EPS Conference on Controlled Fusion and Plasma Physics, 2-6 July, 2007, Warsaw, Poland. - ECA (2007) P1.115.

- [371] *Anikeev A.V., Bagryansky P.A., Donin A.S., Ivanov A.A., Kireenko A.V., Lizunov A.A., Maximov V.V., Murakhtin S.V., Prikhodko V.V., Soldatkina E.I., Solomakhin A.L., Stepanov D.N.* Confinement and MHD-stability of high-beta anisotropic plasma in the Gas Dynamic Trap. // Proc. of 34th EPS Conference on Controlled Fusion and Plasma Physics, 2-6 July, 2007, Warsaw, Poland. - ECA (2007).
- [372] *Panasjuk V.M., Parkhomchuk V.V., Reva V.B., Bublely A.V.* Optimization of the magnet system for low energy coolers. // Proc. of International Workshop on Beam Cooling and Related Topics (COOL 2007), 10-14 September 2007, Bad Kreuznach, Deutschland, p.154.
- [373] *Goncharov A., Konstantinov S., et al.* Status of BINP AMS facility. // Proc. of Asian Particle Accelerator Conference (APAC 2007), January 29 - February 2, 2007, Indore, India. - <http://accelconf.web.cern.ch/AccelConf/a07/PAPERS/THPMA110.PDF>.
- [374] *Alinovsky N., Konstantinov S., et al.* Resent results in accelerator mass-spectrometer construction at BINP. // Proc. of XX International Workshop on Charged Particle Accelerators (IWCPA 2007), September 9-15, 2007, Alushta, Ukraine.
- [375] *Бурдаков А.В., Аржанников А.В., Астрелин В.Т., Баткин В.И., Беклемишев А.Д., Бурмасов В.С., Вячеславов Л.Н., Деревянкин Г.Е., Жуков В.П., Зубаиров Э.Р., Иваненко В.Г., Иванов И.А., Иванцовский М.В., Кандауров И.В., Конохов В.В., Ковеня В.М., Козлинская Т.В., Кузнецов И.А., Кузнецов С.А., Кузнецов А.С., Лотов К.В., Макаров А.Г., Меклер К.И., Попов С.С., В.В. Поступаев, А.Ф. Ровенских, С.В. Полосаткин, С.Л. Синицкий, В.Д. Степанов, Суляев Ю.С., Трунев Ю.А., Тимофеев И.В., Шваб И.В., Шошин А.А.* Многопробочная ловушка ГОЛ-3: недавние результаты. // Доклады XXXIV Международной Звенигородской конференции по физике плазмы и УТС, 12-16 февраля 2007, Звенигород.
- [376] *Бурдаков А.В., Зубаиров Э.Р., Иванов И.А., Иванцовский М.В., Полосаткин С.В., Распопин К.С., Романенко К.В., Шошин А.А.* Исследование взаимодействия мощного плазменного потока с твердым телом на установке ГОЛ-3. // Тез. докладов XXXIV Международной Звенигородской конференции по физике плазмы и УТС, 12-16 февраля 2007, Звенигород. - М, ЗАО НТЦ "ПЛАЗМА-ИОФАН", 2007, с.76.
- [377] *Поступаев В.В., Беклемишев А.Д., Бурдаков А.В., Жуков В.П., Шваб И.В.* Динамика магнитных поверхностей в плазме установки ГОЛ-3. // Тез. докладов XXXIV Международной (Звенигородской) конференции по физике плазмы и УТС, 12-16 февраля 2007, Звенигород. - М, ЗАО НТЦ "ПЛАЗМАИОФАН", 2007, с.104.
- [378] *Трунев Ю.А., Астрелин В.Т., Бурдаков А.В., Деревянкин Г.Е., Кандауров И.В.* Длинноимпульсный электронный пучок с плазменным эмиттером для нагрева плазмы в магнитной ловушке. // Тез. докладов XXXIV Международной (Звенигородской) конференции по физике плазмы и УТС, 12-16 февраля, 2007, Звенигород. - М, ЗАО НТЦ "ПЛАЗМАИОФАН", 2007, с.281.
- [379] *Кузнецов И.А., Астрелин В.Т., Бурдаков А.В., Быков П.В., Иванов И.А., Константинов С.Г., Кудрявцев А.М., Меклер К.И., Полосаткин С.В., Поступаев В.В., Ровенских А.Ф., Синицкий С.Л.* Динамика радиационного блистеринга

- при облучении меди и вольфрама протонами. // Тез. докладов XXXIV Международной (Звенигородской) конференции по физике плазмы и УТС, 12-16 февраля 2007, Звенигород. - М, ЗАО НТЦ "ПЛАЗМАИОФАН", 2007, с.291.
- [380] *Ахмадуллин Р.Н., Карлыханов Н.Г., Астрелин В.Т., Бурдаков А.В.* Численное моделирование взаимодействия дейтериевой плазмы с графитовой мишенью в условиях эксперимента на установке ГОЛ-3. // Тез. докладов XXXIV Международной (Звенигородской) конференции по физике плазмы и УТС, 12-16 февраля, 2007, Звенигород. - М, ЗАО НТЦ "ПЛАЗМАИОФАН", 2007, с.301.
- [381] *Попов С.С., Бурдаков А.В., Вячеславов Л.Н., Иванцовский М.В., Полосаткин С.В., Ровенских А.Ф.* Измерение энергетического спектра электронов с помощью системы малоградусного томсоновского рассеяния на установке ГОЛ-3. // XII Всероссийская конференция "Диагностика высокотемпературной плазмы". - Тезисы докладов и программа конференции, 2007, Троицк, Моск. обл., с.73.
- [382] *Поступаев В.В., Бурдаков А.В., Зубаиров Э.Р., Иванов И.А., Полосаткин С.В.* Измерение магнитного шира в плазме открытой ловушки методами рентгеновской фотографии. // XII Всероссийская конференция "Диагностика высокотемпературной плазмы". - Тезисы докладов и программа конференции, Троицк, Моск. обл., 2007, с.85.
- [383] *Полосаткин С.В., Аржанников А.В., Астрелин В.Т., Бурдаков А.В., Зубаиров Э.Р., Иванов И.А., Иванцовский М.В., Куклин К.Н., Кузнецов А.С., Меклер К.И., Попов С.С., Поступаев В.В., Ровенских А.Ф., Селиванов А.Н., Синицкий С.Л., Степанов В.Д., Суляев Ю.С., Трунев Ю.А., Федотов М.Г., Шошин А.А.* Исследование взаимодействия мощного плазменного потока с твердым телом на установке ГОЛ-3. // XII Всероссийская конференция "Диагностика высокотемпературной плазмы". - Тезисы докладов и программа конференции, Троицк, Моск. обл., 2007, с.116-117.
- [384] *Поступаев В.В., Аржанников А.В., Астрелин В.Т., Батраков А.М., Бурдаков А.В., Бурмасов В.С., Вячеславов Л.Н., Деревянкин Г.Е., Зубаиров Э.Р., Иванов И.А., Иванцовский М.В., Квашинин А.Н., Кузнецов А.С., Куклин К.Н., Макаров М.А., Овчар В.К., Полосаткин С.В., Попов С.С., Ровенских А.Ф., Сазанский В.Я., Синицкий С.Л., Степанов В.Д., Суляев Ю.С., Трунев Ю.А., Федотов М.Г., Хильченко А.Д., Шошин А.А.* Диагностический комплекс многопробочной ловушки ГОЛ-3. // XII Всероссийская конференция "Диагностика высокотемпературной плазмы". - Тезисы докладов и программа конференции, г.Троицк, Моск. обл., 2007, с.168.
- [385] *Астрелин В.Т., Бурдаков А.В., Деревянкин Г.Е., Иванов В.Я., Кандауров И.В., Синицкий С.Л., Трунев Ю.А.* Генерация мощных электронных пучков 100-микросекундного диапазона для многопробочной ловушки ГОЛ-3. // Забабахинские научные чтения: Сборник материалов IX Международной конференции. - Тезисы. г.Снежинск, 2007, с.115-116.
- [386] *Полосаткин С.В., Аржанников А.В., Астрелин В.Т., Бурдаков А.В., Зубаиров Э.Р., Иванов И.А., Иванцовский М.В., Куклин К.Н., Кузнецов А.С., Меклер К.И., Попов С.С., Поступаев В.В., Ровенских А.Ф., Селиванов А.Н., Синицкий С.Л., Степанов В.Д., Суляев Ю.С., Трунев Ю.А., Федотов М.Г., Шошин А.А.* Спектроскопические исследования взаимодействия мощного плазменного потока с твердым телом на установке ГОЛ-3. // Забабахинские научные чтения:

- Сборник материалов IX Международной конференции. - Тезисы. г.Снежинск, 2007, с. 116.
- [387] *Ахмадуллин Р.Н., Карлыжанов Н.Г., Астрелин В.Т., Бурдаков А.В.* Численное моделирование взаимодействия дейтериевой плазмы с графитовой мишенью в условиях эксперимента на установке ГОЛ-3. // Забабахинские научные чтения: Сборник материалов IX Международной конференции. - Тезисы. г.Снежинск, 2007, с. 117.
- [388] *Kuznetsov S.A., Goldenberg B.G., Kubarev V.V., Eliseev V.S., Kalinin P.V., Kondratiev V.I., Petrova E.V., Pindyurin V.F., Vinokurov N.A.* Development of thick metal mesh THz-filters by LIGA-technology for high-power applications at Novosibirsk terahertz FEL. // Conference Digest of the Joint 32nd International Conference on Infrared and Millimetre Waves, and 15th International Conference on Terahertz Electronics (IRMMW-THz2007), 3-7 September, 2007, Cardiff, UK. /M.J.Griffin e.a., eds. - S.l., 2007, p.978-979.
- [389] *Arzhannikov A.V., Astrelin V.T., Ginzburg N.S., Kalinin P.V., Kuznetsov A.S., Kuznetsov S.A., N.Yu. Peskov, Sergeev A.S., Sinitsky S.L., Stepanov V.D., Zaslavsky V.Yu., Zotova I.V.* Submillimeter radiation production by intercavity stimulated scattering in planar FEM at the ELMI-device. // Conference Digest of the Joint 32nd International Conference on Infrared and Millimetre Waves, and 15th International Conference on Terahertz Electronics (IRMMW-THz2007), 3-7 September, 2007, Cardiff, UK. /M.J.Griffin e.a., eds. - S.l., 2007, p.835-836.
- [390] *Kuznetsov S.A., Kubarev V.V., Kalinin P.V., Vinokurov N.A.* 1-D and 2-D metal mesh based quasi-optical selective components for high-power applications at Novosibirsk terahertz FEL. // Conference Digest of the Joint 32nd International Conference on Infrared and Millimetre Waves, and 15th International Conference on Terahertz Electronics (IRMMW-THz2007), 3-7 September, 2007, Cardiff, UK. /M.J.Griffin e.a., eds. - S.l., 2007, p.303-304.
- [391] *Kuznetsov S.A., Kubarev V.V., Kalinin P.V., Goldenberg B.G., Eliseev V.S., Petrova E.V., Vinokurov N.A.* Development of metal mesh based quasi-optical selective components and their application in high-power experiments at Novosibirsk terahertz FEL. // 29th International Free Electron Laser Conference, August 26-31, 2007, Budker INP, Novosibirsk, Russia (to be published at the JACoW web site <http://accelconf.web.cern.ch/accelconf/>).
- [392] *Arzhannikov A.V., Astrelin V.T., Ginzburg N.S., Kuznetsov A.S., Kuznetsov S.A., Kalinin P.V., Peskov N.Yu., Sergeev A.S., Sinitsky S.L., Stepanov V.D., Zaslavsky V.Yu., Zotova I.V.* Potentialities of ELMI device for submillimeter generation by stimulated intercavity scattering in planar FEM. // 29th International Free Electron Laser Conference, August 26-31, 2007, Budker INP, Novosibirsk, Russia (to be published at the JACoW web site <http://accelconf.web.cern.ch/accelconf/>).
- [393] *Burdakov A., Arzhannikov A., Astrelin V., Burmasov V., Derevyankin G., Ivanov I., Ivantsivsky M., I.Kandaurov, Kuklin K., Kuznetsov S., Makarov A.* Experiments for testing of materials under action of high-power heat loads at linear trap GOL-3. // Programme of the European Congress on Advanced Materials and Processes (Euromat 2007), Nuremberg, Germany, 2007. - p.42.
- [394] *Naumova E.V., Prinz V.Ya., Seleznev V.A., Golod S.V., Buldygin A.F., Soots R.A., Kubarev V.V., Knyazev B.A., Kulipanov G.N., Kuznetsov S.A., Vinokurov N.A.* Polarization transformation by arrays on the basis of precise metal-semiconductor

- microhelicies. // Proc. of 15th Intern. Symposium "Nanostructures: Physics and Technology". - June 25-29, 2007, Novosibirsk. - p.164-165.
- [395] *Kruglyakov E.P., Burdakov A.V., Ivanov A.A.* Recent progress in plasma confinement and heating in open-ended magnetic traps. // 34th EPS Conference on Controlled Fusion and Plasma Physics, July 2-6, 2007, Warsaw, Poland. - Report I4.003, Contributed Papers, CD-ROM, I4.003 (to be published by EPS in: Plasma Physics and Controlled Fusion, 2007).
- [396] *Arzhannikov A.V., Astrelin V.T., Ginzburg N.S., Kalinin P.V., Kuznetsov A.S., Peskov N.Yu., Rozental R.M., Sergeev A.S., Sinitsky S.L., Stepanov V.D., Zaslavsky V.Yu., Zotova I.V.* Intercavity stimulated scattering in planar FEM as a base for two-stage generation of submillimeter radiation. // Proc. of 37th European Microwave Conference (EuMC-2007), 8-12 October, 2007, Munich, Germany. - p.830-833.
- [397] *Koop I., Shatilov D., Zobov M., et al.* Super-B factory using low emittance storage rings and large crossing angle. // 22d Particle Accelerator Conference (PAC'07), June 25-29, 2007, Albuquerque, New Mexico, USA. - p.1460-1462.
- [398] *Koop I., Levichev E., Piminov P., Shatilov D., Smaluk V., et al.* DAFNE Phi-factory upgrade for SIDDHARTA run. // 22d Particle Accelerator Conference (PAC'07), June 25-29, 2007, Albuquerque, New Mexico, USA. - p.66-68.
- [399] *Koop I.A., Otboev A.V., Shatunov P.Yu., Shatunov Yu.M.* Plans for polarized beams at VEPP-2000 and U-70. // in AIP Conf. Proc., 915: p.153-161, 2007, 9p.
- [400] *Koop I.A., Otboev A.V., Shatunov P.Yu., Shatunov Yu.M.* Spin transparent Siberian snake and spin rotator with solenoids. // in AIP Conf. Proc., 2007, 7p, 915: p.948-954.
- [401] *Zobov M., Raimondi P., Perevedentsev E., Shatilov D.N., et al.* Beam operation with crab cavities at KEKB. // 22d Particle Accelerator Conference (PAC'07), June 25-29, 2007, Albuquerque, New Mexico, USA. - Proceedings, 1487-1489. - <http://pac07.org/proceedings/PAPERS/TUPAN037.PDF>.
- [402] *Oide K., Abe T., Akai K., et al. (KEK, Ibaraki), Perevedentsev E., Shatilov D.N. (BINP SB RAS, Novosibirsk).* Compensation of the Crossing Angle with Crab Cavities at KEKB. // 22d Particle Accelerator Conference (PAC'07), June 25-29, 2007, Albuquerque, New Mexico, USA. - Proceedings, p.27-41. - e-print: arXiv:0706.3248.
- [403] *Fadin V.S.* BFKL approach and dipole model. // International Conference: New Trends in High-Energy Physics, September 15-22, 2007, Yalta, Crimea, Ukraine. /Eds. P.N. Bogolyubov, L.L. Jenkovszky, and V.K. Magas, Kiev, 2007, p.258-266.
- [404] *Fadin V.S.* The coordinate representation of NLO BFKL and the dipole picture. // Proc. of the 12th International Conference on Elastic and Diffractive Scattering (Blois Workshop): Forward Physics and QCD, DESY, May 21-25, 2007, Hamburg, Germany. - DESY-PROC-2007-02. - arXiv:0712.3633 [hep-ph].
- [405] *Fadin V.S.* The coordinate representation of NLO BFKL. // XLI PNPI Winter School, February 19-24, 2007, St.Petersburg, Repino, Russia. - Presented talk.
- [406] *Fadin V.S.* Basics of BFKL approach, BFKL and dipole model. // School on QCD, low x physics, saturation and diffraction, July 1-14, 2007, Copanello, Calabria, Italy.

- [407] *Fadin V.S.* Dipole form of the BFKL kernel in QCD and its supersymmetric generalizations. // Workshop on Low x Physics, August 29 - September 1, 2007, Helsinki, Finland. - Presented talk.
- [408] *Фадин В.С.* Дипольное представление ядра BFKL в КХД и ее суперсимметричных обобщениях. // Сессия-конференция секции ЯФ ОФН РАН, ноябрь 26-30, 2007, Москва, Россия. - Presented talk.
- [409] *Бардаханов С.П., Кобылкин Д.Н., Корчагин А.И., Номоев А.В., Салимов Р.А., Труфанов Д.Ю., Фадеев С.Н., Черепков В.В.* Метод производства нанопорошков оксидов, исследование их свойств и применений // Доклад на Всероссийском семинаре “Современные проблемы теоретической и прикладной механики”, 10-12 апреля, 2007, Новосибирск, с.22.
- [410] *Полетика И.М., Голковский М.Г., Перовская М.В., Крылова Т.А.* Закалка среднеуглеродистой стали электронным пучком. // Труды V Всероссийской научно-практической конференции с международным участием “Инновационные технологии и экономика в машиностроении”, 14-15 сентября, 2007, Юрга, с.245-247.
- [411] *Полетика И.М., Голковский М.Г., Перовская М.В., Крылова Т.А.* Электронно-лучевая наплавка коррозионно-стойких покрытий. // Труды V Всероссийской научно-практической конференции с международным участием “Инновационные технологии и экономика в машиностроении”, 14-15 сентября, 2007, Юрга, с.243-245.
- [412] *Голубенко Ю.И., Вейс М.Е., Куksанов Н.К., Немытов П.И., Салимов Р.А.* Установка и запуск системы 4-стороннего облучения совместно с подпучковой транспортной системой на ОАО “Подольск-кабель” для улучшения качества электронно-лучевой обработки изделий. // Стендовый доклад, ТЭК: Современные технологии и оборудование, 11-12 апреля, 2007, Новосибирск.
- [413] *Голубенко Ю.И., Вейс М.Е., Куksанов Н.К., Немытов П.И., Салимов Р.А.* Мощные ускорители электронов непрерывного действия типа ЭЛВ для энергоемких радиационных технологий. // Стендовый доклад, ТЭК: Современные технологии и оборудование, 11-12 апреля, 2007, Новосибирск.
- [414] *Полетика И.М., Голковский М.Г., Перовская М.В., Крылова Т.А.* Электронно-лучевая вневакуумная наплавка хромсодержащих покрытий на низкоуглеродистую сталь. // Материалы 7-й Международной конференции “Взаимодействие излучений с твёрдым телом” (ВИТТ-2007), 26-28 сентября 2007, Минск, Беларусь, с.324-326.
- [415] *Полетика И.М., Голковский М.Г., Крылова Т.А., Перовская М.В.* Создание коррозионно-стойких покрытий на низкоуглеродистой стали. // 8-я Международная конференция “Плёнки и покрытия-2007”, 22-25 мая 2007, Санкт-Петербург, с.94-97.
- [416] *Bardakhanov S.P., Cherepkov V.V., Korchagin A.I., Fadeev S.N., Sangaa D., Temuijin J., Gafner Yu.Ya.* New technology of nanopowder production and study of their properties. // Poster Presentation at 15th International Symposium “Nanostructures: Physics and Technology”, June 25-29, 2007, Novosibirsk,
- [417] *Gafner S.L., Gafner Y.Y., Redel L.V., Bardakhanov S.P., Kuksanov N.K.* Computer simulations of the formation of ni nanoclusters from the gas phase. // Poster Presentation at IV International Conference on Contemporary Physics, August 13-20, 2007, Ulaanbaatar, p.94.

