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

ЕЖЕГОДНЫЙ ОТЧЕТ

2008

НОВОСИБИРСК
2009

Оглавление

Введение **9**

1 Физика элементарных частиц **17**
1.1 Детектор КМД-3 . . . 19
1.2 Детектор СНД . . . 21
1.3 Детектор КЕДР . . . 25
1.4 Результаты работы комплекса ВЭПП-4М с детектором КЕДР в 2008 году . . . 30
1.4.1 Измерение массы τ лептона . . . 30
1.4.2 Измерение масс J/ψ и $\psi(2S)$ мезонов . . . 31
1.4.3 Измерение массы и полной ширины $\psi(3770)$ мезона . . . 32
1.4.4 Измерение масс D мезонов . . . 33
1.4.5 Измерение вероятности распада J/ψ в $\gamma\eta_c$ . . . 34
1.4.6 Измерение $\Gamma_{ee} \times \Gamma_{ee\,(\mu\mu)}/\,\Gamma$ J/ψ мезона . . . 35
1.4.7 Измерение $\Gamma_{ee} \times \Gamma_{\mu\mu}/\,\Gamma$ для $\psi(2S)$ мезона . . . 36
1.5 Детекторы для ФВЭ . . . 37
1.6 Рентгеновские детекторы . . . 38
1.7 Прочие работы: . . . 38
1.8 Микроструктурные газовые детекторы . . . 38
1.9 Участие в эксперименте Belle . . . 40
1.10 Участие в проекте PDG . . . 44
1.11 Фотонный коллайдер . . . 44

2 Электро- и фотоядерная физика **47**
2.1 Эксперименты с внутренними мишенями . . . 49

3 Теоретическая физика **55**
3.1 Сильное взаимодействие . . . 57
3.2 Ядерная физика и несохранение чётности . . . 60
3.3 Квантовая электродинамика . . . 61
3.4 Гравитация . . . 65
3.5 Нелинейная динамика и хаос . . . 67

4 Физика плазмы и управляемый термоядерный синтез **71**
4.1 Исследования на установке ГДЛ . . . 73
4.1.1 Подавление продольных потерь при помощи амбиполярной пробки на установке ГДЛ . . . 73
4.1.2 Изучение микронеустойчивостей в плазме с анизотропными горячими ионами . . . 79

4.1.3 Мощный нейтронный источник для управления подкритичным реактором деления и трансмутации долгоживущих радиоактивных отходов . . . 82
4.2 Установка ГОЛ-3 . . . 84
4.2.1 Изучение функции распределения электронов во время пучкового нагрева плазмы . . . 85
4.2.2 Эксперименты с электронным пучком уменьшенного диаметра . 87
4.2.3 Измерение спектра релятивистского электронного пучка 90
4.2.4 Регистрация субтерагерцового излучения из плазмы 92
4.2.5 Развитие технологии формирования интенсивных электронных пучков большой длительности с плазменным эмиттером 94
4.3 Установка ЭЛМИ . . . 97
4.3.1 Принципы работы двухстадийного генератора и схема эксперимента . . . 97
4.3.2 Эксперименты по одновременной генерации и транспортировке двух сильноточных ленточных пучков . . . 98
4.3.3 Электродинамическая система для экспериментов по двухстадийной генерации терагерцового-излучения . . . 99
4.3.4 Система диагностики миллиметрового и субмиллиметрового излучений . . . 100
4.4 Теория плазмы . . . 102
4.4.1 Равновесие плазмы . . . 102
4.4.2 Устойчивость плазмы . . . 103
4.4.3 Пучки частиц . . . 103
4.4.4 Заряженная плазма . . . 103
4.4.5 Общие вопросы физики плазмы . . . 104

5 Установки со встречными электрон - позитронными пучками 105
5.1 Изучение эффектов встречи на ВЭПП-2000 . . . 107
5.1.1 Коррекция оптики накопителя . . . 107
5.1.2 Набор светимости с детектором СНД . . . 110
5.2 Измерения энергии пучков в накопителе ВЭПП-2000 . . . 111
5.2.1 Метод резонансной деполяризации . . . 112
5.2.2 Комптоновское рассеяние . . . 113
5.3 Ускорительный комплекс ВЭПП-4 . . . 113
5.3.1 Распределение рабочего времени . . . 113
5.3.2 Физика высоких энергий . . . 114
5.3.3 Синхротронное излучение . . . 115
5.3.4 Канал ИК – ВЭПП-3 . . . 115
5.3.5 Система подавления пульсаций ведущего поля ВЭПП-4М 116
5.3.6 Эксперименты с поляризованными пучками . . . 117
5.3.7 Комптоновский монитор энергии пучка . . . 118
5.3.8 Исследование динамики пучка при пересечении бетатронных резонансов . . . 119
5.4 Эффекты встречи в электрон-позитронных фабриках . . . 121
5.5 Электронно-лучевой источник многозарядных ионов MIS-1 . . . 122
5.5.1 Фокусирующая магнитная система источника со сверхпроводящим соленоидом . . . 122

5.5.2 Анодный модулятор источника . . . 123
5.6 Импульсный концентратор магнитного потока . . . 124
5.7 Разработка высокоинтенсивной нейтронной мишени . . . 125
5.8 Эксплуатационные работы на системе впуска-выпуска инжекционного-комплекса ВЭПП-5 . . . 127
5.1 Инжекционный комплекс ВЭПП-5 . . . 128
5.2 Электронно-лучевая сварка . . . 129
5.3 Квадрупольные магниты для синхротрона ALBA . . . 130
5.4 Прибор для передачи вращения в вакуум . . . 130
5.5 Работы по Ускорительному Масс Спектрометру . . . 134
5.6 Разработки для высоковольтного электронного охлаждения . . . 135
5.7 Разработки для Углеродного Терапевтического Ускорительного Комплекса (HITS) . . . 137
5.8 Вакуумные технологии . . . 137
5.8.1 Тонкопленочные геттерные покрытия . . . 137
5.8.2 Фотоэлектронные приборы . . . 138
5.8.3 Международное сотрудничество . . . 138

6 Синхротронное излучение и лазеры на свободных электронах 143
6.1 Работы на пучках СИ из ВЭПП-3 . . . 146
6.1.1 Станция “ВЗРЫВ” (Экстремальные состояния вещества) . . . 146
6.1.2 Станция “LIGA-технология и рентгеновская литография” . . . 149
6.1.3 Станция “Дифрактометрия высокого разрешения” . . . 153
6.1.4 Станция “Рентгенофлуоресцентный элементный анализ” . . . 155
6.1.5 Станция “Дифрактометрия при высоких давлениях” . . . 158
6.1.6 Станция “Рентгеновская микроскопия и томография” . . . 161
6.1.7 Станция “Дифракционное кино” . . . 164
6.1.8 Станция “EXAFS-спектроскопия” . . . 167
6.2 Работы на пучках СИ из ВЭПП-4 . . . 171
6.2.1 Станция “Метрология на ВУФ и мягкий рентгеновский диапазон” 171
6.2.2 Система стабилизации положения пучков СИ на накопителе ВЭПП-4М . . . 174
6.3 Работа с пучками терагерцового излучения . . . 176
6.3.1 Новосибирский терагерцовый лазер на свободных электронах . . 176
6.3.2 Экспериментальные станции на пучках ТГц излучения . . . 177
6.3.3 Станция “Спектроскопия и интроскопия” . . . 180
6.3.4 Вторая очередь Новосибирского ЛСЭ . . . 181
6.3.5 Результаты 2008 года и планы на 2009 г . . . 183
6.4 Разработка и создание специализированных генераторов СИ . . . 184
6.4.1 Сверхпроводящие вигглеры . . . 184
6.4.2 Вигглеры-затухатели на постоянных NdFeB магнитах для источника СИ Petra III (Гамбург) . . . 185
6.4.3 Радиационно-стойкий дипольный магнит для строящегося в GSI (Германия) ионного ускорителя . . . 187
6.4.4 Технологический накопительный комплекс (ТНК) . . . 188
6.4.5 Разработка нового источника синхротронного излучения для Сибирского центра СИ . . . 189
6.5 Конференции, совещания, семинары . . . 192

6.5.1 XVII Международная конференция по использованию синхротронного излучения “СИ-2008” . . . 192
6.5.2 Школа по подготовке специалистов “Синхротронное излучение в современных технологиях” . . . 193
6.5.3 7-я конференция студентов и аспирантов СЦСТИ . . . 194
6.5.4 Участие сотрудников СЦСТИ в других научных мероприятиях . 194

7 Радиофизика и электроника 197
7.1 Источники питания электрофизических установок . . . 199
7.1.1 Источники стабилизированного тока . . . 199
7.1.2 Высоковольтные источники постоянного стабилизированного напряжения . . . 201
7.2 Разработка измерительных систем и устройств автоматизации физических экспериментов . . . 203
7.3 Исследования, связанные с моделированием и решением электростатических и электродинамических задач ускорительной физики . . . 209
7.4 Проект модернизации мощных ВЧ генераторов стенда ЛСЭ . . . 210
7.5 Источник электронов для экспериментов по электронной дифракции . 211
7.6 ВЧ система 2.2 ГэВ накопителя – источника СИ . . . 212
7.6.1 Ускоряющие резонаторы . . . 213
7.6.2 Передающий тракт и генератор . . . 214
7.6.3 Управление ВЧ системой . . . 215
7.7 Система продольной обратной связи для подавления продольных колебаний пучка в накопителе ВЭПП-4М . . . 216
7.8 ВЧ система для лаборатории ТАЕ . . . 217
7.9 Высокочастотный генератор 200 кВт для ФГУП “РФЯЦ-ВНИИЭФ”, г.Саров . . . 219
7.10 Линейный ускоритель-инжектор комплекса ТНК . . . 220
7.11 Модернизация ВЧ системы накопителя Сибирь-2 . . . 221
7.12 Подготовка ВЧ системы накопителя ВЭПП-4М для работы на энергии 4 ГэВ . . . 222
7.13 Ускоряющие структуры для нового инжектора Linac4, ЦЕРН . . . 223
7.14 Подготовка физического обоснования ускоряющих станций Бустера ускорительного комплекса NICA . . . 223

8 Мощные электронные ускорители 225
8.1 Радиационные технологии и ускорители электронов серии ЭЛВ . . . 227
8.1.1 Инжектор для HITS . . . 227
8.1.2 Высокоавтоматизированные комплексы для электронно-лучевой обработки кабельной изоляции . . . 227
8.2 Ускорители электронов типа ИЛУ и их применение . . . 233
8.2.1 Поставки ускорителей . . . 233
8.2.2 Разработка новой системы развёртки пучка для ускорителей ИЛУ 234
8.2.3 Разработка модульного промышленного линейного ускорителя электронов ИЛУ-14 . . . 234
8.2.4 Разработка новых технологий . . . 237

9 Физика для медицины **239**
9.1 Работы по созданию основанного на ускорителе источника нейтронов для нейтронозахватной терапии и терапии быстрыми нейтронами . . . 241
9.1.1 Результаты, полученные в 2008 году . . . 241
9.2 Детекторы рентгеновского излучения для медицины и досмотра людей 246
9.2.1 Медицинская рентгенография . . . 246
9.2.2 Система Рентгеновского Контроля (СРК) “Сибскан” для досмотра людей . . . 246

Библиография **247**

Список публикаций **247**
Препринты . . . 307
Авторефераты . . . 317
Участие в конференциях . . . 318

Соглашения о сотрудничестве **321**

Состав научных сотрудников **323**
Члены Российской академии наук . . . 323
Дирекция . . . 323
Учёный совет . . . 323
Секции учёного совета по направлениям . . . 324
Научные сотрудники и их публикации . . . 327

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 ИЯФ. Со дня его смерти в 1977 году директором Института, носящего теперь имя Г. И. Будкера, является академик А.Н. Скринский. В мае 2008 года ИЯФ СО РАН отметил свой полувековой юбилей.

Руководство научной и производственной деятельностью Института осуществляется через "Круглый стол" — Учёный Совет ИЯФ. Сегодня общее число сотрудников института, включая совместителей, превышает 3000 человек. Среди них 355 научных сотрудников, более 40 аспирантов, почти 800 инженеров и техников, около 350 лаборантов и более 1000 рабочих. Среди научных сотрудников института — 4 действительных членов Российской академии наук, 6 членов- корреспондентов РАН, около 50 докторов наук и 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 Корее, 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 "охладителями" 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 (Х-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 годы);

• 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 2008 года Ученый Совет признал:

1. Электрон-позитронный коллайдер ВЭПП- 2000.

На электрон-позитронном коллайдере ВЭПП-2000 при энергии в системе центра масс около 1 ГэВ в режиме круглых пучков зарегистрирована рекордная для односгусткового режима светимость $L_{max} = 10^{31}$ см$^{-2}$сек$^{-1}$.

2. Электрон-позитронный коллайдер ВЭПП-4М - детектор КЕДР.

На электрон-позитронном коллайдере ВЭПП-4М с детектором КЕДР проведена серия экспериментов по прецизионному измерению масс элементарных частиц. Массы J/Ψ, Ψ' и Ψ''-мезонов, τ-лептона и заряженного D-мезона измерены с лучшей в мире точностью.

3. Лазер на свободных электронах.

На установке ЛСЭ получен режим рекуперации на первом в мире ускорителе-рекуператоре с двумя дорожками, получен проектный средний ток.

4. Ускорительный масс-спектрометр.

Завершены предварительные испытания ускорительного масс-спектрометра AMS, в ходе которых впервые зарегистрирован космогенный изотоп ^{14}C в образце древесного угля. Масс-спектрометр установлен в Центре коллективного пользования СО РАН "Геохронология кайнозоя", начата его настройка.

5. Контрактные работы ИЯФ.

В рамках контракта с фирмой TAE (Tri Alpha Energy, США) произведен запуск и ввод в эксплуатацию системы атомарной инжекции мощностью 6 МВт.

6. Физика плазмы и управляемый термоядерный синтез.

Впервые в режиме газодинамического удержания плазмы (установка ГДЛ) продемонстрировано подавление продольных потерь амбиполярным электрическим полем.

7. Теоретические работы.

7.1. Развит новый метод приведения петлевых интегралов, определяющих вклад высших порядков теории возмущений в амплитуды физических процессов, основанный на том, что операторы, порождающие тождества интегрирования по частям, образуют алгебру Ли.

7.2. Исследовано гравитационное линзирование на космологических расстояниях при наличии космологической постоянной. Показано, что космологическая постоянная не оказывает влияния на линзирование.

7.3. В суперсимметричной квантовой хромодинамике (с N_c цветами и N_f ароматами для случаев равных и неравных масс кварков) найден спектр масс адронов и вид соответствующих эффективных лагранжианов в различных областях по энергии.

В отчетном году в Институте проведено семь международных конференций, семинаров и рабочих совещаний:

№	Наименование мероприятия	Даты проведения
1.	10-th International Conference on Instrumentation for Colliding-Beam Physics (INSTR08)	29 февраля -5 марта 2008 года
2.	The 40th ICFA Advanced Beam Dynamics Workshop on High Luminosity e+e- Factories (FACTORIES'08)	14 -16 апреля 2008 года

3.	International Seminaron Physics of accelerators, High energy physics and Thermonuclear research, devoted to the 90th anniversary of academician G.I.Budker and to the 50th anniversary of the Institute	18 - 22мая 2008 года
4.	International Seminar dedicated to the memory of Boris V. Chirikov	23 мая 2008 года
5.	Advanced Beam Dynamics Workshop "NANOBEAM- 08"	25 - 30 мая 2008 года
6.	XVII International Synchrotron Radiation Conference "SR-2008"	15- 20 июня 2008 года
7.	10-th International Workshop on Tau Lepton Physics	20 - 25сентября 2008 года

В отчетном году шесть научных школ ИЯФ СО РАН стали лауреатами конкурса Совета по грантам при Президенте Российской Федерации по поддержке ведущих научных школ на период 2008-2009 годов по области знаний "Физика и астрономия", а две из них затем стали победителями конкурса РосНауки в рамках Федеральной целевой научно-технической Программы "Исследования и разработки по приоритетным направлениям развития научно-технологического комплекса России на 2007-2012 годы". Три сотрудника ИЯФ СО РАН стали лауреатами конкурса Совета по грантам при Президенте Российской Федерации по поддержке молодых ученых докторов и кандидатов наук. Одному сотруднику Института присвоено почетное звание "Заслуженный деятель науки Российской Федерации", два сотрудника награждены медалью ордена "За заслуги перед Отечеством" II степени, одному сотруднику присуждена премия РАН имени П.А.Черенкова за выдающиеся достижения в экспериментальной физике высоких энергий, два молодых ученых получили именные премии администрации Новосибирской области за научные достижения в области фундаментальных и прикладных исследований.

Продолжали работу диссертационные Советы с правом приема докторских (кандидатских) диссертаций. Всего проведено 7 заседаний, на которых были защищены 2 докторских и 5 кандидатских диссертаций.

Для учащихся, студентов, преподавателей школ и вузов и сотрудников других организаций были проведены 65 экскурсий по Институту с общим числом посетителей 1365 человек и 3 выездные лекции.

Глава 1

Физика элементарных частиц

1.1 Детектор КМД-3

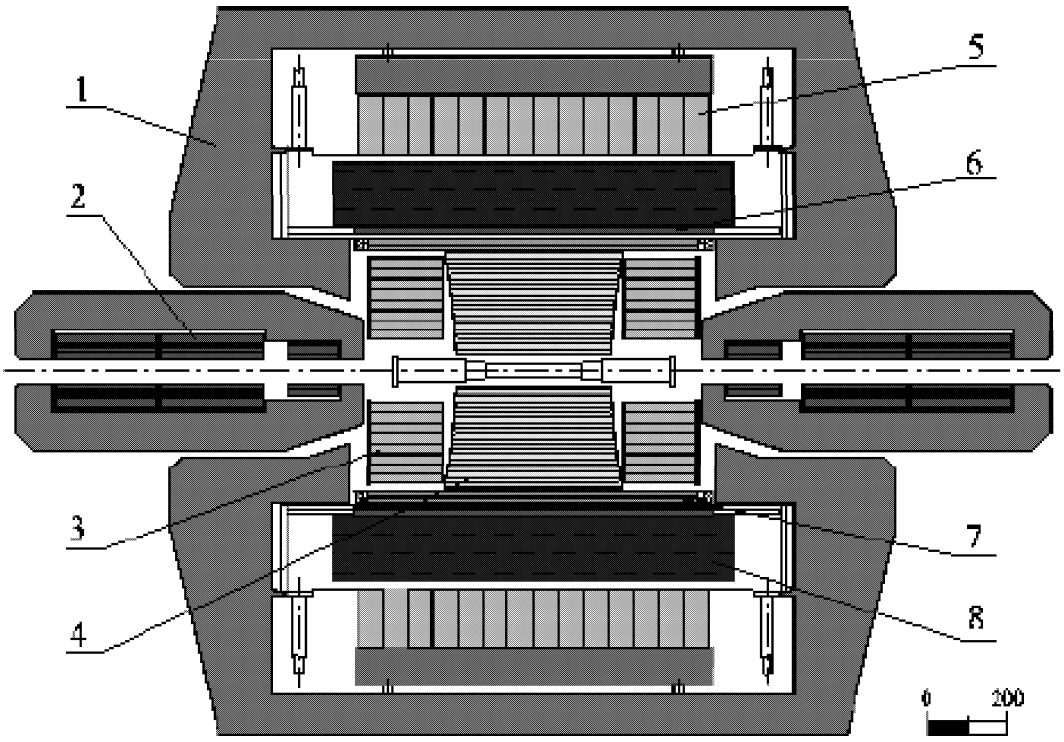


Рис. 1: Детектор КМД-3. 1 — ярмо магнита; 2 — сверхпроводящие соленоиды ВЭПП-2000; 3 — электромагнитный калориметр на основе кристаллов BGO; 4 — дрейфовая камера; 5 — электромагнитный калориметр на основе кристаллов CsI; 6 — сверхпроводящий соленоид КМД-3; 7 — Z-камера; 8 — электромагнитный калориметр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

Схематический продольный разрез детектора КМД-3 показан на рис. 2.

В течение 2008 года продолжались работы по изготовлению и измерению параметров его систем.

Настроены и установлены на дрейфовую камеру все произведенные в мастерских ИЯФ 90 плат оцифровывающей электроники T2Q. С их использованием записаны на магнитные носители сотни тысяч треков частиц космического излучения. Их анализ с помощью специально развитого программного обеспечения позволил измерить координатное разрешение камеры, эффективность срабатывания ячеек и еще ряд параметров, характеризующих ее работу. Все они оказались соответствующими проектным значениям.

Электроника Z-камеры, служащей для точного измерения координат трека и триггера, переведена на считывание данных по сети Ethernet. Продолжается разработка программного обеспечения системы сбора данных и реконструкции событий в этой системе детектора.

Все октанты цилиндрического электромагнитного калориметра на основе кристаллов CsI собраны и установлены на детектор в зале ВЭПП-2000. В мастерских ИЯФ произведены все необходимые для этой системы блоки оцифровывающей электроники УФО-32. В настоящее время ведется их настройка и по мере появления рабочих блоков они устанавливаются на детектор и интегрируются в систему сбора

данных. Продолжается измерение характеристик калориметра в заходах с космическими частицами.

Также установлена в детектор система сцинтилляционных времяпролетных счетчиков. Их главное назначение – выделение реакций рождения пары нуклон-антинуклон при энергиях в системе центра масс больше 1.8 ГэВ.

Подготовлен к установке в детектор торцевой калориметр на основе кристаллов BGO. Произведена вся оцифровывающая электроника, необходимая для его подключения. Сейчас ведется ее настройка.

Было проведено несколько заходов с испытаниями криогенной и магнитной систем детектора в зале накопителя ВЭПП-2000. В этих заходах было получено магнитное поле величиной 1.35 Тл, которое должно стать рабочим в будущих экспериментах. В режиме стабилизации зарегистрирован расход жидкого гелия на уровне 4 - 4.2 литра в час, близкий к проектной величине.

В 2008 году получен новый мощный сервер системы OffLine обработки данных, который на длительное время удовлетворит потребности детектора.

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

Кроме того, в 2008 году был проведен анализ эксперимента с детектором КМД-2 по измерению сечения процесса $e^+e^- \to K^+K^-$ в области энергий 1010 – 1034 МэВ в системе центра масс с систематической точностью 2.2%. Получены параметры $\phi(1020)$ мезона в канале $\phi \to K^+K^-$:

$$\begin{aligned} B(\phi \to e^+e^-) \cdot B(\phi \to K^+K^-) &= (14.27 \pm 0.05 \pm 0.31) \times 10^{-5} \\ \sigma_0(\phi \to K^+K^-) &= (2016 \pm 8 \pm 44)\ \text{nb} \\ m_\phi &= 1019.441 \pm 0.008 \pm 0.080\ \text{MeV/c}^2 \\ \Gamma_\phi &= 4.24 \pm 0.02 \pm 0.03\ \text{MeV} \end{aligned}$$

Точность измерения параметров сравнима со среднемировой.

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., Охапкин В.С., Пестов Ю.Н., Пирогов С.А., Попов А.С., Попов Ю.С., Рыскулов Н.М., Рубан А.А., Редин С.И., Сибиданов 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.

В 2008 г. продолжена серия экспериментов с трековой системой СНД по регистрации космических частиц. Схема экспериментов подробно описана в научном отчёте ИЯФ за 2007 год. С апреля по июнь и с августа по ноябрь записано около 200 тыс. событий. В июне была подключена электроника регистрации сигналов с катодных полосок. Около 100 тыс. событий космики записано с полностью укомплектованной электроникой трековой системы.

С помощью записанных данных была продолжена настройка моделирования и программ калибровки определения координаты трека по времени дрейфа ионизации, методом деления заряда в сигнальной проволоке, измерения ионизационных потерь частицы. Так, для метода деления заряда было получено разрешение по z-координате 1.5÷2 мм, что несколько лучше, чем в экспериментах 2007 г. (∼2 мм) и близко к проектному значению (1.5 мм).

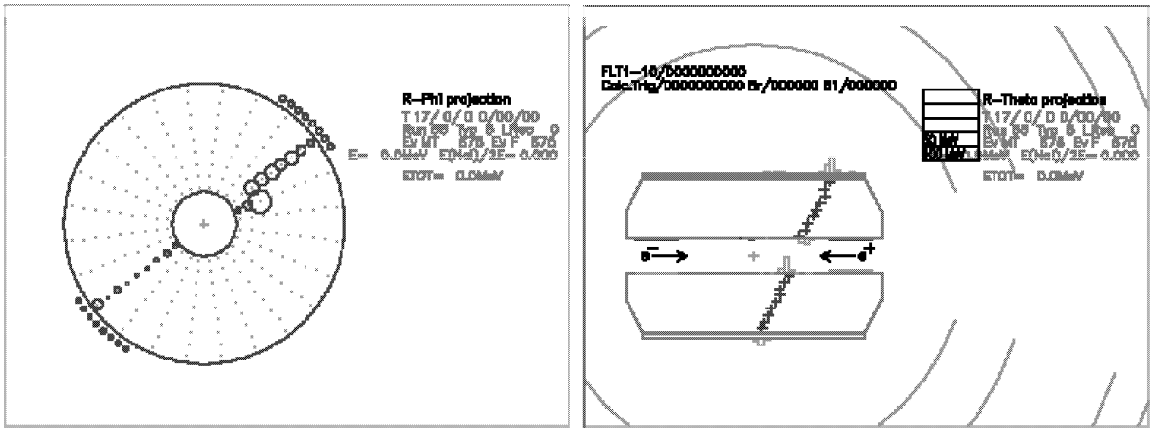


Рис. 1: Трек космических мюонов, зарегистрированный трековой системой СНД. В $r\varphi$-плоскости кружками показаны срабатывания анодных проволок дрейфовой и пропорциональной камер. В rz-плоскости крестиками показаны срабатывания анодных проволок дрейфовой камеры, прямоугольниками — срабатывания катодных полосок.