- [418] *Bardakhanov S.P., Golkovski M.G., Korchagin A.I., Kuksanov N.K., Lavrukhin A.V., Salimov R.A., Fadeev S.N., Cherepkov V.V., Nomoev A.V.* New way of nanopowders production by electron beam evaporation at atmospheric pressure. // Presentation at IV International Conference on Contemporary Physics, August 13-20, 2007, Ulaanbaatar, p.67.
- [419] *Kuksanov N.K., Salimov R.A., Veis M.E.* High power electron accelerators for environment protection technologies. // Technical Meeting on “Prospects and Challenges in Application of Radiation for Treating Exhaust Gases”, 14-18 May, 2007, Warsaw, Poland, IAEA Mission.
- [420] *Kuksanov N.K., Veis M.E., Nemytov P.I., Salimov R.A., Golubenko Yu.I.* Asian Particle Accelerator Conference and its Application (APAC 2007), January 29 - February 2, Indore, India.
- [421] *Бардаханов С.П., Вейс М.Е., Кукусанов Н.К., Лаврухин А.В., Салимов Р.А., Фадеев С.Н.* Применение электронных ускорителей серии ЭЛВ для производства нано-порошков. // Доклад на XX Международном семинаре по ускорителям заряженных частиц, 9-15 сентября, 2007, Украина, Крым, Алушта.
- [422] *Strakhovenko V.* Target depolarization effects. // Invited talk given at the Workshop “Posipol 2007”, May 23-25, 2007, Orsay, France. - <http://indico.lal.in2p3.fr/conferences>.
- [423] *Strakhovenko V.* Polarization buildup in stored p and \bar{p} beams interacting with a polarized target. // Invited talk given at the Workshop “Polarized Antiproton Beams - How?”, Aug. 29-31, 2007, Daresbury, UK. - <http://www.cockcroft.ac.uk/Polanti-p>.
- [424] *Strakhovenko V.* Estimation on \bar{p} beam polarization due to spin filtering by a polarized hydrogen target. // Invited talk given at the Workshop “Polarized Antiproton Beams - How?”, August 29-31, 2007, Daresbury, UK.
- [425] *Sokolov Valentin V.* Decay rates statistics of unstable classically chaotic systems. // To appear in Proc. of the International Workshop on Nuclei and Mesoscopic Systems (WNMP07), October 20-22, 2007, East Lansing, Michigan, US. - cond-mat:0711.1640v1, 11 November 2007.
- [426] *Sokolov Valentin V.* Statistics of resonance widths and decay rates distribution in the chaotic resonance scattering. // International Workshop on Nuclei and Mesoscopic Systems (WNMP07). - October 20-22, 2007, East Lansing, Michigan, US.
- [427] *Grozin A.G., Guazzini D., Marquard P., Meyer H.B., Piclum J.H., Sommer R., Steinhauser M.* The B -meson mass splitting from non-perturbative quenched lattice QCD. // International Conference (Lattice 2007), 30 July - 4 August, 2007, Regensburg, Germany. - Proceedings of Science (Lattice 2007), 100.
- [428] *Скринский А.Н., Салимов Р.А., Бардаханов С.П., Корчагин А.И.* Создание макетного образца технологии производства наноразмерных порошков на базе промышленного ускорителя электронов. // 2007, контракт 02.513.11.32.60.
- [429] *Николенко А.Д., Генцелев А.Н., Гольденберг Б.Г., Киселев В.А., Колокольников Ю.М., Кулипанов Г.Н., Левичев Е.Б., Легкодымов А.А., Лях В.В., Мироненко Л.А., Мишнев С.И., Пиндюрин В.Ф., Полетаев И.В., Смалюк В.В., Холопов М.А., Чернов В.А., Шеромов М.А.* Космос: метрологическая станция ВУФ и мягкого рентгеновского диапазона (10-2000 эВ) с использованием синхротронного излучения из накопителя ВЭПП-4. // VI Нац. конф. по применению рентгеновского, синхротронного излучений, нейтронов и электронов для

- исследования материалов: РСНЭ 2007, 12-17 ноября 2007, ИК РАН: Тез. докл. - М, ИК РАН, 2007, с.617.
- [430] *Korchuganov V., Mezentsev N., Valentinov A.* An influence of 7.5 T superconducting wiggler on beam parameters of Siberia-2 storage ring. // Synchrotron Radiation Instrumentation: 9th Intern. Conf. on Synchrotron Radiation Instrumentation: SRI 2006, Daegu, Korea, 28 May - 2 June, 2006 / J.-Y. Choi, S. Rah, Eds. - Melville, AIP, 2007, p.440-443.
- [431] *Tanaka K., Michael C., Vyacheslavov L.N., Sanin A.L., Akiyama T., Kawahata K., Ito Y., Okajima S.* CO₂ laser imaging heterodyne and phase contrast interferometer for density profile and fluctuation measurements in LHD. // Proc. of the 13th Intern. Sympos. on Laser-Aided Plasma Diagnostics, 18-21 September, 2007, Hida Hotel Plaza, Takayama, Japan. /Ed. by K. Kawahata. - Toki, Nat. Inst. for Fus. Sci., 2007, p.242-248.
- [432] *Levichev E.B., Parkhomchuk V.V., Skrinisky A.N., Vostrikov V.A.* Electron cooling application for cancer therapy facility. // Proc. of the 3th Intern. Sympos. on Laser-Aided Plasma Diagnostics, 18-21 September, 2007, Hida Hotel Plaza, Takayama, Japan. /Ed. by K. Kawahata. - Toki, Nat. Inst. for Fus. Sci., 2007, p.105-107.
- [433] *Michael C.A., Vyacheslavov L.N., Tanaka K., Sanin A., Kawahata K., Okajima S.* Extraction of velocity fluctuations from density dynamics using CO₂ laser phase-contrast imaging on LHD. // Proc. of the 13th Intern. Sympos. on Laser-Aided Plasma Diagnostics, 18-21 September, 2007, Hida Hotel Plaza, Takayama, Japan. /Ed. by K. Kawahata. - Toki, Nat. Inst. for Fus. Sci., 2007, p.70-75.
- [434] *Kubarev V.V., Vinokurov N.A., Kolobanov E.I., Kotenkov V.V., Kulipanov G.N., Matveenko A.N., Salikova T.V., Serednyakov S.S., Scheglov M.A.* Fourier spectroscopy of water vapor absorption in 40m optical transport channel of the NovoFEL. // IRMMW-THz2007: Conf. digest of the Joint 32nd Intern. Conf. on Infrared and Millimetre Waves, and 15th Intern. Conf. on Terahertz Electronics, City Hall, Cardiff, UK, 3-7 September, 2007. /M.J.Griffin e.a., eds. - S.l., 2007, p.817-818.
- [435] *Cherkassky V.S., Fanova A.V., Gavrilov N.G., Young Uk Jeong, Hyuk Jin Cha, Knyazev B.A., Kulipanov G.N., Merzhievsky L.A., Polskikh I.A., Vinokurov N.A., Zhigach S.A.* Fresnel optics and optical systems for terahertz imaging at free electron laser. // IRMMW-THz2007: Conf. digest of the Joint 32nd Intern. Conf. on Infrared and Millimetre Waves, and 15th Intern. Conf. on Terahertz Electronics, City Hall, Cardiff, UK, 3-7 September, 2007. /M.J.Griffin e.a., eds. - S.l., 2007, p.504-505.
- [436] *Knyazev B.A.* Imaging at high-power terahertz free electron laser: methods and applications. // Intern. Sympos. on Topical Problems of Biophotonics (TPB 2007), 4-11 August, 2007, Nizhny Novgorod-Moscow-Nizhny Novgorod, Russia: Proc. - Nizny Novgorod, Inst. of Appl. Phys. RAS, 2007, p.309.
- [437] *Kulipanov G., Skrinisky A., Vinokurov N.* MARS - multi-turn accelerator-recuperator source of high brightness X-ray. // Proc. of the 43rd ISTC Japan Workshop on Accelerator Science - Basic to Applications - in Russia / CIS, October 29-30, 2007 (KEK), Tsukuba, Japan. - Tsukuba, KEK, 2007, p.1-8.
- [438] *Kulipanov G., Skrinisky A., Vinokurov N.* Multi-pass accelerator-recuperator (MARS) as coherent X-ray synchrotron radiation source. // Synchrotron Radiation Instrumentation: 9th Intern. Conf. on Synchrotron Radiation Instrumentation: SRI

- 2006, Daegu, Korea, 28 May - 2 June 2006. /J-Y.Choi, S.Rah, Eds. - Melville, AIP, 2007, p.234-239.
- [439] *Cherkassky V.S., Chesnokov E.N., Fomin V.M., Gavrilo N.G., Gerasimov V.V., Gonchar A.M., Dem'yanenko M.A., Esaev D.G., Knyazev B.A., Kolobanov E.I., Kotenkov V.V., Kozlov A.S., Kubarev V.V., Kulipanov G.N., Lukyanchikov L.A., Matveenko A.N., Medvedev L.E., Merzhievsky L.A., Miginsky S.V., Mironenko L.A., Ovchar V.K., Peltek S.G., Petrov A.K., Polskikh I.A., Popik V.M., Salikova T.V., Serednyakov S.S., Skrinsky A.N., Shevchenko O.A., Scheglov M.A., Vinokurov N.A., Yakovlev V.V.* Novosibirsk free electron laser: second stage construction and new results at the terahertz user stations. // IRMMW-THz2007: Conf. Digest of the Joint 32nd Intern. Conf. on Infrared and Millimetre Waves, and 15th Intern. Conf. on Terahertz Electronics, City Hall, Cardiff, UK, 3-7 September, 2007. /M.J.Griffin e.a., eds. - S.l., 2007, p.636-637.
- [440] *Kubarev V.V.* Optical properties of CVD-diamond in terahertz range and its applications on the NovoFEL. // IRMMW-THz2007: Conf. Digest of the Joint 32nd Intern. Conf. on Infrared and Millimetre Waves, and 15th Intern. Conf. on Terahertz Electronics, City Hall, Cardiff, UK, 3-7 September, 2007. /M.J.Griffin e.a., eds. - S.l., 2007, p.863-865.
- [441] *Kubarev V.V., Makashov E.V., Palagin K.S., Serednyakov S.S., Fedotov M.G.* Powermeters and 2D beam imaging systems on the Novosibirsk terahertz free electron laser. // IRMMW-THz2007: Conf. Digest of the Joint 32nd Intern. Conf. on Infrared and Millimetre Waves, and 15th Intern. Conf. on Terahertz Electronics, City Hall, Cardiff, UK, 3-7 September, 2007. /M.J.Griffin e.a., eds. - S.l., 2007, p.249-250.
- [442] *Fomin V.M., Knyazev B.A., Kubarev V.V., Kulipanov G.N., Scheglov M.A., Vinokurov N.A., Yakovlev V.I., Petrov A.K.* Research opportunities at terahertz Novosibirsk free electron laser. // Intern. Conf. on the Methods of Aerophysical Research, 5-10 February, 2007, Novosibirsk, Russia: Proc. - Novosibirsk, Publ. House "Parallel", 2007, p.71-77.
- [443] *Barnyakov A.Yu., Barnyakov M.Yu., Beloborodov K.I., Bobrovnikov V.S., Buzykaev A.R., Danilyuk A.F., Golubev V.B., Gulevich V.V., Kirillov V.L., Kononov S.A., Kravchenko E.A., Onuchin A.P., Serednyakov S.I.* Results from R&D of Cherenkov detectors at Novosibirsk. // Vienna Conf. on Instrumentation 2007: VCI: Proc. of the 11th Intern. Vienna Conf. on Instrumentation, Vienna, Austria, February 19-24, 2007. /G.Badurek e.a., eds. - Amsterdam, Elsevier, 2007, p.410-414.
- [444] *Lanina N.F., Korneev V.N., Aulchenko V.M., Dolbnya I.P., Bras W., Vazina A.A.* SAXS/WAXS study of giant muscle protein titin during stretching. // VI Нац. конф. по применению рентгеновского, синхротронного излучений, нейтронов и электронов для исследования материалов (РСНЭ 2007), 12-17 ноября 2007, ИК РАН: Тез. докл. - М, ИК РАН, 2007, с.126.
- [445] *Aulchenko V.M., Bogdanchikov A.G., Botov A.A., Bukin A.D., Bukin D.A., Dimova T.V., Druzhinin V.P., Filatov V.P., Golubev V.B., Kharlamov A.G., Korol A.A., Koshuba S.V., Obrazovsky A.E., Pakhtusova E.V., Serednyakov S.I., Sirotkin A.A., Usov Yu.V., Vasiljev A.V.* Spherical neutral detector tracking system for experiments at VEPP-2000 e+e- collider. // Vienna Conf. on Instrumentation 2007: VCI: Proc. of the 11th Intern. Vienna Conf. on Instrumentation, Vienna, Austria, February 19-24, 2007. /G.Badurek e.a., eds. - Amsterdam, Elsevier, 2007, p.115-118.

- [446] *Bona M., Garra Tiko J., Grauges Pous E., Colanero P., De Fazio F., Palano A., Manghisoni M., Re V., Traversi G., Eigen G., Venturini M., Soni N., Bruschi M., De Castro S., Faccioli P., Gabrielli A., Giacobbe B., Semprini Cesari N., Spighi R., Villa M., Zoccoli A., Hearty C., McKenna J., Soni A., Khan A., Barniakov A.Y., Barniakov M.Y., Blinov V.E., Druzhinin V.P., Golubev V.B., Kononov S.A., Koop I.A., Kravchenko E.A., Levichev E.B., Nikitin S.A., Onuchin A.P., Piminov P.A., Serednyakov S.I., Shatilov D.N., Shatunov Y.M., Skovpen Y.I., Solodov E.P.* Super B: A High-Luminosity Heavy Flavour Factory: Conceptual Design Report.
- [447] *Batnikov A.M., Khrushchev S.V., Kulipanov G.N., Kuper E.A., Lev V.H., Mezentsev N.A., Miginsky E.G., Repkov V.V., Shkaruba V.A., Syrovatin V.M., Tsukanov V.M., Zolotarev K.V., Zjurba V.K.* Superconducting insertion devices for light sources at Budker INP. // Synchrotron Radiation Instrumentation: 9th Intern. Conf. on Synchrotron Radiation Instrumentation: SRI 2006, Daegu, Korea, 28 May - 2 June 2006. /J-Y.Choi, S.Rah, Eds. - Melville, AIP, 2007, P.305-310.
- [448] *Knyazev B.A., Dem'yanenko M.A., Esaev D.G.* Terahertz imaging with a 160x120 pixel microbolometer 90-fps camera. // IRMMW-THz2007: Conf. Digest of the Joint 32nd Intern. Conf. on Infrared and Millimetre Waves, and 15th Intern. Conf. on Terahertz Electronics, City Hall, Cardiff, UK, 3-7 September, 2007. /M.J.Griffin e.a., eds. - S.l., 2007, p.360-361.
- [449] *Knyazev B.A., Gerasimov V.V., Gonchar A.M., Kolosova N.G.* Using of terahertz radiation for monitoring of senile osteoporosis development. // IRMMW-THz2007: Conf. Digest of the Joint 32nd Intern. Conf. on Infrared and Millimetre Waves, and 15th Intern. Conf. on Terahertz Electronics, City Hall, Cardiff, UK, 3-7 September, 2007. /M.J.Griffin e.a., eds. - S.l., 2007, p.563-564.
- [450] *Starostenko A.* Using the liquid lead technology for cooling and rotation of high power targets. // Proc. of the 43rd ISTC Japan Workshop on Accelerator Science - Basic to Applications - in Russia. /CIS, October 29-30, 2007 (KEK), Tsukuba, Japan. - Tsukuba, KEK, 2007, p.25-27.
- [451] *Shatunov Yu.M.* VEPP-2000 collider commissioning. // Proc. of the 43rd ISTC Japan Workshop on Accelerator Science - Basic to Applications - in Russia. /CIS, October 29-30, 2007 (KEK), Tsukuba, Japan. - Tsukuba, KEK, 2007, p.63-67.
- [452] *Бажанова В.В., Шапоренко А.Д., Гуляева Л.Ф., Красильников С.Э., Титова В.С.* Анализ элементного состава доброкачественных и злокачественных опухолей матки в сопоставлении с клиническими характеристиками. // VI Нац. конф. по применению рентгеновского, синхротронного излучений, нейтронов и электронов для исследования материалов (РСНЭ 2007), 12-17 ноября 2007, ИК РАН: Тез. докл. - М, ИК РАН, 2007, с.497.
- [453] *Абдульманов В.Г., Бак П.А.* Анодный модулятор электронно-лучевого источника многозарядных ионов MIS-1. // 8-ой Всероссийский семинар "Проблемы теоретической и прикладной электронной и ионной оптики, 29-31 мая 2007, Москва, Россия. (Посвящается 100-летию Ю.М.Кушнира): Тез. докл. - Москва, ГНЦРФ ФГУП НПО "Орион", 2007, с.73.
- [454] *Багрянский П.А., Солдаткина Е.И., Соломахин А.Л.* Влияние пристеночной плазмы на МГД-устойчивость в газодинамической ловушке. // Тез. докл. XXXIV Междунар. Звенигородской конф. по физике плазмы и УТС, Звенигород, 12-16 февраля 2007. - М, ЗАО НТЦ "ПЛАЗМАИОФАН", 2007, с.55.

- [455] *Пустоваров В.А., Огородников И.Н., Омельков С.И., Зинин Э.И., Толмачев А.В., Явецкий Р.П.* ВУФ-спектроскопия новых сцинтилляционных материалов для регистрации нейтронов на основе кристаллов литий-гадолиниевых боратов. // VI Нац. конф. по применению рентгеновского, синхротронного излучений, нейтронов и электронов для исследования материалов (РСНЭ 2007), 12-17 ноября 2007, ИК РАН: тез. докл. - М, ИК РАН, 2007, с.543.
- [456] *Толочко Б.П., Титов В.М., Чернышев А.П., Тен К.А., Прууэл Э.Р., Жогин И.Л., Зубков П.И., Ляхов Н.З., Лукьянчиков Л.А., Шеромов М.А.* Гидродинамические методы управления детонационным синтезом наночастиц алмаза. // II Всерос. конф. по наноматериалам (НАНО 2007), 13-16 марта 2007, Новосибирск. Совместно с IV Междунар. научным семинаром: Наноструктурные материалы 2007: Беларусь-Россия: Тез. - Новосибирск, ИХТТиМ СО РАН, 2007, с.244.
- [457] *Папушев П.А., Аульченко В.М., Васильев А.В., Жуланов В.В., Титов В.М., Толочко Б.П., Шарафутдинов М.Р., Шехтман Л.И.* Детектор для экспериментов по широкоугольной дифракции (ОД4). // VI Нац. конф. по применению рентгеновского, синхротронного излучений, нейтронов и электронов для исследования материалов (РСНЭ 2007), 12-17 ноября 2007, ИК РАН: тез. докл. - М, ИК РАН, 2007, с.619.
- [458] *Толочко Б.П., Титов В.М., Чернышев А.П., Тен К.А., Прууэл Э.Р., Жогин И.Л., Зубков П.И., Ляхов Н.З., Лукьянчиков Л.А., Шеромов М.А.* Детонационный синтез наночастиц сплава ВiРb. // II Всерос. конф. по наноматериалам (НАНО 2007), 13-16 марта 2007, Новосибирск. Совместно с IV Междунар. научным семинаром: Наноструктурные материалы 2007: Беларусь-Россия: Тез. - Новосибирск, ИХТТиМ СО РАН, 2007, с.243.
- [459] *Титов В.М., Толочко Б.П., Аульченко В.М.* Динамические методы получения и исследования наночастиц. // Наука и нанотехнологии: материалы науч. сессии Президиума Сибирского отделения РАН, 22 декабря 2006. - Новосибирск, Изд-во СОРАН, 2007, с.68-75.
- [460] *Багрянский П.А., Воскобойников Р.В., Квашиин А.Н., Лизунов А.А., Соломахин А.Л., Хильченко А.Д.* Дисперсионный интерферометр для измерения и контроля электронной плотности в установках ГДЛ и ТЕХТОР. // Тез. докл. XXXIV Междунар. Звенигородской конф. по физике плазмы и УТС, Звенигород, 12-16 февраля 2007. - М, ЗАО НТЦ "ПЛАЗМАИОФАН", 2007, с.69.
- [461] *Жигач С.А., Князев Б.А., Мерзиевский Л.А., Польских И.А., Фанова А.В., Черкасский В.С.* Дифракционные оптические элементы и квазиоптические системы для экспериментов на мощном терагерцовом ЛСЭ. // Всероссийский семинар по радиофизике миллиметровых и субмиллиметровых волн, 12-15 марта 2007, Нижний Новгород: Тез. докл. - Нижний Новгород, 2007, с.11-12.
- [462] *Толочко Б.П., Чернышев А.П., Тен К.А., Прууэл Э.Р., Жогин И.Л., Зубков П.И., Ляхов Н.З., Лукьянчиков Л.А., Шеромов М.А.* Использование диаграммы Бачмана для учета химических процессов при детонации ВВ с отрицательным кислородным балансом. // Экстремальные состояния вещества. Детонация. Ударные волны: Тр. Междунар. конф.: IX Харитоновские тематические научные чтения, 12-16 марта 2007. / Под ред. А.Л.Михайлова. - Саров, РФЯЦ-ВНИИЭФ, 2007, с.75-79.

- [463] Толочко Б.П., Титов В.М., Чернышев А.П., Тен К.А., Прууэл Э.Р., Жогин И.Л., Зубков П.И., Ляхов Н.З., Лукьянчиков Л.А., Шеромов М.А. Использование наночастиц в качестве нанозондов для определения профиля концентрации кислорода за фронтом детонационной волны. // II Всерос. конф. по наноматериалам (НАНО 2007), 13-16 марта 2007, Новосибирск. Совместно с IV Междунар. научным семинаром: Наноструктурные материалы 2007: Беларусь-Россия: Тез. - Новосибирск, ИХТТиМ СО РАН, 2007, с.277.
- [464] Акимов А.В., Логаčov П.В., Казарезов И.В., Корепанов А.А., Маркин В.В., Аверин Ф.В. Исследование характеристик магнитных сердечников индукционного ускорителя в импульсном режиме: то же на англ.яз. // Тез. докл. XX Междунар.семинара по ускорителям заряженных частиц, 9-15 сентября 2007, Алушта, Крым. - Харьков, ННЦ ХФТИ, 2007, с.83-84.
- [465] Жогин И.Л., Аульченко В.М., Гаверилов Н.Г., Евдоков О.В., Жуланов В.В., Кузьминых Е.А., Титов В.М., Толочко Б.П., Цуканов В.М., Шарафутдинов М.Р. Малоугловая рентгеновская установка с однокоординатным детектором ОД-3М. // VI Нац. конф. по применению рентгеновского, синхротронного излучений, нейтронов и электронов для исследования материалов (РСНЭ 2007), 12-17 ноября 2007, ИК РАН: Тез. докл. - М, ИК РАН, 2007, с.600.
- [466] Толочко Б.П., Титов В.М., Кулипанов Г.Н., Ляхов Н.З., Аульченко В.М., Тен К.А., Прууэл Э.Р., Шехтман Л.И., Жогин И.Л., Жуланов В.В., Лукьянчиков Л.А., Зубков П.И., Мерзиевский Л.А., Шарафутдинов М.Р. Малоугловое рассеяние в экстремальных условиях детонации и ударноволнового воздействия на наносистему. // VI Нац. конф. по применению рентгеновского, синхротронного излучений, нейтронов и электронов для исследования материалов (РСНЭ 2007), 12-17 ноября 2007, ИК РАН: Тез. докл. - М, ИК РАН, 2007, с.578.
- [467] Колчанов Н.А., Пельтек С.Е., Тихунова Н.В., Хлебодарова Т.М., Горячковская Т.Н., Рубцов Н.Б., Кулипанов Г.Н., Попик В.М., Пиндюрин В.Ф., Елисеев В.С., Гольденберг Б.Г., Щеглов М.А. Микрофлюидные системы в биологии и конструирование геносенсоров. // Наука и нанотехнологии: материалы науч. сессии Президиума Сибирского отделения РАН, 22 декабря 2006. - Новосибирск, Изд-во СОРАН, 2007, с.147-154.
- [468] Белов В.П., Давыденко В.И., Дейчули П.П., Иванов А.А., Мишагин В.В., Сорокин А.В. Моделирование и тестовые эксперименты по формированию мощного секундного атомарного пучка. // Тез. докл. XXXIV Междунар. Звенигородской конф. по физике плазмы и УТС, Звенигород, 12-16 февраля 2007. - М, ЗАО НТЦ "ПЛАЗМАИОФАН", 2007, с.77.
- [469] Гинзбург Н.С., Заславский В.Ю., Песков Н.Ю., Сергеев А.С., Аржанников А.В., Калинин П.В., Синецкий С.Л., Тумм М. Моделирование селективных свойств двумерных брэгговских резонаторов планарной геометрии. // Всероссийский семинар по радиофизике миллиметровых и субмиллиметровых волн, 12-15 марта 2007, Нижний Новгород: Тез. докл. - Нижний Новгород, 2007, с.22.
- [470] Абдрашитов Г.Ф., Абдрашитов А.Г., Донин А.С., Зубарев П.В., Капитонов В.А., Моисеев Д.В., Ращенко В.В., Савкин В.Я. Модернизированная система питания нагревных инжекторов ГДЛ. // Тез. докл. XXXIV Междунар. Звенигородской конф. по физике плазмы и УТС, Звенигород, 12-16 февраля 2007. - М, ЗАО НТЦ "ПЛАЗМАИОФАН", 2007, с.68.

- [471] *Кулипанов Г.Н.* Нанотехнологии - новые импульсы развития науки и экономики. // Наука и нанотехнологии: материалы науч. сессии Президиума Сибирского отделения РАН, 22 декабря 2006. - Новосибирск, Изд-во СОРАН, 2007, с.5-10.
- [472] *Корнеев В.Н., Шлектарев В.А., Забелин А.В., Аульченко В.М., Толочко Б.П., Шарафутдинов М.Р., Медведев Б.И., Горин В.П., Найда О.В., Вазина А.А.* Новая версия малоугловой рентгеновской аппаратуры для исследования биологических структур на станции D1CSI в КЦСИиНТ. // VI Нац. конф. по применению рентгеновского, синхротронного излучений, нейтронов и электронов для исследования материалов (РСНЭ 2007), 12-17 ноября 2007, ИК РАН: Тез. докл. - М, ИК РАН, 2007, с.606.
- [473] *Гинзбург Н.С., Кузиков С.В., Песков Н.Ю., Сергеев А.С., Каминский А.К., Перельштейн Э.А., Седых С.Н., Аржанников А.В., Калинин П.В., Кузнецов С.А., Синицкий С.Л., Степанов В.Д.* Новые схемы МСЭ с брэгговскими резонаторами (теория и эксперимент). // Всероссийский семинар по радиофизике миллиметровых и субмиллиметровых волн, 12-15 марта 2007, Нижний Новгород: Тез. докл. - Нижний Новгород, 2007, с.6-7.
- [474] *Титов В.М., Аульченко В.М., Васильев А.В., Евдоков О.В., Жуланов В.В., Жогин И.А., Кутюков В.Д., Пирогов Б.Я., Толочко Б.П., Шарафутдинов М.Р.* Однокоординатный рентгеновский детектор ОДЗ-М. // VI Нац. конф. по применению рентгеновского, синхротронного излучений, нейтронов и электронов для исследования материалов (РСНЭ 2007), 12-17 ноября 2007, ИК РАН: Тез. докл. - М, ИК РАН, 2007, с.577.
- [475] *Шапоренко А.Д., Жуков А.А., Краснов А.А., Семенов А.М.* Определение основных параметров геттерных покрытий с использованием метода РФА-СИ. // VI Нац. конф. по применению рентгеновского, синхротронного излучений, нейтронов и электронов для исследования материалов (РСНЭ 2007), 12-17 ноября 2007, ИК РАН: Тез. докл. - М, ИК РАН, 2007, с.563.
- [476] *Генцелев А.Н., Гольденберг Б.Г., Пиндюрин В.Ф., Петрова Е.В., Дребущак В.А.* Оптимизация режимов экспонирования толстых рентгенорезистов интенсивными пучками СИ. // VI Нац. конф. по применению рентгеновского, синхротронного излучений, нейтронов и электронов для исследования материалов (РСНЭ 2007), 12-17 ноября 2007, ИК РАН: Тез. докл. - М, ИК РАН, 2007, с.591.
- [477] *Иванов А.А.* Осесимметричные магнитные ловушки Института Ядерной Физики им.Г.И.Будкера, СО РАН. // Тез. докл. XXXIV Междунар. Звенигородской конф. по физике плазмы и УТС, Звенигород, 12-16 февраля 2007. - М, ЗАО НТЦ "ПЛАЗМАИОФАН", 2007, с.15.
- [478] *Анчаров А.И., Аульченко В.М., Барышев В.Б., Бухтияров В.И., Винокуров Н.А., Воблый П.Д., Гаврилов Н.Г., Гольденберг Б.Г., Золотарев К.В., Князев Б.А., Кочубей Д.И., Кубарев В.В., Кузин М.В., Кузьминых В.С., Кулипанов Г.Н., Купер К.Э., Купер Э.А., Левичев Е.Б.* Особенности и тенденции развития Центра коллективного пользования "Сибирский Центр Синхротронного и Терагерцового Излучения". // Сб. науч. тр. 5-й Междунар. выставки (Лаборатория Экспо'07). - М, 2007, с.73-82.
- [479] *Толочко Б.П., Чернышев А.П., Тен К.А., Прууэл Э.Р., Зубков П.И., Ляхов Н.З., Шарафутдинов М.Р., Лукьянчиков Л.А., Шеромов М.А.* Первые эксперименты in situ измерения профиля концентрации кислорода в детонационной волне

- твердых ВВ методом малоуглового рассеяния синхротронного излучения. // Экстремальные состояния вещества. Детонация. Ударные волны: 3-я Междунар. конф., IX Харитоновские тематические научные чтения, 12-16 марта 2007. /Под ред. А.Л.Михайлова. - Саров, РФЯЦ-ВНИИЭФ, 2007, с.716-718.
- [480] *Толочко Б.П., Титов В.М., Чернышев А.П., Тен К.А., Прууэл Э.Р., Жогин И.Л., Зубков П.И., Ляхов Н.З., Лукьянчиков Л.А., Шеромов М.А.* Получение наночастиц алмаза в углеродной матрице при ударно-волновом воздействии на адамантан. // II Всерос. конф. по наноматериалам (НАНО 2007), 13-16 марта 2007, Новосибирск. Совместно с IV Междунар. научным семинаром (Наноструктурные материалы 2007), Беларусь-Россия: Тез. - Новосибирск, ИХТТИМ СО РАН, 2007, с.241.
- [481] *Купер К.Э., Зедгенизов Д.А., Рагозин А.Л., Шацкий В.С.* Предварительные результаты изучения микродефектов в природных алмазах методом рентгеновской микротомографии с использованием синхротронного излучения. // VI Нац. конф. по применению рентгеновского, синхротронного излучений, нейтронов и электронов для исследования материалов (РСНЭ 2007), 12-17 ноября 2007, ИК РАН: Тез. докл. - М, ИК РАН, 2007, с.609.
- [482] *Лях В.В., Авакян С.В., Афанасьев И.М., Воронин Н.А., Купер К.Э., Легкодымов А.А., Николенко А.Д., Пиндюрин В.Ф.* Предварительные результаты калибровки аппаратуры "космического солнечного патруля" на синхротронном излучении из накопителя ВЭПП-4. // VI Нац. конф. по применению рентгеновского, синхротронного излучений, нейтронов и электронов для исследования материалов (РСНЭ 2007), 12-17 ноября 2007, ИК РАН: Тез. докл. - М, ИК РАН, 2007, с.614.
- [483] *Легкодымов А.А., Аруев П.Н., Забродский В.В., Колокольников Ю.М., Коваленко Н.В., Николенко А.Д., Лях В.В., Пиндюрин В.Ф., Суханов В.Л.* Предварительные результаты калибровки полупроводниковых детекторов в области ВУФ и мягкого рентгена с использованием синхротронного излучения из накопителя ВЭПП-4. // VI Нац. конф. по применению рентгеновского, синхротронного излучений, нейтронов и электронов для исследования материалов (РСНЭ 2007), 12-17 ноября 2007, ИК РАН: Тез. докл. - М, ИК РАН, 2007, с.611.
- [484] *Горячковская Т.Н., Козлов А.С., Колчанов Н.А., Малышкин С.Б., Пельтек С.Е., Петров А.К., Попик В.М., Тарабан М.Б., Тихунова Н.В., Хлебодарова Т.М., Щеглов М.А.* Применение терагерцового излучения для анализа биологических объектов. // Всероссийский семинар по радиофизике миллиметровых и субмиллиметровых волн, 12-15 марта 2007, Нижний Новгород: Тез. докл. - Нижний Новгород, 2007, с.66.
- [485] *Герасимов В.В., Гончар А.М., Князев Б.А., Колосова Н.Г.* Применение терагерцовой спектроскопии для исследования процесса развития возрастного остеопороза. // Всероссийский семинар по радиофизике миллиметровых и субмиллиметровых волн, 12-15 марта 2007, Нижний Новгород: Тез. докл. - Нижний Новгород, 2007, с.64-66.
- [486] *Акимов А.В., Логачев П.В., Бочков В.Д., Дягилев В.М., Ушич В.Г.* Применение тиратронов ТПИ1-10к/50 для создания модулятора, обеспечивающего питание индуктивно-резистивной нагрузки в двухимпульсном режиме: то же на англ. яз. // Тез. докл. XX Междунар. семинара по ускорителям заряжен-

- ных частиц, 9-15 сентября 2007, Алушта, Крым. - Харьков, ННЦ ХФТИ, 2007, с.41-42.
- [487] *Лизунов А.А., Багрянский П.А., Дэн Хартог Д., Приходько В.В.* Радиальные профили диамагнетизма плазмы в газодинамической ловушке при инжекции мощных пучков дейтерия. // Тез. докл. XXXIV Междунар. Звенигородской конф. по физике плазмы и УТС, Звенигород, 12-16 февраля 2007. - М, ЗАО НТЦ "ПЛАЗМАИОФАН", 2007, с.65.
- [488] *Петрова Е.В., Кузнецов С.А., Гольденберг Б.Г., Кубарев В.В., Елисеев В.С., Калинин П.В., Кондратьев В.И., Пиндюрин В.Ф., Винокуров Н.А.* Разработка селективных элементов терагерцовой квазиоптики методами LIGA-технологии для применений на мощном Новосибирском лазере на свободных электронах. // VI Нац. конф. по применению рентгеновского, синхротронного излучений, нейтронов и электронов для исследования материалов (РСНЭ 2007), 12-17 ноября 2007, ИК РАН: Тез. докл. - М, ИК РАН, 2007, с.620.
- [489] *Волков А.А., Мигинская Е.Г., Морозов И.И., Цуканов В.М.* Регулировка температуры ВЧ-резонаторов на электрон-позитронном ускорителе ВЭПП-4М: то же на англ.яз. // Тез. докл. XX Междунар.семинара по ускорителям заряженных частиц, 9-15 сентября 2007, Алушта, Крым. - Харьков, ННЦ ХФТИ, 2007, с.83.
- [490] *Растигеев С.А., Алиновский Н.И., Гончаров А.Д., Клюев В.Ф., Кожемякин А.В., Константинов С.Г., Крючков А.М., Пархомчук В.В., Петриченко М.В., Рева В.Б.* Результаты по созданию ускорительного масс-спектрометра в ИЯФ СО РАН: то же на англ.яз. // Тез. докл. XX Междунар. семинара по ускорителям заряженных частиц, 9-15 сентября 2007, Алушта, Крым. - Харьков, ННЦ ХФТИ, 2007, с.23.
- [491] *Толочко Б.П., Титов В.М., Чернышев А.П., Тен К.А., Прууэл Э.Р., Жогин И.Л., Зубков П.И., Ляхов Н.З., Лукьянчиков Л.А., Шеромов М.А.* Релаксация структуры наночастиц алмаза в первые минуты после детонационного синтеза. // II Всерос. конф. по наноматериалам (НАНО 2007), 13-16 марта 2007, Новосибирск. Совместно с IV Междунар. научным семинаром (Наноструктурные материалы 2007), Беларусь-Россия: Тез. - Новосибирск, ИХТТИМ СО РАН, 2007, с.242.
- [492] *Гольденберг Б.Г., Анчарова У.В., Елисеев В.Е., Кондратьев В.И., Петрова Е.В., Пиндюрин В.Ф.* Рений-углеродные шаблоны для LIGA. // VI Нац. конф. по применению рентгеновского, синхротронного излучений,нейтронов и электронов для исследования материалов (РСНЭ 2007), 12-17 ноября 2007, ИК РАН: Тез. докл. - М, ИК РАН, 2007, с.571.
- [493] *Лев В.Х., Мезенцев Н.А., Мигинская Е.Г., Сыроватин В.М., Хрущев С.В., Цуканов В.М., Шкаруба В.А.* Сверхпроводящий 21-полюсный вигглер с полем 7.5 Тесла для накопительного кольца "Сибирь-2": то же на англ.яз. // Тез. докл. XX Междунар. семинара по ускорителям заряженных частиц, 9-15 сентября 2007, Алушта, Крым. - Харьков, ННЦ ХФТИ, 2007, с.89-90.
- [494] *Лев В.Х., Мезенцев Н.А., Мигинская Е.Г., Сыроватин В.М., Хрущев С.В., Цуканов В.М., Шкаруба В.А.* Сверхпроводящий 27-полюсный вигглер с полем 4 Тл для CLS: то же на англ.яз. // Тез. докл. XX Междунар. семинара по ускорителям заряженных частиц, 9-15 сентября 2007, Алушта, Крым. - Харьков, ННЦ ХФТИ, 2007, с.88-89.

- [495] Анчаров Ф.И., Аульченко В.М., Барышев В.Б., Бухтияров В.И., Винокуров Н.А., Воблый П.Д., Гаврилов Н.Г., Гольденберг Б.Г., Золотарев К.В., Князев Б.А., Кочубей Д.И., Кубарев В.В., Кузин М.В., Кузьминых В.С., Кулипанов Г.Н., Купер К.Э., Купер Э.А., Левичев Е.Б., Медведко А.С., Мезенцев Н.А., Мироненко Л.А., Мишнев С.И., Николенко А.Д., Панченко В.Е., Пельтек С.Е., Пиндюрин В.Ф., Попик В.М., Смалюк В.В., Тен К.А., Толочко Б.П., Уткин А.В., Ушаков В.А., Филиппченко А.В., Чуркин И.Н., Шапоренко А.Д., Шарифутдинов М.Р., Шиянков С.В., Шеромов М.А., Шмаков А.Н., Щеглов М.А. Сибирский центр синхротронного и терагерцового излучения. // VI Нац. конф. по применению рентгеновского, синхротронного излучений, нейтронов и электронов для исследования материалов (РСНЭ 2007), 12-17 ноября 2007, ИК РАН: Тез. докл. - М, ИК РАН, 2007, с.621.
- [496] Абдульманов В.Г., Бак П.А., Пачков А.А. Система питания дрейфовой структуры электронно-лучевого ионного источника MIS-1. // 8-ой Всероссийский семинар "Проблемы теоретической и прикладной электронной и ионной оптики, 29-31 мая 2007, Москва, Россия. (Посвящается 100-летию Ю.М.Кушнера): Тез. докл. - Москва, ГНЦРФ ФГУП НПО "Орион", 2007, с.74-75.
- [497] Абдульманов В.Г., Цыганов А.С. Система управления электронно-лучевого ионного источника MIS-1. // 8-ой Всероссийский семинар "Проблемы теоретической и прикладной электронной и ионной оптики", 29-31 мая 2007, Москва, Россия. (Посвящается 100-летию Ю.М.Кушнера): Тез. докл. - Москва, ГНЦРФ ФГУП НПО "Орион", 2007, с.74.
- [498] Аникеев А.В., Багрянский П.А., Донин А.С., Киреенко А.В., Лизунов А.А., Максимов В.В., Мураштин С.В., Приходько В.В., Солдаткина Е.И., Соломахин А.Л. Создание, нагрев и МГД-стабилизация двухкомпонентной плазмы с высоким бета в газодинамической ловушке. // Тез. докл. XXXIV Междунар. (Звенигородской) конф. по физике плазмы и УТС, Звенигород, 12-16 февраля 2007. - М, ЗАО НТЦ "ПЛАЗМАИОФАН", 2007, с.30.
- [499] Абдрашитов Г.Ф., Абдрашитов А.Г., Дейчули П.П., Донин А.С., Иванов А.А., Капитонов В.А., Мишагин В.В., Савкин В.Я., Сорокин А.В. СТАРТ-5: мощный 5 мс инжектор атомов водорода для нагрева плазмы. // Тез. докл. XXXIV Междунар. Звенигородской конф. по физике плазмы и УТС, Звенигород, 12-16 февраля 2007. - М, ЗАО НТЦ "ПЛАЗМАИОФАН", 2007, с.78.
- [500] Аржанников А.В., Гинзбург Н.С., Заславский В.Ю., Калинин П.В., Кузнецов А.С., Кузнецов С.А., Песков Н.Ю., Сергеев А.С., Сеницкий С.Л., Степанов В.Д. Теоретические и экспериментальные исследования планарного МСЭ с комбинированным брэгговским резонатором. // Всероссийский семинар по радиофизике миллиметровых и субмиллиметровых волн, 12-15 марта 2007, Нижний Новгород: Тез. докл. - Нижний Новгород, 2007, с.23-24.
- [501] Попик В.М. Терагерцовое излучение Новосибирского лазера на свободных электронах и его применение в некоторых экспериментах. // Сб. науч. тр. 5-й Междунар. выставки "Лаборатория Экспо'07". - М, 2007, с.83-91.
- [502] Абдульманов В.Г., Воблый П.Д., Куликов В.Ф., Семенов Е.П., Сыроватин В.М., Уткин А.В. Фокусирующая магнитная система со сверхпроводящим соленоидом электронно-лучевого ионного источника MIS-1. // 8-ой Всероссийский семинар "Проблемы теоретической и прикладной электронной и ионной оптики, 29-31 мая 2007, Москва, Россия. (Посвящается 100-летию

- Ю.М.Кушнира): Тез. докл. - Москва, ГНЦРФ ФГУП НПО "Орион", 2007, с.56-57.
- [503] *Гаврилов Н.Г., Мироненко Л.А., Высоковский С.Ю., Овдин Г.Л.* Цельнометаллический высоковакуумный шибер с дистанционным управлением. // VI Нац. конф. по применению рентгеновского, синхротронного излучений, нейтронов и электронов для исследования материалов (РСНЭ 2007), 12-17 ноября 2007, ИК РАН: Тез. докл. - М, ИК РАН, 2007, с.590.
- [504] *Бару С.Е., Давидик Т.С., Неустроев В.А., Украинцев Ю.Г., Юрченко Ю.Б.* Цифровая рентгеновская антропометрия на малодозной цифровой рентгенографической установке "Сибирь" - идеальный метод обследования опорно-двигательной системы. // Возможности и методы цифровой рентгенодиагностики и радиационной безопасности населения: Сб. докладов и тезисов научно-практической конференции, Новосибирск, 14 марта 2007. - Новосибирск, 2007, с.52-55.
- [505] *Винокуров Н.А., Герасимов В.В., Гончар А.М., Горчаковская Т.Н., Князев Б.А., Козлов А.С., Котенков В.В., Кубарев В.В., Кулипанов Г.Н., Лукьянчиков Л.А., Матвеев А.Н., Мерзиевский Л.А., Наумова Е.В., Пельтек С.Е., Петров А.К., Попик В.М., Польских И.А., Принц В.Я., Рудыч П.Д., Саликова Т.В., Середняков С.С., Фомин В.М., Черкасский В.С., Чесноков Е.Н., Шевченко О.А., Щеглов М.А., Яковлев В.В.* Эксперименты на рабочих станциях терагерцового Новосибирского ЛСЭ. // Всероссийский семинар по радиофизике миллиметровых и субмиллиметровых волн, 12-15 марта 2007, Нижний Новгород: Тез. докл. - Нижний Новгород, 2007, с.57-58.
- [506] *Абдульманов В.Г.* Электронно-лучевые источники Института ядерной физики им.Г.И.Будкера. // 8-ой Всероссийский семинар "Проблемы теоретической и прикладной электронной и ионной оптики, 29-31 мая 2007, Москва, Россия. (Посвящается 100-летию Ю.М.Кушнира): Тез. докл. - Москва, ГНЦРФ ФГУП НПО "Орион", 2007, с.53-55.
- [507] *Абдульманов В.Г., Колокольников Ю.М., Лабуцкая Е.А., Невский П.В., Томилов В.П.* Электронно-оптическая система электронно-лучевого источника MIS-1. // 8-ой Всероссийский семинар "Проблемы теоретической и прикладной электронной и ионной оптики", 29-31 мая 2007, Москва, Россия. (Посвящается 100-летию Ю.М.Кушнира): Тез. докл. - Москва, ГНЦРФ ФГУП НПО "Орион", 2007, с.75-76.
- [508] Ежегодный отчет за 2006 год. - Новосибирск, ИЯФ СО РАН, 2007, 299с.