Программное обеспечение контроля работы электроники трековой системы позволяет получать гистограммы с амплитудными и временными спектрами. Все данные сохраняются в виде таблиц и гистограмм, которые с помощью интерфейса оператора СНД доступны на специальной web-странице.

В начале декабря 2008 г. был проведён эксперимент с β-изотопом ^{90}Sr, целью которого являлась абсолютная калибровка продольной координаты в дрейфовой камере, определяемой методом наведённого на катодные полоски заряда. Ведётся обработка данных эксперимента.

15 декабря 2008 г. трековая система была установлена на промежуток встречи ВЭПП-2000. В настоящее время ведутся работы по подключению трековой системы к регистрирующей электронике.

В 2008 года была полностью завершена сборка системы счетчиков с аэрогелем с показателем преломления n=1.13 (рис.2). Собрана считывающая электроника системы аэрогелевых счетчиков. Идет подготовка к монтажу системы на детекторе СНД. К концу 2008 года изготовление нового варианта системы аэрогелевых счетчиков с

показателем преломления n=1.05 подошло в завершающую стадию. В начале 2009 года планируется завершить сборку этого варианта системы.

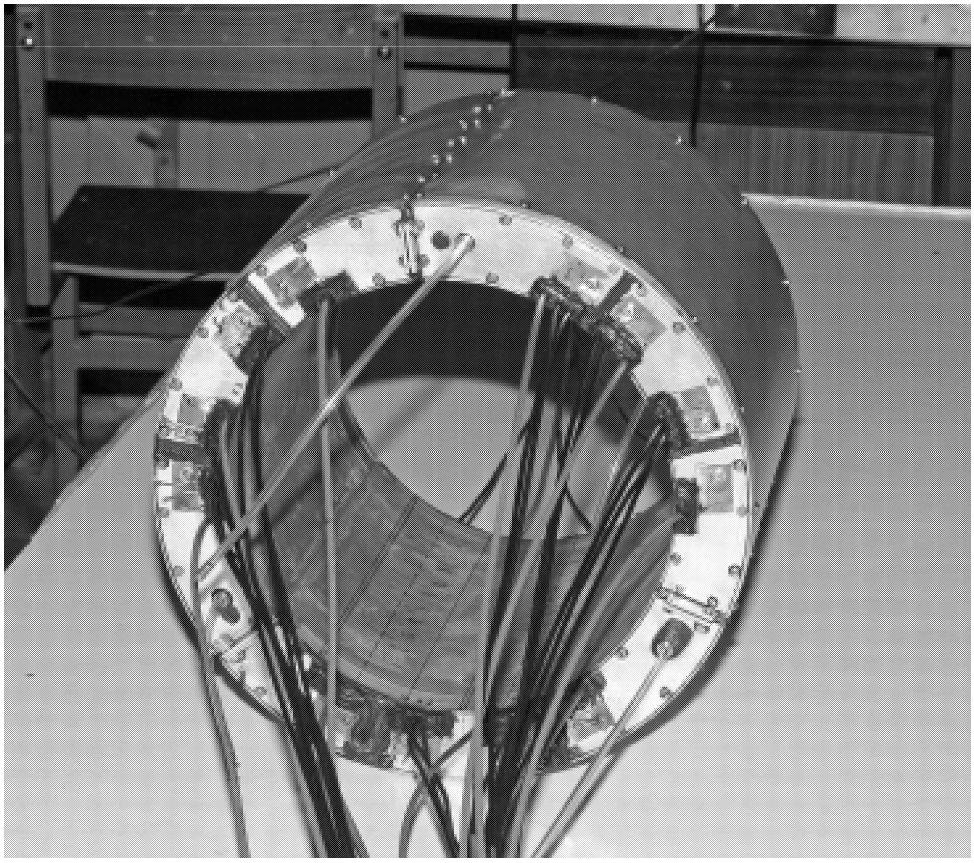


Рис. 2: Фотография черенковского счетчика детектора СНД.

Весной была проведена замена вакуумных фототриодов на половине третьего слоя калориметра СНД. Начаты работы по подготовке калориметра к экспериментам на ВЭПП-2000 в 2009 г.

В 2008 году завершена стендовая проверка всех модулей пропорциональных и сцинтилляционных счетчиков мюонной системы СНД. Баррельная часть мюонной системы установлена на детекторе и подключена к электронике системы сбора данных детектора. В ближайшее время планируется проведение проверки мюонной системы на космических частицах с использованием штатной электроники детектора и программного обеспечения системы сбора данных.

В плане подготовки эксперимента по измерению электромагнитного формфактора нейтрона проведено измерение временного разрешения сцинтилляционного NaI(Tl) счетчика калориметра СНД на космических мюонах с использованием нового телескопа на основе ФЭУ с МКП, имеющих временное разрешение лучше 0.6 нс. Получено временное разрешение счетчика калориметра СНД 1.7 нс при энерговыделении 70 МэВ. Сотрудниками сектора 3-12 (В.М. Аульченко) разработан флэш-АЦП для измерения времени пролета с помощью калориметра СНД. Тестовые образцы разработанных АЦП находятся в производстве.

Проведена оптимизация критериев отбора событий $e^+e^- \to n\bar{n}$ с использованием данных, записанных в экспериментах с детектором СНД на ВЭПП-2М и моделирования процесса $e^+e^- \to n\bar{n}$ в GEANT4. Подтверждена необходимость дополнительного подавления фона на основе измерения времени пролета антинейтрона.

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

Программное обеспечение системы сбора данных (ССД) детектора СНД доработано и модернизировано с учетом требований эксперимента:

- с использованием ССД СНД измерена светимость на первом пробном запуске ВЭПП-2000 со встречными пучками;
- полностью осуществлен переход рабочих компьютеров группы на ОС Scientific Linux 5;
- повышена надежность взаимодействия приложений с базами данных эксперимента;
- реализовано чтение плат ПА24М (катод пропорциональной камеры);
- доработан проект платы Т2АМ (дрейфовая камера), реализовано подавление не сработавших каналов;
- реализованы классы для чтения плат ТП (черенковские и внешние счетчики) и их сохранение;
- по результатам тестовых и эксплуатационных заходов исправлены ошибки, улучшена эффективность работы системы.

Непрерывная работа системы сбора данных в течение суток продемонстрировала надежность программного обеспечения: работа проводилась без перезапусков системы, обеспечивалась скорость обработки и накопления данных до 1 кГц событий.

В январе 2008 г. с помощью калориметра детектора СНД, была измерена светимость ВЭПП-2000 по событиям процессов $e^+e^- \to e^+e^-$ и $e^+e^- \to \gamma\gamma$. Изучение зависимости удельной светимости от токов продемонстрировало перспективность идеи круглых пучков – наблюдались подавления эффектов встречи по сравнению с плоскими пучками. Максимальная зарегистрированная светимость составила 8×10^{30} см$^-2$ сек$^-1$ при произведении токов $I_{e^+} \times I_{e^-} \simeq 1600$ мА^2.

2. Обработка данных с ВЭПП-2М.

В 2008 году опубликована статья, посвященная исследованию процессов $e^+e^- \to \omega, \rho \to \pi^0 e^+e^-$. В работе измерена вероятность конверсионного распада $\omega \to \pi^0 e^+e^-$: $B(\omega \to \pi^0 e^+e^-) = (0.761 \pm 0.053 \pm 0.064) \cdot 10^{-3}$ и установлен верхний предел на величину вероятности распада $\rho \to \pi^0 e^+e^-$: $B(\rho \to \pi^0 e^+e^-) < 1.2 \cdot 10^{-5}$ (90% CL). При трех значениях квадрата переданного 4-импульса измерена величина переходного формфактора.

Получен и опубликован предварительный результат проверки гипотезы сохранения векторного тока в процессах $e^+e^- \to K\bar{K}$ и $\tau \to K^-K^0\nu_\tau$. В работе использованы результаты СНД измерения сечений процессов $e^+e^- \to K^+K^-$ и $e^+e^- \to K_SK_L$ до энергии 1.4 ГэВ в системе центра масс и экспериментов с DM1 и DM2 для более высоких энергий. Одновременная аппроксимация сечений этих процессов позволила разделить изовекторный и изоскалярный вклад в полное сечение $e^+e^- \to K\bar{K}$ процессов. Спектр распада $\tau \to K^-K^0\nu_\tau$ в экспериментах с CLEO согласуется с расчетом, использующим изовекторную амплитуду, полученную в работе СНД, подтверждая гипотезу сохранения векторного тока.

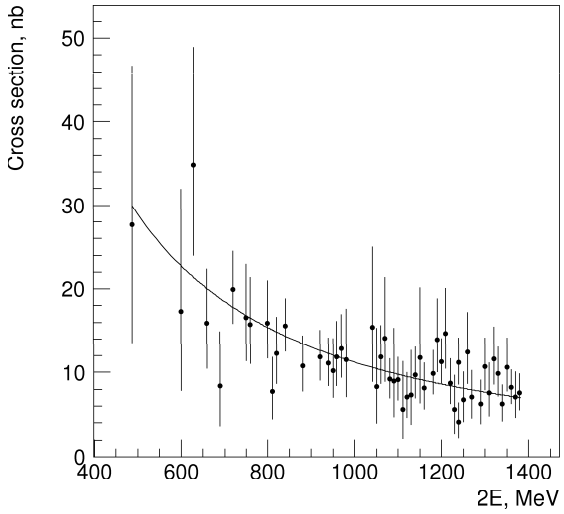


Рис. 3: Сечение процесса $e^+e^- \to e^+e^-\gamma\gamma$, измеренное детектором СНД в полном диапазоне энергии ВЭПП-2М, предварительный результат. Сплошной линией показан результат расчета по КЭД.

Получен предварительный результат измерения сечения процесса $e^+e^- \to e^+e^-\gamma\gamma$ в полном диапазоне энергии ВЭПП-2М ($2E$=0.36–1.38 ГэВ). Результат измерения согласуется с теоретическим расчётом (рис. 3). Статистическая ошибка измерения 3.8 %. Оценка систематической ошибки составляет $\simeq 8\%$.

Направлена в печать статья, содержащая анализ процесса $e^+e^- \to \mu^+\mu^-$ в области энергии выше 1 ГэВ.

Завершается анализ процессов $e^+e^- \to \eta\pi^+\pi^-(\eta \to 2\gamma)$, $e^+e^- \to \pi^+\pi^-\pi^0\pi^0$, $e^+e^- \to K^+K^-\pi^0$, $e^+e^- \to K^\pm K_S\pi^\mp$. Продолжается анализ процессов $e^+e^- \to \pi^0\gamma$, $e^+e^- \to \pi^+\pi^-$ ($2E >$1 ГэВ), $e^+e^- \to \pi^+\pi^-\pi^+\pi^-$, $e^+e^- \to \pi^+\pi^-\gamma$.

3. Участие в международных проектах.

В 2008 году коллаборацией BABAR опубликовано и подготовлено к печати около 80 работ. С непосредственным участием физиков ИЯФ проводится анализ данных по трем направлениям: измерение сечений e^+e^- в адроны методом радиационного возврата, исследование двухфотонных процессов с регистрацией рассеянных электронов и измерение величины элемента CKM матрицы |Vub|.

С использованием методики радиационного возврата в 2008 году измерены сечения процессов $e^+e^- \to K^+K^-\eta$, $K^+K^-\pi^0$, $K^0_sK^\pm\pi^\mp$. Эти данные являются на настоящий момент самыми точными. При аппроксимации сечений определены параметры $\phi(1680)$-мезона. Получен предварительный результат по сечению $e^+e^- \to \pi^+\pi^-$. Систематическая ошибка определения сечения в области $\rho(770)$-резонанса не превышает 1%. Результат был доложен на конференции TAU08.

В 2008 году начаты работы по измерению переходных формфакторов для процессов $\gamma^* \to \gamma P$, где P — псевдоскалярный мезон (π^0, η, η', η_c). Формфакторы измеряются в двухфотонных реакциях $e^+e^- \to e^+e^-P$, когда один из конечных электронов рассеивается на большой угол. В 2008 году получен результат по формфактору π^0-мезона. Работа готовится к публикации.

Продолжается анализ данных по инклюзивным полулептонным бесшармовым распадам B-мезонов на полной экспериментальной статистике детектора BABAR 460 фб$^{-1}$ с целью повышения точности измерения величины параметра матрицы Кабиббо-Кобаяши-Маскавы |Vub|.

Сотрудники лаборатории принимают участие в создании системы калибровки энергии $c-\tau$ фабрики BEPC-II в ИФВЭ АН КНР (Пекин) методом обратного комптоновского рассеяния. Основная задача системы – обеспечить измерение энергии пучков коллайдера с относительной точностью 10^{-5}, необходимой для измерения массы τ-лептона. В 2008 г. на BEPC-II была установлена оптическая часть системы, спроектировано и начато изготовление вакуумной системы, предназначенной для ввода лазерного луча в вакуумную камеру коллайдера.

4. Развитие экспериментальной методики.

В 2008 году продолжились работы по созданию рентгеновских детекторов. Первый из детекторов серии ОД-3М с новой электроникой собран и отдан на испытания. В настоящее время ведется подготовка к сборке двух новых детекторов ОД-3М.

В 2008 году по работам СНД опубликовано 9 работ, в том числе и электронных, 8 работ доложены на Международных конференциях, 3 доклада доложены на сессии Отделения ядерной физики. Лаборатория имеет 9 грантов на сумму около 2.5 млн. рублей.

В работе принимали участие:

Г.Н. Абрамов, Е.Г Авдеева, 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.А. Тихонов, Ю.В. Усов, П.В. Филатов, А.Г. Харламов, Ю.М. Шатунов, Д.А. Штоль, А.Н. Шукаев.

1.3 Детектор КЕДР

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 счётчики, времяпролётные сцинтилляционные счётчики, электромагнитный калориметр на основе жидкого криптона в баррели, торцевой электромагнитный калориметр на основе кристаллов CsI, сверхпроводящая магнитная катушка, мюонная система, система регистрации рассеянных электронов и монитор светимости.

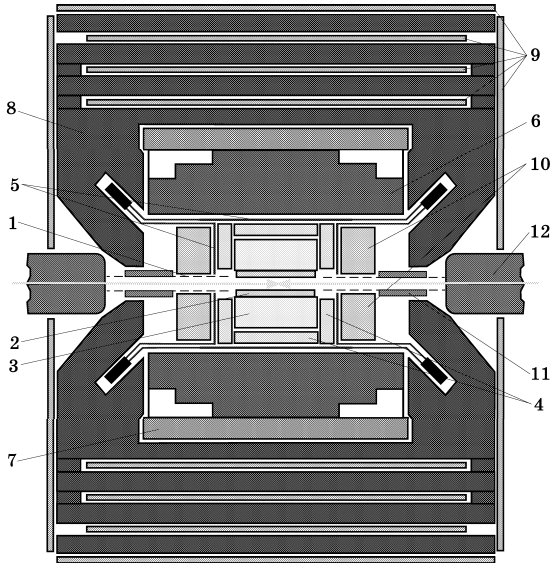


Рис. 1: Детектор КЕДР. 1 — вакуумная камера ускорителя, 2 — вершинный детектор, 3 — дрейфовая камера, 4 — аэрогелевые пороговые счётчики, 5 — времяпролетные счётчики, 6 — баррельный жидкокриптоновый калориметр, 7 — сверхпроводящая катушка, 8 — ярмо, 9 — мюонные камеры, 10 — торцевой CsI калориметр, 11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

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 проволочки диаметром 28 мкм из позолоченного вольфрамового сплава. Трубки работают в пропорциональном режиме усиления с коэффициентом газового усиления 10^5 на смеси Ar/CO_2 (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 250 мкм и, в настоящее время, 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, её 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 около 100 мкм.

Камера содержит около 16 тыс. проволочек, из них 1512 анодных. Длина проволочек 970 мм. Проволочки образуют семь суперслоёв ячеек — четыре аксиальных слоя с проволочками, параллельными оси пучков, и три стереослоя 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 суперслоёв.

Проектное импульсное разрешение при измерении только по ДК при напряжённости магнитного поля 1 Тл, 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/c. При установленном в этом сезоне магнитном поле 0.6 Тл и отключённых 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/c и K/p разделение до 1200 МэВ/c на уровне двух стандартных отклонений.

Аэрогелевые черенковские счётчики. Пороговые черенковские счётчики детектора КЕДР используют аэрогель с показателем преломления 1.05 в качестве радиатора излучения. Сбор черенковского света происходит на пластины с переизлучателями спектра, где переизлучённый свет захватывается в угол полного внутреннего отражения и транспортируется до фотоумножителя. Для регистрации света используются ФЭУ с микроканальными пластинами. Система состоит из 160 счётчиков, расположенных в двух слоях. Счётчики первого и второго слоя ориентированы таким образом, чтобы при пролёте 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 счётчиков позволяет разделять π и K мезоны в диапазоне импульсов от 600 до 1500 МэВ/c.

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

Баррельный электромагнитный калориметр на основе жидкого криптона. LKr 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, соединённые между собой по радиусу так, что образуют ячейки («башни») калориметра, ориентированные на место встречи. По радиусу калориметр имеет три слоя таких ячеек. Заземлённые 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 $3.0 \pm 0.1\%$. 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 $0.7 \div 0.8$ 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 $\sim 21\%$ полного телесного угла. Калориметр состоит из 1232 кристаллов, из них 1184 кристалла имеют размеры $60 \times 60 \times 150$ мм^3 и 48 кристаллов имеют размеры $60 \times 60 \times 300$ мм^3.

Сцинтилляционный свет регистрируется при помощи вакуумных фототриодов, снабжённых 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 стримерных трубок, объединённых 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 надёжно регистрировать и идентифицировать частицы, выходящие из места встречи, по пробегу.

Система рассеянных электронов. **С**истема **р**егистрации **р**ассеянных **э**лектронов (СРРЭ) предназначена для изучения процессов $e^+e^- \to \gamma\gamma \to e^+e^-X$. Измерение энергии рассеянных частиц e^+ и e^- позволяет восстановить параметры рождённой 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 $0.2 \div \div 0.5\%$ в интервале $50 \div 1000$ МэВ и инвариантную массу рождённой системы с точностью $5 \div 10$ 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) ($e^+e^- \to e^+e^-\gamma$). 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 $6 \div 7\%$. Однако при работе в области ψ резонансов данный факт слабо влияет на физические результаты. Относительная точность измерения светимости равна $3 \div 4\%$, а абсолютная точность составляет около 5%.

Периодически проводится совместная обработка данных СРРЭ и монитора светимости, 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 счётчиков, баррельного 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 трёх нейтральных частиц с условием, что у одной из них энергия больше 500 МэВ.

Система криогенного обеспечения детектора КЕДР. В 2008 году криогенная система детектора КЕДР работала в полном объёме, обеспечивая функционирование жидкокриптонового калориметра и сверхпроводящих соленоидов.

Баррельный электромагнитный калориметр заполнен 27 тоннами жидкого криптона и термостатируется на уровне $119 \div 120\,^\circ$K постоянно в течение более четырёх

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 Тл, а рабочее поле в компенсирующих соленоидах равно 2.35 Тл.

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.

1.4 Результаты работы комплекса ВЭПП-4М с детектором КЕДР в 2008 году

В сезоне 2008 года продолжался набор статистики с детектором КЕДР на коллайдере ВЭПП-4М в области рождения J/ψ мезона. В 2008 году набран интеграл светимости около $1.7\,\text{пб}^{-1}$, из них в пике J/ψ набрано около $1.3\,\text{пб}^{-1}$.

В 2008 году получен и опубликован предварительный результат по измерению массы τ лептона на полной статистике. Получены новые результаты по измерению масс J/ψ, $\psi(2S)$, $\psi(3770)$ и D^0 мезонов, по измерению вероятности распада $J/\psi \to \to \gamma\eta_c$ и по измерению произведений $\Gamma_{ee}\cdot\text{Br}(\psi(2S) \to \tau^+\tau^-)$, $\Gamma_{ee}\cdot\text{Br}(\psi(2S) \to \mu^+\mu^-)$, $\Gamma_{ee}\cdot\text{Br}(J/\psi \to e^+e^-)$ и $\Gamma_{ee}\cdot\text{Br}(J/\psi \to \mu^+\mu^-)$ с точностями сравнимыми или выше среднемировых.

По результатам работы КЕДР представлено семь докладов на научной сессии-конференции секции ядерной физики отделения физических наук РАН 2008 (Протвино), два доклада на международном совещании по тяжёлым кваркониям в г. Нара (Япония), два доклада на международном совещании «От ϕ до ψ» во Фраскати (Италия), четыре доклада на десятой инструментальной конференции по встречным пучкам INSTR08, проходившей в ИЯФ и один доклад на десятом международном совещании по τ-физике TAU08 (ИЯФ). Эксперименты с детектором КЕДР на коллайдере ВЭПП-4 поддержаны семью грантами РФФИ.

1.4.1 Измерение массы τ лептона

Основной целью эксперимента являлось измерение массы τ лептона с точностью, превышающей среднемировую. Точное знание его массы при известных значениях времени жизни и вероятности распада на электрон, нейтрино и антинейтрино позволяет провести проверку гипотезы лептонной универсальности, одного из основных постулатов теории электрослабого взаимодействия Вайнберга-Салама. К началу нашего эксперимента среднемировое значение массы τ лептона определялось одним

измерением с детектора BES, выполненным с точностью 0.5 МэВ. В нашем эксперименте масса τ лептона определялась по измерению сечения $e^+e^- \to \tau^+\tau^-$ вблизи порога рождения τ лептона. Измеренная нами зависимость сечения от энергии приведена на рис. 2. Масса τ лептона, полученная на статистике в $14.3\,\text{пб}^{-1}$, равна:

$$M_\tau = (1776.81^{+0.17}_{-0.19} \pm 0.15)\,\text{МэВ}\ \text{(предварительно)}.$$

Одновременно с измерением массы τ лептона было получено произведение электронной ширины $\psi(2S)$ мезона на вероятность его распада в $\tau^+\tau^-$:

$$\Gamma_{ee}^{\psi(2S)} \times \Gamma_{\tau\tau}^{\psi(2S)} / \Gamma = (8.0 \pm 2.2)\,\text{эВ}\ \text{(предварительно)}.$$

Сравнение нашего результата по массе τ лептона с результатами других экспериментов представлено на рис. 3. Серая полоса соответствует неопределённости среднемирового значения массы τ лептона на сегодня. Наше измерение массы τ лептона является самым точным.

Результаты данной работы были доложены на совещании «От ϕ до ψ» во Фраскати (Италия), на десятом международном совещании по τ физике (ИЯФ), на международном совещании по тяжёлым кваркониям в г. Нара (Япония) и на научной сессии-конференции секции ядерной физики отделения физических наук РАН в декабре 2008 года.

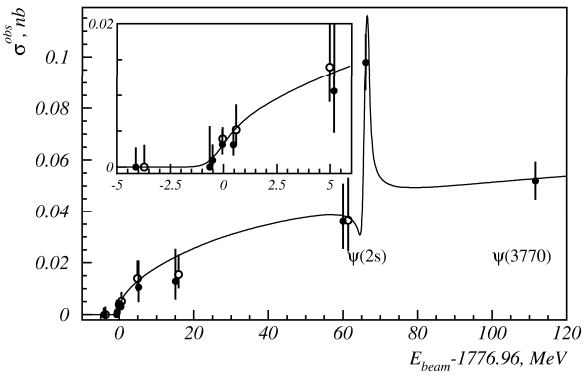


Рис. 2: Сечение $e^+e^- \to \tau^+\tau^-$.

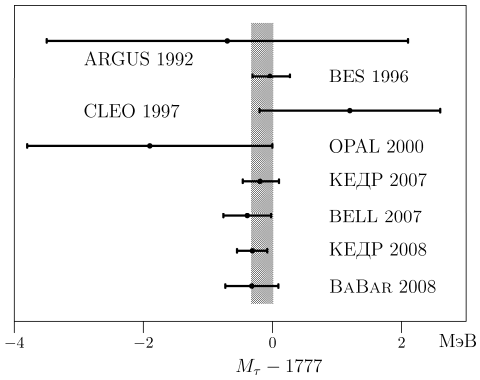


Рис. 3: Масса τ лептона.

1.4.2 Измерение масс J/ψ и $\psi(2S)$ мезонов

В ходе эксперимента по измерению массы τ лептона для контроля энергетического разброса была проведена серия сканирований J/ψ (2005 год) и $\psi(2S)$ (2004 и 2006 годы) мезонов. В 2008 году результаты этих сканирований были обработаны, при этом полученные значения масс J/ψ и $\psi(2S)$ мезонов сравнимы или превышают по точности наши измерения 2003 года.

Полученные массы J/ψ и $\psi(2S)$ мезонов хорошо согласуются с нашими предыдущими измерениями 2003 года. Сравнение наших результатов по массам J/ψ и $\psi(2S)$ мезонов с результатами других экспериментов представлено на рис. 4 и рис. 5. Серая полоса на них соответствует неопределённости среднемирового значения массы частицы.

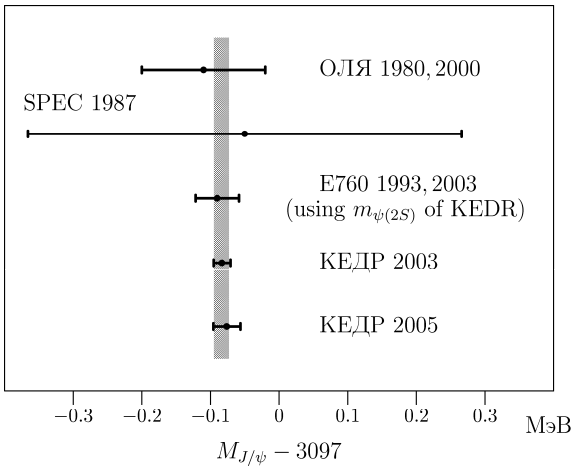


Рис. 4: Масса J/ψ мезона.

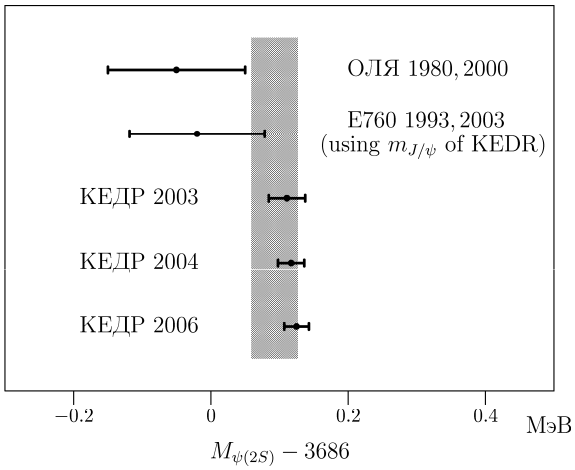


Рис. 5: Масса $\psi(2S)$ мезона.

В следствии наших измерений относительная точность знания масс J/ψ и $\psi(2S)$ мезонов составляют $3.5 \cdot 10^{-6}$ и $3.2 \cdot 10^{-6}$ соответственно. В результате в настоящее время они занимают седьмое и шестое места в таблице относительных точностей масс элементарных частиц (таблица 1.1). Точное знание масс J/ψ и $\psi(2S)$ мезонов устанавливает прецизионные реперы на энергетической шкале масс элементарных частиц в этой области энергии.

Частица	$\Delta M/M \times 10^6$
p	0.1
n	0.1
e	0.1
μ	0.1
$\pi^{\pm}$	2.5
$\psi(2S)$	3.2
J/ψ	3.5
π^0	4.5

Таблица 1.1: Точность измерения масс частиц

Результаты по измерению масс J/ψ и $\psi(2S)$ мезонов были доложены на международном совещании по тяжёлым кваркониям в г. Нара (Япония). Кроме этого результат по измерению массы $\psi(2S)$ мезона был доложен на совещании «От ϕ до ψ» во Фраскати (Италия) и на научной сессии-конференции секции ядерной физики отделения физических наук РАН в декабре 2008 года.

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

Резонанс $\psi(3770)$ был открыт тридцать лет назад, но с его теоретическим описанием до сих пор нет ясности. Существующие модели предсказывают параметры резонанса отличающиеся от экспериментально измеренных.

В течение 2004 и 2006 годов с детектором КЕДР было проведено три сканирования резонанса $\psi(3770)$ (рис. 6) и набран суммарный интеграл светимости $\int Ldt \approx$ $\approx$ 2.4 пкб$^{-1}$. Предварительный результат измерения массы $\psi(3770)$, полученный

в 2008 году, равен:

$$M_{\psi(3770)} = (3772.8 \pm 0.5 \pm 0.6)\,\text{МэВ}\ \text{(предварительно)}.$$

Сравнение с результатами других экспериментов представлено на рис. 7. Серая полоса соответствует неопределённости среднемирового значения массы $\psi(3770)$ мезона.

Этот результат был доложен на международном совещании «От ϕ до ψ» во Фраскати (Италия), на международном совещании по тяжёлым кваркониям в г. Нара (Япония), а также на сессии-конференции отделения ядерной физики РАН в декабре 2008 года.

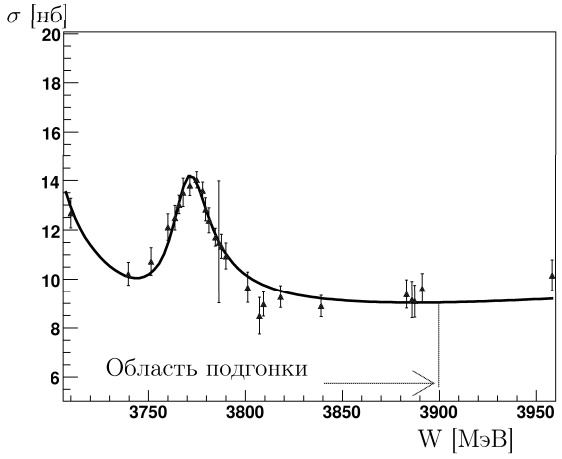


Рис. 6: Сканирование $\psi(3770)$.

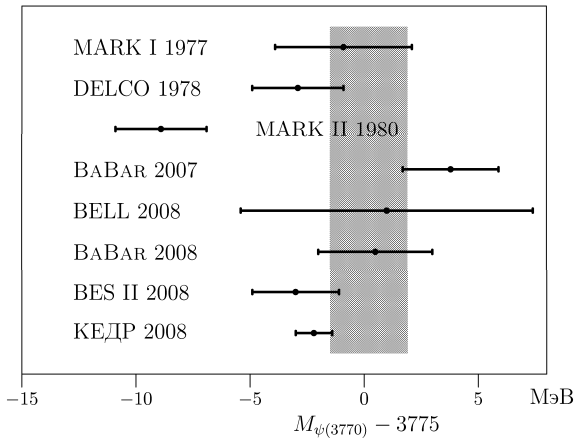


Рис. 7: Масса $\psi(3770)$.

1.4.4 Измерение масс D мезонов

Нейтральный и заряженный D мезоны являются легчайшими состояниями с открытым очарованием. Точное знание их масс важно, так как оно является точкой отсчёта для масс возбуждённых состояний. Кроме того, это измерение необходимо для понимания природы недавно открытого состояния $X(3872)$, близкого по массе к порогу рождения пары $D^0\bar{D}^{*0}$. До 2007 года измерение масс базировалось на результатах экспериментов ACCMOR и MARK-II; среднемировая точность измерения масс составляла около 0.5 МэВ. В 2007 году коллаборация CLEO-c опубликовала результат измерения массы D^0 мезона с точностью 0.18 МэВ из анализа распада $D^0 \to K_S\phi$. В эксперименте КЕДР на интеграле светимости $0.9\,\text{пб}^{-1}$ проведён анализ распадов $\psi(3770) \to D\bar{D}$ с целью измерения масс нейтрального и заряженного D мезонов. Полученные предварительные значения масс составляют

$$M_{D^0} = (1865.37 \pm 0.42 \pm 0.27)\,\text{МэВ}\ \text{(предварительно)},$$
$$M_{D^+} = (1869.39 \pm 0.45 \pm 0.29)\,\text{МэВ}\ \text{(предварительно)}.$$

По сравнению с результатом 2007 года в 2008 году на 30% уменьшена систематическая и статистическая ошибки определения массы нейтрального D мезона. Идёт работа над понижением систематической и статистической ошибок в определении массы заряженного D мезона.

Значение массы D^0 мезона согласуется с более точным измерением CLEO-c, полученным другим методом, а наше измерение массы $D^\pm$ мезона является наиболее точным прямым измерением и согласуется со среднемировым значением.

Сравнение наших результатов с результатами других экспериментов по измерению масс D^0 и $D^\pm$ мезонов представлены на рис. 8 и рис. 9 соответственно. Серая полоса соответствует неопределённости среднемирового значения массы.

Предварительный результат по измерению массы D^0 мезона был доложен на секции ядерной физики отделения физических наук Российской Академии Наук 2008.

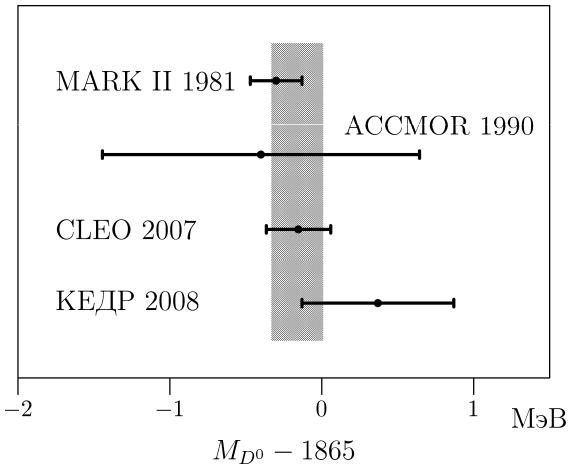


Рис. 8: Масса D^0 мезона.

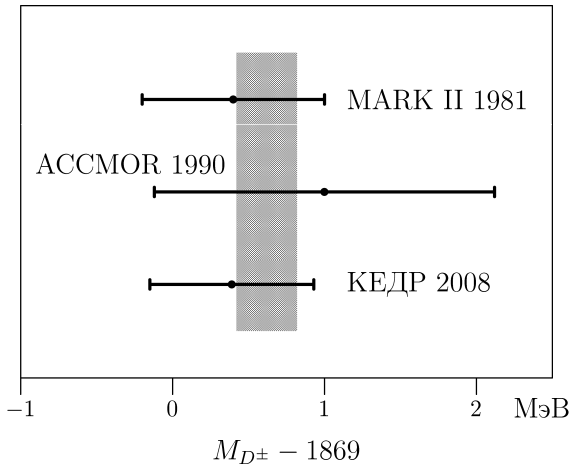


Рис. 9: Масса $D^\pm$ мезона.

1.4.5 Измерение вероятности распада J/ψ в $\gamma\eta_c$

Интерес к измерению вероятности радиационного распада $J/\psi \to \gamma\eta_c$ обусловлен тем, что в настоящее время есть отличие теоретических предсказаний для вероятности этого перехода от экспериментальных данных. Имеется несколько измерений, выполненных на детекторах Crystal Ball (1986), BaBar (2006), CLEO-c (2008). Из них наиболее достоверным является измерение Crystal Ball $(1.3 \pm 0.4)\%$, так как оно выполнено в инклюзивном спектре фотонов, то есть является прямым измерением.

Результаты BaBar $(0.8 \pm 0.2)\%$ и CLEO $(2.0 \pm 0.3)\%$ получены в эксклюзивных распадах и плохо согласуются между собой. Величина вероятности распада, измеренная Crystal Ball, в несколько раз меньше, чем следует из теоретических расчётов с использованием потенциальных моделей взаимодействий кварков и КХД правил сумм (2.5-3%). Так как нет оснований не доверять этим расчётам, то следует констатировать, что в настоящее время имеется явное противоречие теории и эксперимента. Поэтому необходимо дополнительное, независимое измерение вероятности этого распада, желательно в инклюзивном спектре фотонов, которое могло бы дать понимание того, в чём причина этого расхождения.

В данный момент с детектором КЕДР в пике J/ψ мезона набран интеграл светимости $1.6\,\text{пб}^{-1}$. На половине статистики получен предварительный результат измерения вероятности распада в инклюзивном спектре фотонов

$$\text{Br}(J/\psi \to \gamma\eta_c) = (1.1 \pm 0.3)\% \text{ (предварительно)}.$$

Сравнение с результатами других экспериментов представлен на рис. 10. Серая полоса соответствует неопределённости среднемирового значения вероятности распада $J/\psi \to \gamma\eta_c$.

Предварительный результат был доложен на секции ядерной физики отделения физических наук Российской Академии Наук 2008.

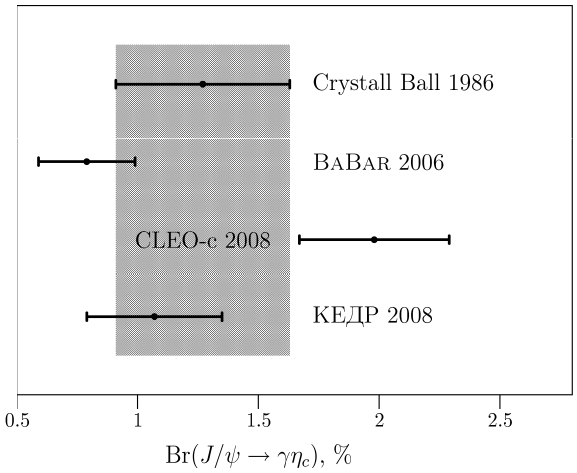


Рис. 10: Вероятность распада $J/\psi \to \gamma\eta_c$.

1.4.6 Измерение $\Gamma_{ee} \times \Gamma_{ee\,(\mu\mu)}/\,\Gamma$ J/ψ мезона

В 2005 году было проведено сканирование J/ψ резонанса и набран интеграл светимости 220 нб$^{-1}$. В результате анализа процессов $e^+e^- \to e^+e^-(\gamma)$ и $e^+e^- \to \mu^+\mu^-(\gamma)$ были измерены величины $\Gamma_{ee} \times \Gamma_{ee}/\,\Gamma$ и $\Gamma_{ee} \times \Gamma_{\mu\mu}/\,\Gamma$.

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

Наилучшая точность измерения величины $\Gamma_{ee} \times \Gamma_{ee}/\,\Gamma$ ранее была достигнута в эксперименте DASP в 1979 г и составляет 6%. Величина $\Gamma_{ee} \times \Gamma_{\mu\mu}/\,\Gamma = 0.335 \pm$ ± 0.007 кэВ, приведённая в PDG, известна с гораздо лучшей точностью. Она получена в ISR-экспериментах BaBar и CLEO-c. Результаты измерений с детектора КЕДР согласуется со среднемировым значением $\Gamma_{ee} \times \Gamma_{\ell\ell}/\,\Gamma$ и имеет сравнимую точность.

В результате сканирования J/ψ резонанса в эксперименте КЕДР на установке ВЭПП-4М получены результаты

$$\Gamma_{ee} \times \Gamma_{ee}/\,\Gamma = (0.3365 \pm 0.0064 \pm 0.0049)\,\text{кэВ}$$
$$\Gamma_{ee} \times \Gamma_{\mu\mu}/\,\Gamma = (0.3360 \pm 0.0052 \pm 0.0061)\,\text{кэВ}$$

В сезоне 2007-2008 гг. интеграл светимости был увеличен до 1.8 пб$^{-1}$. В результате этого мы ожидаем понижения статистической ошибки до 1%, что, при сохранении систематической ошибки на прежнем уровне, позволит улучшить среднемировую точность измерения величины $\Gamma_{ee} \times \Gamma_{\ell\ell}/\,\Gamma$ в два раза.

Сравнение с результатами других экспериментов представлено на рис. 11. Серая полоса соответствует неопределённости среднемирового значения величины $\Gamma_{ee} \times$ $\times \Gamma_{\mu\mu}/\Gamma$.

Результаты данной работы были доложены на совещании «От ϕ до ψ» во Фраскати (Италия), на международном совещании по тяжелым кваркониям в г. Нара (Япония) и на научной сессии-конференции секции ядерной физики отделения физических наук РАН в декабре 2008 года.

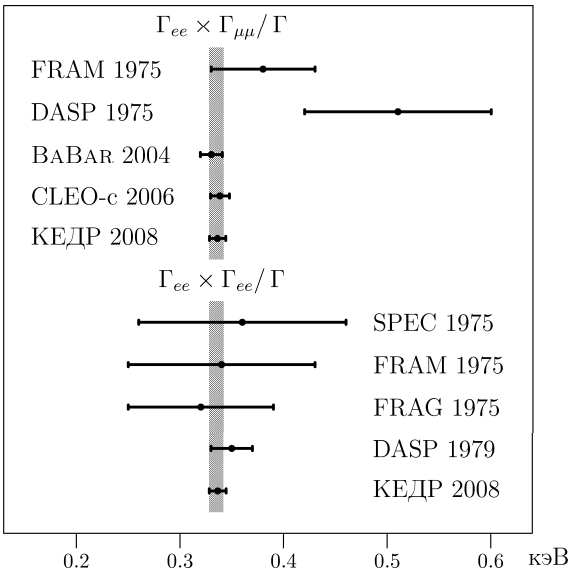


Рис. 11: Произведения электронной ширины J/ψ мезона на вероятности его распада в e^+e^- и $\mu^+\mu^-$.

1.4.7 Измерение $\Gamma_{ee} \times \Gamma_{\mu\mu}/\Gamma$ для $\psi(2S)$ мезона

Аналогично измерению $\Gamma_{ee} \times \Gamma_{ee\,(\mu\mu)}/\Gamma$ для J/ψ мезона (раздел 1.4.6) было проведено измерение $\Gamma_{ee} \times \Gamma_{\mu\mu}/\Gamma$ для $\psi(2S)$ мезона.

Для этого на коллайдере ВЭПП-4М с детектором КЕДР в 2004–2007 гг был проведён набор статистике в режиме пик/подложка, а также три сканирования $\psi(2S)$ мезона с набором интеграла светимости более $2.2\,\text{пб}^{-1}$. Измеренное сечение $\psi(2S) \to \mu^+\mu^-$, полученное по результатам одного из сканирований, приведено на рис. 12. Значения $\Gamma_{ee} \times \Gamma_{\mu\mu}/\Gamma$ из анализа разных интервалов статистики представлены на рис. 13. Серая полоса соответствует неопределённости итогового значения.

Предварительный результат измерения произведения электронной ширины $\psi(2S)$ мезона на вероятность его распада в $\mu^+\mu^-$:

$$\Gamma_{ee} \times \Gamma_{\mu\mu}/\Gamma = (17.4 \pm 0.44 \pm 0.7)\,\text{эВ}\ \text{(предварительно)}.$$

К сожалению, в настоящий момент для этой величины не существует табличного значения.

При использовании табличного значения лептонной ширины Γ_{ee} из нашего результата можно получить значение вероятности распада $\psi(2S)$ мезона в $\mu^+\mu^-$:

$$\text{Br}(\psi(2S) \to \mu^+\mu^-) = (79 \pm 2 \pm 5) \times 10^{-4}\ \text{(предварительно)},$$

которое хорошо согласуется со среднемировым значением:

$$\mathrm{Br}(\psi(2S) \to \mu^+\mu^-) = (74 \pm 8) \times 10^{-4} \text{ (PDG fit)}$$

и превышает его по точности.

Предварительный результат данной работы был доложен на совещании «От ϕ до ψ» во Фраскати (Италия), на международном совещании по тяжелим кваркониям в г. Нара (Япония) и на научной сессии-конференции секции ядерной физики отделения физических наук РАН в декабре 2008 года.

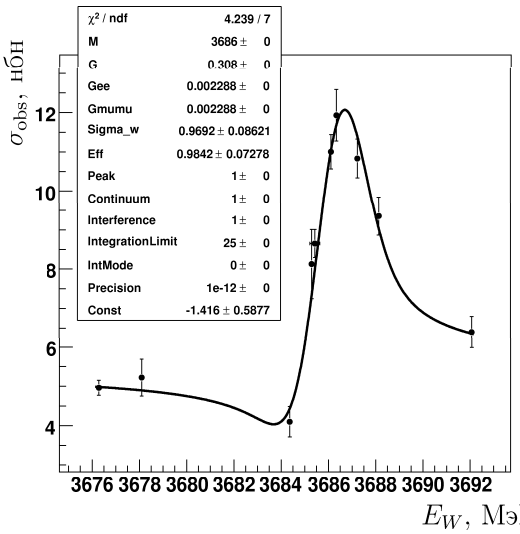


Рис. 12: Сечение $\psi(2S) \to \mu^+\mu^-$.

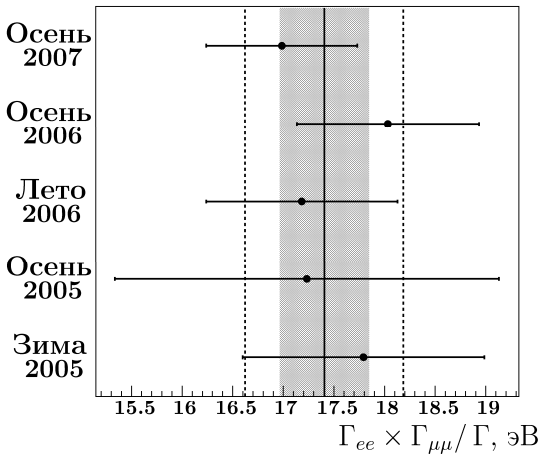


Рис. 13: Произведение электронной ширины $\psi(2S)$ мезона на вероятность его распада в $\mu^+\mu^-$.

1.5 Детекторы для ФВЭ

В 2008 году, как в предыдущем, основные усилия в области электроники детектора КЕДР были сосредоточены на поддержании бесперебойной круглосуточной работы электронных систем детектора. Работы по электронике детектора КЕДР сводились, в основном, к текущему ремонту. В 2008 году была завершена работа по изготовлению аппаратуры системы рассеянных электронов детектора КЕДР. В настоящий момент ведутся работы по ее включению в систему сбора данных детектора. Работы по модернизации электроники различных систем детектора СНД завершены. Начиная с лета 2007 года, электроника калориметра работает в полном объеме, измеряется светимость ВЭПП-2000. Для калориметров детектора КМД-3 в радиомастерской Института заканчивается монтаж плат оцифровывающей электроники, значительная часть их уже настроена и отдана в эксплуатацию.

1.6 Рентгеновские детекторы

В 2008 г. проведена большая серия экспериментов по динамике взрывов и измерению параметров образцов на канале СИ с использованием однокоординатного детектора DIMEX-1 на 256 каналов. Изготовлен еще один экземпляр детектора на 512 каналов в новом корпусе более удобной конструкции. В детекторе используется печатная плата электроники с нанесенной на нее полосковой структурой для детектора. В 2008 году продолжались работы над детектором ОД-4 для экспериментов по широкоугловому 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. Изготовлен прототип детектора на 256 каналов. В рамках модернизации детекторов серии ОД-3 с целью повышения их надежности и улучшения параметров по контракту с КЦСИ в 2008 году был изготовлен, испытан и отправлен заказчику однокоординатный рентгеновский детектор следующего поколения – ОД-3М.

1.7 Прочие работы:

В рамках международных проектов сотрудники сектора 3-12 продолжали активно участвовать в работах, связанных с модернизацией системы сбора данных детектора BELLE (KEK, Япония). Изготовлены и испытаны первые прототипы новой электроники, изготовленные на предприятии в Японии, для баррельной части калориметра на кристаллах CsI(Tl), и торцевой – на кристаллах чистого CsI, частей калориметра. В конце 2008 года на предприятиях в Корее по нашей разработке были изготовлены и доставлены в KEK образцы новой электронике в стандарте VME. В настоящий момент идет их тестирование.

Список публикаций:

[141], [142], [148],[149].

Сотрудники сектора 3-12 являются соавторами более 10-ти печатных работ, опубликованных в рамках коллаборации BELLE (KEK, Япония).

1.8 Микроструктурные газовые детекторы

Развитие детекторов на основе каскадных Газовых Электронных Умножителей (ГЭУ) было продолжено в 2008 году. 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 коллаборации RD51 в CERN по развитию микроструктурных газовых детекторов.

4) Участие в исследованиях по TPC 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 2008 году были продолжены работы с криостатом с камерой объемом 2 л для работы с двухфазным аргоном при температуре 84-87°K, в котором был смонтирован каскадный ГЭУ. Также были продолжены работы с криостатом с камерой объемом 10 л. Результаты, полученные к концу 2008 году, суммированы ниже.

В двухфазном аргоновом лавинном детекторе была впервые продемонстрирована успешная работа толстых ГЭУ. Были исследованы три типа толстых ГЭУ: ГЭУ на основе стеклотекстолита, ГЭУ на основе кевлара и резистивные ГЭУ. Стабильную работу в двухфазном режиме показали только ГЭУ на основе стеклотекстолита. Была продемонстрирована работа двухкаскадного толстого ГЭУ в двухфазном аргоне с усилением до 3000 и при пороге регистрации 20 электронов, а также измерен их уровень шумов. С помощью анализа формы сигнала удалось понизить скорость счета шумов до 0.007 Гц на квадратный сантиметр.

В 2008 году на участке печатных плат ИЯФ была изготовлена первая партия отечественных толстых ГЭУ на основе стеклотекстолита.

Начаты исследования по физике электронной эмиссии в двухфазном детекторе в чистом аргоне и его смеси с азотом.

Закончен монтаж стенда двухфазного детектора с камерой объемом 10 л. Стенд включает газовую систему, систему подачи жидкого азота и вакуумную систему.

Исследования криогенных лавинных детекторов будут продолжены в 2009 году.

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. Для того, чтобы получить предельное разрешение по импульсу рассеянных электронов, обусловленное параметрами пучка в ускорителе, а также улучшить разделение сигнала и фона, каждая из 8 станций системы оснащается детектором на основе тройного ГЭУ с двухкоординатным съемом. Детекторы позволят измерять координату в плоскости орбиты с разрешением $\sim$ 0.1мм. В направлении перпендикулярном плоскости орбиты пространственное разрешение составит $\sim$ 0.25 мм в области $\pm$1см от орбиты и $\sim$ 1мм 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^2 до 250*100 мм^2 в зависимости от типа станции.