Препринты

1. *Б.Ф. Баянов, В.И. Ободников, С.Ю. Таскаев, Е.Г. Тишковский.* Изучение влияния остаточного газа на литиевый слой нейтроногенерирующей мишени. // Новосибирск, 2007, 19с (Препринт/ИЯФ 2007-2).
2. *Б.Ф. Баянов, В.П. Белов, Е.В. Журов, С.Ю. Таскаев.* Напыление литиевого слоя нейтроногенерирующей мишени. // Новосибирск, 2007, 12с (Препринт/ИЯФ 2007-3).
3. *Г.С. Виллевалд.* Измерение полей в 5Тл магнитах и квадрупольных линзах. // Новосибирск, 2007, 14с (Препринт/ИЯФ 2007-7).
4. *S.V. Miginsky.* Space charge effect, coherence of charge vibration and emittance. // Novosibirsk, 2007, 55p (Preprint/Budker INP 2007-11).
5. *О.В. Беликов, Д.Е. Беркаев, В.Р. Козак, А.С. Медведко.* Усилители мощности УМ-6 и УМ-20 для питания корректоров комплекса ВЭПП-2000. // Новосибирск, 2007, 15с (Препринт/ИЯФ 2007-14).
6. *Г.Н. Абрамов, П.М. Астигеевич, В.М. Аульченко, М.Н. Ачасов, А.Ю. Барняков, К.И. Белобородов, А.В. Бердюгин, В.Е. Блинов, А.Г. Богданчиков, А.А. Ботов, А.Д. Букин, Д.А. Букин, М.А. Букин, А.В. Васильев, В.М. Весенев, Е.П. Волкова, В.Б. Голубев, Т.В. Димова, В.П. Дружинин, Д.П. Коврижин, А.А. Король, С.В. Кошуба, Е.А. Кравченко, А.Ю. Кульпин, К.А. Мартин, А.Е. Образовский, А.П. Онучин, Е.В. Пахтусова, В.М. Попов, С.И. Середняков, З.К. Силагадзе, А.А. Сироткин, К.Ю. Скопень, А.Н. Скринский, И.К. Сурин, А.И. Текутьев, Ю.А. Тихонов, Ю.В. Усов, П.В. Филатов, А.Г. Харламов, Ю.М. Шатунов, Д.А. Штоль.* Детектор СНД: модернизация систем для экспериментов на ВЭПП-2000 и некоторые предварительные результаты экспериментов на ВЭПП-2М. // Новосибирск, 2007, 30с (Препринт/ИЯФ 2007-20).
7. *А.Д. Букин.* Разработка альтернативного генератора случайных чисел для моделирования детектора СНД. // Новосибирск, 2007, 30с (Препринт/ИЯФ 2007-21).
8. *V.N. Baier and V.M. Katkov.* Spectrum and polarization of coherent and incoherent radiation and the LPM effect in oriented single crystal. // Novosibirsk, 2007, 19p (Preprint/Budker INP 2007-22).
9. *О.В. Беликов, В.А. Журавлёв, Э.Л. Неханевич.* Модернизация системы ЧПУ сверлильного станка КД-46. // Новосибирск, 2007, 17с (Препринт/ИЯФ 2007-23).
10. *А.Д. Букин.* О неоднозначности определения параметров интерферирующих резонансов. // Новосибирск, 2007, 38с (Препринт/ИЯФ 2007-24).
11. *T.D. Akhmetov, V.I. Davydenko, A.A. Ivanov.* Model of a neutral beam with geometric focusing and apertures. // Novosibirsk, 2007, 15p (Preprint/Budker INP 2007-25).
12. *I.V. Bedny, A.E. Bondar, V.V. Cherepkov, D.A. Epifanov, M.G. Golkovsky, A.S. Kuzmin, S.B. Oreshkin, V.E. Shebalin, B.A. Shwartz, Yu.V. Usov.* Study of the radiation hardness of pure CsI scintillation crystals. // Novosibirsk, 2007, 23p (Preprint/Budker INP 2007-27).
13. *A. Batrakov, I. Plyin, V. Kozak, E. Kuper, V. Mamkin, V. Ovchar, G. Fatkin, V. Tsukanov, P. Vobly, A. Volkov, S. Zverev.* The New VME-based system for magnetic

- measurements with Hall sensors. // Novosibirsk, 2007, 15p (Preprint/Budker INP 2007-32).
14. *V.N. Baier and V.M. Katkov.* Opportunity to study the LPM effect in oriented crystal at GeV energy. // Novosibirsk, 2007, 20p (Preprint/Budker INP 2007-34).
 15. *А.Д. Букчин.* Подгонка асимметричных пиков. // Новосибирск, 2007, 11с (Препринт/ИЯФ 2007-35).
 16. *S.A. Nikitin.* Quantum lower limit on scattering angle in the calculation of multipole Touschek-effect. // Novosibirsk, 2007, 14p (Preprint/Budker INP 2007-36).
- * * *
17. *Barniakov A.Y., Barniakov M.Y., Blinov V.E., Druzhinin V.P., Golubev V.B., Kononov S.A., Koop I.A., Kravchenko E.A., Levichev E.B., Nikitin S.A., Onuchin A.P., Piminov P.A., Serednyakov S.I., Shatilov D.N., Skovpen Y.I., Solodov E.A., et al.* SuperB: A High-luminosity asymmetric e^+e^- Super flavor factory. // SLAC-R-856, INFN-AE-07-02, LAL-07-15, May 18, 2007. 480p. - e-print: arXiv:0709.0451.
 18. *Perevedentsev E., Shatilov D.N., et al.* Compensation of the Crossing Angle with Crab Cavities at KEKB. // e-print: arXiv:0706.3248.
 19. *Fadin V.S., Fiore R.* The dipole form of the BFKL kernel in supersymmetric Yang-Mills theories. // arXiv:0712.3901 [hep-ph].
 20. *Dmitriev V.F., Milstein A.I., Strakhovenko V.M.* Spin effects in $p\bar{p}$ interaction and their possible use to polarize antiproton beams. // arXiv:0707.3006 [hep-ph], 2007.
 21. *Chernyak V.L.* On Mass Spectrum in SQCD, and Problems with the Seiberg Duality. Part I: equal quark masses. // arXiv: 0712.3167 [hep-th], p.1-24 (submitted to Nucl. Phys. B).
 22. *Bogdan A.V., Grabovsky A.V.* Radiative corrections to the Reggeized quark – Reggeized quark – gluon effective vertex. // e-print: hep-ph/0701144.
 23. *Fadin V.S., Fiore R., Grabovsky A.V., Papa A.* The dipole form of the gluon part of the BFKL kernel. // e-print: arXiv:0705.1885 [hep-ph].
 24. *Khatsymovskiy V.M.* On positivity of quantum measure and of effective action in area tensor Regge calculus. // e-print: arXiv:0707.3331.
 25. *Kirilin G.G., Terekhov I.S.* Coulomb corrections to the Delbrück scattering amplitude at low energies. // submitted in Physical Review A. - e-print: arXiv:0708.0745.
 26. *Grozin A.G., Marquard P., Piclum J.H., Steinhauser M.* Three-Loop Chromomagnetic Interaction in HQET. // e-print arXiv:0707.1388.
 27. *Khriplovich I.B., Pomeransky A.A., Produit N., Ruban G.Yu.* Can one detect passage of small black hole through the Earth? // e-print: arXiv:0710.3438v1 [astro-ph].
 28. *Bennett G.W., ..., Fedotov G.V., Grigoriev D., Khazin B.I., Logashenko I., Redin S.I., Ryskulov N., Shatunov Yu.M., Solodov E., et al. (Muon G-2 Collab.).* Search for Lorentz and CPT violation effects in muon spin precession. // e-print: arXiv:0709.4670 [hep-ex].
 29. *Aubert B., ..., Blinov V.E., Bukin A.D., Druzhinin V.P., Golubev V.B., Onuchin A.P., Serednyakov S.I., Skovpen Yu.I., Solodov E.P., Todyshev K.Yu., et al. (BABAR Collab.).* Observation of $B^+ \rightarrow a(1)^+(1260) K^0$ and $B^0 \rightarrow a(1)^-(1260) K^+$. // BABAR-PUB-07-056, SLAC-PUB-12826, September 2007. 7p.

30. Aubert B., ..., Blinov V.E., Bukin A.D., Druzhinin V.P., Golubev V.B., Onuchin A.P., Serednyakov S.I., Skovpen Yu.I., Solodov E.P., Todyshev K.Yu., et al. (BABAR Collab.). Search for CP violation in the decays $D^0 \rightarrow K^- K^+$ and $D^0 \rightarrow \pi^- \pi^+$. // SLAC-PUB-12756, BABAR-PUB-07-058, September 2007. 7p. - e-print: arXiv:0709.2715 [hep-ex].
31. Aubert B., ..., Blinov V.E., Bukin A.D., Druzhinin V.P., Golubev V.B., Onuchin A.P., Serednyakov S.I., Skovpen Yu.I., Solodov E.P., Todyshev K.Yu., et al. (BABAR Collab.). Study of $e^+ e^- \rightarrow \Lambda \text{ anti-}\Lambda$, $\Lambda \text{ anti-}\Sigma^0$, $\Sigma^0 \text{ anti-}\Sigma^0$ using initial state radiation with BABAR. // SLAC-PUB-12806, BABAR-PUB-07-054, Sept. 2007. 24p. - e-print: arXiv:0709.1988 [hep-ex]
32. Aubert B., ..., Blinov V.E., Bukin A.D., Druzhinin V.P., Golubev V.B., Onuchin A.P., Serednyakov S.I., Skovpen Yu.I., Solodov E.P., Todyshev K.Yu., et al. (BABAR Collab.). Observation of the semileptonic decays $B \rightarrow D^* \tau^- \text{ anti-}\nu(\tau)$ and evidence for $B \rightarrow D \tau^- \text{ anti-}\nu(\tau)$. // BABAR-PUB-07-062, SLAC-PUB-12807, September 2007. 7p. - e-print: arXiv:0709.1698 [hep-ex].
33. Aubert B., ..., Blinov V.E., Bukin A.D., Druzhinin V.P., Golubev V.B., Onuchin A.P., Serednyakov S.I., Skovpen Yu.I., Solodov E.P., Todyshev K.Yu., et al. (BABAR Collab.). Improved limits on the lepton-flavor violating decays $\tau^- \rightarrow l^- l^+ l^-$. // SLAC-PUB-12766, BABAR-PUB-07-59, Aug 2007. 7p. - e-print: arXiv:0708.3650 [hep-ex].
34. Aubert B., ..., Blinov V.E., Bukin A.D., Druzhinin V.P., Golubev V.B., Onuchin A.P., Serednyakov S.I., Skovpen Yu.I., Solodov E.P., Todyshev K.Yu., et al. (BABAR Collab.). The $e^+ e^- \rightarrow 2(\pi^+ \pi^-) \pi^0$, $2(\pi^+ \pi^-) \eta$, $K^+ K^- \pi^+ \pi^- \pi^0$ and $K^+ K^- \pi^+ \pi^- \eta$ cross sections measured with initial-state radiation. // BABAR-PUB-07-045, SLAC-PUB-12753, Aug 2007. 30p. - e-print: arXiv:0708.2461 [hep-ex].
35. Aubert B., ..., Blinov V.E., Bukin A.D., Druzhinin V.P., Golubev V.B., Onuchin A.P., Serednyakov S.I., Skovpen Yu.I., Solodov E.P., Todyshev K.Yu., et al. (BABAR Collab.). A search for $B^+ \rightarrow \tau^+ \nu$ with hadronic B tags. // BABAR-PUB-07-046, SLAC-PUB-12736, Aug 2007. 8p. - e-print: arXiv:0708.2260 [hep-ex].
36. Aubert B., ..., Blinov V.E., Bukin A.D., Druzhinin V.P., Golubev V.B., Onuchin A.P., Serednyakov S.I., Skovpen Yu.I., Solodov E.P., Todyshev K.Yu., et al. (BABAR Collab.). Observation of $B^0 \rightarrow K^{*0} \text{ anti-}K^{*0}$ and search for $B^0 \rightarrow K^{*0} K^{*0}$. // BABAR-PUB-07-050, SLAC-PUB-12724, August, 2007. 7p. - e-print: arXiv:0708.2248 [hep-ex].
37. Aubert B., ..., Blinov V.E., Bukin A.D., Druzhinin V.P., Golubev V.B., Onuchin A.P., Serednyakov S.I., Skovpen Yu.I., Solodov E.P., Todyshev K.Yu., et al. (BABAR Collab.). Study of resonances in exclusive B decays to $\text{anti-}D^{(*)} D^{(*)} K$. // BABAR-PUB-07-049, SLAC-PUB-12728, Aug 2007. 8p. - e-print: arXiv:0708.1565 [hep-ex].
38. Aubert B., ..., Blinov V.E., Bukin A.D., Druzhinin V.P., Golubev V.B., Onuchin A.P., Serednyakov S.I., Skovpen Yu.I., Solodov E.P., Todyshev K.Yu., et al. (BABAR Collab.). Improved measurement of time-dependent CP asymmetries and the CP-Odd fraction in the decay $B^0 \rightarrow D^{*+} D^{*-}$. // BABAR-PUB-07-048, SLAC-PUB-12725, Aug 2007. 8p. - e-print: arXiv:0708.1549 [hep-ex].
39. Aubert B., ..., Blinov V.E., Bukin A.D., Druzhinin V.P., Golubev V.B., Onuchin A.P., Serednyakov S.I., Skovpen Yu.I., Solodov E.P., Todyshev K.Yu., et al. (BABAR Collab.). Measurement of $\cos 2\beta$ in $B^0 \rightarrow D^{(*)} h^0$ decays with a

- time-dependent Dalitz plot analysis of $D \rightarrow K^0(S) \pi^+ \pi^-$. // BABAR-PUB-07-047, SLAC-PUB-12727, Aug 2007. 7p. - e-print: arXiv:0708.1544 [hep-ex].
40. *Aubert B., ..., Blinov V.E., Bukin A.D., Druzhinin V.P., Golubev V.B., Onuchin A.P., Serebnyakov S.I., Skovpen Yu.I., Solodov E.P., Todyshev K.Yu., et al. (BABAR Collab.)*. Search for the decay $B^+ \rightarrow K^+ \tau^+ \mu^-$. // BABAR-PUB-07-040, SLAC-PUB-12709, August, 2007. 7p. - e-print: arXiv:0708.1303 [hep-ex].
 41. *Aubert B., ..., Blinov V.E., Bukin A.D., Druzhinin V.P., Golubev V.B., Onuchin A.P., Serebnyakov S.I., Skovpen Yu.I., Solodov E.P., Todyshev K.Yu., et al. (BABAR Collab.)*. Search for $B \rightarrow u$ transitions in $B \rightarrow [K^+ \pi^- \pi^0](D) K^-$. // BABAR-PUB-07-030, SLAC-PUB-12694, August, 2007. 4p. - e-print: arXiv:0708.0182 [hep-ex].
 42. *Aubert B., ..., Blinov V.E., Bukin A.D., Druzhinin V.P., Golubev V.B., Onuchin A.P., Serebnyakov S.I., Skovpen Yu.I., Solodov E.P., Todyshev K.Yu., et al. (BABAR Collab.)*. Evidence for charged B meson decays to $a_{+-}(1)(1260) \pi^0$ and $a_0(1)(1260) \pi^+ \pi^-$. // BABAR-PUB-07-034, SLAC-PUB-12699, August, 2007. 7p. - e-print: arXiv:0708.0050 [hep-ex].
 43. *Aubert B., ..., Blinov V.E., Bukin A.D., Druzhinin V.P., Golubev V.B., Onuchin A.P., Serebnyakov S.I., Skovpen Yu.I., Solodov E.P., Todyshev K.Yu., et al. (BABAR Collab.)*. Observation of B-meson decays to $b(1) \pi$ and $b(1) K$. // BABAR-PUB-07-037, SLAC-PUB-12700, July, 2007. 7p. - e-print: arXiv:0707.4561 [hep-ex].
 44. *Aubert B., ..., Blinov V.E., Bukin A.D., Druzhinin V.P., Golubev V.B., Onuchin A.P., Serebnyakov S.I., Skovpen Yu.I., Solodov E.P., Todyshev K.Yu., et al. (BABAR Collab.)*. Exclusive branching fraction measurements of semileptonic tau decays into three charged hadrons, $\tau \rightarrow \phi \pi^- \nu(\tau)$ and $\tau \rightarrow \phi K^- \nu(\tau)$. // SLAC-PUB-12686, BABAR-PUB-06-060, July, 2007. 7p. - e-print: arXiv:0707.2981 [hep-ex].
 45. *Aubert B., ..., Blinov V.E., Bukin A.D., Druzhinin V.P., Golubev V.B., Onuchin A.P., Serebnyakov S.I., Skovpen Yu.I., Solodov E.P., Todyshev K.Yu., et al. (BABAR Collab.)*. Measurement of the CP-violating asymmetries in $B^0 \rightarrow K^0(S) \pi^0$ and of the branching fraction of $B^0 \rightarrow K^0 \pi^0$. // SLAC-PUB-12676, BABAR-PUB-07-038, July, 2007. 8p. - e-print: arXiv:0707.2980 [hep-ex].
 46. *Aubert B., ..., Blinov V.E., Bukin A.D., Druzhinin V.P., Golubev V.B., Onuchin A.P., Serebnyakov S.I., Skovpen Yu.I., Solodov E.P., Todyshev K.Yu., et al. (BABAR Collab.)*. Measurement of the $\tau \rightarrow K^- \pi^0 \nu(\tau)$ branching fraction. // SLAC-PUB-12681, BABAR-PUB-07-036, Jul 2007. 7p. - e-print: arXiv:0707.2922 [hep-ex].
 47. *Aubert B., ..., Blinov V.E., Bukin A.D., Druzhinin V.P., Golubev V.B., Onuchin A.P., Serebnyakov S.I., Skovpen Yu.I., Solodov E.P., Todyshev K.Yu., et al. (BABAR Collab.)*. Study of $B^0 \rightarrow \pi^0 \pi^0$, $B^+ \rightarrow \pi^+ \pi^0$, and $B^+ \rightarrow K^+ \pi^0$ decays, and isospin analysis of $B \rightarrow \pi \pi$ decays. // SLAC-PUB-12682, BABAR-PUB-07-039, Jul 2007. 8p. - e-print: arXiv:0707.2798 [hep-ex].
 48. *Aubert B., ..., Blinov V.E., Bukin A.D., Druzhinin V.P., Golubev V.B., Onuchin A.P., Serebnyakov S.I., Skovpen Yu.I., Solodov E.P., Todyshev K.Yu., et al. (BABAR Collab.)*. Evidence for the $B^0 \rightarrow p \text{ anti-}p K^{*0}$ and $B^+ \rightarrow \eta(c) K^{*+}$ decays and study of the decay dynamics of B meson decays into $p \text{ anti-}p h$ final states. //