В 2008 году на специальном стенде при помощи космических частиц были изучены основные свойства детекторов на основе ГЭУ: пространственное разрешение и эффективность регистрации. Измеренное пространственное разрешение детекто-

ра в направлении, соответствующем плоскости орбиты пучка, составило 73 микрона (стандартное отклонение), а эффективность на плато равна 98%. К ноябрю 2008 г. все детекторы были смонтированы на ВЭПП-4М и система была полностью запущена. Также была отлажена работа системы совместно с системой сбора данных КЕДРа. В настоящее время проводится тонкая настройка детекторов и изучение их параметров в реальных условиях на ускорителе. В течение зимнего захода 2008-2009 гг. планируется начать совместную работу детекторов на основе ГЭУ и старой системы регистрации рассеянных электронов.

3) В 2008 году группа микроструктурных газовых детекторов ИЯФ стала членом международной коллаборации RD51 в CERN по развитию микроструктурных газовых детекторов, образованной в 2008 году. Группа участвовала на всех стадиях подготовки проекта эксперимента этой коллаборации.

4) В 2008 году продолжалось участие сотрудников группы микроструктурных газовых детекторов в разработке TPC для Международного Линейного Коллайдера (ILC). В настоящее время каскадный ГЭУ рассматривается в качестве наиболее вероятного кандидата в качестве торцевого регистрирующего детектора TPC.

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 :
[259], [302], 306a, препринты 117, 118.

1.9 Участие в эксперименте Belle

С самого начала проекта Belle (1994 г.) активное участие в нем принимает группа сотрудников Института. Эта группа внесла 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.

В 2007-2008 годах продолжался набор статистики и обработка экспериментальной информации. Светимость коллайдера превысила проектное значение и достигла 1.71×10^{34}см$^{-2}$с$^{-1}$, а интегральная светимость к концу года превысила 850 обратных фемтобарн. На сегодняшний день KEKB является установкой с рекордной светимостью и позволяет выдавать новые физические результаты. В накопителе KEKB пучки сталкиваются под углом 22 мрад. Одним из путей увеличения светимости является обеспечение лобового столкновения пучков в системе центра масс, что можно сделать с помощью специальных краб-резонаторов. В течение нескольких лет велась разработка и зимой 2007 года на B-фабрике были установлены краб-резонаторы. Это один из шагов в направлении к созданию супер B-фабрики.

В 2008 году получены новые, интересные результаты измерений параметров несохранения CP-четности в распадах B-мезонов, обнаружены новые типы распадов B-мезонов и открыты новые частицы. Так, на основе экспериментальных данных по распадам 657 миллионов пар B-анти-B мезонов было подтверждено наблюдение пер-

вого полностью лептонного распада B в тау-лептон и антинейтрино. Измерение было проведено новым методом и дало значение вероятности распада $Br(B \to \tau\nu) = 1.65^{+0.38}_{-0.37}(.)^{+0.35}_{-0.37}(.) \times 10^{-4}$, что согласуется с предыдущим измерением.

В 2008 году на B-фабрике впервые была обнаружена асимметрия вперед-назад в распаде $B \to K^* l^+ l^-$. Этот процесс в стандартной модели описывается электрослабой 'пингвинной' амплитудой. Полученные значения асимметрии несколько выше предсказаний стандартной модели, что может быть проявлением новой физики.

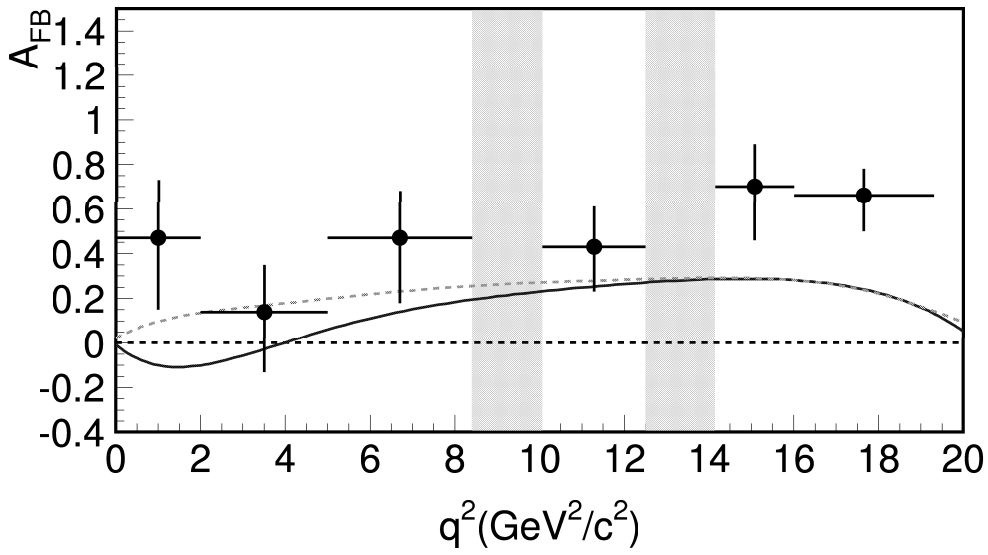


Рис. 1: Асимметрия в зависимости от q^2. Кривые линии – предсказание стандартной модели с различными параметрами.

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 B-мезонов, а также процессов с рождением очарованных частиц. Продолжаются работы по изучению процесса $B \to D\pi\pi$, в котором наблюдается рождение возбужденных состояний с открытым очарованием – D^{**+} мезонов. Результаты работы опубликованы в журнале Physical Review и докладывались на конференциях.

В 2007-2008 году продолжен анализ экспериментальных данных с целью измерения угла смешивания ϕ_3 с использованием новой доступной статистики эксперимента Belle (около 400 млн. B-мезонов). В анализе использованы три канала распада $B \to DK$, $B \to D^*K$ и $B \to DK^*$ с трехчастичным конечным состоянием $D \to K_0\pi^+\pi^-$. По сравнению с предыдущим анализом Belle, в этой работе использован больший набор событий, что привело к уменьшению статистической ошибки, усовершенствованию процедуры отбора событий и статистической обработки, уменьшению систематических неопределенностей. По результатам работы опубликована статья в журнале Physical Review D.

Наряду с B-физикой B-фабрики позволяют получать прецизионные результаты по распадам τ-лептона. Так физиками ИЯФ был исследован трехчастичный распад $\tau^- \to K_S\pi^-\nu$, была со значительно лучшей точностью измерена вероятность распада $B(\tau^- \to K_S\pi^-\nu) = (0.404 \pm 0.002(\text{стат.}) \pm 0.012(\text{сист.}))$ и изучен спектр промежуточных состояний. В спектре двухчастичных $K_S\pi$ состояний были обнаружены вклады $K^{*-}(892)$, $K_0(800)$ и присутствие более тяжелых возбужденных состояний.

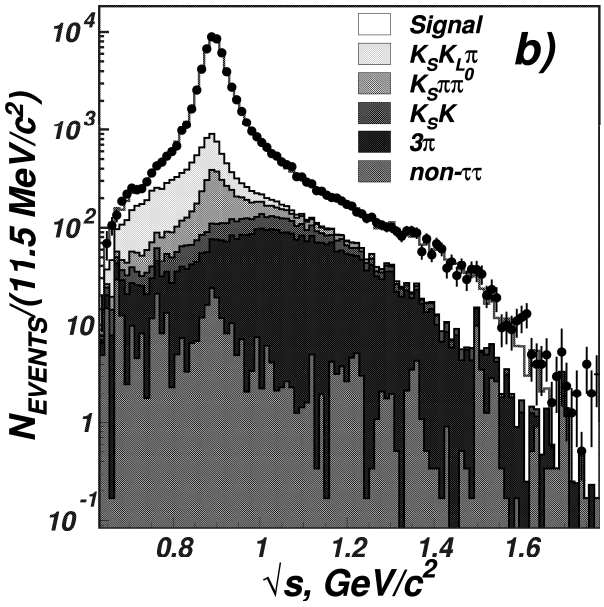


Рис. 2: Спектр инвариантных масс $K_S\pi$ в распаде $\tau^- \to K_S\pi^-\nu$.

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

Кроме обработки данных физики ИЯФ отвечают 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.

На статистике 532 fb^{-1} детектора Belle было проведено измерение отношения бранчингов распадов $\mathcal{B}(D^0 \to \pi^+\pi^-\pi^0)/\mathcal{B}(D^0 \to K^-\pi^+\pi^0) = (10.12 \pm 0.04(\text{stat}) \pm 0.18(\text{syst})) \times 10^{-2}$, где мода $D^0 \to K^-\pi^+\pi^0$ использовалась в качестве нормировочной для избежания большой доли неопределенностей, связанных с регистрацией заряженных частиц. Точность этого измерения сравнима со среднемировой. Данное измерение – это первый этап высокоточного Далиц-анализа распада $D^0 \to \pi^+\pi^-\pi^0$, который позволит определить вклад S-волны в канале $\pi^+\pi^-$ в распадах D-мезона. Детальное изучение распада $D^0 \to \pi^+\pi^-\pi^0$ наряду с другими CP-симметричными конечными состояниями D^0 могут быть использованы для повышения статистической точности измерения угла γ матрицы Кабиббо-Кобаяши-Маскава. Также было измерено значение CP-асимметрии в распаде $D^0 \to \pi^+\pi^-\pi^0$: $A_{CP} = (0.43 \pm 1.30)\%$, которое сравнимо с нулем, что соответствует отсутствию CP нарушения. Точность измеренной CP-асимметрии значительно лучше точности предыдущих измерений. Результаты были опубликованы в журнале Phys.Lett.B662:102-110,2008.

Следующим этапом работы B-фабрики планируется модернизация как детектора, так и коллайдера для увеличения светимости установки до 5×10^{35}см$^{-2}$с$^{-1}$, что позволит измерить все углы треугольника унитарности с точностью несколько процентов и, возможно, выйти за пределы Стандартной модели. Группа ИЯФ участвует в методических работах по модернизации калориметрической системы детектора.

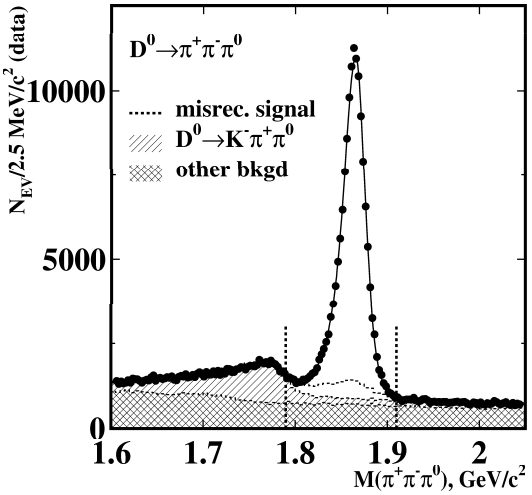


Рис. 3: Инвариантная масса $M(D^0 \to \pi^+\pi^-\pi^0)$: точки соответствуют экспериментальным данным, сплошная линия – сумме симулированных сигнальных и различных фоновых вкладов.

В 2008 году в Японии были изготовлены и испытаны новые блоки электроники для цилиндрического калориметра, позволяющие проводить непрерывную оцифровку сигнала со сцинтилляционных счетчиков, что позволяет измерять амплитуду, время и определять качество сигнала. Было изготовлено и протестировано 10 модулей. Летом 2008 года эти модули были включены в систему сбора данных детектора Belle для считывания 120 счетчиков. Был разработан алгоритм восстановления энергии и времени в счетчиках в режиме ON-LINE. На космике этот алгоритм был настроен и отлажен и определены калибровачные константы для каждого канала.

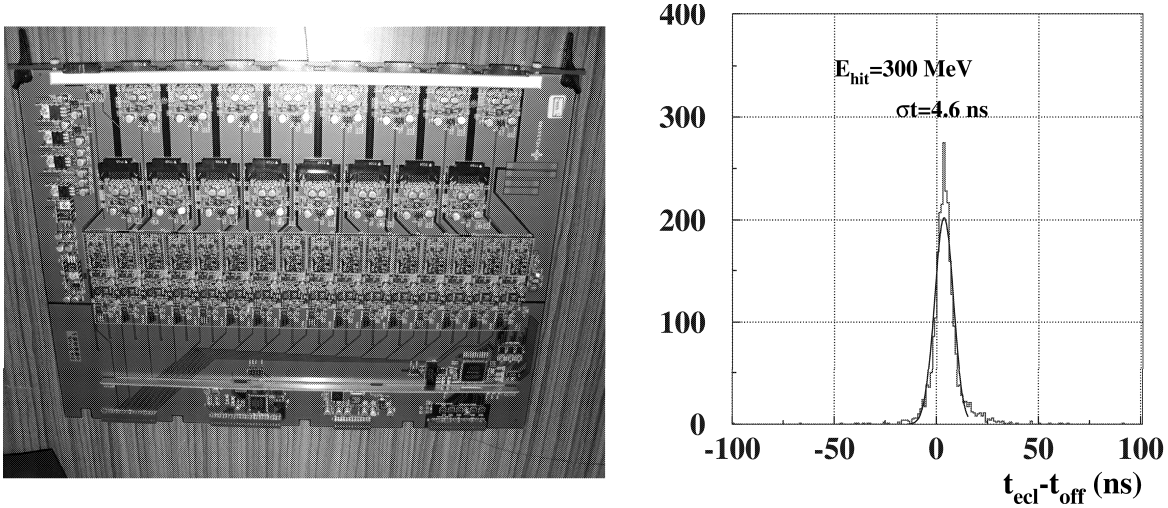


Рис. 4: (а)Электронный модуль формирователя-оцифровщика на 16 каналов. (в)Временное разрешение для энерговыделения 300 МэВ, полученное с новой электроникой.

Осенью 2008 года был проведен специальный набор данных на KEKB для испытания электроники и алгоритма восстановления энергии и амплитуды. Испытания показали ожидаемые параметры электроники и устойчивую работу алгоритма.

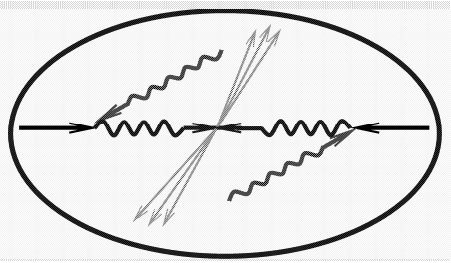
Для торцевого калориметра, где радиационные загрузки существенно выше, ведется разработка варианта на основе кристаллов чистого CsI. В 2007-2008 годах продолжалось изучение радиационной стойкости кристаллов чистого CsI и было показано, что радиационные свойства кристаллов, произведенных в Харькове, удовлетворяют фоновым условиям детектора BELLE.

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. Епифанов, В.Н. Жилич, В.В. Жуланов, О.А.Зюкова, П.П. Кроковный, А.С. Кузьмин, А.О.Полуэктов, Ю.В. Усов, Б.А.Шварц, В.Е. Шебалин, С.И. Эйдельман.

1.10 Участие в проекте PDG

С 1991 г. С.И. Эйдельман участвует в работе Группы свойств частиц (PDG), международной коллаборации, занимающейся систематизацией данных по свойствам элементарных частиц. В его обязанности входит отбор новых публикаций по тематике "Эксперименты и феноменология элементарных частиц", для чего регулярно просматриваются 26 периодических изданий. Кроме того, он отвечает за работу группы нестабильных адронов и адронных резонансов. Каждые два года (по четным годам) PDG выпускает справочник, в котором отражен прогресс этой области за последние два года, а в нечетные годы обновляется состояние базы данных PDG на сайте коллаборации. На сайте ИЯФ С.Д. Беловым поддерживается так называемая зеркальная копия текущего состояния базы данных, обеспечивающая быстрый доступ к ней сотрудников ИЯФ .

1.11 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" или "PLC").

В середине 2007 год был опубликован ILC Reference Desigh Report (RDR). Ввиду высокой цены ILC дальнейшие планы очень туманны. В 2008 г. произошло сокращение финансирования по линейному коллайдеру в США и Великобритании. Отношение к линейному коллайдеру может измениться, если на LHC будет открыта новая физика. Тем временем начались поиски путей удешевления линейного коллайдера, поэтапного строительства. Одно из таких предложений – это создание вначале фотонного коллайдера, способного рождать одиночный легкий Хигсовский бозон с ожидаемой массой порядка 120 ГэВ, для чего нужны электронные пучки с энергией

2E=160 ГэВ. В случае же $e^+e^- \to HZ$ требуется минимальная энергия 2E=230 ГэВ и дополнительная система получения позитронов. Международный комитет по линейному коллайдеру (ILCSC) дал поручение GDE всесторонне исследовать эту возможность.

Нами была проведена первичная экспертиза данного предложения, доложеная на рабочем совещании ILC08/LCWS08 (и доведеная до сведения ILCSC) [369]. Несмотря на то, что мы являемся наиболее заинтересованными лицами в создании фотонного коллайдера, но считаем все же более разумным строительство линейного коллайдера с минимальной энергией 230 ГэВ, способного рождать Хиггс (если он существует) в e^+e^- моде, в которой можно более детально исследовать свойства этой частицы, различные моды ее распада. Фотонный коллайдер позволить получить дополнительную, существенно более точную информацию по двухфотонной ширине Хигсовского бозона.

С технической и финансовой точек зрения такой фотонный коллайдер вряд ли будет существенно дешевле. Как и для e^+e^-, нужны охлаждающие кольца с малым эмиттансом и, дополнительно, очень непростая лазерная система. К тому же при 2E=160 ГэВ и $\lambda = 1/3$ мкм минимальная энергия конечных электронов после многократного комптоновского рассеяния составляет всего около 2 ГэВ, они будут двигаться по спирали в поле детектора, задевать квадруполи и создавать фон. Таких проблем не будет при 2E=200 ГэВ и $\lambda = 1$ мкм, вариант 2E=185 ГэВ и $\lambda = 1/2$ мкм требует дополнительного изучения. То есть минимальная энергия фотонного коллайдера будет ненамного меньше, чем требуется для e^+e^- (230 ГэВ).

В любом случае, всестороннее изучение данной возможности будет очень полезно, так как до этого GDE не уделял достаточного внимания фотонному коллайдеру.

Наше участие в разработке и продвижении проекта фотонного коллайдера в 2008 году отражено в списке статей и докладов на международых конференциях:

Введение в фотонный коллайдер [90].

Фотонный коллайдер на ILC [365].

Лазерное охлаждение электронных пучков [366].

Статус фотонного коллайдера на ILC [367].

Фотонный коллайдер на высокую энергию. [368]

Фотонный коллайдер раньше e^+e^-, разумно ли это? [369].

В работе участвовал: В.И. Тельнов

Глава 2

Электро- и фотоядерная физика

2.1 Эксперименты с внутренними мишенями

I. Как сообщалось в предыдущем Отчете ИЯФ, 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 двухфотонного обмена (ДФО) в процессе упругого электрон-протонного рассеяния. Как полагают, информация о ДФО даст возможность объяснить драматические противоречия в результатах недавних экспериментов по измерению формфакторов протона, выполненных в TJNAF, США, с помощью поляризационной методики с результатами прежних измерений, где формфакторы определялись по дифференциальным сечениям реакции. К настоящему времени опубликовано значительное количество теоретических работ, где демонстрируется важность учета ДФО при интерпретации данных экспериментов с неполяризационной методикой, однако, для решения проблемы необходимы новые экспериментальные данные по вкладу двухфотонного обмена.

Кроме эксперимента на ВЭПП-3, измерения ДФО планируются провести в TJNAF, США, и в DESY, Германия, однако готовность этих экспериментов к набору экспериментальных данных ожидается не ранее 2011г.

Проведенный анализ первого этапа эксперимента ВЭПП-3 подтвердил правильность принятых ранее решений по мишени, детектору, а также в отношении мер по подавлению систематических ошибок. На набранном статистическом материале были отлажены все этапы обработки, получен предварительный результат (см. Рис.1).

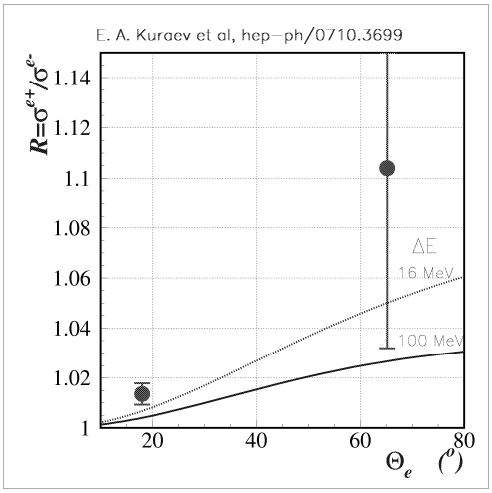


Рис. 1: Предварительные результаты захода 2007 г. на ВЭПП-3 по измерению отношения сечений упругого (e^+p) и (e^-p) рассеяния. Кривые – предсказания Кураева и др.

Проведен ряд работ с целью снижения систематических ошибок и повышению эффективности набора данных:

• Произведена починка Cold Head, криокулера, используемого для понижения температуры мишени. Результат — стабильная температура накопительной ячейки $\sim 20^o K$.

• Произведены изменения в системе подачи водорода – минимизирован переходной процесс установления равновесного давления мишени.

• Заменены анодные проволочки дрейфовых камер – повышена эффективность регистрации.

• Доработаны вершинные камеры – повышена стабильность работы и эффективность регистрации.

• Добавлены пробники положения e^+/e^- пучков.

• В Меллер/Баба мониторе светимости сделаны новые (координатные) апертурные счетчики, произведена починка сандвичей.

Для завершения эксперимента требуется второй, основной сеанс работы на ВЭПП-3. Непрерывный набор статистики в течение двух месяцев позволит улучшить статистическую точность на порядок.

II. Когерентное фоторождение нейтрального пиона на дейтроне, $\gamma\mathrm{d} \to \mathrm{d}'\pi^0$, является одним из важных процессов в ядерной физике, который даёт ценную информацию о структуре пион-нуклонного и нуклон-нуклонного взаимодействия.

В то время как теоретические исследования этой реакции, с предсказаниями по дифференциальным сечениям и по различным поляризационным наблюдаемым, проводятся давно и с применением разнообразных подходов к описанию процесса, подробные экспериментальные данные по поперечным сечениям появились лишь в последние годы. Из поляризационных наблюдаемых здесь есть лишь несколько измерений Σ-асимметрии, данные по T_{2i} (тензорной анализирующей способности реакции) отсутствуют.

В 2008 г., в результате анализа данных эксперимента по измерению T_{2i} в реакции $\gamma\mathrm{d} \to pn$ (фотодезинтеграции дейтрона, измерения проведены на ВЭПП-3 в 2003 г.), были отобраны события $\gamma\mathrm{d} \to \mathrm{d}'\pi^0$ реакции. На Рис. 2 приведена схема расположения детекторов эксперимента $\gamma\mathrm{d} \to pn$.

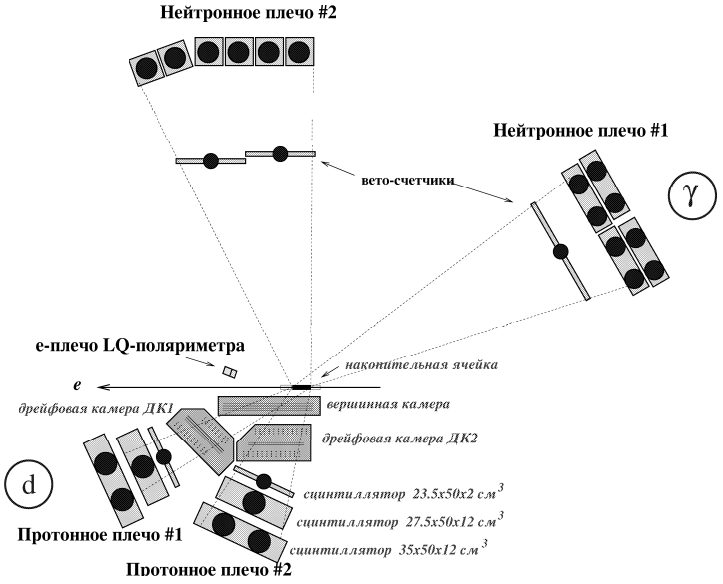


Рис. 2: Схема расположения детекторов эксперимента по фотодезинтеграции дейтрона, вид сбоку. События реакции $\gamma\mathrm{d} \to \mathrm{d}\pi^0$ регистрировались на совпадениях протонным плечом #1 (дейтрон) и нейтронным плечом #1 (один из квантов от распада нейтрального пиона).

Продукты реакции когерентного рождения пиона регистрировались на совпадениях: дейтрон отдачи фиксировался протонным плечом #1, а один из γ-квантов от распада нейтрального пиона – нейтронным плечом #1. Электрон, вызывающий реакцию, не регистрировался.

При такой постановке эксперимента в большой части событий угол рассеянного электрона будет близок к нулю. При этом виртуальный фотон будет находиться почти на массовой поверхности; поэтому такую постановку можно отнести к изучению процесса фоторождения пиона.

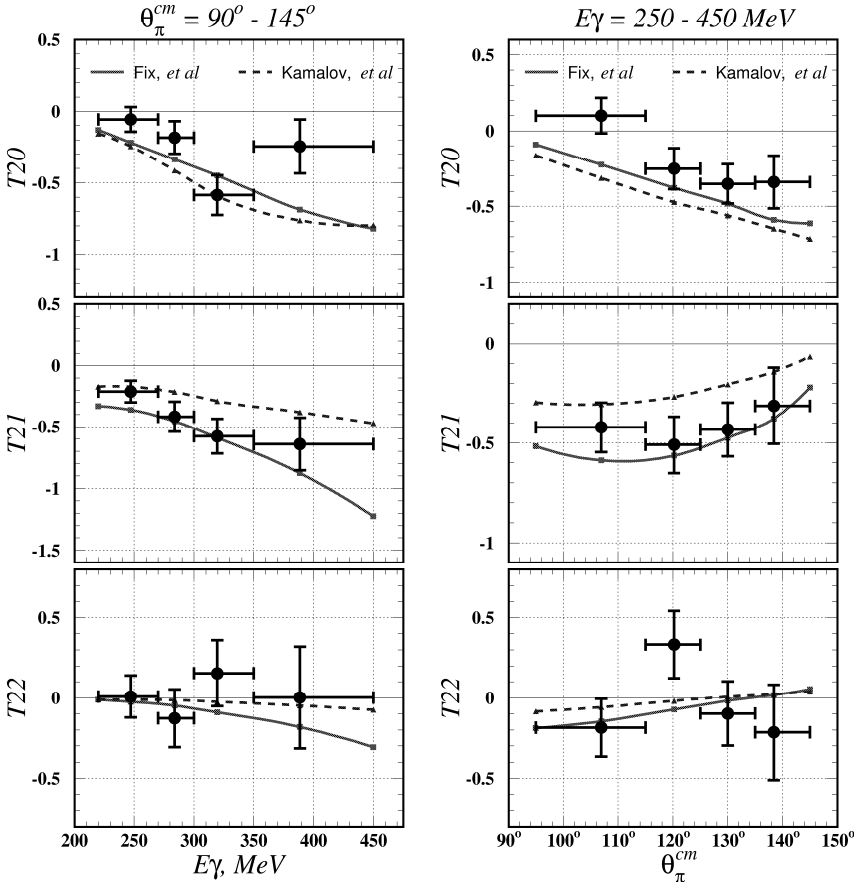


Рис. 3: Предварительные результаты эксперимента по измерению компонент тензорной анализирующей способности реакции γd $\to$ d'π^0. Слева – в зависимости от энергии фотона, справа – в зависимости от угла вылета π^0 мезона в системе центра масс. Теоретические кривые: сплошная – расчет Фикса, пунктирная – Камалова и др.

В отличие от реакции γd $\to$ pn, где определялись импульсы обоих партнеров двухчастичной реакции, здесь мы имели полную информацию лишь для дейтрона отдачи. В предположении процесса γd $\to$ d'π^0 этого достаточно для восстановления кинематики реакции, но возникает вопрос о вкладе других процессов, продукты которых могут дать в детекторе (dγ)-совпадения. Это, например, такие реакции когерентного фоторождения, как γd $\to$ d'$\pi^0\pi^0$, γd $\to$ d'η, γd $\to$ d'$\pi^0\pi^+\pi^-$. Из этих трех реакций некоторые экспериментальные данные есть только для фоторождения η мезона. Однако, есть теоретические предсказания по когерентному рождению пар π^0 мезонов и по когерентному рождению η мезона. Используя эту информацию, можно найти оценку сверху, которая показывает, что вклад в счет детекторов указанных

двух процессов должен быть невелик – не более ∼1%. Нет оснований полагать, что процесс $\gamma d \to d'\pi^0\pi^+\pi^-$ или когерентное фоторождение других мезонов (ρ, ω, ϕ и др.) могут дать существенно больший вклад.

Предварительные результаты эксперимента приведены на Рис. 3. На левых графиках показаны зависимости T_{2i} от энергии фотона, при этом берутся все события попадающие в интервалуглов $\theta_{\pi^0}^{cm} = 90^\circ \div 245^\circ$. На правых - в зависимости от угла вылета пиона, при этом интервал энергий фотонов 250÷450 МэВ. Для каждой точки показана статистическая ошибка и интервал усреднения (по E_γ или по $\theta_{\pi^0}^{cm}$).

Видно, что в целом наблюдается соответствие между данными и расчетами, небольшое предпочтение можно отдать расчетам Фикса.

Напомним (см. предыдущие Отчеты ИЯФ), что подготовлен эксперимент по измерению T_{2i} реакции $\gamma d \to d'\pi^0$, где, наряду с дейтроном, оба гамма кванта от распада нейтрального пиона будут регистрироваться калориметром из 150 кристаллов CsI. Такое измерение позволит получить данные в более широком кинематическом диапазоне и в несколько раз уменьшить статистическую ошибку.

III. Для расширения возможностей поляризационных экспериментов продолжены работы по сооружению системы мечения квазиреальных фотонов (СМФ). Системы мечения квазиреальных фотонов уже использовалась ранее на накопителях электронов, в частности, и на ВЭПП-3. Однако, тогда для анализа энергии "рассеянных" электронов использовались магнитные поля диполей накопителя, при этом детекторы СМФ оказывались далеко от мишени, а угловой и энергетический аксептансы малыми. Использование в данном проекте специализированной магнитной системы позволит получить СМФ с широким захватом как по углам, так и по энергиям. При этом появляется возможность у значительной части событий определять поперечную поляризацию фотона.

Основные параметры системы меченых фотонов:
- энергия меченых фотонов: до 1500 МэВ, разрешение 5 -15 МэВ
- захват по вертикальному углу электронов: ±10 мрад, разрешение 1 мрад
- захват по горизонтальному углу электронов: ±30 мрад, разрешение 2 мрад

В 2008 г. закончено конструирование центральной части промежутка и началось ее изготовление. Начаты конструкторские работы по вакуумной камере. Близко к завершению конструирование дипольных магнитов. Продолжены работы по моделированию СМФ.

IV.Продолжались работы на стенде "поляризованная мишень" с целью выяснения причин пониженной поляризации при проведении экспериментов. В поляриметре установлен новый массспектрометр для регистрации атомов. Сигнал молекулярного дейтерия из накопительной ячейки регистрируется, однако его величина невелика, превышая уровень шумов в несколько раз. С целью увеличения сигнала пролетных атомов и молекул была изменена геометрия электродов массспектрометра. Также для получения более высокого вакуума было введено охлаждение магнитов жидким азотом. Это должно привести к снижению шумового сигнала. В ближайшее время будут проведены измерения сигнала атомного пучка из ячейки в зависимости от ее температуры. Подготовлена новая прогревная цельнометаллическая система для нанесения покрытия на ячейку, сохраняющего поляризацию атомов при столкновении

со стенками. Разработана схема и запущено в производство изготовление деталей системы увеличения скорости откачки газа в источнике, что должно привести к увеличению интенсивности атомного пучка.

V. Продолжалось сотрудничество с Лабораторией Джефферсона (Ньюпорт Ньюз, США). Завершается обработка данных по измерению электрического формфактора нейтрона, полученных в совместном эксперименте, проведенном в Зале-А ускорительного комплекса TJNAF. Результаты будут готовы к публикации в 2009 году.

Приняты два новых эксперимента, в которых будут участвовать физики из ИЯФ:

1) Прецизионное измерение магнитного формфактора нейтрона при переданном импульсе до 18 $(\mathrm{GeV/c})^2$ методом отношений;

2) Измерение отношения электромагнитных формфакторов нейтрона G_n^e/G_n^m при большом Q^2. Эксперименты будут проведены после завершения модернизации ускорителя TJNAF, проводимой с целью увеличения максимальной энергии электронов до 12 ГэВ. В ближайшее время начнется изготовление нового оборудования для экспериментов – детекторов и мишени.

VI. Группа принимает участие в контрактной работе с TAE. Ранее были разработаны криогенные насосы для инжекторов нейтральных атомов с высокой скоростью откачки по водороду на базе криокулеров. Были проведены испытания крионасосов. Измеренная скорость откачки по водороду 96 тысяч литров в секунду оказалась близка к расчетной. Таких крионасосов было произведено 14 штук. 12 из них были поставлены в США в TAE и запущены на установке.

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, 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. Копейкин.

Глава 3

Теоретическая физика

3.1 Сильное взаимодействие

Дипольная форма ядра БФКЛ в суперсимметричных теориях Янга-Миллса

В. С. Фадин, Р. Фиоре
Phys. Lett. B **661** (2008) 139-144

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.

Основы подхода БФКЛ

В. С. Фадин
Acta Physica Polonica, B **39** No. 9 (2008) 2193-2212

Дано введение в подход БФКЛ для теоретического описания процессов КХД при высоких энергиях и фиксированных (не растущих с энергией) передачах импульса. Ключевую роль играет реджезация глюона, определяющая (мульти)реджевскую форму амплитуд КХД с глюонным обменом. Обсуждается область применимости подхода и выводится представление упругих амплитуд с t–канальными квантовыми числами, отличными от глюонных.

Подход БФКЛ и дипольная картина

В. С. Фадин
Препринт ИЯФ 2008-33
Будет опубликовано в “Proceedings of the International conference DIFFRACTION 2008”

В случае рассеяния бесцветных объектов ядро БФКЛ может быть взято в специальном представлении, называемом Мебиусовской формой. В главном приближении ядро БФКЛ в Мебиусовской форме совпадает с ядром модели цветовых диполей. В следующем за главным приближении кварковые части также находятся в согласии, но глюонные части отличаются. Анализируются возможные источники этого расхождения.

Вклад скаляров в ядро уравнения БФКЛ

Р.Е. Герасимов, В.С. Фадин
Препринт ИЯФ 2008-36
Направлено в журнал “Ядерная физика”

Суперсимметричные неабелевы калибровочные теории, в частности интенсивно обсуждаемая сейчас в связи с полной интегрируемостью теория Янга-Миллса с $N = 4$ суперсимметрией, содержат скалярные частицы. Вычислен вклад таких частиц в ядро уравнения БФКЛ. Обнаружено большое сокращение между виртуальными и реальными частями этого вклада, аналогичное сокращению во вкладе кварков в КХД. Найдена причина этого сокращения. Эта причина имеет общий характер для вкладов в ядро любых частиц. Ее понимание позволяет получать полные вклады без сложных вычислений, необходимых для нахождения отдельно виртуальных и реальных частей.

О различии в ядрах эволюции по x

В. С. Фадин, Р. Фиоре, А. В. Грабовский
Препринт ИЯФ 2008-40
Направлено в Phys. Rev. D

Показано, что в следующем за главным приближении для рассеяния вперед большая часть различия между Мебиусовской формой ядра БФКЛ и ядром БК может быть устранена преобразованием, связанным с выбором масштаба энергии в представлении амплитуды. Обнаружено, что функциональное тождество ядра БФКЛ для рассеяния вперед в импульсном и Мебиусовском представлении, имеющееся в главном приближении, остается справедливым и в следующем приближении в теории Янга–Миллса с $N = 4$ суперсимметрией.

О спектре масс в суперсимметричной КХД. Неравные массы кварков

В.Л. Черняк
arXiv: 0805.2299 [hep-th], стр. 1-17 (представлена в журнал JHEP)

Рассмотрен динамический сценарий для суперсимметричной КХД (SQCD) с N_c цветами и $N_c < N_F < 3N_c$ ароматами кварков с малыми ненулевыми и неравными токовыми массами $0 < m_l < m_h << \Lambda$, в котором кварки могут 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, $\langle \bar{Q} \rangle = \langle Q \rangle = 0$. Таким образом, в этой фазе теория не хиггсована, все глюоны остаются безмассовыми и имеется конфайнмент цветовых 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 для кварков неравных масс. Получены также спектры масс в различных фазах этой теории, в зависимости от количества более легких и более тяжелых кварков и от величины отношения их масс.

О спектре масс в суперсимметричной КХД. Проблемы с дуальностью Seiberg. Другой сценарий

В.Л. Черняк
arXiv: 0811.4283 [hep-th], стр. 1-22 (представлена в журнал JHEP)

Рассмотрен динамический сценарий для суперсимметричной КХД (SQCD) с N_c цветами и $N_c < N_F < 3N_c$ ароматами кварков с малыми ненулевыми и неравными токовыми массами $0 < m_l < m_h << \Lambda$, в котором кварки могут находится лишь в двух различных фазах: а) или это HQ (тяжелый кварк) фаза, в которой имеется конфайнмент цвета, б) или кварки хигсуются, при соответствующих значениях параметров лагранжиана.

Получены спектры масс этой (прямой) теории и ее дуального Seiberg-варианта. Показано, что во всех случаях, когда имеется дополнительный малый параметр ($0 < (3N_c - N_F)/N_F \ll 1$ для прямой теории, или $0 < (2N_F - 3N_c)/N_F \ll 1$ для ее дуального варианта), спектры масс прямой и дуальной теорий отличаются параметрически, что свидетельствует об их неэквивалентности.

Групповая структура тождеств интегрирования по частям и ее приложение к приведению многопетлевых интегралов.

Р.Н. Ли
JHEP 2008 (2008) 031

Обсуждается избыточность тождеств интегрирования по частям (IBP). Структура алгебры Ли тождеств IBP используется для уменьшения числа тождеств, которые необходимо рассматривать. Показано, что тождества, следующие из Лоренц-инвариантности (LI), не несут новой информации в дополнение к той, которая содержится в тождествах IBP, и поэтому их можно не рассматривать.

Трёхпетлевое хромомагнитное взаимодействие в HQET

А.Г. Грозин, P. Marquard, J.H. Piclum, M. Steinhauser
Nucl. Phys. **B789** (2008) 277–293

Мы вычислили трёхпетлевую КХД поправку к хромомагнитному моменту кварка и из него получили коэффициент сшивки и аномальную размерность хромомагнитного взаимодействия в HQET. Как побочный продукт, мы получили трёхпетлевую поправку к аномальному магнитному моменту кварка.

Асимптотическая свобода: история и интерпретация

А.Г. Грозин
arXiv:0803.2589 (22 стр.)

В этой лекции обсуждается ранняя история асимптотической свободы. Первый вполне корректный вывод β_0 в неабелевой калибровочной теории (Хриплович, 1969) был сделан в кулоновской калибровке; этот вывод воспроизводится (в современных терминах) в §2. Качественное физическое объяснение асимптотической свободы через хромомагнитные свойства вакуума (Нильсен, 1981) обсуждается в §3.

Трёхпетлевые результаты в HQET

А.Г. Грозин
Nucl. Phys. (Proc. Suppl.) **183** (2008) 302–307 [arXiv:0805.1474]

Даётся обзор недавних результатов и методов трёхпетлевых вычислений в HQET.

Высшие радиационные поправки в HQET

А.Г. Грозин
arXiv:0809.4540 (33 стр.),
будет опубликовано в DESY Conference Proceedings

После краткого введения в эффективную теорию тяжёлого кварка (HQET), обсуждается α-представление в HQET и методы вычисления некоторых типов HQET диаграмм вплоть до трёх петель.

Трёхпетлевые вершинные диаграммы HQET для B^0–$\bar{B}^0$ смешивания

А.Г. Грозин, Р.Н. Ли
arXiv:0812.4522 (12 стр.)

Рассматриваются трёхпетлевые диаграммы в HQET, необходимые для правил сумм для B^0–$\bar{B}^0$ смешивания. Они зависят от двух остаточных энергий. Построен алгоритм сведения этих диаграмм к мастер-интегралам. Все мастер-интегралы вычислены точно в d измерениях; получены также их разложения по ε.

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

В.Ф. Дмитриев, А.И. Мильштейн, В.М. Страховенко
Nucl. Instr. and Meth. **B 266** (2008) 1122

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

Кулоновский вклад в энергию возбуждения в ^{229}Th и усиление эффекта изменения α

В.В. Фламбаум, Н. Ауэрбах, В.Ф. Дмитриев
arXiv:0807.3218v2

Мы вычисляем вклад кулоновской энергии в расстояние между основным и первым возбуждённым состояниями ядра ^{229}Th, как функцию параметра деформации δ. Показано, что несмотря на то, что нечётной частицей является нейтрон, изменение кулоновской энергии между этими двумя состояниями может достигать несколько сотен кэВ. Это значит, что эффект изменения постоянной тонкой структуры $\alpha = e^2/\hbar c$ может быть усилен в $\Delta U_C/E \sim 10^4$ раз в переходе "ядерных часов" с E =7.6 эВ между основным и первым возбуждённым состояниями в ядре ^{229}Th.

Спектр α-частиц в реакции p+^{11}B$\to \alpha +^8 Be^* \to 3\alpha$

В.Ф. Дмитриев
arXiv:0812.2538v1

Используя простую феноменологическую параметризацию амплитуды мы вычисляем спектр α-частиц в реакции p+^{11}B$\to \alpha +^8 Be^* \to 3\alpha$ при резонансной энергии

протона 675 кэВ. Параметризация включает Брейт-Вигнеровский фактор с зависящей от энергии шириной для промежуточного состояния $^8Be^*$ и кулоновским и центробежным факторами в вершинах испускания α-частиц. Спектр состоит из хорошо определённого пика, отвечающего испусканию первичной α-частицы и плоского плеча, тянущегося до очень низких энергий. Мы нашли, что энергию ниже 1 МэВ имеют 11% α-частиц, а ниже 1.5 МэВ – 17.5% α-частиц.

Ограничения на $N\bar{N}$ взаимодействие из процесса $e^+e^- \to N\bar{N}$ вблизи порога

В.Ф. Дмитриев, А.И. Мильштейн
Nucl. Phys. B (Proc. Suppl.) v. 181-182 (2008) 66

Мы используем Парижский нуклон-антинуклонный потенциал для объяснения экспериментальных данных в процессе $e^+e^- \to p\bar{p}$ вблизи порога. Продемонстрирована сильная чувствительность сечения и электромагнитных формфакторов к параметрам потенциала. Экспериментальные данные используются для получения ограничений на абсорбтивную часть потенциала в канале с $J = S = 1$.

Электрические дипольные моменты, от e до τ

А.Г. Грозин, И.Б. Хриплович, А.С. Руденко
arXiv:0811.1641 (4 стр.), принято к печати в ЯФ

Мы вывели верхний предел для электрического дипольного момента (ЭДМ) τ-лептона, следующий из прецизионных измерений ЭДМ электрона.

3.3 Квантовая электродинамика

Поправка к формуле Мольера для многократного рассеяния

Р.Н. Ли и А.И. Мильштейн
arXiv: 0812.2076[physics.atom-ph]

Получена квазиклассическая поправка к формуле Мольера для многократного рассеяния. Рассмотрение основано на амплитуде рассеяния, полученной с учетом первой квазиклассической поправки для произвольного локализованного потенциала. В отличии от главного члена, поправка содержит плотность мишени n и ее толщину L не только в комбинации nL (поверхностной плотности). Поэтому эту поправку естественно называть поправкой за счет объемной плотности. Оказывается, что эта поправка мала даже для большой плотности мишени. Этот факт объясняет широкую область применимости формулы Мольера.

Порядок $(\mathbf{Z}\alpha)^4$ поляризованного оператора в кулоновском поле при низких энергиях

Г.Г. Кирилин и Р.Н. Ли
arXiv: 0812.2076[physics.atom-ph]

Получено низкоэнергетическое разложение членов порядка $(Z\alpha)^2$ и $(Z\alpha)^4$ в поляризационном операторе в кулоновском поле. Рассмотрены физические приложения, такие как низкоэнергетическое дельбрюковское рассеяние и вклад магнитной петли в g-фактор связанного электрона.

Эффекты поляризации в нерелятивистском ep рассеянии

А.И. Мильштейн, С.Г. Сальников, В.М. Страховенко
Nucl. Instr. and Meth. **B 266** (2008) 3453

Аналитически вычислено сечение с переворотом спина протона (антипротона), взаимодействующего с поляризованным нерелятивистским электроном или позитроном. Для достаточно малой относительной скорости это сечение значительно усилено в случае притяжения по сравнению с результатом, полученным в Борновском приближении. Однако оно ещё настолько мало, что время поляризации $\bar{p}$ пучка при доступных параметрах $e^{\pm}$ пучков оказывается чрезвычайно большим. Так что получение в накопителе поляризованных антипротонов или протонов с помощью этого процесса оказывается практически невозможным.

Источники поляризованных и неполяризованных позитронов для электрон-позитронных коллайдеров

X.Artru, R.Chehab, M.Chevallier, B.M. Страховенко, A.Variola, A.Vivoli
Nucl. Instr. and Meth. **B 266** (2008) 3868

Изучены два типа источников позитронов для e^+e^- коллайдеров. В первом, пучок электронов с энергией несколько ГэВ генерирует в процессе излучения на ориентированном кристалле вольфрама большое число фотонов, которые рождают e^+e^- пары в аморфной мишени, расположенной за кристаллом. Этот метод был проверен в CERN и KEK и сейчас успешно используется в KEK. Во втором, при обратном рассеянии циркулярно поляризованного лазерного пучка на пучке электронов возникают циркулярно поляризованные фотоны, которые, падая на аморфную мишень, рождают продольно поляризованные позитроны. Приводятся результаты моделирования и обсуждается выбор параметров для ILC и SuperB фабрики.

Дельбрюковское рассеяние в кулоновском и лазерном полях

А. Ди Пиазза, А.И. Мильштейн
Phys. Rev. A vol. 77, 042102 (2008)

Изучено дельбрюковское рассеяние на атоме в присутствии лазерного поля. Амплитуда найдена в борновском приближении по кулоновскому полю и точно по интенсивности лазерного поля, имеющего произвольный спектральный состав и поляризацию. Детально разобран случай фотонов высокой энергии и монохроматической лазерной волны с циркулярной поляризацией. Показано, что угловое распределение конечных фотонов существенно отличается от случая чисто кулоновского поля. Величина сечения может превышать сечение в случае чисто кулоновского поля для реалистичных параметров лазера, что существенно упрощает возможность экспериментального наблюдения явления. Эффект высших порядков теории возмущений по интенсивности лазерного поля оказался очень большим уже при относительно небольших значениях интенсивности.

Экранировка примесей в графенах

И. С. Терехов, А. И. Мильштейн, В. Н. Котов, О.П. Сушков
Physical Review Letters 100, 076803 (2008)

Точно вычислена плотность индуцированного заряда за счет эффекта поляризации вакуума в докритических кулоновских примесях в графенах. Наш анализ основан на использовании точной по $Z\alpha$ двумерной электронной функции Грина, полученной операторным методом. Учитывая также электрон-электронное взаимодействие в приближении Хартри, мы нашли самосогласованное решение задачи. Показано, что для Z=1 примесь остается в докритическом режиме для любого значения α, в то время как для $Z = 2, 3$ и выше наступает сверхкритический режим при определенных значениях α.

Квазиклассическое описание тормозного излучения, сопровождающего α-распад, с учетом квадрупольного вклада

У. Д. Йентшура, А.И.Мильштейн, И.С. Терехов, Х. Бойе, Х. Шейт, Д. Швальм
Phys.Rev.C 77 (2008) 014611

Мы развили квазиклассическую теорию тормозного излучения, сопровождающего α-распад, которая учитывает одновременно излучение под кулоновским барьером и конечную энергию фотона E_γ вплоть до $E_\gamma \sim Q_\alpha/\sqrt{\eta}$, где Q_α - энерговыделение в α-распаде и η-параметр Зоммерфельда. Поправки к ранее полученным квазиклассическим результатам оказались очень большими, и отличное согласие с точным расчетом было достигнуто. Мы нашли, что диполь-квадрупольная интерференция значительно меняет угловую альфа-гамма корреляцию. Достигнуто хорошее согласие наших теоретических расчетов с экспериментальными данными, полученными в распаде ^{210}Po.

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

В.Н.Байер, В.М.Катков
Nuclear Instruments and Methods in Physics Research B **266** (2008) 3828-3834,

В рамках развитого авторами метода, дающего возможность единого и нераздельного рассмотрения как когерентного так и некогерентного механизмов испускания фотона в ориентированном кристалле, получены и проанализированы спектральные и поляризационные свойства излучения, испущенного продольно-поляризованными электронами. Найдено, что в некоторой части спектрального распределения влияние многократного рассеяния (ЛПМ-эффект) достигает 6%. Примерно такой же эффект 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 ЛПМ-эффект.

Возможность изучения ЛПМ эффекта в ориентированных кристаллах при энергии порядка ГэВ

В.Н.Байер, В.М.Катков
Physics Letters A **372** (2008) 2904-2910,

Спектральное распределение электрон-позитронной пары, рожденной фотоном, и спектральное распределение фотонов, испущенных электроном большой энергии в ориентированном кристалле, найдено в рамках развитого авторами метода, дающего возможность единного и нераздельного рассмотрения как когерентного, так и некогерентного механизмов рассматриваемых процессов. Метод позволяет учесть как действие поля оси (плоскости), так и многократное рассеяние излучающего электрона или частиц родившейся пары (эффект Ландау-Померанчука-Мигдала (ЛПМ-эффект)). Проанализировано влияние рассеяния на когерентный механизм рождения пары и влияние внешнего поля на некогерентный механизм. В кристалле вольфрама, ось "111", температура 100°K для процесса рождения пары ЛПМ-эффект достигает 8% при энергии фотона 5 ГэВ, тогда как для наблюдения эффекта такой величины в аморфном вольфраме нужны фотоны с энергией 10 ТэВ. Для процесса излучения при температуре 293°K для того же кристалла ЛПМ-эффект достигает 6% при энергии электрона 10 ГэВ.