- BABAR-PUB-07-031, SLAC-PUB-12661, Jul 2007. 16p. - e-print: arXiv:0707.1648 [hep-ex].
49. *Aubert B., ..., Blinov V.E., Bukin A.D., Druzhinin V.P., Golubev V.B., Onuchin A.P., Serednyakov S.I., Skovpen Yu.I., Solodov E.P., Todyshev K.Yu., et al. (BABAR Collab.)*. Search for prompt production of $\chi(c)$ and $X(3872)$ in $e+e-$ annihilations. // BABAR-PUB-07-028, SLAC-PUB-12660, Jul 2007. 8p. - e-print: arXiv:0707.1633 [hep-ex].
50. *Aubert B., ..., Blinov V.E., Bukin A.D., Druzhinin V.P., Golubev V.B., Onuchin A.P., Serednyakov S.I., Skovpen Yu.I., Solodov E.P., Todyshev K.Yu., et al. (BABAR Collab.)*. Observation of $B \rightarrow D^{(*)}(s) K^- \pi^-$ and $\text{anti-}B \rightarrow D^+(s) K^0(S) \pi^-$ and Search for $\text{anti-}B \rightarrow D^{*+}(s) K^0(S) \pi^-$ and $B \rightarrow D^{(*)+}(s) K^- K^-$. // BABAR-PUB-07-025, SLAC-PUB-12690, July, 2007. 7p. - e-print: arXiv:0707.1043 [hep-ex].
51. *Aubert B., ..., Blinov V.E., Bukin A.D., Druzhinin V.P., Golubev V.B., Onuchin A.P., Serednyakov S.I., Skovpen Yu.I., Solodov E.P., Todyshev K.Yu., et al. (BABAR Collab.)*. Branching fraction and CP-violation charge asymmetry measurements for B-meson decays to ηK^{+-} , $\eta \pi^{+-}$, η' K, η' π^{+-} , ωK , and $\omega \pi^{+-}$. SLAC-PUB-12630, BABAR-PUB-07-032, June, 2007. 8p. - e-print: arXiv:0706.3893 [hep-ex].
52. *Aubert B., ..., Blinov V.E., Bukin A.D., Druzhinin V.P., Golubev V.B., Onuchin A.P., Serednyakov S.I., Skovpen Yu.I., Solodov E.P., Todyshev K.Yu., et al. (BABAR Collab.)*. Measurements of CP-violating asymmetries in the decay $B^0 \rightarrow K^+ K^- K^0$. // SLAC-PUB-12625, BABAR-PUB-07-029, Jun 2007. 7p. - e-print: arXiv:0706.3885 [hep-ex].
53. *Aubert B., ..., Blinov V.E., Bukin A.D., Druzhinin V.P., Golubev V.B., Onuchin A.P., Serednyakov S.I., Skovpen Yu.I., Solodov E.P., Todyshev K.Yu., et al. (BABAR Collab.)*. Search for the decays $B^0 \rightarrow e^+ e^- \gamma$ and $B^0 \rightarrow \mu^+ \mu^- \gamma$. // SLAC-PUB-12594, BABAR-PUB-07-033, Jun 2007. 7p. - e-print: arXiv:0706.2870 [hep-ex].
54. *Aubert B., ..., Blinov V.E., Bukin A.D., Druzhinin V.P., Golubev V.B., Onuchin A.P., Serednyakov S.I., Skovpen Yu.I., Solodov E.P., Todyshev K.Yu., et al. (BABAR Collab.)*. Search for the decay $B^+ \rightarrow \text{anti-}K^*(892) K^+$. // SLAC-PUB-12546, BABAR-PUB-07-004, Jun 2007. 8p. - e-print: arXiv:0706.1059 [hep-ex].
55. *Aubert B., ..., Blinov V.E., Bukin A.D., Druzhinin V.P., Golubev V.B., Onuchin A.P., Serednyakov S.I., Skovpen Yu.I., Solodov E.P., Todyshev K.Yu., et al. (BABAR Collab.)*. Determination of the form-factors for the decay $B^0 \rightarrow D^{*-} l^+ \nu(l)$ and of the CKM matrix element $|V_{cb}|$. // SLAC-PUB-12511, BABAR-PUB-07-008, May 2007. 18p. - e-print: arXiv:0705.4008 [hep-ex].
56. *Aubert B., ..., Blinov V.E., Bukin A.D., Druzhinin V.P., Golubev V.B., Onuchin A.P., Serednyakov S.I., Skovpen Yu.I., Solodov E.P., Todyshev K.Yu., et al. (BABAR Collab.)*. SuperB: A high-luminosity asymmetric $e^+ e^-$ super flavor factory. Conceptual design report. // SLAC-R-856, INFN-AE-07-02, LAL-07-15, May 18, 2007. 480p. - e-print: arXiv:0709.0451 [hep-ex].
57. *Aubert B., ..., Blinov V.E., Bukin A.D., Druzhinin V.P., Golubev V.B., Onuchin A.P., Serednyakov S.I., Skovpen Yu.I., Solodov E.P., Todyshev K.Yu., et al. (BABAR Collab.)*. A study of $B^0 \rightarrow \rho^+ \rho^-$ decays and constraints on the CKM angle α . - SLAC-PUB-12498, BABAR-PUB-07-14, May 2007. 25p. - e-print: arXiv:0705.2157 [hep-ex].

58. *Aubert B., ..., Blinov V.E., Bukin A.D., Druzhinin V.P., Golubev V.B., Onuchin A.P., Serebnyakov S.I., Skovpen Yu.I., Solodov E.P., Todyshev K.Yu., et al. (BABAR Collab.).* A Search for $B^+ \rightarrow \tau^+ \nu$. // SLAC-PUB-12516, BABAR-PUB-07-007, May 2007. 11p. - e-print: arXiv:0705.1820 [hep-ex].
59. *Aubert B., ..., Blinov V.E., Bukin A.D., Druzhinin V.P., Golubev V.B., Onuchin A.P., Serebnyakov S.I., Skovpen Yu.I., Solodov E.P., Todyshev K.Yu., et al. (BABAR Collab.).* Measurement of CP-violating asymmetries in $B^0 \rightarrow D^{(*)\pm} D^{\mp}$. // SLAC-PUB-12506, BABAR-PUB-07-24, May 2007. 7p. - e-print: arXiv:0705.1190 [hep-ex].
60. *Aubert B., ..., Blinov V.E., Bukin A.D., Druzhinin V.P., Golubev V.B., Onuchin A.P., Serebnyakov S.I., Skovpen Yu.I., Solodov E.P., Todyshev K.Yu., et al. (BABAR Collab.).* Search for D^0 - anti- D^0 mixing using doubly flavor tagged semileptonic decay modes. // SLAC-PUB-12494, May 2007. 13p. - e-print: arXiv:0705.0704 [hep-ex].
61. *Aubert B., ..., Blinov V.E., Bukin A.D., Druzhinin V.P., Golubev V.B., Onuchin A.P., Serebnyakov S.I., Skovpen Yu.I., Solodov E.P., Todyshev K.Yu., et al. (BABAR Collab.).* Search for $B^0 \rightarrow \phi(K^+ \pi^-)$ decays with large $K^+ \pi^-$ invariant mass. // SLAC-PUB-12461, BABAR-PUB-00-023, May 2007. 8p. - e-print: arXiv:0705.0398 [hep-ex].
62. *Aubert B., ..., Blinov V.E., Bukin A.D., Druzhinin V.P., Golubev V.B., Onuchin A.P., Serebnyakov S.I., Skovpen Yu.I., Solodov E.P., Todyshev K.Yu., et al. (BABAR Collab.).* Amplitude analysis of the decay $D^0 \rightarrow K^- K^+ \pi^0$. // SLAC-PUB-12416, BABAR-PUB-07-022, Apr 2007. 8p. - e-print: arXiv:0704.3593 [hep-ex].
63. *Aubert B., ..., Blinov V.E., Bukin A.D., Druzhinin V.P., Golubev V.B., Onuchin A.P., Serebnyakov S.I., Skovpen Yu.I., Solodov E.P., Todyshev K.Yu., et al. (BABAR Collab.).* Measurement of the absolute branching fraction of $D^0 \rightarrow K^- \pi^+$. // SLAC-PUB-12463, BABAR-PUB-07-011, Apr 2007. 7p. - e-print: arXiv:0704.2080 [hep-ex].
64. *Aubert B., ..., Blinov V.E., Bukin A.D., Druzhinin V.P., Golubev V.B., Onuchin A.P., Serebnyakov S.I., Skovpen Yu.I., Solodov E.P., Todyshev K.Yu., et al. (BABAR Collab.).* Search for the radiative leptonic decay $B^+ \rightarrow \gamma l^+ \nu(l)$. // SLAC-PUB-12442, BABAR-PUB-06-067, Apr 2007. 7p. - e-print: arXiv:0704.1478 [hep-ex].
65. *Aubert B., ..., Blinov V.E., Bukin A.D., Druzhinin V.P., Golubev V.B., Onuchin A.P., Serebnyakov S.I., Skovpen Yu.I., Solodov E.P., Todyshev K.Yu., et al. (BABAR Collab.).* Branching fraction and charge asymmetry measurements in $B \rightarrow J/\psi \pi \pi$ decays. // SLAC-PUB-12441, BABAR-PUB-07-017, Apr 2007. 8p. - e-print: arXiv:0704.1266 [hep-ex].
66. *Aubert B., ..., Blinov V.E., Bukin A.D., Druzhinin V.P., Golubev V.B., Onuchin A.P., Serebnyakov S.I., Skovpen Yu.I., Solodov E.P., Todyshev K.Yu., et al. (BABAR Collab.).* Measurement of decay amplitudes of $B \rightarrow J/\psi K^*$, $\psi(2S) K^*$, and $\chi(c1) K^*$ with an angular analysis. // SLAC-PUB-12430, BABAR-PUB-07-009, Apr 2007. 7p. - e-print: arXiv:0704.0522 [hep-ex].
67. *Aubert B., ..., Blinov V.E., Bukin A.D., Druzhinin V.P., Golubev V.B., Onuchin A.P., Serebnyakov S.I., Skovpen Yu.I., Solodov E.P., Todyshev K.Yu., et al. (BABAR Collab.).* The $e^+ e^- \rightarrow K^+ K^- \pi^+ \pi^-$, $K^+ K^- \pi^0 \pi^0$ and $K^+ K^-$

- K+ K- cross-sections measured with initial-state radiation. // SLAC-PUB-12435, BABAR-PUB-07-021, Apr 2007. 32p. - e-print: arXiv:0704.0630 [hep-ex].
68. *Aubert B., ..., Blinov V.E., Bukin A.D., Druzhinin V.P., Golubev V.B., Onuchin A.P., Serednyakov S.I., Skovpen Yu.I., Solodov E.P., Todyshev K.Yu., et al. (BABAR Collab.)*. Search for neutral B-meson decays to $a_0 \pi$, $a_0 K$, $\eta \rho_0$, and ηf_0 . // SLAC-PUB-12413, BABAR-PUB-07-020, Mar 2007. 8p. - e-print: hep-ex/0703038.
69. *Aubert B., ..., Blinov V.E., Bukin A.D., Druzhinin V.P., Golubev V.B., Onuchin A.P., Serednyakov S.I., Skovpen Yu.I., Solodov E.P., Todyshev K.Yu., et al. (BABAR Collab.)*. Measurement of CP violation Parameters with a Dalitz Plot Analysis of $B^{+-} \rightarrow D(\pi^+ \pi^- \pi^0) K^{+-}$. // SLAC-PUB-12410, BABAR-PUB-06-073, Mar 2007. 7p. - e-print: hep-ex/0703037.
70. *Aubert B., ..., Blinov V.E., Bukin A.D., Druzhinin V.P., Golubev V.B., Onuchin A.P., Serednyakov S.I., Skovpen Yu.I., Solodov E.P., Todyshev K.Yu., et al. (BABAR Collab.)*. Production and decay of $\Omega(1370)$. // SLAC-PUB-12398, BABAR-PUB-07-010, Mar 2007. 7p. - e-print: hep-ex/0703030.
71. *Aubert B., ..., Blinov V.E., Bukin A.D., Druzhinin V.P., Golubev V.B., Onuchin A.P., Serednyakov S.I., Skovpen Yu.I., Solodov E.P., Todyshev K.Yu., et al. (BABAR Collab.)*. Measurement of the relative branching fractions of anti- $B \rightarrow D/D^*/D^{**} l^-$ anti- $\nu(l)$ decays in events with a fully reconstructed B meson. // SLAC-PUB-12393, BABAR-PUB-07-012, Mar 2007. 8p. - e-print: hep-ex/0703027.
72. *Aubert B., ..., Blinov V.E., Bukin A.D., Druzhinin V.P., Golubev V.B., Onuchin A.P., Serednyakov S.I., Skovpen Yu.I., Solodov E.P., Todyshev K.Yu., et al. (BABAR Collab.)*. Improved measurement of CP violation in neutral B decays to $c \bar{c} s$. // SLAC-PUB-12391, BABAR-PUB-07-18, Mar 2007. 7p. - e-print: hep-ex/0703021.
73. *Aubert B., ..., Blinov V.E., Bukin A.D., Druzhinin V.P., Golubev V.B., Onuchin A.P., Serednyakov S.I., Skovpen Yu.I., Solodov E.P., Todyshev K.Yu., et al. (BABAR Collab.)*. Evidence for D^0 -anti- D^0 mixing. // SLAC-PUB-12385, BABAR-PUB-07-019, Mar 2007. 7p. - e-print: hep-ex/0703020.
74. *Aubert B., ..., Blinov V.E., Bukin A.D., Druzhinin V.P., Golubev V.B., Onuchin A.P., Serednyakov S.I., Skovpen Yu.I., Solodov E.P., Todyshev K.Yu., et al. (BABAR Collab.)*. Measurement of the time-dependent CP asymmetry in $B^0 \rightarrow D^{(*)}(CP) h^0$ decays. // HEPEX-0703019, BABAR-PUB-07-006, Mar 2007. 7p. - e-print: hep-ex/0703019.
75. *Aubert B., ..., Blinov V.E., Bukin A.D., Druzhinin V.P., Golubev V.B., Onuchin A.P., Serednyakov S.I., Skovpen Yu.I., Solodov E.P., Todyshev K.Yu., et al. (BABAR Collab.)*. Search for the rare decay $B \rightarrow \pi l^+ l^-$. // SLAC-PUB-12389, BABAR-PUB-07-002, Mar 2007. 7p. - e-print: hep-ex/0703018.
76. *Aubert B., ..., Blinov V.E., Bukin A.D., Druzhinin V.P., Golubev V.B., Onuchin A.P., Serednyakov S.I., Skovpen Yu.I., Solodov E.P., Todyshev K.Yu., et al. (BABAR Collab.)*. Observation of CP violation in $B^0 \rightarrow K^+ \pi^-$ and $B^0 \rightarrow \pi^+ \pi^-$. // SLAC-PUB-12387, BABAR-PUB-07-013, Mar 2007. 7p. - e-print: hep-ex/0703016.
77. *Aubert B., ..., Blinov V.E., Bukin A.D., Druzhinin V.P., Golubev V.B., Onuchin A.P., Serednyakov S.I., Skovpen Yu.I., Solodov E.P., Todyshev K.Yu., et al. (BABAR Collab.)*. Measurement of CP-violating asymmetries in $B^0 \rightarrow (\rho \pi)^0$

- using a time-dependent Dalitz plot analysis. // SLAC-PUB-12377, BABAR-PUB-07003, Mar 2007. 23p. - e-print: hep-ex/0703008.
78. *Aubert B., ..., Blinov V.E., Bukin A.D., Druzhinin V.P., Golubev V.B., Onuchin A.P., Serednyakov S.I., Skovpen Yu.I., Solodov E.P., Todyshev K.Yu., et al. (BABAR Collab.)*. Measurement of CP asymmetries in $B^0 \rightarrow K^0(S) K^0(S) K^0(S)$ decays. // SLAC-PUB-12366, BABAR-PUB-07-001, Feb 2007. 7p. - e-print: hep-ex/0702046.
79. *Aubert B., ..., Blinov V.E., Bukin A.D., Druzhinin V.P., Golubev V.B., Onuchin A.P., Serednyakov S.I., Skovpen Yu.I., Solodov E.P., Todyshev K.Yu., et al. (BABAR Collab.)*. Observation of B^+ to $\rho^+ K^0$ and measurement of its branching fraction and charge asymmetry. // SLAC-PUB-12210, BABAR-PUB-07-005, Feb 2007. 7p. - e-print: hep-ex/0702043.
80. *Aubert B., ..., Blinov V.E., Bukin A.D., Druzhinin V.P., Golubev V.B., Onuchin A.P., Serednyakov S.I., Skovpen Yu.I., Solodov E.P., Todyshev K.Yu., et al. (BABAR Collab.)*. Measurement of CP Asymmetry in $B^0 \rightarrow K(s) \pi^0 \pi^0$ Decays. // SLAC-PUB-12335, BABAR-PUB-06-068, Feb 2007. 8p. - e-print: hep-ex/0702010.
81. *Aubert B., ..., Blinov V.E., Bukin A.D., Druzhinin V.P., Golubev V.B., Onuchin A.P., Serednyakov S.I., Skovpen Yu.I., Solodov E.P., Todyshev K.Yu., et al. (BABAR Collab.)*. Measurement of the $B^{+-} \rightarrow \rho^{+-} \pi^0$ branching fraction and direct CP asymmetry. // SLAC-PUB-12285, BABAR-PUB-06-059, Jan 2007. 8p. - e-print: hep-ex/0701035.
82. *Shahinyan A., Rachek I., Shestakov Yu., et al.* The electromagnetic calorimeter in JLab real compton scattering experiment. // arXiv:0704.1830 [physics.ins-det].
83. *Epifanov D.A., Aulchenko V.M., Arinstein K.E., Bedny I.V., Bondar A.E., Eidelman S.I., Gabyshev N.I., Garmash A.Yu., Krovovny P.P., Kuzmin A.S., Root N.I., Shebalin V.E., Shwartz B.A., Usov Yu.V., Vinokurova A.N., Zhilich V.N., Zukova O.A., et al. (The Belle Collab.)*. Study of $\tau^- \rightarrow K_S \pi^- \nu_\tau$ decay at Belle. // Belle preprint 2007-28, KEK Preprint 2007-17. - arXiv:0706.2231[hep-ex].
84. *Corti G., Shekhtman L.* Estimation of induced radioactivity in LHCb to determine the waste zoning of the experiment. - LHCb-2007-097, CERN, Geneva, 2007.
85. *Kiselev V.A., Muchnoi N.Yu., Meshkov O.I., Smaluk V.V., Zhilich V.N., Zhuravlev A.N.* Comparison of the methods for beam energy spread measurement at the VEPP-4M. // <http://accelconf.web.cern.ch/AccelConf/a07/PAPERS/WEPMA068.PDF>.
86. *Levichev Eugene, Piminov Pavel, Raimondi Pantaleo and Zobov Mikhail.* Dynamic Aperture Optimization for the DAFNE Upgrade. // arXiv:0707.0949.
87. *Raimondi P., Shatilov D., Zobov M.* Beam-beam issues for colliding schemes with large Piwinski angle and crabbed waist. // Preprint LNF-07/001, arXiv:physics/0702033.