Электророждение электрон-позитронной пары в среде

В.Н.Байер, В.М.Катков
Письма в ЖЭТФ **88** (2008) 88-92

Проведен анализ процесса электророждения (рождения электрон-позитронной пары электроном большой энергии) в аморфной среде. Вычислено спектральное распределение по энергиям частиц рожденной пары с учетом обоих механизмов рождения: прямого и каскадного. Впервые учтены кулоновские поправки. Предложена новая формулировка метода эквивалентных фотонов, где учтено многократное рассеяние. Показано, что рассматриваемый процесс вполне удобен для изучения эффектов многократного рассеяния.

Электророждение электрон-позитронной пары в ориентированном кристалле при высокой энергии

В.Н.Байер, В.М.Катков
Budker INP 2008-28

Исследован процесс электророждения (рождения электрон-позитронной пары электроном большой энергии) в ориентированном кристалле. Рассмотрены два типа вкладов в вероятность процесса: прямой (одноступенчатый) процесс через виртуальный фотон и каскадный (двухступенчатый) процесс, когда электрон испускает реальный фотон распростаняющийся в поле оси и затем этот фотон конвертирует в электрон-позитронную пару. Найден спектр образовавшихся позитронов (электронов). Показано, что вероятность процесса в ориентированном кристалле значительно усилена по сравнению с соответствующей аморфной средой.

Черенковское излучение частицы со спином

И.В. Хриплович
arXiv:0808.1500; ЖЭТФ 135 (2009) 1

Рассматривается черенковское излучение нейтральной частицы с магнитным моментом, а также зависящий от спина вклад в черенковское излучение заряженной частицы со спином. Найдена интенсивность излучения при произвольном значении спина и его произвольной ориентации относительно скорости.

3.4 Гравитация

Релятивистские частицы со спином во внешних полях

И.В. Хриплович
arXiv:0801.1881;
Acta Physica Polonica B, Proceedigs Supplement, 1 (2008) 197

Рассматривается движение релятивистской частицы во внешнем электромагнитном и гравитационном полях. Дан простой вывод взаимодействия спина с гравитационным полем. Самосогласованное описание спиновых поправок к уравнениям движения получено при обычном, "наивном" определении координаты релятивистской частицы.

Параметр Барберо-Иммирци в исчислении Редже

В.М.Хацимовский
arXiv:0804.2389[hep-th]

Мы рассматриваем исчисление Редже в представлении в терминах тензоров площадей и само- и антисамодуальных связностей, обобщённое на случай действия Хольста, то есть стандартного действия Эйнштейна в переменных тетрада-связность плюс вклад, являющийся топологическим на уравнениях движения для связностей, с коэффициентом $1/\gamma$, γ – параметр Барберо-Иммирци. Показано, что квантовая мера экспоненциально убывает с площадями, с характерными масштабами отсечения $4\pi G$ и $4\pi G\gamma$ в пространственноподобной и времениподобной области, соответственно (G – постоянная Ньютона).

Гравитационное действие на разрывных метриках

В.М.Хацимовский
arXiv:0808.1039[gr-qc]

Мы рассматриваем гравитационную систему, описываемую кусочно-плоской метрикой, разрывной на 3-мерных гранях тетраэдрах. Имеются бесконечные члены в действии Эйнштейна. Однако, исходя из соответствующей регуляризации, эти члены в экспоненте в интеграле по путям дают предэкспоненциальный фактор с дельта-функциями, выражающими исчезновение разрывов метрики. Посредством этого, мера в интеграле по путям в исчислении Редже связывается с мерой в модификации исчисления Редже, в котором длина ребра не обязана быть одинаковой во всех 4-мерных тетраэдрах, содержащих это ребро, то есть в исчислении Редже с независимыми 4-тетраэдрами. Полученный результат соответствует нашему предыдущему результату, полученному из симметрийных соображений.

Представление в терминах связностей и с независимыми 4-тетраэдрами исчисления Редже

В.М.Хацимовский
arXiv:0808.1041[gr-qc]

Мы рассматриваем простейшее кусочно-плоское многообразие, состоящее из двух идентичных 4-тетраэдров (назовём это бисимплексом). Действие ОТО для произвольного кусочно-плоского многообразия можно выразить в терминах суммы (половины) действий для бисимплексов. Мы используем представление действия каждого бисимплекса в терминах матриц вращений (связностей). Это даёт представление любой кусочно-плоской гравитационной системы в терминах связностей, которые не связывают соседние 4-тетраэдры. В случае исчисления Редже с независимыми 4-тетраэдрами получаем представление, которое оставляет 4-тетраэдры независимыми также и в секторе связностей. Действие остаётся суммой независимых вкладов 4-тетраэдров.

Определение некоторых интегралов в исчислении Редже

В.М.Хацимовский
arXiv:0808.1042[gr-qc]

Действие в исчислении Редже имеет вид, в котором каждый член линеен по некоторой полевой переменной (масштаб переменной типа площади со знаком). Интересует результат интегрирования по связностям в интеграле по путям. Чтобы найти эту функцию, мы вычисляем её моменты, т. е. интегралы со степенями этой переменной. Вычисление проходит через промежуточное возникновение дельта-функций и интегрирование их и даёт конечный результат для любой степени. Интересующая нас функция поэтому должна экспоненциально спадать при больших площадях, и она действительно является таковой, будучи восстановлена из моментов. Это даёт для гравитации способ определения такого неабсолютно сходящегося интеграла, как интеграл по путям.

Придание смысла некоторым интегралам в исчислении Редже

В.М.Хацимовский
arXiv:0810.1630[math-ph]

Найдено, что определение неабсолютно сходящихся интегралов в исчислении Редже, полученное в предыдущей работе аналитическим продолжением из евклидовой версии теории, согласуется с рассмотрением непосредственно в пространстве-времени Минковского. В частности, при некоторых величинах некоторой свободной константы теории мы находим набор локальных максимумов в зависимости результата (распределения вероятности) от площади. Эти максимумы, как оказывается, соответствуют собственным значениям площади в рамках ранее рассмотренного операторного подхода к исчислению Редже в непрерывном времени.

Влияет ли космологическая постоянная на гравитационное линзирование?

И.Б. Хриплович, А.А. Померанский
International Journal of Modern Physics D, **17** (2008)2255-2259

Проанализировано отклонение лучей света галактиками или кластерами галактик в присутствии космологического члена. Показано, что в системе отсчета, непосредственно связанной с наблюдениями, космологический член не влияет на гравитационное линзирование.

Можно ли детектировать пролет маленькой черной дыры сквозь Землю?

И.Б. Хриплович, А.А. Померанский, Н. Продюи, Г.Ю. Рубан
Preprint arXiv:0801.4623[hep-ex]

Изучена потеря энергии маленькой черной дырой, пролетающей сквозь Землю. В частности, рассмотрено излучение звука в области частот, доступной современным детекторам. Главный вклад в этот эффект вносит когерентное излучение звука черенковского типа.

3.5 Нелинейная динамика и хаос

Насколько хорошо квантовая система способна сохранять память о своем начальном состоянии?

В.В. Соколов, О.В. Жиров
preprint: arXiv:0808.3050v1 [nlin.CD] 22 Aug 2008; Europhys. Lett. **84** (2008) 30001.

В классической механике экспоненциальная локальная неустойчивость, присущая детерминированной хаотической динамике, быстро стирает память о начальных условиях и ведет к практической необратимости движения. В противоположность этому, при квантовой эволюции сохраняется сильная память о начальном состоянии. Мы устанавливаем связь этого факта с относительно медленным (от силы линейным по времени) ростом в процессе движения сложности квантовой функции Вигнера и устанавливаем существование критической интенсивности внешнего возмущения, ниже которого сохраняется такая память.

Степень сложности квантового состояния и обратимость квантового движения

preprint: arXiv:0807.2902v1 [nlin.CD] 18 Jul 2008; Phys. Rev. E **78**, 046212 (2008).
В.В. Соколов, О.В. Жиров, Дж. Бененти, Дж. Казати

Проведен количественный анализ степени обратимости квантового движения систем, чья классическая динамика является хаотической. Установлена связь между обратимостью с одной стороны и скоростью возрастания в процессе эволюции сложности квантового состояния. Эта сложность может быть охарактеризована числом

угловых $\mathcal{M}(t)$ гармоник квантовой функции Вигнера, генерируемых в процессе движения в течение некоторого времени t. Доказано, что в отличие от классической хаотической динамики, где это число растет со временем экспоненциально, в квантовом случае оно увеличивается не быстрее, чем линейно. Установлена прямая связь этого факта с известной из прежних численных исследований высокой степени обратимости квантовой динамики. Показано, в частности, что степень обратимости квантового движения, инвертированного сразу после мгновенного возмущения квантового состояния в произвольно выбранный момент времени T, пороговым образом зависит от интенсивности возмущение ξ. Именно, существует критическое значение этой интенсивности $\xi_c \approx \sqrt{2}/\mathcal{M}(T)$, ниже которого начальное состояние восстанавливается достаточно хорошо, в то время как при больших ее значениях обратимость разрушается. В классическом пределе, когда число гармоник увеличивается экспоненциально быстро со временем, движение становится практически необратимым. Наши общие выводы иллюстрируются на примере нелинейного осциллятора с кубической нелинейностью.

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

O.V. Zhirov and D.L. Shepelyansky,
Phys. Rev. Lett., **100**, 014101 (2008)

Численно исследовано поведение квантового бита (кубита), связанного с квантовым диссипативным осциллятором (резонатором), возбуждаемым внешней периодической силой. Обнаружено, что при увеличениии константы связи выше некоторой критической величины фаза вращения спина кубита оказывается синхронизованной с фазой колебаний осциллятора. В режиме синхронизации, при определенных параметрах системы, обнаружено туннелирование кубита между двумя метастабильными состояниями с различной ориентацией спина, сопровождающееся макроскопическим изменением числа фотонов в резонаторе. Показано, что время жизни таких метастабильных состояний может быть очень большим. Установлено, что в режиме синхронизации происходит существенная перестройка 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)].

Эффективное действие, магнитные возбуждения и квантовые флуктуации в допированных монослойных купратах

А.И.Мильштейн, О.П. Сушков
Phys. Rev. B 78, 014501 (2008)

Мы рассматриваем расширенную двумерную $t - t' - t'' - J$ модель при нулевой температуре. Используя эффективное действие, мы показали, что для параметров монослойного купрата $La_{2-x}Sr_xCuO_4$ основное состояние характеризуется спиновой спиральной структурой. Мы исследовали свойства магнитных возбуждений и учли квантовые флуктуации. Квантовые флуктуации разрушают статическую спиновую спираль при критических значениях допинга $x_c \approx 0.11$. Это точка квантового фазового перехода в состояние спиновой жидкости (динамической спиновой спирали). Мы также сравнили вычисленный спектр нейтронов в рассеянии с имеющимися экспериментальными данными.

МОНОГРАФИЯ

Система кровообращения и артериальная гипертония: биофизические и генетико-физиологические механизмы, математическое и компьютерное моделирование. Глава 4: Глобальное моделирование артериальной системы человека

Э.А. Бибердорф, А.М. Блохин, Н.И. Попова, Ю.Л. Трахинин

Новосибирск: Издательство СО РАН, 2008 (в печати)

Данная работа связана с участием авторов в Проекте № 46 (Конкурса междисциплинарных, интеграционных проектов фундаментальных исследований СО РАН) "Исследование и моделирование физиологических, молекулярногинетических и биофизических механизмов формирования артериальной гипертонии с целью создания оптимальных программ ранней диагностики, прогнозирования осложнений и их профилактики". Впервые предпринята попытка компьютерного моделирования сердечно-сосудистой системы человека как численного решения системы гемодинамики методом прогонки. Эта математическая модель благодаря своей простоте позволила смоделировать кровоток во всех 55 артериях сосудистого дерева человека.

Глава 4

Физика плазмы и управляемый термоядерный синтез

4.1 Исследования на установке ГДЛ

Наиболее существенные результаты на установке ГДЛ получены в двух циклах экспериментов, которые были посвящены изучению подавления продольных потерь при помощи амбиполярной пробки, а также изучению микронеустойчивостей в плазме с анизотропными горячими ионами. Кроме того существенными представляются результаты численного моделирования, целью которого был анализ применимости проектируемого источника нейтронов на основе ГДЛ в качестве устройства для управления подкритичными ядерными реакторами. Ниже приведены описания этих работ в виде трех относительно независимых разделов.

4.1.1 Подавление продольных потерь при помощи амбиполярной пробки на установке ГДЛ

I. Введение

На установке ГДЛ изучена эффективность использования амбиполярной пробки для подавления продольных потерь. К одной из сторон установки был присоединен дополнительный осесимметричный пробкотрон относительно малого объема, в который инжектировались под углом 90° пучки атомов водорода или дейтерия с энергией 22 кэВ и плотностью эквивалентного тока до 0.5 А/см^2. В результате захвата пучков плазмой в дополнительном пробкотроне образовывался плазмоид, содержащий анизотропные в пространстве скоростей горячие ионы со средней энергией 13 кэВ и плотностью до $5{\cdot}10^{13}$ см$^{-3}$ при суммарной мощности атомарных пучков 800 кВт. Показано, что удержание горячих ионов в дополнительном пробкотроне определяется "классическими" процессами: перезарядкой на атомах пучков и торможением на электронах за счет кулоновских столкновений, несмотря на то, что при накоплении быстрых ионов до плотностей выше $2.5{\cdot}10^{13}$ см$^{-3}$ зарегистрировано развитие альфвеновской ионно-циклотронной неустойчивости. Эффект амбиполярного запирания проявился в том, что отношение плотностей потока ионов, покидающих ловушку, для режимов без инжекции пучков в дополнительный пробкотрон и с инжекцией достигло 5. При этом плотность максвелловской компоненты плазмы в основном пробкотроне ГДЛ составляла около $2.5{\cdot}10^{13}$ см$^{-3}$. Приведено качественное объяснение наблюдаемого эффекта, которое заключается в том, что в экспериментах на ГДЛ реализуется режим удержания теплой плазмы, пограничный между газодинамическим и адиабатическим.

II. Описание эксперимента

В данной серии экспериментов установка ГДЛ имела конфигурацию, показанную на рисунке 1. Кроме основного (центрального) пробкотрона и двух баков с приемниками плазмы к одной из сторон установки был присоединен дополнительный пробкотрон с относительно малым объемом. Магнитное поле в ГДЛ имеет полностью аксиально симметричную конфигурацию. Пробочное отношение в основной ячейке в данной серии экспериментов имело величину R=20, магнитное поле в ее центральном сечении – B_0=0.27 Т. Для создания амбиполярной пробки была изменена конструкция существующего пробочного узла ГДЛ. Установлена дополнительная катушка и специальная вакуумная камера (рис. 1).

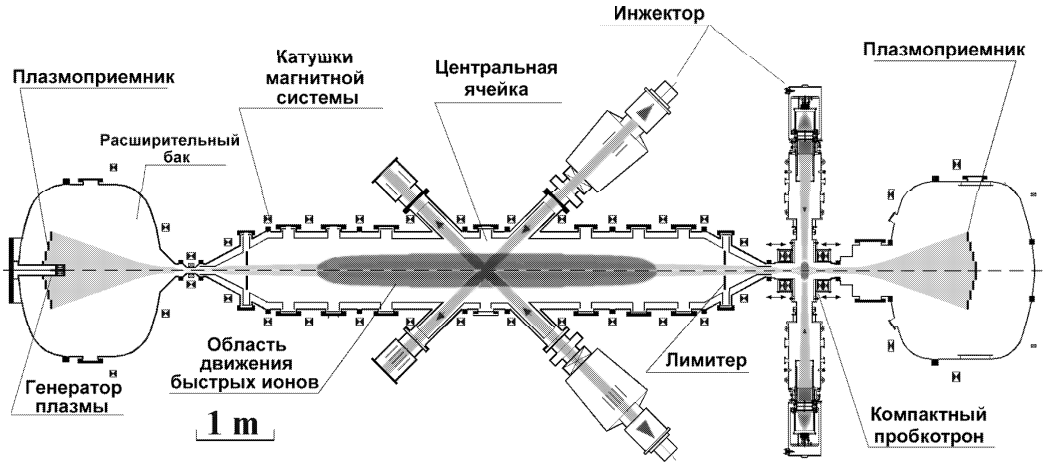


Рис. 1: Газодинамическая ловушка.

Магнитное поле в центральном сечении образовывавшегося компактного пробкотрона (КП) составляло B_0=2.7 Т, пробочное отношение R=2, расстояние между центрами пробочных катушек 43 см, внутренний диаметр вакуумной камеры 70 см.

Баланс частиц столкновительной компоненты плазмы в процессе нагрева атомарными пучками поддерживался инжекцией холодного водорода, которая осуществлялась при помощи специального устройства, совмещенного с пробочным узлом со стороны генератора плазмы (рис. 1). Темп инжекции холодного газа был подобран таким образом, что радиальный профиль плотности мишенной плазмы в основном пробкотроне оставался постоянным на протяжении большей части периода работы атомарных пучков, а максимальное значение плотности вблизи оси составляло n_0=2.5·10^{19} м$^{-3}$. Для подавления поперечных потерь был реализован режим вихревого удержания.

Плазма в компактном пробкотроне состояла также из двух компонент – мишенной плазмы и быстрых ионов. Мишенная плазма из основной ячейки распространялась вдоль силовых линий и вытекала сквозь компактный пробкотрон в расширитель. Быстрые ионы создавались двумя модулями атомарных инжекторов с суммарной мощностью до 0.8 МВт, энергией атомов 21÷22 кэВ и длительностью работы 4 мс. Пучки дейтерия инжектировались перпендикулярно магнитному полю для достижения минимальных размеров области движения быстрых ионов и, соответственно, получения максимальной плотности. В описываемых экспериментах инжекция начиналась с некоторой задержкой – через 200 мкс после начала инжекции в основной ячейке. В результате ионизации и захвата пучков в КП формировалась популяция быстрых ионов с плотностью вдвое большей, чем плотность плазмы в основной ячейке. При этом плотность тёплых ионов в области, занимаемой быстрыми ионами в компактном пробкотроне, оказывалась на порядок ниже плотности быстрых ионов.

III. Результаты измерений

Параметры теплой плазмы в центральной ячейке

Измерения температуры и плотности электронов проводились с помощью системы лазерного рассеяния в диапазоне радиусов r_0=0 ÷ 8 см. В этом интервале плотность и температура практически не зависели от радиуса и имели значения n_0 ≈2.5·10^{19} м$^{-3}$ и T≈100 эВ соответственно. В периферийной области плазмы, где

радиусы были близки к радиусу радиального лимитера (r_0=13 см) температура измерялась при помощи тройного ленгмюровского зонда и оказалась близкой к 30 эВ. Основываясь на результатах измерений, в дальнейших расчетах и оценках использовались радиальные профили температуры и плотности упрощенного вида, которые представлены на рисунке 2.

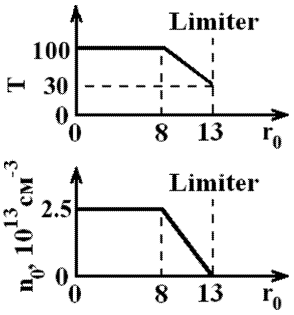


Рис. 2: Радиальные профили температуры (вверху) и плотности (внизу) тёплой плазмы в центральной ячейке ГДЛ. Точность измерения температуры ΔT_e=5 эВ, плотности $\Delta n/n$=10÷15%.

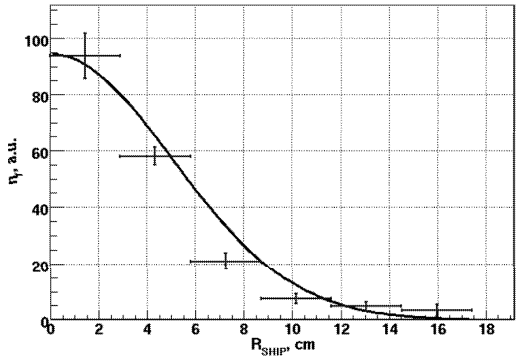


Рис. 3: Радиальный профиль плотности быстрых ионов в компактном пробкотроне в относительных единицах: точками обозначены экспериментальные данные, сплошной кривой - аппроксимация гауссовским профилем. Радиусы соответствуют центральному сечению КП.

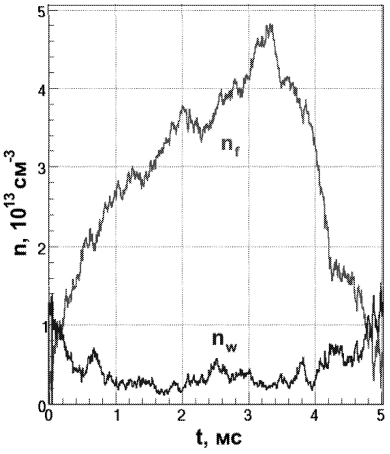


Рис. 4: Зависимость плотности быстрых ионов n_f и плотности ионов тёплой плазмы n_w на оси компактного пробкотрона от времени. Время отсчитывалось от начала инжекции в компактный пробкотрон.

Радиальный профиль плотности быстрых ионов в компактном пробкотроне показан на рисунке 3. Зависимость максимальной плотности быстрых ионов в компактном пробкотроне от времени представлена на рисунке 4. Согласно результатам измерения диамагнетизма и температуры электронов в основном пробкотроне ГДЛ накопление быстрых ионов в КП несущественно влияло на усредненные по сечению плазменного столба параметры плазмы.

Ток ионов в расширителе

Основной диагностикой для определения степени подавления продольных потерь был сеточный зонд, расположенный в расширителе в точке с пробочным отношением R_d=0.7. С его помощью были измерены временные (рисунок 5) и радиальные (рисунок 6) зависимости абсолютной плотности тока ионов в расширителе. В течение первых 1-1.5 мс происходил переходной процесс, связанный с началом инжекции. Тёплая плазма нагревалась от 1-5 эВ до температуры около 100 эВ, происходило радиальное перераспределение плотности плазмы в центральной ячейке.

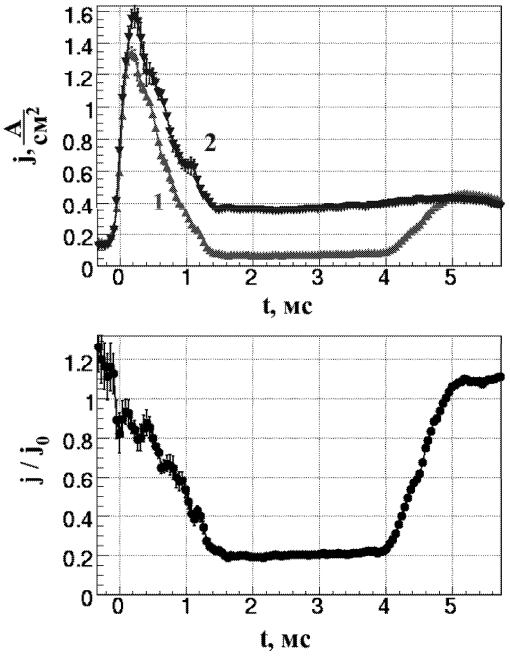


Рис. 5: Вверху — временные зависимости тока ионов на оси системы в режимах с инжекцией в компактный пробкотрон (номер 1) и без неё (номер 2). Внизу — подавление продольных потерь (отношение кривой 1 к кривой 2). Время отсчитывается от начала инжекции в компактный пробкотрон.

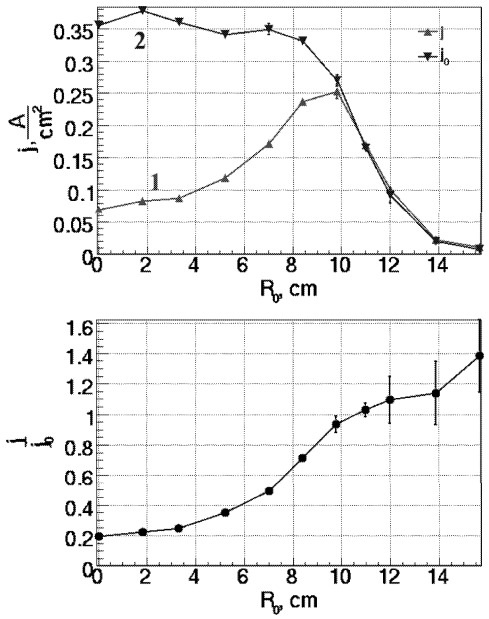


Рис. 6: Вверху — радиальные зависимости тока ионов в режимах с инжекцией в компактный пробкотрон (номер 1) и без неё (номер 2). Внизу — подавление продольных потерь (отношение кривой 1 к кривой 2). Токи измерены через 2 мс после начала инжекции в компактный пробкотрон; радиусы пересчитаны вдоль силовых линий на центральное сечение ГДЛ.

Далее, после t=1.5 мс, в центральной ячейке устанавливалось равновесие, а в компактном пробкотроне плотность быстрых ионов продолжала нарастать. Таким образом, подавление продольных потерь в равновесном режиме можно было наблюдать для плотностей тёплых ионов в диапазоне от n_f=3·10^{13} см$^{-3}$ в t=1.5 мс до n_f=4.5·10^{13} см$^{-3}$ в t=3-3.5 мс. Степень подавления составляла $j_0/j \approx 5$ в течение всего этого промежутка времени, хотя абсолютные значения плотности тока на оси несколько возрастали со временем.

Чтобы ответить на вопрос, какова степень подавления продольных потерь при плотностях быстрых ионов меньше n_f=3·10^{13} см$^{-3}$, была проведена дополнительная серия экспериментов с пониженной мощностью инжекции в компактный пробкотрон. Результаты измерений представлены точками на рисунке 7. Следует отметить, что в дополнительной серии экспериментов абсолютные параметры плазмы в центральной

ячейке отличались от основной серии. Температура в этих экспериментах была ниже (70 эВ), а плотность несколько выше. Однако нормированные параметры для двух серий достаточно хорошо совпадают.