Авторефераты

1. *Федотович Геннадий Васильевич*. Радиационные поправки к процессам e^+e^- аннигиляции и прецизионное измерение сечений рождения адронов с детектором КМД-2. // 01.04.16 - физика атомного ядра и элементарных частиц, Автореф. дисс. на соис. учен. степ. доктора физико-математических наук: Новосибирск, 2007, ИЯФ им. Г.И.Будкера СО РАН.
2. *Болховитянов Дмитрий Юрьевич*. Программное обеспечение системы управления Инжекционного комплекса ВЭПП-5. // 01.04.01 - приборы и методы экспериментальной физики, Автореф. дисс. на соис. учен. степ. кандидата технических наук: Новосибирск, 2007, ИЯФ им. Г.И.Будкера СО РАН.
3. *Богдан Андрей Владимирович*. Амплитуды КХД с кварковым обменом при высокой энергии. // 01.04.02 - теоретическая физика, Автореф. дисс. на соис. учен. степ. кандидата физико-математических наук: Новосибирск, 2007, ИЯФ им. Г.И.Будкера СО РАН.
4. *Голковский Михаил Гедалиевич*. Расчет температурных полей и формирование структуры и свойств поверхностных слоев металлов и сплавов при облучении пучком релятивистских электронов. // 01.04.07 - физика конденсированного состояния; 05.16.01 - металловедение и термическая обработка металлов, Защита выполнена в Институте физики прочности и материаловедения СО РАН, Томск, Автореф. дисс. на соис. учен. степ. кандидата физико-математических наук: Новосибирск, 2007, ИЯФ им. Г.И.Будкера СО РАН.
5. *Бердюгин Алексей Викторович*. Процесс $e^+e^- \rightarrow \eta\gamma$ в области энергий $0.6 \div 1.4$ ГэВ. // 01.04.16 - физика атомного ядра и элементарных частиц, Автореф. дисс. на соис. учен. степ. кандидата фи.-мат. наук: Новосибирск, 2007, ИЯФ им. Г.И.Будкера СО РАН.
6. *Полужтов Антон Олегович*. Измерение угла ϕ_3 треугольника унитарности в распадах $B \rightarrow DK$ с детектором Belle. // 01.04.16 - физика атомного ядра и элементарных частиц, Автореф. дисс. на соис. учен. степ. кандидата физ.-мат. наук: Новосибирск, 2007, ИЯФ им. Г.И.Будкера СО РАН.
7. *Богомяков Антон Викторович*. Определение энергии в системе центра масс в прецизионных экспериментах на ВЭПП-4М. // 01.04.20 - физика пучков заряженных частиц и ускорительная техника, Автореф. дисс. на соис. учен. степ. кандидата физико-математических наук: Новосибирск, 2007, ИЯФ им. Г.И.Будкера СО РАН.
8. *Евтушенко Юрий Анатольевич*. Специализированные источники питания для элементов ускорителей и накопителей заряженных частиц. // 01.04.20 - физика пучков заряженных частиц и ускорительная техника, Автореф. дисс. на соис. учен. степ. кандидата технических наук: Новосибирск, 2007, ИЯФ им. Г.И.Будкера СО РАН.
9. *Волков Владимир Николаевич*. Прототип электронного фотокатодного ВЧ инжектора со сверхпроводящим резонатором. // 01.04.20 - физика пучков заряженных частиц и ускорительная техника, Автореф. дисс. на соис. учен. степ. кандидата технических наук: Новосибирск, 2007, ИЯФ им. Г.И.Будкера СО РАН.

Участие в конференциях

1. Asian Particle Accelerator Conference (APAC 2007), January 29 - February 2, 2007, (RRCAT), Indore, India.
2. International Conference on the Methods of Aerophysical Research, 5-10 February, 2007, Novosibirsk, Russia.
3. XXXIV Международная Звенигородская конференция по физике плазмы и УТС, 12-16 февраля 2007, Звенигород, Россия.
4. XLI PNPI Winter School, February 19-24, 2007, St.Petersburg, Repino, Russia.
5. 11th International Vienna Conference on Instrumentation (VCI), February 19-24, 2007, Vienna, Austria.
6. 7-ой Международный Уральский семинар: Радиационная физика металлов и сплавов, 25 февраля - 3 марта, 2007, Снежинск,
7. Всероссийский семинар по радиофизике миллиметровых и субмиллиметровых волн, 12-15 марта 2007, Нижний Новгород, Россия.
8. 3-я Международная конференция: IX Харитоновские тематические научные чтения, 12-16 марта 2007, Саров, Россия.
9. II Всероссийская конференция по наноматериалам (НАНО 2007), & IV Международная научная конференция "Наноструктурные материалы 2007, Беларусь-Россия", 13-16 марта 2007, Новосибирск, Россия.
10. 42nd Rencontres de Moriond on QCD and Hadronic Interactions, 17-24 March, 2007, La Thuile, Italy.
11. Невский радиологический форум - 2007: Новые горизонты, 7-10 апреля, 2007, Санкт-Петербург, Россия.
12. Всероссийский семинар "Современные проблемы теоретической и прикладной механики", 10-12 апреля, 2007, Новосибирск, Россия.
13. Technical Meeting on "Prospects and Challenges in Application of Radiation for Treating Exhaust Gases" 14-18 May, 2007, Warsaw, Poland.
14. 8th European Workshop on Beam Diagnostics and Instrumentation for Particle Accelerator (DIPAC'07), 20-23 May, 2007, Venice, Italy.
15. 12th International Conference on Elastic and Diffractive Scattering (Blois Workshop): Forward Physics and QCD, DESY, May 21-25, 2007, Hamburg, Germany.
16. 8-я Международная конференция "Плёнки и покрытия-2007", 22-25 мая, 2007, Санкт-Петербург, Россия.
17. Workshop "Posipol 2007", May 23-25, 2007, Orsay, France.
18. 8-ой Всероссийский семинар "Проблемы теоретической и прикладной электронной и ионной оптики", 29-31 мая 2007, Москва, Россия.
19. International Linear Collider Workshop (LCWS-ILC-07), May 30 - June 4, 2007, Hamburg.
20. Рабочее совещание "Обнаружение взрывчатых веществ на основе метода NRA", 21-22 июня 2007, Санкт-Петербург, Россия.

21. 22d Particle Accelerator Conference (PAC'07), June 25-29, 2007, Albuquerque, New Mexico, USA.
22. 15th International Symposium "Nanostructures: Physics and Technology", June 25-29, 2007, Novosibirsk, Russia.
23. Международная конференция "Физические интерпретации теории относительности (PIRT-07)", 2-5 июля 2007, Москва, Россия.
24. School on QCD, low x physics, saturation and diffraction, July 1-14, 2007, Copanello, Calabria, Italy.
25. 34th EPS Conference on Controlled Fusion and Plasma Physics, 2-6 July, 2007, Warsaw, Poland.
26. 17th International Vacuum Congress (IVC-17), 13th International Conference on Surface Science (ICSS-13): International Conference on Nano Science and Technology (ICN+T-2007), 2-6 July, 2007, Stockholm, Sweden.
27. International Conference (PHOTON 2007), July 9-13, 2007, Paris, France.
28. International Europhysics Conference on High Energy Physics (EPS-HEP2007), 19-25 July, 2007, Manchester, England.
29. VIII International Topical Meeting on Nuclear Applications and Utilization of Accelerator, July 29 - August 2, 2007, Pocatello, Idaho, USA.
30. International Conference (Lattice 2007), 30 July - 4 August, 2007, Regensburg, Germany.
31. International Symposium on Topical Problems of Biophotonics (TPB 2007), 4-11 August, 2007, Nizhny Novgorod-Moscow-Nizhny Novgorod, Russia.
32. 23rd International Symposium on Lepton-Photon Interactions at High Energy (LP07), 13-18 August, 2007, Daegu, Korea,
33. IV International Conference on Contemporary Physics, August 13-20, 2007, Ulaanbaatar.
34. 12th International Conference on Ion Sources (ICIS'07), August 26-31, 2007, Jeju, Korea.
35. 29th International Free Electron Laser Conference, August 26-31, 2007, Budker INP, Novosibirsk, Russia.
36. IBS Mini Workshop, Cockcroft Institute, 28-29 August 2007, Daresbury.
37. Workshop on Low x Physics, August 29 - September 1, 2007, Helsinki, Finland.
38. Workshop "Polarized Antiproton Beams - How?", August 29-31, 2007, Daresbury, UK.
39. Международный семинар памяти проф. В.П. Саранцева, 2-9 сентября 2007, Алушта, Украина.
40. XII Advance Research Workshop on High Energy Spin Physics (DSPIN-07), 3-7 September, 2007, Dubna, Russia.
41. Joint 32nd International Conference on Infrared and Millimetre Waves, and 15th International Conference on Terahertz Electronics (IRMMW-THz2007), 3-7 September, 2007, Cardiff, UK.
42. XX Международный семинар по ускорителям заряженных частиц, 9-15 сентября 2007, Алушта, Крым.

43. European Congress on Advanced Materials and Processes (Euromat 2007), 10-13 September, 2007, Nuremberg, Germany.
44. International Workshop on Beam Cooling and Related Topics (COOL 2007), 10-14 September 2007, Bad Kreuznach, Deutschland.
45. V Всероссийская научно-практическая конференция с международным участием "Инновационные технологии и экономика в машиностроении", 14-15 сентября, 2007, Юрга, Россия.
46. International Conference: New Trends in High-Energy Physics, September 15-22, 2007, Yalta, Crimea, Ukraine.
47. ILC Interaction Region Engineering Design Workshop (IRENG07), September 17-21, 2007, SLAC, Stanford, USA.
48. 3th International Symposium on Laser-Aided Plasma Diagnostics, 18-21 September, 2007, Hida Hotel Plaza, Takayama, Japan.
49. 7-я Международная конференция "Взаимодействие излучений с твёрдым телом" (ВИГТ-2007), 26-28 сентября 2007, Минск, Беларусь.
50. 37th European Microwave Conference (EuMC-2007), 8-12 October, 2007, Munich, Germany.
51. XII International Conference on Hadron Spectroscopy (Hadron07), October 8-13, 2007, Frascati, Italy.
52. Научно-практическая конференция "Нанотехнологии и наноматериалы для биологии и медицины", 11-12 октября 2007, Новосибирск, Россия.
53. International Conference of Accelerator and Large Experimental Physics Control Systems (ICALPCS-2007), October 15-19, 2007, Knoxville, Tennessee.
54. 43rd ISTC Japan Workshop on Accelerator Science - Basic to Applications - in Russia / CIS, October 29-30, 2007 (КЕК), Tsukuba, Japan.
55. III Международная научно-практическая конференция: Технические средства противодействия террористическим и криминальным взрывам, 30-31 октября, 2007, Санкт-Петербург, Россия.
56. VI Национальная конференция по применению рентгеновского, синхротронного излучений, нейтронов и электронов для исследования материалов (РСНЭ 2007), 12-17 ноября 2007, ИК РАН, Москва.
57. Наноразмерные структуры (НАНСИС-2007), 21-23 ноября 2007, Киев, Украина.
58. Сессия-конференция секции ЯФ ОФН РАН, ноябрь 26-30, 2007, Москва, Россия.
59. International Workshop on Physics and Technologies of Laser-Electron Interaction toward the ILC (LEI 2007), December 12-14, 2007, Hiroshima, Japan.
60. XII Всероссийская конференция "Диагностика высокотемпературной плазмы", 2007, Троицк, Россия.
61. IX Международная конференция: Забабахинские научные чтения, 2007, Снежинск, Россия.

Соглашения о сотрудничестве между ИЯФ и зарубежными лабораториями

Название лаборатории		Область сотрудничества	Дата	Координаторы
№	1	2	3	4
1.	CERN Швейцария	1. Научно-исследовательские и конструкторские работы по детекторам для большого адронного коллайдера LHC 2. Создание элементов комплекса LHC	1992 1996	А. Бондарь, Ю. Тихонов (ИЯФ), Т. Накада, П. Йенни (CERN) Л. Эванс (CERN), В. Анашин (ИЯФ)
2.	DESY (Германия)	Исследования в области ускорительной физики и физики элементарных частиц	1992	А. Вагнер (DESY), А. Скринский (ИЯФ)
3.	SLAC (Стэнфорд) США	1. Исследования, разработка линейных коллайдеров и финальная фокусировка пучков 2. Детектор для В-фабрики	1992 1993	Д. Дорфан (SLAC), А. Скринский (ИЯФ) А. Онучин (ИЯФ), Д. Хитлин (SLAC)
		3. Электрон-позитронные встречные пучки (В-фабрика)	1995	Д. Симан (SLAC) А. Скринский (ИЯФ)
4.	BNL (Брукхевен) США	1. Измерение магнитной аномалии мюона 2. Совместные работы по спину	1991 1993	Дж. Банс (BNL), Л. Барков (ИЯФ) С. Озаки (BNL), Ю. Шатунов (ИЯФ)
5.	ANL (Аргонн) США	1. Эксперименты с поляризованной газовой мишенью 2. Аппаратура для синхротронного излучения (СИ)	1988 1993	Р. Холт (ANL), Л. Барков (ИЯФ) Шеной (США), Г. Кулипанов, А. Скринский (ИЯФ)
6.	INFN (Италия)	Разработка интенсивного источника радиоактивных ионных пучков для экспериментов по физике ядра	1984	Л. Теккио (INFN), П. Логачев (ИЯФ)
7.	Ун-т Милана (Италия)	Теоретические и численные исследования динамического хаоса в классической и квантовой механике	1991	Т. Монтегацца, Дж. Казати (Италия), А. Скринский, В. Соколов (ИЯФ)
8.	Ун-т Питтсбурга (США)	Эксперименты на ВЭПП-2М и ϕ -фабрика	1989	С. Эйдельман, Е. Солодов (ИЯФ), В. Савинов (США)
9.	Daresbury (Англия)	Генерация и использование СИ	1977	И. Мунро (Daresbury), Г. Кулипанов (ИЯФ)
10.	Ун-т Дюка, (США)	Лазеры на свободных электронах	1992	Й. Ву (Duke), Н. Винокуров (ИЯФ)

№	1	2	3	4
11.	POSTECH (Корея)	Создание ускорителей пучков, дополнительных устройств, эксперименты по СИ	1992	Х. Ким (POSTECH), А. Скринский, Н. Мезенцев (ИЯФ)
12.	KAERI (Корея)	Создание ЛСЭ и ускорителя - рекуператора	1999	Б.С. Ли (KAERI), Н. Винокуров (ИЯФ)
13.	BESSY (Германия)	Создание вигглеров для BESSY-2	1993	Э. Яшке (BESSY), А. Скринский, Н. Мезенцев (ИЯФ)
14.	КЕК (Япония)	1. Эксперименты на В-фабрике с детектором BELLE 2. Электрон-позитронные фабрики (В-,φ-фабрики)	1992 1995	А. Бондарь (ИЯФ), Ф. Такасаки (КЕК) Ш. Курокава (КЕК) Е. Переведенцев (ИЯФ)
15.	RIKEN Spring-8 (Япония)	Сотрудничество в области физики ускорителей и синхротронного излучения	1996	Х. Камицубо (Япония), Г. Кулишанов (ИЯФ)
16.	BNL (США)	Сотрудничество по электрон - ионным коллайдерам	1993	И. Бен-Зви (США) В. Пархомчук (ИЯФ)
17.	Иссл. центр Россендорф (ФРГ)	1. Физические исследования источника нейтронов на базе магнитной ловушки	1994	К. Ноак (ФРГ), Э. Кругляков, А. Иванов (ИЯФ)
18.	Ядерный центр "Карлсруэ" (ФРГ)	1. Разработка концептуального проекта и базы данных для нейтронного источника на основе ГДЛ 2. Моделирование процессов в диверторе ИТЕР	1994	Г. Кесслер (ФРГ) Э. Кругляков, А. Иванов, А. Бурдаков (ИЯФ)
19.	GSI (ФРГ)	Сотрудничество в области физики ускорителей: электронное охлаждение, электрон-ионные коллайдеры	1995	Х. Эйкхоф (GSI), Ю. Шатунов, В. Пархомчук (ИЯФ)
20.	FERMILAB (США)	Сотрудничество в области физики ускорителей: охлаждение, системы конверсии	1995	О. Финли (FERMILAB), В. Пархомчук (ИЯФ)
21.	Институт совр. физики (Ланчжоу, Китай)	Сотрудничество в области физики ускорителей: электронное охлаждение, ВЧ - системы	2000	С. Янг (Китай), В. Пархомчук (ИЯФ)
22.	Центр плазменных исследований (Цукуба, Япония)	Сотрудничество по открытым ловушкам	2003	Я. Китахара, К. Яцу (Япония) Э. Кругляков А. Скринский (ИЯФ)
23.	INFN-LNF (Италия)	Разработка проекта коллайдера DAFNE-II	2004	С. Бискари (INFN), Е. Левичев (ИЯФ)

Состав научных сотрудников

Члены Российской академии наук

Академики:

Барков Лев Митрофанович
Кругляков Эдуард Павлович
Кулипанов Геннадий Николаевич
Скринский Александр Николаевич
Чириков Борис Валерианович

Члены-корреспонденты:

Бондарь Александр Евгеньевич
Диканский Николай Сергеевич
Димов Геннадий Иванович
Пархомчук Василий Васильевич
Хрипович Иосиф Бенционович

Дирекция

Директор:

Скринский Александр Николаевич

Советник РАН:

Кругляков Эдуард Павлович

Заместители директора по науке:

Иванов Александр Александрович
Кулипанов Геннадий Николаевич
Левичев Евгений Борисович
Тихонов Юрий Анатольевич

Ученый секретарь:

Кудрявцев Андрей Михайлович

Учёный совет

- | | |
|---|-----------------|
| 1. Академик, председатель | Скринский А.Н. |
| 2. Доктор физ.-мат. наук, зам. председателя | Иванов А.А. |
| 3. Академик, зам. председателя | Кулипанов Г.Н. |
| 4. Доктор физ.-мат. наук, зам. председателя | Левичев Е.Б. |
| 5. Доктор физ.-мат. наук, зам. председателя | Тихонов Ю.А. |
| 6. Кандидат физ.-мат. наук, уч. секретарь | Кудрявцев А.М. |
| 7. Кандидат технических наук | Анашин В.В. |
| 8. Доктор физ.-мат. наук, профессор | Аржанников А.В. |
| 9. Академик | Барков Л.М. |
| 10. Кандидат физ.-мат. наук | Блинов В.Е. |
| 11. Член-корр. РАН | Бондарь А.Е. |
| 12. Доктор физ.-мат. наук, профессор | Винокуров Н.А. |
| 13. Член-корр. РАН | Диканский Н.С. |
| 14. Член-корр. РАН | Димов Г.И. |

- | | |
|--|---|
| 15. Доктор физ.-мат. наук | Кооп И.А. |
| 16. Академик, советник РАН | Кругляков Э.П. |
| 17. Доктор технических наук | Купер Э.А. |
| 18. Кандидат физ.-мат. наук | Логачев П.В. |
| 19. Кандидат технических наук | Медведко А.С. |
| 20. Доктор физ.-мат. наук | Мезенцев Н.А. |
| 21. Член-корр. РАН | Пархомчук В.В. |
| 22. Доктор технических наук, профессор | Салимов Р.А. |
| 23. Доктор физ.-мат. наук, профессор | Середняков С.И. |
| 24. Доктор физ.-мат. наук, профессор | Фадин В.С. |
| 25. Доктор физ.-мат. наук | Хазин Б.И. |
| 26. Член-корр. РАН | Хриплович И.Б. |
| 27. Академик | Чириков Б.В. |
| 28. Доктор физ.-мат. наук, профессор | Шатунов Ю.М. |
| 29. Кандидат физ.-мат. наук | Таскаев С.Ю. – представитель
профсоюзной организации |
| 30. Доктор физ.-мат. наук | Лотов К.В. – представитель
Совета молодых ученых |

Секции учёного совета по направлениям

“Ускорители для прикладных целей”

- | | | |
|-------------------------|------------------|----------------|
| Кулипанов Г.Н. (предс.) | Куксанов Н.К. | Сухина Б.Н. |
| Горбунов В.А. (секр.) | Купер Э.А. | Ткаченко В.О. |
| Мигинский С.В. (секр.) | Куркин Г.Я. | Трибендис А.Г. |
| Анашин В.В. | Левичев Е.Б. | Тувик А.Ф. |
| Антохин Е.И. | Матвеев А.Н. | Тумайкин Г.М. |
| Брызгин А.А. | Медведко А.С. | Ушаков В.А. |
| Вейс М.Э. | Мезенцев Н.А. | Чернякин А.Д. |
| Гаврилов Н.Г. | Немытов П.И. | Ческидов В.Г. |
| Гольденберг Б.Г. | Пархомчук В.В. | Чуркин И.Н. |
| Диканский Н.С. | Петриченков М.В. | Шатунов Ю.М. |
| Золотарев К.В. | Петров В.М. | Шевченко О.А. |
| Иванов А.А. | Пиндюрин В.Ф. | Шеромов М.А. |
| Князев Б.А. | Салимов Р.А. | Широков В.В. |
| Кузнецов Г.И. | Скринский А.Н. | Шкаруба В.А. |

“Физика плазмы и проблемы УТС”

Иванов А.А. (предс.)	Иванов И.А.	Поступаев В.В.
Багрянский П.А. (секр.)	Кандауров И.В.	Приходько В.В.
Аникеев А.В.	Капитонов В.А.	Санин А.Л.
Аржанников А.В.	Князев Б.А.	Синицкий С.Л.
Астрелин В.Т.	Константинов С.Г.	Скринский А.Н.
Ахметов Т.Д.	Котельников И.А.	Соломахин А.Л.
Беклемишев А.Д.	Кругляков Э.П.	Сорокин А.В.
Бельченко Ю.И.	Кудрявцев А.М.	Суляев Ю.С.
Бочаров В.Н.	Лизунов А.А.	Таскаев С.Ю.
Бурдаков А.В.	Лотов К.В.	Тимофеев И.В.
Бурмасов В.С.	Меклер К.И.	Хильченко А.Д.
Волосов В.И.	Мурахтин С.В.	Широков В.В.
Вячеславов Л.Н.	Панасюк В.М.	Шиянков С.В.
Димов Г.И.	Полосаткин С.В.	Чащин М.С.
Давыденко В.И.	Попов С.С.	