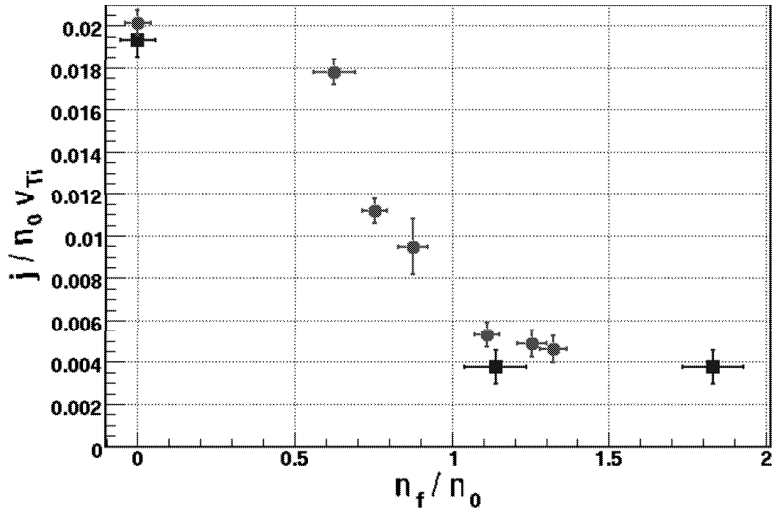


Рис. 7: Зависимость плотности тока в расширителе от плотности быстрых ионов в компактном пробкотроне. Величины нормированы на параметры тёплой плазмы в центральной ячейке – плотность n_0 и тепловую скорость ионов v_{Ti}. Квадратиками и кружками маркированы данные, полученные в сериях экспериментов с максимальным подавлением продольных потерь и с уменьшенной инжекцией в КП соответственно.

Энергетический спектр ионов, двигающихся вдоль оси в расширителе, измерялся 45° энергоанализатором. Результаты измерений в режимах с инжекцией пучков в КП и без инжекции представлены на рисунке 8. Исчезновение частиц с энергиями ниже 525 эВ в режиме с инжекцией пучков в КП указывает на эффект амбиполярного запирания.

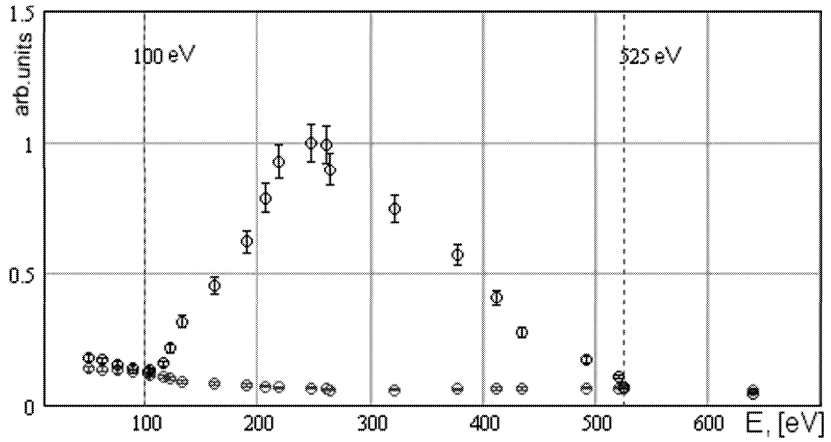


Рис. 8: Энергетический спектр ионов в расширителе в относительных единицах. Верхний графики соответствуют экспериментам без инжекции в компактный пробкотрон, нижний – режиму с максимально подавленными продольными потерями.

IV. Обсуждение результатов

Сформулируем основные особенности, замеченные в эксперименте.

• Зависимость продольных потерь от плотности быстрых ионов в компактном пробкотроне носит пороговый характер. Подавление происходит в сравнительно узком диапазоне плотностей быстрых ионов $0.5< n_f/n_0 <1.2$-1.3.

• В диапазоне плотностей быстрых ионов $1.3< n_f/n_0 <1.9$ в КП степень подавления потока ионов в расширителе сохраняется практически постоянной и равной 5.

• Существенное подавление наступает при амбиполярных потенциалах ниже температуры: $\ln(n_f/n_0)<1$.

• Эффективность подавления потерь различна на разных радиусах. В приосевой области поток ионов ослаблялся в 5 раз, а для радиусов $r_0 >10$ см подавление было несущественно.

Постоянство степени подавления потока плазмы в расширителе для диапазона плотностей быстрых ионов в КП $1.3<n_f/n_0<1.9$ (рис. 7) объясняется тем, что ионный ток здесь в основном обусловлен быстрыми ионами, которые рассеиваются в конус потерь в основном пробкотроне ГДЛ. Этот вывод сделан по результатам анализа энергетического спектра ионов, покидающих центральную ячейку ГДЛ через КП.

Различная степень подавления потока теплых ионов для различных радиусов (рис. 7) может быть объяснена совокупным действием трех факторов. Первый из них связан с выбранным способом подавления МГД неустойчивости. Для реализации режима вихревого удержания на радиальные лимитеры (рис. 1) подавался электрический потенциал $U \approx +150$ В относительно заземленных плазмоприемников. Как показывают результаты специальных измерений и расчетов, при этом радиальный профиль потенциала плазмы в центральной ячейке имеет максимум ($\phi_{max} \approx$+150 В) вблизи радиуса лимитера (R_0= 13 см). Величина потенциала убывает на меньших радиусах с характерным масштабом изменения $\delta \approx 6$ см.

Таким образом, потенциал плазмы в основном пробкотроне ГДЛ оказывается увеличенным в достаточно широкой области вблизи лимитера, что естественно ведет к уменьшению разности потенциалов между амбиполярной пробкой и основным пробкотроном и, соответственно, уменьшению эффекта амбиполярного запирания в этой области.

Вторым фактором является естественное охлаждение теплой плазмы вблизи лимитера, что ведет к увеличению параметра L/λ_0 в этой области и ослаблению степени подавления потока теплой плазмы амбиполярной пробкой.

Третьим фактором является отсутствие подобия профилей плотности горячих ионов в КП и плотности теплой плазмы в основном пробкотроне (рис. 2 и рис. 4). Вследствие более пикированной формы профиля плотности быстрых ионов в КП отношение n_f/n_0 уменьшается примерно на 30% при переходе от r_0=0 к r_0=10 см, что также должно приводить к некоторому уменьшению степени амбиполярного подавления в области, близкой к лимитеру.

Согласно результатам простой оценки с учетом закона Больцмана для электронов и ионов теплой плазмы, а также квазинейтральности, при n_f/n_0=1.2 степень подавления потока ионов в расширителе не должна превышать $j_0/j \approx 2$, в то же время по результатам измерений эта величина составляет 5. Столь существенное различие объясняется тем обстоятельством, что при температуре теплой плазмы 100 эВ и плотности $2.5\cdot10^{13}$ см$^{-3}$ режим удержания является пограничным между газодинамическим и адиабатическим.

В заключение сформулируем основные результаты данной работы:

• Продемонстрирован эффект амбиполярного запирания потока теплой плазмы из основной ячейки установки ГДЛ. Зарегистрировано максимальное подавление в 5 раз при величине амбиполярного потенциала меньшей температуры плазмы ($e\varphi<T$).

• Полученный результат объяснён переходом от случая заполненного конуса потерь в основном пробкотроне при низких значениях амбиполярного потенциала ($e\varphi << T$) к случаю пустого конуса потерь в режиме с $e\varphi>T$.

4.1.2 Изучение микронеустойчивостей в плазме с анизотропными горячими ионами

При достижении некоторых критических параметров было зафиксировано появление колебаний потенциала плазмы на частотах, близких к ионно-циклотронной частоте, соответствующей магнитному полю в экваториальной плоскости КП. Это могло свидетельствовать о развитии микронеустойчивости, вызванной сильной анизотропией функции распределения быстрых ионов в фазовом пространстве. Для определения типа развивающейся в КП ГДЛ микронеустойчивости была использована система из высокочастотных электрических и магнитных зондов.

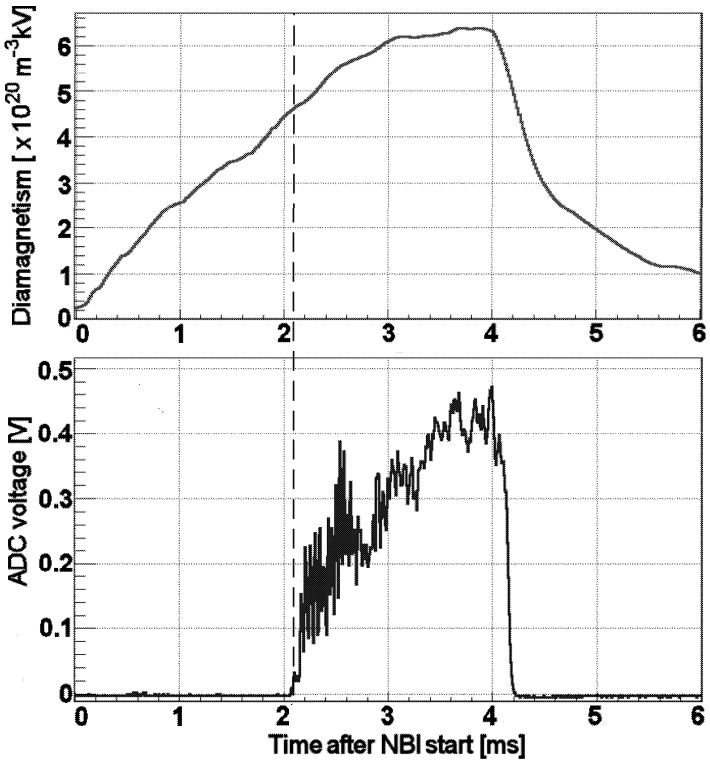


Рис. 9: Диамагнетизм быстрых ионов в компактном пробкотроне и амплитуда колебаний потенциала ВЧ в зависимости от времени после начала инжекции в КП ГДЛ.

Исследуемые колебания носили ярко выраженный пороговый характер. На рис.9 изображены зависимости диамагнетизма быстрых ионов в компактном пробкотроне и амплитуды высокочастотных колебаний на магнитном зонде в КП в зависимости от времени. Колебания наступали при превышении порогового значения диамагнетизма плазмоида, которое соответствует накопленной плотности быстрых ионов

n>3 x 10^{13} $см^{-3}$, при средней энергии ионов 12-13 кэВ. При этом величина параметра β (отношение давления плазмы к давлению магнитного поля) составила ~ 0.02 , анизотропии (отношение средней поперечной кинетической энергии частиц $<E_\perp>$ к средней продольной $<E_\parallel>$) A ~ 35, а отношение ларморовского радиуса к характерному радиальному размеру плазмоида $a_i/R_p \approx 0.23$.

Для определения фаз и частот колебаний вычислялась спектральная плотность взаимной корреляционной функции двух сигналов с различных ВЧ зондов. На рис.10 приведена относительная спектральная мощность взаимной корреляционной функции сигналов с двух зондов расположенных по азимуту на одном радиусе в компактном пробкотроне.

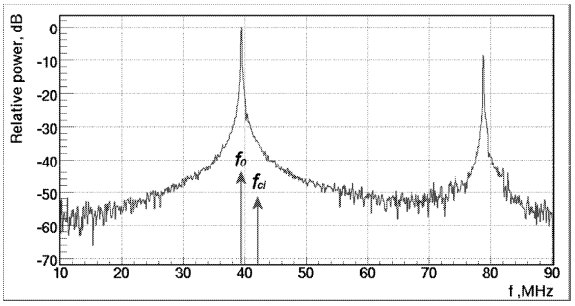


Рис. 10: Спектр ВЧ колебаний плазмы в компактном пробкотроне ГДЛ.

Узкий пик соответствует частоте колебаний потенциала плазмы $f_0 = 39.65 \pm 0.15$ МГц, вызванных развитием исследуемой неустойчивости. Второй пик на спектре соответствует второй гармонике колебаний. Значение реального магнитного поля (с учетом диамагнетизма плазмы) в центре КП составило в этом эксперименте 27.6±0.3 кГс. Это минимальное значение магнитного поля в компактном пробкотроне. Ионно-циклотронная частота, соответствующая этому полю, f = 42±0.5 МГц. Таким образом, зафиксирован сдвиг частоты высокочастотных колебаний плазмы влево относительно минимально возможной в КП ионно-циклотронной частоты. Эта частота ВЧ колебаний плазмы удовлетворяет оценке для частот альфвеновской ионно-циклотронной неустойчивости: $f_0 < f_{ci}$ (1-$<E_\parallel>/<E_\perp>$). Азимутальный модовый состав колебаний определялся из разности фаз колебаний потенциала зондов, расположенных по азимуту на радиусе 4.5 см от оси в КП. На рис.11 представлен анализ поперечных (азимутальных) мод.

По оси абсцисс отложен угол между зондами в радианах, по оси ординат – разность фаз в радианах между зондами. Сплошная линия соответствует моде -1, пунктирная – моде -2. Как видно из рисунка, в большинстве измерений азимутальная мода колебаний с приемлемой точностью была равна -1, но иногда наблюдалась и вторая мода. Колебаний с более высокими модами не обнаружено. Для выбранной системы координат знак минус означает распространение в направлении электронного диамагнитного дрейфа.

На рис. 12 показаны напряжения, индуцированные на магнитных зондах радиальной и азимутальной компонентами вектора магнитного поля $\dot{B}_r(t)$ и $\dot{B}_\phi(t)$. Восстановленная по ним амплитуда возмущений магнитного поля была порядка 100 мГс. Зонд при этом находился на радиусе 15 см от оси установки. Вектор магнитного поля волны вращался на рисунке по часовой стрелке. Для геометрии эксперимента это соответствует направлению ларморовского вращения ионов (левая поляризация волны).

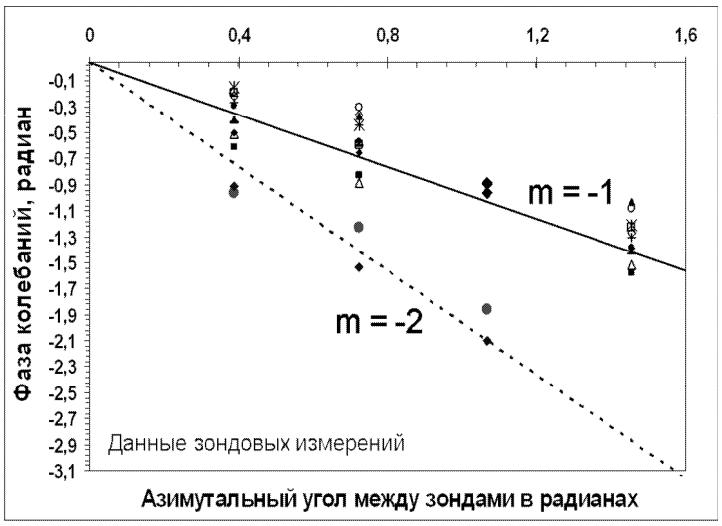


Рис. 11: Анализ поперечных колебаний.

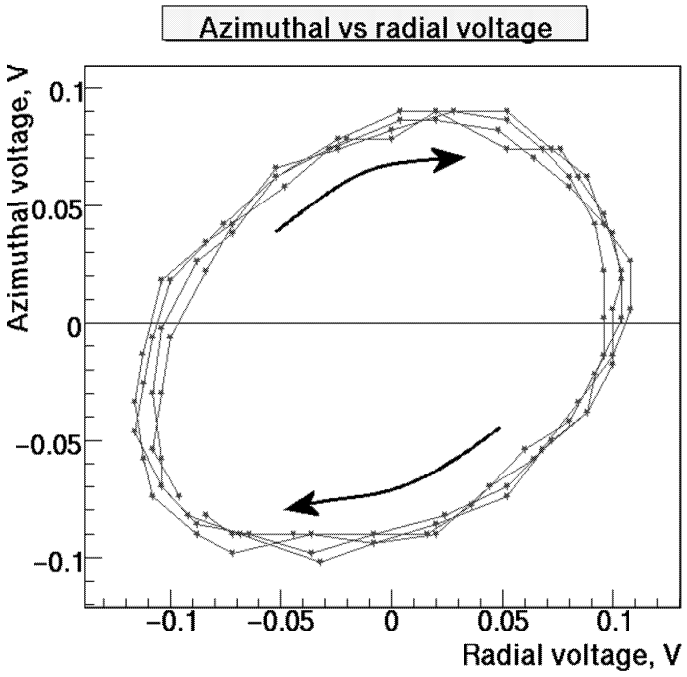


Рис. 12: Напряжения на магнитном зонде, индуцированные переменными радиальной и азимутальной компонентами вектора магнитного поля волны.

Регистрация малых поперечных мод колебаний волны, сдвига частоты волны относительно ионно-циклотронной в центральном сечении KII, вращения вектора поляризации магнитного поля волны в направлении ларморовского движения ионов является весомым аргументом в пользу того, что колебания в плазмоиде связаны с развитием альфвеновской ионно-циклотронной неустойчивости.

Разность фаз между сигналами с находившихся на одной силовой линии зондов (зонда в компактном пробкотроне и зонда в расширителе) от выстрела к выстрелу была случайна. Это означает, что продольная длина волны исследуемых колебаний

много меньше, чем расстояние между зондами ($\sim$ 70 см), и колебания не относятся к желобковому типу, и, следовательно, не являются результатом развития дрейфово-конусной микронеустойчивости. Этот же вывод подтверждают данные измерений с помощью системы из трех ВЧ зондов, расположенных на расстоянии 1.5 см на одной силовой линии в расширителе. Согласно результату взаимного корреляционного анализа сигналов с этих зондов, продольная длина волны колебаний не превышает 2 см.

В заключение приведем основные результаты, полученные в ходе данной работы:

• С помощью электрических и магнитных ВЧ зондов проведены исследования электромагнитных колебаний плазмы в компактном пробкотроне ГДЛ, вызванных сильной анизотропией функции распределения ионов в пространстве скоростей. Амплитуда флуктуаций составила примерно 100 мГс.

• Развивающаяся микронеустойчивость является альфвеновской ионно-циклотронной. Об этом свидетельствуют малые азимутальные волновые числа m = 1-2, частота колебаний ниже ионно-циклотронной частоты в области минимума магнитного поля компактного пробкотрона и вращение вектора поляризации в направлении ларморовского движения ионов.

• Определен порог развития микронеустойчивости относительно плотности быстрых ионов, относительного давления β, степени анизотропии A и отношения ларморовского радиуса к радиусу плазмоида. Неустойчивость развивалась при плотности быстрых ионов $n > 3 \times 10^{13}$ см$^{-3}$, $\beta = 0.02$, анизотропии $A = 35$, $a_i/R_p = 0.23$.

4.1.3 Мощный нейтронный источник для управления подкритичным реактором деления и трансмутации долгоживущих радиоактивных отходов

Переработка долгоживущих радиоактивных ядерных отходов, включая плутоний, минорные актиниды и другие продукты деления, представляет очень важную проблему в ядерной технологии и в настоящее время широко изучается во всем мире. Подкритичные реакторные системы кажутся весьма перспективными для эффективного дожигания плутония и минорных актинидов, в том случае, если доступен достаточно интенсивный нейтронный источник. С этой целью нейтронный источник ускорительного типа, так называемый Accelerator Driven Systems (ADS), использующий для производства первичных нейтронов реакции расщепления ядра, вызываемые ускоренным пучком частиц высокой энергии, в настоящее время рассматривается как наиболее перспективный.

Однако, в последние годы возрастающий интерес вызывает возможность создания подкритического реактора деления, где в качестве драйвера предполагается использовать DT плазму, в которой происходит термоядерная реакция синтеза и генерируются 14 МэВ нейтроны. Такая установка обещает ряд преимуществ по сравнению с ускорительными системами (ADS). Одно из преимуществ заключается в том, что 14 МэВ термоядерные нейтроны имеют значительно более высокую энергию по сравнению с нейтронами, генерируемыми в источнике ускорительного типа на реакции скалывания. Это, как будет показано ниже, дает дополнительные возможности в увеличении эффективности генерации нейтронов за счет реакций (n,2n) и (n,3n).

Существенное достоинство нейтронного генератора на основе ГДЛ состоит в том,

что в нем в принципе достижимы значения $\beta \sim 1$, что позволяет создать относительно компактную установку с малой потребляемой мощностью и расходом трития.

В версии, предназначенной для термоядерного материаловедения (далее будем называть ее "основной" или "basic vesrion"), осесимметричный пробкотрон имеет длину 10 м. Сверхпроводящие катушки создают магнитное поле $B_0 \sim 1$ Тл в центральной части и до B_m =15 Тл в пробке (области сильного магнитного поля), так что пробочное отношение R B_m/B_0=15 (см. рисунок 13а).

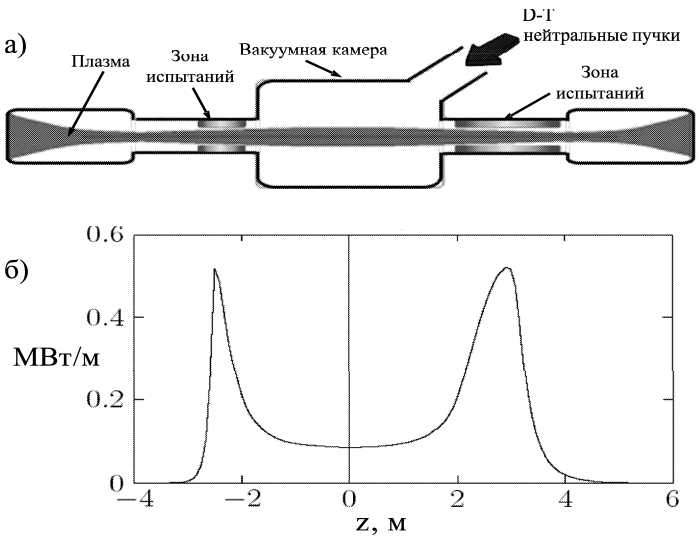


Рис. 13: (а) Схема нейтронного источника на базе газодинамической ловушке и (б) продольный профиль удельной мощности потока нейтронов.

В пробкотроне удерживается двухкомпонентная плазма, в которой одна из компонент - столкновительная мишенная плазма с изотропной в пространстве скоростей максвелловской функцией распределения частиц – имеет температуру электронов и ионов 0.75 кэВ и плотность 2 - 5 $\cdot 10^{20}$ м$^{-3}$. Другая компонента – быстрые ионы дейтерия и трития с энергиями, лежащими в термоядерном диапазоне, – образуется в результате мощной инжекции атомарных пучков D и T. Бесстолкновительный, адиабатический режим удержания характерен для данной компоненты. Быстрые дейтоны и тритоны, сталкиваясь, вступают в реакции ядерного синтеза, при этом полная мощность, выделяемая в нейтронах, составляет 1.25 МВт. Энергия инжектируемых частиц при этом предполагается равной 65 кэВ при суммарной мощности атомарной инжекции 36.3 МВт (18.9 МВт D^0 и 17.4 МВт T^0). Полное потребление электроэнергии составляет 60 МВт для основного варианта нейтронного источника. Использование дополнительных систем рекуперации позволяет вернуть в систему до 25-35 МВт тепловой мощности, что при эффективности преобразования тепловой энергии в электрическую составит, по меньшей мере, 10 МВт экономии в потребляемой электрической мощности.

Атомарная инжекция ведется под углом около 30° к оси установки. В этих условиях вблизи областей отражения частиц профиль плотности быстрых ионов и, следовательно, профиль плотности потока нейтронов за счет термоядерных реакций между быстрыми D и T ионами оказываются сильно пикированными (см. рисунок 13б).

"Основная" версия проектируемого источника нейтронов, первоначально предназначенная для термоядерного материаловедения, была использована как базисный вариант при проведении оптимизации и оценки эффективности различных версий

НИ для использования в качестве драйвера в подкритичном реакторе. Идея использования НИ на основе газодинамической ловушки предполагает установить ГДЛ вертикально и окружить обе зоны максимального нейтронного производства ("n-зоны") двумя подкритичными реакторами. Как результат, "основной" вариант НИ имеет две n-зоны общей длиной 1 м и интегральной по длине обеих зон мощностью нейтронного потока 0.44 МВт (см. рисунок 14). Для простоты будем считать размеры обеих зон одинаковыми по 0.5 м каждая и с 0.22 МВт используемой нейтронной мощности (P_n^{useful}) с каждой стороны (что легко достигается при симметрии обеих частей соленоида ГДЛ). Результатом первой оптимизации геометрии НИ стало удлинение n-зон с 0.5 до 1.5 метра каждая, что дало увеличение полной полезной нейтронной мощности до 1.5 МВт (2 x 0.75 МВт). Полное энергопотребление "длинного" НИ составило 80 МВт с учетом рекуперации (вариант V_1 в таблице 4.1).

Таблица 4.1: Результаты расчётов подкритичных систем на базе ГДЛ-НИ в сравнении с ADS.