“Встречные пучки”

Пархомчук В.В. (предс.)	Куркин Г.Я.	Симонов Е.А.
Петров В.В. (секр.)	Левичев Е.Б.	Скринский А.Н.
Анашин В.В.	Логачев П.В.	Смалюк В.В.
Барков Л.М.	Медведко А.С.	Солодов Е.П.
Беркаев Д.Е.	Мезенцев Н.А.	Старостенко А.А.
Бондарь А.Е.	Мишнев С.И.	Тихонов Ю.А.
Винокуров Н.А.	Нестеренко И.Н.	Тумайкин Г.М.
Воблый П.Д.	Никитин С.А.	Хазин Б.И.
Горникер Э.И.	Онучин А.П.	Чириков Б.В.
Гуров С.М.	Острейко Г.Н.	Шатилов Д.Н.
Диканский Н.С.	Переведенцев Е.А.	Шатунов Ю.М.
Кооп И.А.	Пестриков Д.В.	Шатунов П.Ю.
Киселев В.А.	Петров В.М.	Шварц Д.Б.
Краснов А.А.	Подгорный Ф.В.	Шиянков С.В.
Кулипанов Г.Н.	Рева В.Б.	Эйдельман Ю.И.
Купер Э.А.	Салимов Р.А.	

“Физика элементарных частиц”

Бондарь А.Е. (предс.)	Катков В.М.	Силагадзе З.К.
Страховенко В.М. (секр.)	Кооп И.А.	Сковпень Ю.И.
Аульченко В.М.	Кравченко Е.А.	Скринский А.Н.
Ачасов М.Н.	Кузьмин А.С.	Солодов Е.П.
Байер В.Н.	Левичев Е.Б.	Соколов В.В.
Барков Л.М.	Логашенко И.Б.	Таюрский В.А.
Бару С.Е.	Лукин П.А.	Тельнов В.И.
Блинов А.Е.	Малышев В.М.	Тихонов Ю.А.
Блинов В.Е.	Масленников А.Л.	Топорков Д.К.
Бузулуцков А.Ф.	Мильштейн А.И.	Фадин В.С.
Букин А.Д.	Мучной Н.Ю.	Федотович Г.В.
Букин Д.А.	Николенко Д.М.	Хазин Б.И.
Воробьев А.И.	Онучин А.П.	Хриплович И.Б.
Голубев В.Б.	Пархомчук В.В.	Черняк В.Л.
Гребенюк А.А.	Пахтусова Е.В.	Чириков Б.В.
Григорьев Д.Н.	Пелеганчук С.В.	Шамов А.Г.
Грозин А.Г.	Пестов Ю.Н.	Шарый В.В.
Грошев В.Р.	Пивоваров С.Г.	Шатунов Ю.М.
Димова Т.В.	Рачек И.А.	Шварц Б.А.
Дмитриев В.Ф.	Редин С.И.	Шехтман Л.И.
Дружинин В.П.	Рыскулов Н.М.	Эйдельман С.И.
Жилич В.Н.	Середняков С.И.	

“Автоматизация”

Тихонов Ю.А. (предс.)	Грозин А.Г.	Максимова С.В.
Купер Э.А. (зам. предс.)	Егорычев М.Н.	Мамкин В.Р.
Балдин Е.М. (секр.)	Зайцев А.С.	Медведко А.С.
Дубров С.В. (секр.)	Каплин В.И.	Мезенцев Н.А.
Алешаев А.Н.	Карнаев С.Е.	Неханевич Э.Л.
Амосов С.А.	Квашнин А.Н.	Солодов Е.П.
Аульченко В.М.	Коваленко Ю.В.	Тарарышкин С.В.
Банзаров В.Ш.	Козак В.Р.	Факторович Б.П.
Бару С.Е.	Кооп И.А.	Фроловская Н.Н.
Белов С.Д.	Король А.А.	Хильченко А.Д.
Беркаев Д.Е.	Кузин М.В.	Цуканов В.М.
Богданчиков А.Г.	Купчик В.И.	Шамов А.Г.
Болховитянов Д.Ю.	Курилин О.Ю.	Шатунов Ю.М.
Бузыкаев А.Р.	Левичев Е.Б.	Шувалов Б.Н.
Букин А.Д.	Логашенко И.Б.	Шукаев А.Н.

Научные сотрудники и их публикации

Скринский А.Н.	4, 12, 102, 107, 176, 206, 223, 239, 284, 428, 432, 437, 438, 439, 6п	Анчугов О.В.	285, 309, 335
Анашин В.В.	4, 107, 249, 250	Арбузов В.С.	289, 291, 308, 310, 312
Иванов А.А.	97, 125, 127, 128, 129, 130, 201, 219, 303, 340, 341, 358, 359, 369, 370, 371, 395, 468, 477, 499, 11п	Аржанников А.В.	131, 132, 138, 220, 375, 383, 384, 386, 389, 392, 393, 396, 469, 473, 500
Кругляков Э.П.	129, 130, 223, 235, 369, 395	Аринштейн К.Э.	80, 81, 82, 83, 170, 185, 194, 195, 208
Кудрявцев А.М.	303, 341, 358, 359, 379	Астрелин В.Т.	131, 132, 133, 135, 138, 375, 378, 379, 380, 383, 384, 385, 386, 387, 389, 392, 393, 396
Кулипанов Г.Н.	102, 168, 196, 206, 210, 212, 214, 216, 222, 223, 232, 284, 394, 429, 434, 435, 437, 438, 439, 442, 447, 466, 467, 471, 478, 495, 505	Аульченко В.М.	4, 10, 13, 80, 81, 82, 83, 93, 107, 170, 181, 185, 186, 189, 192, 195, 204, 208, 234, 444, 445, 457, 459, 465, 466, 472, 474, 478, 495, 6п, 83п
Левичев Е.Б.	1, 4, 107, 240, 241, 242, 247, 398, 429, 432, 446, 478, 495, 17п, 86п	Ауслендер В.Л.	111, 112, 288, 292, 293, 329, 343, 344, 345, 346
Тихонов Ю.А.	4, 76, 78, 107, 272, 273, 6п	Ахметов Т.Д.	11п
Абдрашитов Г.Ф.	470, 499	Ахметшин Р.Р.	
Абдрашитов А.Г.	470, 499	Ачасов М.Н.	11, 12, 14, 6п
Абдульманов В.Г.	344, 453, 496, 497, 502, 506, 507	Бабичев Е.А.	94
Абрамов Г.Н.	6п	Багрянский П.А.	127, 128, 362, 364, 365, 369, 370, 371, 454, 460, 487, 498
Авербух И.И.	305	Бажанова В.В.	452
Авилов М.С.		Байер В.Н.	163, 164, 223, 8п, 14п
Акбердин Р.Р.		Бак П.А.	295, 336, 453, 496
Акимов А.В.	295, 464, 486	Балдин Е.М.	4, 107
Акимов В.Е.	331	Барков Л.М.	7, 223, 248
Алешаев А.Н.		Барладян А.К.	4, 107, 316
Алиновский Н.И.	374, 490	Барняков А.Ю.	107, 183, 202, 443, 446, 6п, 17п
Альгаер Е.А.		Барняков А.М.	4, 295
Аникеев А.В.	127, 128, 129, 226, 362, 369, 370, 371, 498	Барняков М.Ю.	4, 107, 183, 202, 443, 446, 17п
Анисёнков А.В.		Бару С.Е.	4, 84, 85, 86, 107, 274, 504
Антонов А.Ю.	279, 295	Баруткин В.В.	183
Антохин Е.И.	168, 206	Барышев В.Б.	206, 478, 495
Антошин А.В.	295	Батазова М.А.	
Анчарова У.В.	166		

Баткин В.И.	375	Бобровников В.С.	4, 107, 183, 202, 493
Батраков А.М.	98, 100, 101, 298, 318, 332, 384, 447, 13п	Богдан А.В.	145, 22п, 3а
Баянов Б.Ф.	118, 1п, 2п	Богданчиков А.Г.	10, 11, 12, 13, 445, 6п
Бедный И.В.	4, 80, 81, 82, 83, 107, 170, 181, 185, 186, 187, 192, 194, 204, 207, 208, 12п, 83п	Богоянгов А.В.	4, 107, 190, 239, 7а
Беклемишев А.Д.	120, 131, 201, 363, 364, 365, 366, 367, 368, 375, 377	Боймельштейн Ю.М.	295
Беликов О.В.	104, 110, 301, 5п, 9п	Болховитянов Д.Ю.	279, 280, 281, 295, 323, 324, 2а
Белобородов К.И.	4, 11, 12, 202, 443, 6п	Бондарев Д.В.	4, 107
Белобородова О.Л.	4, 107	Бондаренко А.В.	165, 173, 178
Белов В.П.	468, 2п	Бондарь А.Е.	4, 76, 78, 79, 80, 81, 82, 83, 107, 170, 174, 181, 185, 186, 187, 189, 192, 193, 194, 195, 204, 207, 208, 223, 227, 272, 273, 12п, 83п
Белов С.Д.		Борисов А.А.	
Белокриницкий С.А.	332	Ботов А.А.	10, 13, 445, 6п
Бельченко Ю.И.	303, 341, 358, 359, 360, 361	Бочаров В.Н.	
Бердюгин А.В.	11, 12, 6п, 5а	Брагин А.В.	
Беркаев Д.Е.	297, 301, 5п	Брызгин А.А.	112, 228, 288, 328, 343, 344, 345, 346
Бехтенов Е.А.	324, 334	Бублей А.В.	106, 372
Бирючевский Ю.А.	289, 290, 291, 308	Бузулуцков А.Ф.	76, 77, 78, 272, 273,
Блинов А.Е.	4, 17, 18, 107	Бузыкаев А.Р.	4, 107, 183, 202, 243
Блинов В.Е.	4, 17, 18, 19, 20, 21, 22, 23, 24, 25, 26, 27, 28, 29, 30, 31, 32, 33, 34, 35, 36, 37, 38, 39, 40, 41, 42, 43, 44, 45, 46, 47, 48, 49, 50, 51, 52, 53, 54, 55, 56, 57, 58, 59, 60, 61, 62, 63, 64, 65, 66, 67, 68, 69, 70, 71, 72, 73, 74, 107, 203, 252, 253, 254, 255, 256, 257, 258, 259, 260, 261, 262, 263, 264, 265, 266, 267, 446, 6п, 17п, 30п-40п, 41п-50п, 51п-60п, 61-70п, 71п-81п	Букин А.Д.	11, 12, 13, 17, 18, 19, 20, 21, 22, 23, 24, 25, 26, 27, 28, 29, 30, 31, 32, 33, 34, 35, 36, 37, 38, 39, 40, 41, 42, 43, 44, 45, 46, 47, 48, 49, 50, 51, 52, 53, 54, 55, 56, 57, 58, 59, 60, 61, 62, 63, 64, 65, 66, 67, 68, 69, 70, 71, 72, 73, 74, 203, 252, 253, 254, 255, 256, 257, 258, 259, 260, 261, 262, 263, 264, 265, 266, 267, 445, 6п, 7п, 10п, 15п, 29п, 30п-40п, 41п-50п, 51п-60п, 61п-70п, 71п-81п
Блинов М.Ф.	295	Букин Д.А.	10, 11, 12, 13, 445, 6п
Бобров А.В.	4, 107		

Бурдаков А.В.	130, 131, 132, 133, 134, 137, 225, 226, 303, 341, 358, 359, 361, 375, 376, 377, 378, 379, 380, 381, 382, 383, 384, 385, 386, 387, 393, 395	Гаврилов Н.Г.	102, 284, 335, 435, 439, 465, 478, 495, 503
Бурмасов В.С.	131, 235, 375, 384, 393	Галимов Р.Х.	295
Быков Е.В.	321	Гальт А.А.	
Быков П.В.	379	Гвоздев А.А.	168
Вагин П.В.	100, 101, 318, 332	Генцелев А.Н.	233, 429, 476
Васильев А.В.	11, 12, 13, 93, 445, 457, 474, 6п	Герасимов В.В.	237, 449, 485, 505
Васильев Г.А.	346	Глаголев Г.Б.	
Васичев С.С.	300, 304, 311	Глуховченко Ю.М.	4, 107
Веденев М.А.		Голковский М.Г.	140, 141, 410, 411, 414, 415, 418, 12п, 4а
Вейс М.Э.	412, 413, 419, 420, 421	Голубев В.Б.	11, 12, 13, 17, 18, 19, 20, 21, 22, 23, 24, 25, 26, 27, 28, 29, 30, 31, 32, 33, 34, 35, 36, 37, 38, 39, 40, 41, 42, 43, 44, 45, 46, 47, 48, 49, 50, 51, 52, 53, 54, 55, 56, 57, 58, 59, 60, 61, 62, 63, 64, 65, 66, 67, 68, 69, 70, 71, 72, 73, 74, 75, 202, 203, 252, 253, 254, 255, 256, 257, 258, 259, 260, 261, 262, 263, 264, 265, 266, 267, 443, 445, 446, 6п, 17п, 29п-30п, 31п-40п, 41п-50п, 51п-60п, 61п-70п, 71п-81п
Великанов Ю.М.	311	Голубев П.А.	330
Веремеенко В.Ф.	286, 300, 302, 304, 311	Голубенко Ю.И.	412, 413, 420
Весенев В.М.	6п	Гольденберг Б.Г.	206, 233, 388, 429, 467, 476, 478, 488, 492, 495
Виллевалльд Г.С.	3п	Гончаров А.Д.	302, 373, 490
Винокуров Н.А.	102, 168, 184, 196, 206, 210, 214, 216, 284, 314, 320, 326, 330, 335, 388, 390, 391, 394, 434, 435, 437, 438, 439, 442, 478, 488, 495, 505	Горбовский А.И.	174
Винокурова А.Н.	81, 82, 83, 181, 187, 207, 83п	Горбунов В.А.	288, 329
Воблый П.Д.	98, 100, 101, 206, 298, 478, 495, 502, 13п	Горбунова Н.А.	
Волков А.А.	489	Горнаков И.В.	111, 288, 292, 293, 329
Волков А.Н.	298, 13п	Горникер Э.И.	289, 291, 308, 310, 312
Волков В.Н.	307, 308, 312, 339, 9а	Горчаков К.М.	300
Волобуев С.В.	291, 308	Грабовский А.В.	145, 146, 22п, 23п
Волосов В.И.		Гребенкин С.С.	93
Воробьев А.И.	4, 107		
Воронин Л.А.	112, 345, 346		
Воскобойников Р.В.	302, 460		
Востриков В.А.	432		
Вячеславов Л.Н.	131, 375, 381, 384, 431, 433		
Габышев Н.И.	80, 83, 185, 186, 187, 189, 192, 193, 194, 204, 208, 83п		

Гребенюк А.А.	76, 78, 272, 273	264, 265, 266, 267,
Григорьев Д.Н.	9, 139, 28п	268, 270, 445, 446,
Грозин А.Г.	156, 157, 158, 159, 427, 26п	6п, 17п, 29п-30п, 31п-40п, 41п-50п, 51п-60п, 61п-70п, 71п-81п
Грошев В.Р.		
Губин К.В.	95	
Гудков Б.А.	285, 319	Дубровин А.Н.
Гулевич В.В.	4, 107, 183, 202, 443	Дюг М.В.
Гуров Д.С.		Евтушенко Ю.А.
Гурко В.Ф.	190, 247	Елисеев В.С.
Гуров С.М.	295, 324	Еманов Ф.А.
Гусев Е.А.	295, 307, 323	Епифанов Д.А.
Гусев И.А.	327, 360	Ерохин А.И.
Давидовский В.Г.		Жариков А.А.
Давыденко В.И.	97, 125, 201, 303, 340, 341, 358, 359, 361, 468, 11п	Жилич В.Н.
Данилюк А.Ф.	202, 443	Жиров О.В.
Дейчули О.И.	290, 291	Жмуриков Е.И.
Дейчули П.П.	128, 468, 499	Жогин И.Л.
Дементьев Е.Н.	314, 322, 324	Жуков А.А.
Деревянкин Г.Е.	131, 132, 375, 378, 384, 385, 393	Жуланов В.В.
Диканский Н.С.	223, 295	Журавлев А.Н.
Димов Г.И.		Журавлев В.А.
Димова Т.В.	10, 11, 12, 13, 445	Журба В.К.
Дмитриев В.Ф.	7, 152, 229, 248, 251, 20п	Запрягаев И.А.
Долгушин В.М.	303	Захваткин М.Н.
Донин А.С.	358, 371, 470, 498, 499	Зверев С.Г.
Дорохов Д.В.	316	Зверев С.И.
Достовалов Р.В.	5, 249, 250	Зеваков С.А.
Драничников А.Н.	303	Землянский И.М.
Дружинин В.В.	297	Зинин Э.И.
Дружинин В.П.	10, 11, 12, 13, 17, 18, 19, 20, 21, 22, 23, 24, 25, 26, 27, 28, 29, 30, 31, 32, 33, 34, 35, 36, 37, 38, 39, 40, 41, 42, 43, 44, 45, 46, 47, 48, 49, 50, 51, 52, 53, 54, 55, 56, 57, 58, 59, 60, 61, 62, 63, 64, 65, 66, 67, 68, 69, 70, 71, 72, 73, 74, 139, 203, 252, 253, 254, 255, 256, 257, 258, 259, 260, 261, 262, 263,	Зинченко А.В.
		Золотарев К.В.
		Зубаиров Э.Р.
		Зубарев П.В.
		Зубков Н.И.
		Иваненко В.Г.

Иванов А.В.	106, 331, 342	Козлинская Т.В.	131, 135, 375
Иванов И.А.	132, 133, 134, 375, 376, 379, 382, 383, 384, 386, 393	Козлов М.Г.	144
Иванов С.А.	94	Козырев А.Н.	180
Иванцовский М.В.	131, 132, 375, 376, 381, 383, 384, 386, 393	Козырев Е.В.	337
Игнатов Ф.В.		Кокин Е.Н.	285
Ильин И.В.	98, 100, 101, 298, 13п	Кокоулин В.И.	295
Казанин В.Ф.		Колесников Е.Ю.	
Кайран Д.А.		Коллегов М.В.	
Калинин П.В.	138, 220, 388, 389, 390, 391, 392, 396, 469, 473, 488, 500	Колмогоров В.В.	302
Кандауров И.В.	131, 375, 378, 385, 393	Колобанов Е.И.	102, 206, 330, 434, 439
Капитонов В.А.	470, 499	Колокольников Ю.М.	98, 429, 483, 507
Каратаев А.Ю.		Кондаков А.А.	291, 308, 312
Карлин В.Э.	330	Кондауров М.Н.	302
Карнаев С.Е.	4, 107	Кондратьев В.И.	169, 177, 283, 388, 488, 492
Карпов Г.В.	4, 107, 299, 324	Кононов С.А.	4, 107, 183, 202, 443, 446, 17п
Карпов С.В.	4, 107	Константинов Е.С.	295
Касаев А.С.		Константинов С.Г.	303, 341, 358, 373, 374, 379
Катков В.М.	163, 164, 8п, 14п	Конюхов В.В.	131, 375
Кахута К.И.		Кооп И.А.	12, 241, 297, 308, 397, 398, 399, 400, 446, 17п
Квардаков В.А.		Коренев В.Н.	472
Квашнин А.Н.	247, 384, 460	Корепанов А.А.	295, 331, 464
Кенжебулатов Е.К.	290, 291, 308, 312	Коробейников М.В.	288, 329, 346
Кириенко А.В.	128, 370, 371, 498	Король А.А.	10, 11, 12, 13, 445, 6п
Кирилин Г.Г.	25п	Корчагин А.И.	224, 409, 416, 418, 428
Кирпотин А.Н.	297	Косов А.В.	
Киселев А.В.		Кот Н.Х.	295, 307
Киселев В.А.	3, 4, 107, 190, 246, 247, 429, 85п	Котельников И.А.	97, 121, 122, 123, 124, 125, 126, 131, 340, 375
Клюев В.Ф.		Котенков В.В.	4, 102, 284, 434, 505
Клющев С.Н.	295	Котов К.Ю.	4, 107
Князев Б.А.	102, 196, 206, 210, 217, 214, 216, 237, 284, 394, 435, 436, 439, 442, 448, 449, 461, 478, 485, 495, 505	Кошуба С.В.	10, 11, 12, 13, 445, 6п
Кобец В.В.	303, 359	Кравченко Е.А.	4, 17, 18, 107, 183, 202, 443, 446, 6п, 17п
Коваленко Н.В.	483	Краснов А.А.	5, 249, 250, 475
Коваленко Ю.В.		Кривенко А.С.	303, 341, 358
Коврижин Д.П.	6п	Крутихин С.А.	286, 289, 291, 307, 308, 310, 312, 330
Кожемякин А.В.		Крючков А.М.	302
Козак В.Р.	296, 297, 298, 300, 301, 304, 311, 314, 319, 5п, 13п	Крючков Я.Г.	289, 291, 308, 312

Кубарев В.В.	102, 206, 284, 388, 390, 391, 394, 434, 439, 440, 441, 442, 478, 488, 495, 505	Листопад А.А.	
Кузин М.В.	478, 495	Логачев П.В.	95, 96, 168, 276, 277, 278, 295, 464, 486
Кузнецов А.С.	131, 341, 358, 375, 383, 384, 386, 389, 392, 396, 500	Логащенко И.Б.	9, 139, 28п
Кузнецов Г.И.	288, 299, 306, 329, 331, 336	Лотов К.В.	113, 114, 115, 131, 375
Кузнецов С.А.	131, 375, 388, 389, 390, 391, 392, 393, 394, 473, 488, 500	Лукин А.Н.	288, 329
Кузьмин А.С.	80, 81, 82, 83, 170, 181, 185, 186, 187, 189, 192, 194, 195, 204, 208, 12п, 83п	Лукин П.А.	
Кузьминых В.С.	174, 478, 495	Лупашина И.С.	
Куклин К.Н.	131, 133, 375, 379, 383, 384, 386, 393	Лысенко А.П.	297
Куксанов Н.К.	176, 224, 412, 413, 417, 418, 419, 420, 421	Лях В.В.	233, 429, 482, 483
Куленко Я.В.	331	Макаров А.Г.	131, 375, 393
Куликов В.Ф.	4, 107, 502	Макаров И.Г.	288, 292, 293, 306, 307, 329
Купер К.Э.	94, 478, 481, 482, 495	Макаров М.А.	384
Купер Э.А.	4, 99, 107, 297, 298, 314, 319, 320, 325, 328, 447, 478, 495, 13п	Макашов Е.В.	441
Кушцов И.В.	291, 307, 308, 310, 312	Максимов В.В.	345, 371, 498
Курилин О.Ю.		Максимов Д.А.	4, 107
Куркин Г.Я.	4, 107, 286, 289, 291, 307, 308, 310, 312, 319, 326, 330, 335, 338	Максимов С.А.	329, 346
Кусков Р.Е.	279, 281, 295	Максимовская В.В.	169
Кутюженко В.Д.	474	Малышев В.М.	4, 107
Лабуцкая Е.А.	507	Малютин Д.А.	280
Лаврухин А.В.	224, 418, 421	Мамкин В.Р.	298, 313, 13п
Лазаренко Б.А.	7, 248	Мартышкин П.В.	295
Лапик Р.М.	295	Масленников А.Л.	4, 107
Лебедев Н.Н.	295	Матвеев Ю.Г.	335
Лев В.Х.	99, 333, 447, 493, 494	Матвеев А.Н.	102, 206, 214, 216, 217, 284, 434, 439, 505
Легкодымов А.А.		Матяш Н.В.	285, 288, 292, 293, 307, 329
Ли Р.Н.	148	Медведев Л.Э.	102, 326, 439
Лизунов А.А.	127, 128, 201, 370, 371, 460, 487, 498	Медведко А.С.	4, 107, 110, 285, 286, 299, 300, 301, 302, 309, 314, 319, 322, 324, 327, 495, 5п
		Мезенцев Н.А.	99, 168, 206, 333, 334, 430, 447, 493, 494, 495
		Мезенцева Л.А.	233
		Меклер К.И.	131, 132, 133, 341, 358, 375, 379, 383, 386
		Мешков О.И.	3, 4, 107, 190, 246, 247, 85п
		Мигинская Е.Г.	99, 294, 333, 334, 447, 489, 493, 494
		Мигинский С.В.	102, 165, 173, 178, 188, 284, 439, 4п

Мильштейн А.И.	147, 148, 149, 150, 151, 152, 20п	66, 67, 68, 69, 70, 71, 72, 73, 74, 107, 183, 202, 203, 252, 253, 254, 255, 256, 257, 258, 259, 260, 261, 262, 263, 264, 265, 266, 267, 443, 446, 6п, 17п, 29п-30п, 31п-40п, 41п-50п, 51п-60п, 61п-70п, 71п-81п
Мироненко Л.А.	102, 284, 291, 307, 326, 429, 439, 495, 503	4, 107, 12п
Митянина Н.В.		Орешкин С.Б.
Михайлов К.Ю.	290, 308	Орешков А.Д.
Мишагин В.В.	468, 499	Орешонок В.В.
Мишнев С.И.	4, 7, 103, 107, 206, 248, 429, 495	Орлов И.О.
Моисеев Д.В.	470	Осипов В.Н.
Морозов И.И.	4, 107, 489	308, 312
Морозов С.Н.		Острейко Г.Н.
Мосин Е.В.		108, 285, 286, 287, 288, 292, 293, 306, 307, 309, 329
Мотыгин С.В.	312	Отбоев А.В.
Мурахтин С.В.	127, 128, 370, 371, 498	Павлов В.М.
Мучной Н.Ю.	3, 4, 107, 190, 246, 248, 85п	295
Науменков А.И.		Павлюченко Д.В.
Нейфельд В.В.	4, 107	76, 78, 272, 273
Немытов П.И.	412, 413, 420	Палагин К.С.
Нестеренко И.Н.		441
Неустроев В.А.	84, 504	Пальчиков В.Е.
Нефедов Н.Б.	332	Панасюк В.М.
Нехаев В.Е.		106, 372
Неханевич Э.Л.	9п	Панфилов А.Д.
Никитин С.А.	1, 4, 107, 239, 240, 242, 243, 244, 446, 16п, 17п	288, 292, 293, 329, 344
Николаев И.Б.	4, 107, 239	Панченко В.Е.
Николенко А.Д.	8, 167, 206, 429, 482, 483, 495	168, 206, 495
Николенко Д.М.	7, 248, 251	Папушев П.А.
Никулин М.А.		93, 457
Нифонтов В.И.		Пархомчук В.В.
Образовский А.Е.	13, 445, 6п	106, 176, 282, 283, 302, 342, 372, 432
Овчар А.В.	314	Пахтусова Е.В.
Овчар В.К.	102, 284, 298, 325, 330, 384, 439, 13п	11, 12, 13, 445, 6п 496
Огурцов А.Б.		Пачков А.А.
Онучин А.П.	4, 17, 18, 19, 20, 21, 22, 23, 24, 25, 26, 27, 28, 29, 30, 31, 32, 33, 34, 35, 36, 37, 38, 39, 40, 41, 42, 43, 44, 45, 46, 47, 48, 49, 50, 51, 52, 53, 54, 55, 56, 57, 58, 59, 60, 61, 62, 63, 64, 65,	Пелеганчук С.В.
		4, 107
		Переведенцев Е.А.
		12, 401, 402, 18п
		Персов Б.З.
		Пестов Ю.Н.
		Пестриков Д.В.
		205
		Петренко А.В.
		295
		Петриченков М.В.
		Петров В.В.
		4, 107, 238
		Петров В.М.
		286, 289, 290, 291, 307, 308, 312
		Петрова Е.В.
		233, 388, 391, 476, 488, 492
		Петросян С.С.
		4, 107
		Пивоваров И.Л.
		295
		Пивоваров С.Г.
		4, 107
		Пилан А.М.
		289, 291, 308, 310, 312

Пиминов П.А.	4, 107, 240, 241, 247, 398, 446, 17п, 86п	Растигеев С.А.	490
Пиндюрин В.Ф.	167, 206, 233, 388, 429, 467, 476, 482, 483, 488, 492, 495	Рачек И.А.	6, 7, 8, 248, 251, 82п
Пирогов О.В.	295, 323	Ращенко В.В.	470
Пирогов С.А.		Рева В.Б.	106, 302, 342, 372
Пищенко С.М.	315	Редин С.И.	9, 139, 28п
Подгорный Ф.В.		Резниченко А.В.	144
Подобаев В.С.	344	Репков А.В.	320
Подыминогин А.А.	219	Репков В.В.	99, 294, 328, 333, 447
Покровский И.В.		Ровенских А.Ф.	131, 132, 133, 134, 375, 379, 383, 384, 386
Полетаев И.В.	429	Роговский Ю.А.	297
Полосаткин С.В.	131, 132, 133, 134, 375, 376, 379, 381, 382, 383, 384, 386	Родякин М.В.	
Полуэктов А.О.	4, 79, 80, 107, 170, 185, 186, 192, 208, 227, 6а	Роот Н.И.	80, 83, 83п
Польских И.А.	461, 505	Ротов Е.А.	291, 307, 308, 312
Померанский А.А.	27п	Рубан А.А.	4, 107
Попик В.М.	102, 191, 206, 214, 216, 284, 439, 467, 484, 495, 501, 505	Рубан Г.Ю.	27п
Попов А.С.		Рувинский Е.С.	332
Попов А.М.	291, 307, 308, 312	Рувинский С.И.	285, 306, 309
Попов В.М.	6п	Рудыч П.Д.	237, 505
Попов Д.С.		Рыбицкая Т.В.	295
Попов С.С.	131, 235, 375, 381, 383, 384, 386	Рыскулов Н.М.	9, 139, 28п
Попова Н.И.	153	Савинов Г.А.	4, 107
Поросев В.В.	94	Савкин В.Я.	303, 470, 499
Поспелов Г.Э.	4, 107	Садыков Р.Ш.	7, 248
Поступаев В.В.	131, 132, 133, 134, 136, 375, 377, 379, 382, 383, 384, 386	Сазанский В.Я.	318, 384
Присекин В.Г.	4, 107	Саликова Т.В.	102, 284, 314, 320, 326, 434, 439, 505
Приходько В.В.	127, 128, 370, 371, 487, 498	Салимов Р.А.	141, 224, 230, 231, 409, 412, 413, 418, 419, 420, 421, 428
Проник Р.З.	300	Самойлов С.Л.	295
Просветов В.П.	300, 308	Сандырев В.К.	4, 107
Проскурина О.А.	300	Санин А.Л.	303, 341, 358, 431, 433
Протопопов А.Ю.	327	Седяров И.К.	108, 286, 291, 307, 308, 310, 312
Пупков Ю.А.		Селиванов А.Н.	190, 315, 383, 386
Пурескин Д.Н.	327	Селиванов П.А.	313, 314
Пята Е.Э.		Семенов А.В.	
Радченко В.М.	111, 346	Семенов А.М.	5, 98, 475
Разоренов В.В.		Семенов Е.П.	332, 502
Ракшун Я.В.	168, 179, 229	Семенов Ю.И.	295
		Сеньков Д.В.	327
		Сеньков Р.А.	
		Сербин В.И.	218, 345, 346
		Сердобинцев Г.В.	285, 286, 287, 288, 292, 293, 306, 307, 309, 319, 329

Средняков С.И.	11, 12, 13, 17, 18, 19, 20, 21, 22, 23, 24, 25, 26, 27, 28, 29, 30, 31, 32, 33, 34, 35, 36, 37, 38, 39, 40, 41, 42, 43, 44, 45, 46, 47, 48, 49, 50, 51, 52, 53, 54, 55, 56, 57, 58, 59, 60, 61, 62, 63, 64, 65, 66, 67, 68, 69, 70, 71, 72, 73, 74, 202, 203, 252, 253, 254, 255, 256, 257, 258, 259, 260, 261, 262, 263, 264, 265, 266, 267, 271, 443, 445, 446, 6п, 17п, 29п-30п, 31п-40п, 41п-50п, 51п-60п, 61п-70п, 71п-81п	262, 263, 264, 265, 266, 267, 446, 6п, 17п, 29п-30п, 31п-40п, 41п-50п, 51п-60п, 61п-70п, 71п-81п
Средняков С.С.	102, 284, 314, 330, 434, 439, 441, 505	
Сибиданов А.Л.		
Сидоров А.В.	112, 329, 345, 346	
Силагадзе Э.К.	11, 15, 16, 6п	
Симонов Е.А.	4, 107	
Сингатулин Ш.Р.	110	
Синицкий С.Л.	131, 132, 138, 220, 375, 379, 383, 384, 385, 386, 389, 392, 395, 469, 473, 500	
Синяткин С.В.	4, 107, 246, 286, 309, 332	
Скарбо Б.А.	295, 336	
Сковпень Ю.И.	4, 17, 18, 19, 20, 21, 22, 23, 24, 25, 26, 27, 28, 29, 30, 31, 32, 33, 34, 35, 36, 37, 38, 39, 40, 41, 42, 43, 44, 45, 46, 47, 48, 49, 50, 51, 52, 53, 54, 55, 56, 57, 58, 59, 60, 61, 62, 63, 64, 65, 66, 67, 68, 69, 70, 71, 72, 73, 74, 75, 107, 203, 252, 253, 254, 255, 256, 257, 258, 259, 260, 261,	262, 263, 264, 265, 266, 267, 446, 6п, 17п, 29п-30п, 31п-40п, 41п-50п, 51п-60п, 61п-70п, 71п-81п
		Скоробогатов Д.Н.
		Смалюк В.В.
		Снопков Р.Г.
		Соколов В.В.
		Солдаткина Е.И.
		Солодов Е.П.
		Соломатин Б.Н.
		Соломахин А.Л.
		Сорокин А.В.
		Сорокин И.Н.
		Старостенко А.А.
		Старостенко Д.А.
		Старостина Е.В.
		(Кремянская Е.В.)
		Степанов В.Д.
		Степанов Д.Н.
		Стешов А.Г.
		Страховенко В.М.
		Стручалин М.В.
		Ступишин Н.В.

Суляев Ю.С.	131, 132, 133, 341, 358, 375, 383, 384, 386	Токарев Ю.Ф.	327
Суханов Д.П.	105, 322, 323	Толочко Б.П.	175, 177, 180, 198, 199, 200, 206, 209, 221, 232, 234, 236, 456, 457, 458, 459, 462, 463, 465, 466, 472, 474, 479, 480, 491, 495
Сухарев А.М.	4, 107	Топорков Д.К.	7, 248, 251
Сухина Б.Н.	106	Трибендис А.Г.	291, 308, 312, 314
Сыроватин В.М.	99, 333, 447, 493, 494, 502	Трунев Ю.А.	131, 132, 134, 375, 378, 383, 384, 385, 386
Талышев А.А.	4, 107	Тувик А.А.	288, 329
Тарарышкин С.В.	286, 309, 314, 316, 319, 320, 321, 330	Тумайкин Г.М.	4, 107, 239
Тарнецкий В.В.	288, 292, 293, 306, 307, 329	Украинцев Ю.Г.	84, 87, 88, 89, 90, 91, 92, 275, 504
Таскаев С.Ю.	118, 359, 1п, 2п	Усов Ю.В.	4, 10, 12, 13, 80, 81, 82, 83, 107, 170, 181, 185, 186, 187, 189, 193, 194, 195, 204, 207, 445, 6п, 12п, 83п
Таюрский В.А.	4, 107	Уткин А.В.	100, 101, 168, 495, 502
Текутьев А.И.	10, 6п	Ушаков В.А.	285, 286, 309, 319, 495
Тельнов В.И.	4, 107, 116, 117, 347, 348, 349, 350, 351, 352, 353, 354, 355, 356, 357	Фадеев С.Н.	409, 416, 418, 421
Терехов И.С.	25п	Фадин В.С.	142, 143, 144, 146, 223, 403, 404, 405, 406, 407, 408, 19п, 13п
Тимофеев И.В.	115, 131, 375	Факторович Б.Л.	288, 328, 329, 344
Титов В.М.	93, 199, 200, 209, 232, 234, 456, 457, 458, 459, 463, 465, 466, 474, 480, 491	Фатькин Г.А.	298, 13п
Тиунов М.А.	97, 106, 125, 288, 292, 293, 302, 303, 306, 329, 331, 336, 340, 341	Федотов М.Г.	103, 315, 383, 384, 386, 441
Ткаченко В.О.	111, 288, 329, 345, 346	Федотович Г.В.	9, 139, 28п, 1а
Тодышев К.Ю.	4, 19, 20, 21, 22, 23, 24, 25, 26, 27, 28, 29, 30, 31, 32, 33, 34, 35, 36, 37, 38, 39, 40, 41, 42, 43, 44, 45, 46, 47, 48, 49, 50, 51, 52, 53, 54, 55, 56, 57, 58, 59, 60, 61, 62, 63, 64, 65, 66, 67, 68, 69, 70, 71, 72, 73, 74, 107, 203, 252, 253, 254, 255, 256, 257, 258, 259, 260, 261, 262, 263, 264, 265, 266, 267, 29п-30п, 31п-40п, 41п-50п, 51п-60п, 61п-70п, 71п-81п	Филатов П.В.	13, 445, 6п
		Филипченко А.В.	168, 285, 286, 309, 319, 332, 495
		Фогель А.В.	
		Хавин Н.Г.	100, 101
		Хазин Б.И.	9, 139, 28п
		Хамбиков В.Д.	295
		Харламов А.Г.	13, 445, 6п
		Хацимовский В.М.	154, 24п
		Хильченко А.Д.	190, 247, 303, 341, 360, 384, 460
		Холопов М.А.	100, 429
		Хриплович И.Б.	160, 161, 162, 27п

Хрущев С.В.	99, 333, 334, 447, 493, 494	Шведов Д.А.	286
Царегородцев С.М.		Шведова Л.Ю.	335
Цидулко Ю.А.	129, 201, 362, 369	Шебалин В.Е.	83, 12п, 83п
Цуканов В.М.	99, 298, 333, 334, 447, 465, 489, 493, 494, 13п	Шевченко О.А.	102, 206, 284, 439, 505
Цыганков Д.А.	183	Шеромов М.А.	177, 199, 200, 206, 209, 232, 234, 429, 456, 458, 462, 463, 479, 480, 491, 495
Цыганов А.С.	198, 295, 497	Шестаков Ю.В.	7, 8, 248, 251, 82п
Чащин М.С.	363, 364	Шехтман Л.И.	93, 457, 466, 84п
Чеблаков П.Б.	297	Широков В.В.	119, 303, 341, 358, 359
Чекушкин Е.А.	10	Шиховцев И.В.	219
Черепанов В.П.	4, 107, 109, 317, 332	Шичков Д.С.	100, 101, 318, 332
Черепков В.Г.		Шиянков С.В.	295, 495
Черепков В.В.	224, 409, 416, 418, 12п	Шкаруба В.А.	99, 333, 334, 447, 493, 494
Чернов В.А.	429	Шошин А.А.	131, 132, 133, 226, 375, 376, 383, 384, 386
Чернов К.Н.	108, 285, 286, 287, 288, 292, 293, 306, 307, 309, 329	Штейнке А.Р.	307
Черняк В.Л.	21п	Штоль Д.А.	6п
Чернякин А.Д.	286, 311	Шубин Е.И.	4, 107, 299, 314
Ческидов В.Г.	102, 284, 288, 329	Шульженко Г.И.	
Чириков Б.В.	223	Щеглов М.А.	102, 191, 206, 214, 216, 284, 326, 434, 439, 442, 467, 484, 495, 505
Чупыра А.Г.		Щеголев Л.М.	291
Чуркин И.Н.	98, 302, 332, 495	Эйдельман С.И.	4, 80, 81, 83, 107, 170, 181, 185, 186, 187, 189, 192, 193, 194, 195, 204, 207, 208
Шамов А.Г.	4, 107, 239	Эйдельман Ю.И.	93п
Шапоренко А.Д.	213, 452, 475, 495	Юдин В.Д.	286, 309, 327
Шарафутдинов М.Р.	175, 177, 198, 206, 221, 234, 236, 457, 465, 466, 472, 474, 479, 495	Юрченко Ю.Б.	504
Шатилов Д.Н.	4, 107, 240, 241, 245, 397, 398, 401, 402, 446, 17п, 18п, 87п	Юшков А.Н.	4, 17, 18, 107
Шатунов П.Ю.	297, 399, 400	Яскина Т.А.	
Шатунов Ю.М.	9, 12, 139, 297, 308, 399, 400, 446, 451, 6п, 28п		
Шварц Б.А.	4, 80, 81, 82, 83, 107, 170, 181, 185, 186, 189, 192, 194, 195, 204, 207, 208, 12п, 83п		
Шварц Д.Б.			

ИНСТИТУТ ЯДЕРНОЙ ФИЗИКИ
им. Г.И. Будкера СО РАН

ЕЖЕГОДНЫЙ ОТЧЕТ

2007

Обложка Е.Д. Бендер
Рисунки на шмуцтитулах А.С. Попов

Ответственный за выпуск А.М. Кудрявцев
Работа поступила 21.12. 2007 г.

Сдано в набор 10.02. 2008 г.

Подписано в печать 19.02. 2008 г.

Формат бумаги 60×90 1/8 Объем 17,9 печ.л., 14,3 уч.-изд.л.

Тираж 250 экз. Бесплатно. Заказ № 5

Обработано на РС и отпечатано на
ротапринте “ИЯФ им. Г.И. Будкера” СО РАН,
Новосибирск, 630090, пр. академика Лаврентьева, 11.