Источник :	**ADS**	**GDT basic**	**V_1**	**V_2**
P^*_{suppl}, МВт	20	50	80	150
$P_n^{usefull}$, МВт (полная)	0.25	0.44	1.5	4
S_n, нейтрон/сек	1.25 x 10^{18}	2 x 10^{17}	7 x 10^{17}	1.8 x 10^{18}
h_{fis}, МэВ/нейтрон	1316	2710	3446	3684
P_{fis}, МВт (полная)	263	87	380	1044
P_{el}^{out}, МВт ($\eta = 40\%$)	105	35	152	418
Q=P_{el}^{out}/P^*_{suppl})	5.3	0.7	1.9	2.8
Переработка МА,кг.год	36(1.2 ЛВР)	23(0.8 ЛВР)	52(1.8 ЛВР)	144(5 ЛВР)

Результатом следующей оптимизации стало дальнейшее удлинение зон с максимальной нейтронной мощностью. В этой версии источника имеется две зоны длиной по 4 метра каждая с полной полезной нейтронной мощностью 4 МВт (2 x 2 МВт). Полная мощность энергопотребления составила 150 МВт. В таблице 1 приведено сравнение трех версий НИ. Вариант НИ V_2 представляет собой систему с двумя реакторами-дожигателями МА с полной ядерной мощностью свыше 1 ГВт (522 МВт в каждом подкритическом реакторе) с энергетической эффективностью Q$\sim$2.8. Планируемая производительность переработки МА в этой новой версии составит 144 кг МА в год, что соответствует годовой наработке МА в ОЯТ от 5 стандартных ЛВР.

4.2 Установка ГОЛ-3

Введение

Научная программа 2008 года была направлена на решение нескольких конкретных задач физики и технологии систем многопробочного удержания высокотемпературной плазмы. Параллельно с экспериментами по научным программам, в 2008 году продолжалось развитие экспериментальной базы. Велись эксперименты по отработке методики инжекции мощных атомарных пучков в плазму ГОЛ-3. Продолжалось развитие схемы генерации длинноимпульсных электронных пучков с плазменным эмиттером. Диагностический комплекс установки расширился за счёт создания новых методик, о которых будет сказано ниже.

Схема установки представлена на рис 1. Основной соленоид 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 установка работает в режиме "слабой гофрировки". Соленоид оканчивается одиночными магнитными пробками с полем 8 ÷ 9 Тл. Выходной узел установки состоит из источника предварительной плазмы и расширителя с торцевым приёмником пучка. В области выходного расширителя магнитное поле плавно спадает до 0.05 Тл, благодаря чему удельная плотность энергии на поверхности уменьшилась до величины, позволяющей применять металлы в качестве приёмных поверхностей.

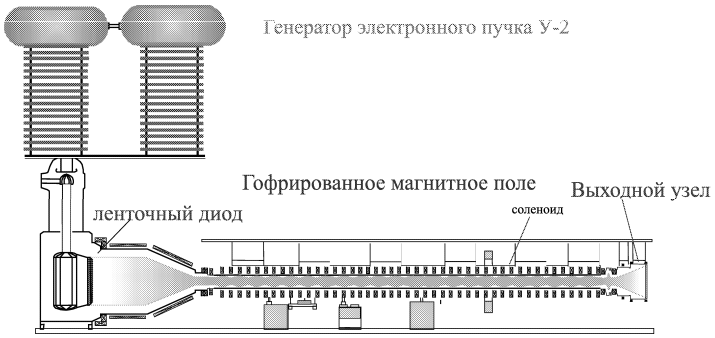


Рис. 1: Схема установки ГОЛ-3.

Типичный сценарий эксперимента выглядит следующим образом. При помощи нескольких импульсных клапанов в металлической вакуумной камере ∅ 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 $\sim 3 \cdot 10^{20}$ м$^{-3}$ и температурой ∼2 эВ. Затем в эту плазму инжектируется релятивистский электронный пучок со следующими параметрами: энергия электронов ∼0.8 МэВ, ток ∼25 кА, длительность по основанию ∼12 мкс, энергосодержание ∼120 кДж, диаметр пучка 4.1 см (цифра приведена для магнитного поля 3.2 Тл, соответствующего минимумам гофрированного поля). Такой пучок формируется в ленточном релятивистском диоде ускорителя У-2, а затем сжимается и преобразуется в пучок круглого сечения магнитной системой ускорителя. В результате коллективного нагрева плазма приобретает ионную температуру масштаба 2÷3 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 Изучение функции распределения электронов во время пучкового нагрева плазмы

В 2008 году была проведена большая серия экспериментов, направленных на изучение особенностей динамики функции распределения электронов во время пучкового нагрева плазмы и после его завершения. Такие данные важны как для улучшения понимания процесса релаксации электронного пучка в плазме и передачи энергии от релятивистских электронов пучка к плазменным электронам посредством ленгмюровской турбулентности, так и для использования при обработке результатов измерений другими диагностическими методиками. Особенностью функции распределения

электронов в пучково-плазменной системе является то, что она является существенно немаксвелловской. Поэтому требуется проводить измерения в широком диапазоне по энергии электронов.

Измерения проводились системой малоуглового томсоновского рассеяния, в которой в качестве источника зондирующего излучения используется импульсный неодимовый лазер (1058 нм, 40 Дж, 15 нс). Изучался свет, рассеянный на угол 8°, при этом волновой вектор рассеяния соответствовал компоненте скорости электронов, перпендикулярной магнитному полю. Интенсивность рассеянного света измерялась в восьми спектральных каналах при помощи инфракрасных лавинных фотодиодов с соответствующими предусилителями и оцифровывался при помощи АЦП 1220 (тактовая частота 50 МГц, 12 разрядов, 32 К точек на канал) производства Лаб. 9. Система томсоновского рассеяния расположена в 415 см от входной пробки, то есть относительно далеко от области максимального энерговыделения пучка.

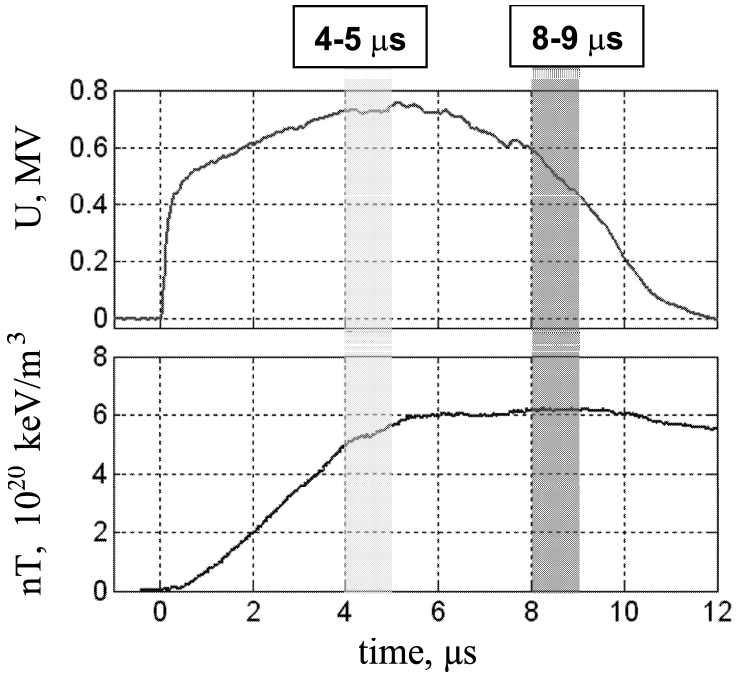


Рис. 2: Вверху: напряжение на диоде ускорителя У-2, внизу: диамагнитное давление плазмы. Отмечены интервалы 4÷5 и 8÷9 мкс от начала инжекции пучка, для которых на рис. 3 приведен вид функции распределения электронов.

На рис.2 приведены типичные осциллограммы напряжения на катоде ускорителя У-2, которое соответствует энергии инжекции электронов и давления плазмы вблизи от точки расположения системы томсоновского рассеяния. Измерения функции распределения электронов показали, что она является неравновесной (немаксвелловской) как в течение импульса инжекции электронного пучка в плазму, так и после его окончания. Важной особенностью, впервые зарегистрированной в этих экспериментах, является изменение характера функции распределения вблизи от максимума давления плазмы. Из предыдущих экспериментов было известно, что нагрев плазмы практически прекращается ещё до достижения пика мощности электронного пучка, при этом давление плазмы остаётся почти постоянным в течение некоторого времени на спаде мощности пучка. Измерения томсоновского рассеяния показали, что в то время изменяется и функция распределения электронов. Из рис. 3 видно, что количество электронов с поперечными энергиями до 100 эВ и выше 3 кэВ

остаётся неизменным, но плотность электронов с энергиями 0.5÷2 кэВ уменьшается почти на порядок. Функция распределения становится, таким образом, более неравновесной. Результаты измерений являются важными для понимания как физики пучково-плазменного взаимодействия, так и влияния микротурбулентности на удержание частиц и энергии в ловушке. Интерпретация результатов этих измерений является модельно-зависимой, поэтому более детальный анализ будет проведён позднее с использованием данных других диагностик.

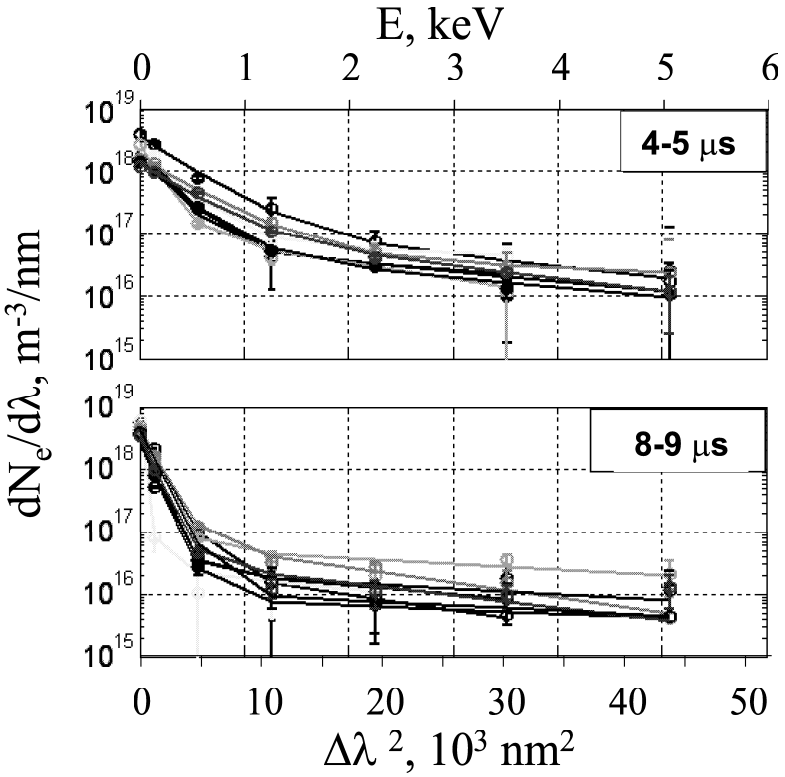


Рис. 3: Вид спектров рассеяния (по поперечной компоненте вектора скорости электронов). Верхняя горизонтальная ось соответствует энергии электронов, имеющих нулевую компоненту скорости вдоль магнитного поля. Приведены спектры для нескольких выстрелов в каждом режиме для демонстрации степени повторяемости результатов.

4.2.2 Эксперименты с электронным пучком уменьшенного диаметра

Установка ГОЛ-3 работает в нынешней конфигурации магнитной системы с 2004 года. За это время были найдены оптимальные по нагреву и удержанию плазмы режимы, поэтому достижимые параметры плазмы ограничивались техническими характеристиками различных систем установки. В 2007 году была проведена модернизация диодного узла генератора пучка У-2, в результате которой плотность тока пучка в плазме была увеличена вдвое (диаметр пучка был уменьшен с 60 до 41 мм при сохранении полного тока). Это позволило провести ряд новых экспериментов, описанных выше. Следующим шагом стало уменьшение поперечного размера пучка и области нагретой плазмы до 13 мм. Для этого из сформированного стандартным

образом электронного пучка вырезалась приосевая область при помощи графитового лимитера, расположенного в области финальной компрессии пучка перед инжекцией в соленоид. Далее такой пучок в тексте будет называться тонким. Полный ток тонкого пучка составлял до 2 кА, при этом сохранялась плотность тока пучка в плазме, а качество пучка улучшилось за счёт того, что в среднем электроны тонкого пучка имеют меньший питч-угол из-за меньшего собственного магнитного поля на краю пучка. Изменение конфигурации эксперимента по сравнению с предыдущими режимами проиллюстрировано на рис. 4. Полное энергосодержание пучка за импульс уменьшилось в ∼10 раз.

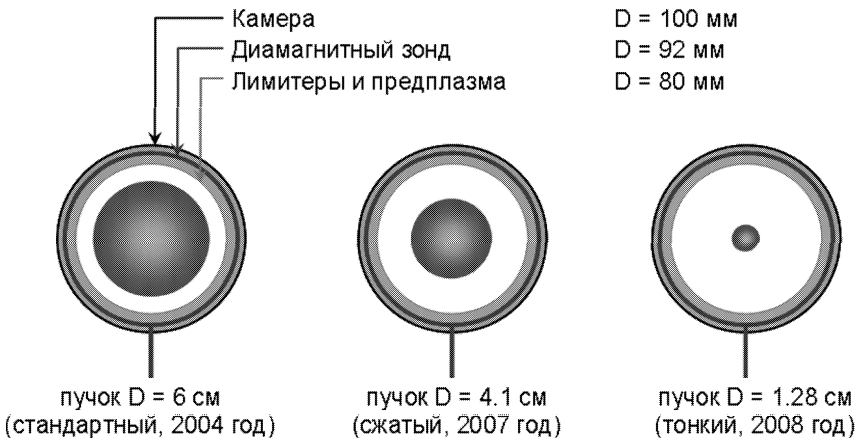


Рис. 4: Геометрия эксперимента в разных режимах работы установки ГОЛ-3. В центре выделена область горячей плазмы, соответствующая расчётному диаметру электронного пучка для трёх случаев: исходный пучок (слева), пучок с увеличенной плотностью тока (в центре) и пучок малого диаметра (справа). Диаметр горячей области указан для минимумов гофрировки магнитного поля, равных 3.2 Тл. Ток пучка для первых двух случаев равен 20÷25 кА, в сжатом пучке ток достигает ∼2 кА в максимуме.

Эксперименты с тонким пучком были направлены на решение нескольких физических задач. Особенностью этого пучка является то, что полный ток пучка стал существенно меньше предельного вакуумного тока. Поэтому стало возможным проведение экспериментов с инжекцией электронного пучка не только в заранее приготовленную низкотемпературную предварительную плазму, но также в вакуум и в неионизированный газ. Инжекция пучка в вакуум позволила провести независимую калибровку анализатора спектра пучка (см. п. 4.2.3 ниже), а также выполнить ряд других методических проверок. Важным является сравнение динамики нагрева и удержания плазмы при инжекции пучка в газ и плазму одинаковой плотности. Помимо этого, при уменьшении диаметра пучка ухудшается отношения площади поперечного сечения горячей плазмы к её периметру. Соответственно, возрастает роль процессов поперечного переноса энергии, которые в обычном режиме с хорошим удержанием не превышают 10% в полном энергобалансе. Изменяется и пространственное распределение токов, текущих по плазме по всему сечению, то есть винтовая структура магнитного поля в области удержания, от которой зависит качество удержания плазмы в ГОЛ-3.

Результаты экспериментов с тонким пучком оказались более интересными, чем это предполагалось вначале. Так, нагрев плазмы на некотором участке на первых двух метрах от точки инжекции пучка оказался более сильным, чем это можно было

ожидать при простом пересчёте на новое сечение электронного пучка. Иллюстрацией этого может служить рис. 5. Заметим, что для тонкого пучка на этой координате находится максимум давления по длине плазменного столба, в то время как для полноразмерного пучка этот максимум смещён ближе к входной пробке и имеет относительно меньшую амплитуду. На остальной части плазменного столба (там, где пучок движется по плазме уже в частично отрелаксировавшем состоянии) нагрев плазмы совпадает с тем, что наблюдалось с пучком обычного сечения, что и ожидалось (см. рис. 6).

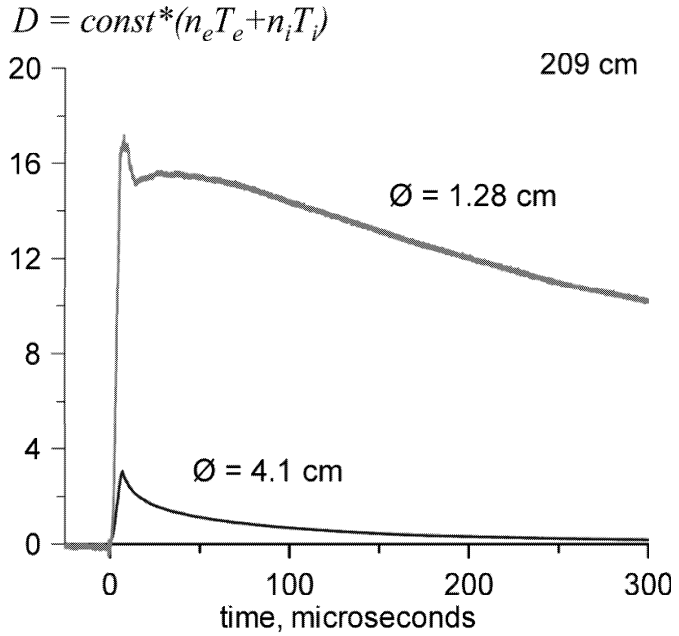


Рис. 5: Динамика давления плазмы по диамагнитным измерениям для случаев тонкого и обычного электронного пучка на расстоянии 209 см от входной пробки. Произведена нормировка показаний датчика на расчётную площадь сечения горячей плазмы.

В экспериментах с тонким пучком сохранена высокая плотность тока электронного пучка, которая доходит до $\approx$2 кА/см^2 в максимумах гофрированного магнитного поля. Из-за большой длины установки при такой плотности тока пучка система пучок-плазма должна быть неустойчивой по критерию Крускала-Шафранова, поскольку величина запаса устойчивости $q \approx 0.3$ втрое ниже порога неустойчивости (наступающей при $q < 1$). В эксперименте действительно наблюдалось смещение пучка относительно положения, рассчитанного по вакуумному магнитному полю. Это было зарегистрировано по профилям ослабления зондирующего атомарного пучка и по пространственному распределению свечения многозарядных примесных ионов кислорода в вакуумном ультрафиолетовом диапазоне. Пучок оказывался смещённым в разные точки плазменного сечения от выстрела к выстрелу. При этом в целом транспортировка пучка по плазме была устойчивой, то есть сброса пучка на стенку камеры с гибелью плазмы не происходило. Удержание энергии в плазме в экспериментах с тонким пучком было в целом хорошим. Наблюдаемые явления могут свидетельствовать о том, что неустойчивость Крускала-Шафранова действительно развивается, но смещение пучка относительно расчётного положения стабилизируется из-за самоорганизации плазмы и формирования в целом устойчивой структуры обратных плазменных токов.

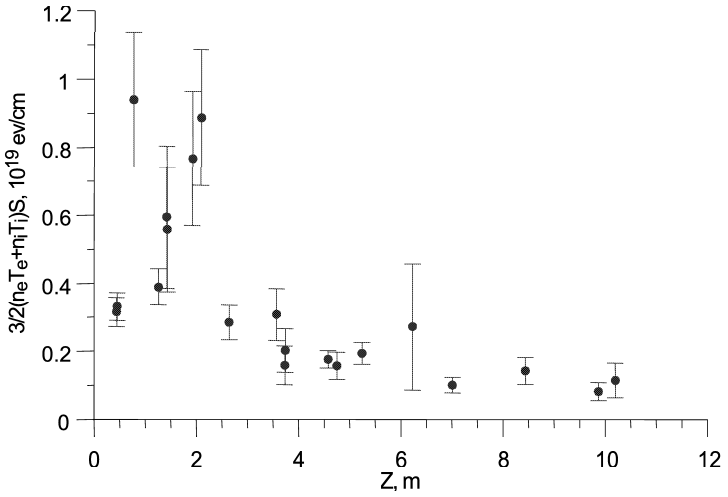


Рис. 6: Распределение погонного энергосодержания плазмы по длине установки в экспериментах с тонким пучком. Указан статистический разброс для серии из 20 выстрелов. Показания датчиков приведены к магнитному полю 4 Тл, соответствующему среднему полю элемента гофрировки.

4.2.3 Измерение спектра релятивистского электронного пучка

Одной из важных проблем в изучении пучково-плазменного взаимодействия является измерение спектра электронов на выходе пучка из плазменного столба. Эта характеристика определяет степень релаксации пучка по энергии, его средние потери, а также позволяет оценить на основании теоретических моделей плотность энергии ленгмюровских колебаний в резонансной с пучком области спектра. В течение 2008 года была подготовлена диагностика, которая на основе известных закономерностей торможения электронов различных энергий в веществе мишени позволяет находить энергетический спектр электронов замагниченного пучка на выходе из плазмы. В этих измерениях электронный пучок падает практически по нормали на набор стоящих последовательно друг за другом металлических фольг. Измеряя токи с фольг, можно определить распределение по глубине термализованных электронов, а уже из него решением обратной задачи можно восстановить энергетический спектр электронов. Подобные многофольговые анализаторы были ранее предложены в нашей лаборатории, были протестированы и использовались для измерения спектра пучка в различных экспериментах.

Хорошо известно, что процедура восстановления спектра является некорректной обратной задачей и сопряжена со значительными погрешностями при нахождении решения. В качестве развития этой методики для уменьшения погрешностей и подавления возникающих в процессе решения осциллирующих паразитных колебаний нами была выполнена оптимизация разбиений не только по интервалам энергий, но и по толщинам фольг. Помимо этого на основе априорной информации о положительной определенности энергетического спектра с помощью проекционного метода Танабы-Хуанга получены решения обратной задачи, устойчивые к ошибкам в измерениях токов с фольг, а также к погрешностям заложенных в основу решения функций распределения по глубине моноэнергетических электронов. Используя описанную диагностику, были проведены измерения энергетического спектра электронов на выходе из плазмы в экспериментах по взаимодействию “тонкого” пучка с плотностью

тока j $\sim$ 2 кА/см^2 и диаметром 1.3 см как с плазмой, так и с нейтральным газом. На рис. 7, 8 и 9 представлены осциллограммы напряжения на диоде, токов с фольг, спектрограмма пучка и мгновенные потери энергии пучка в одном из выстрелов при инжекции такого пучка в плазму.

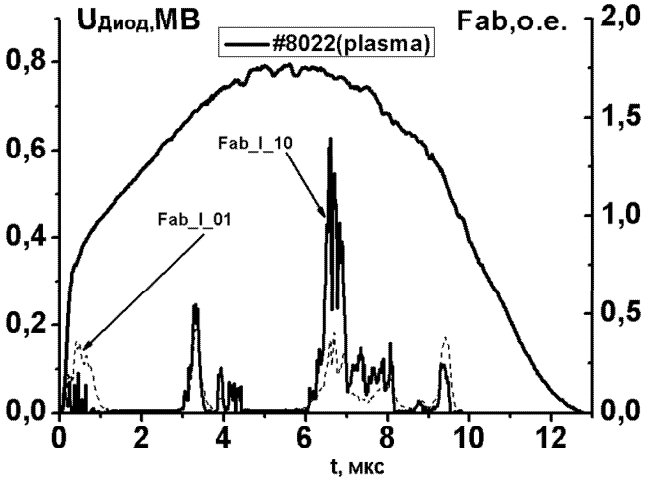


Рис. 7: Осциллограммы напряжения на диоде, а также сигналы с первой и последней фольг многофольгового анализатора при инжекции пучка в плазму.

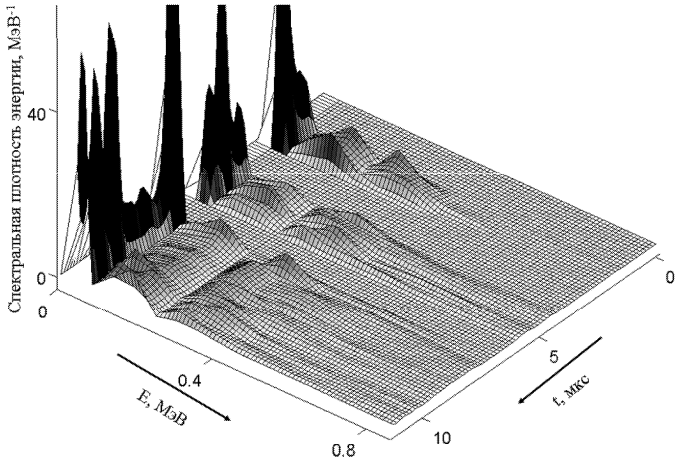


Рис. 8: Энергетический спектр электронов в диапазоне 30 кэВ $\div$ 0.8 МэВ на выходе из установки, рассчитанный по токам с фольг.

Как видно из рисунков, имеет место сильная релаксация пучка в плазме, в результате чего энергетический спектр пучка существенно уширяется и смещается в низкие энергии. Кроме того, в спектре пучка зарегистрирована группа электронов с энергиями в диапазоне 30 $\div$ 100 кэВ, которые могут представлять собой как сильно замедленные электроны пучка, так и ускоренные электроны плазмы. Плотность этой группы электронов сопоставима с плотностью самого пучка. Средние потери энергии электронов пучка, полученные из приведенного энергетического спектра в

диапазоне 0,1÷1 МэВ, превышают уровень 50%. При инжекции пучка в газ эффективность нагрева плазмы по данным диамагнитных измерений снижается, средние потери пучка на выходе из плазмы также заметно ниже и составляют около 35÷40%.

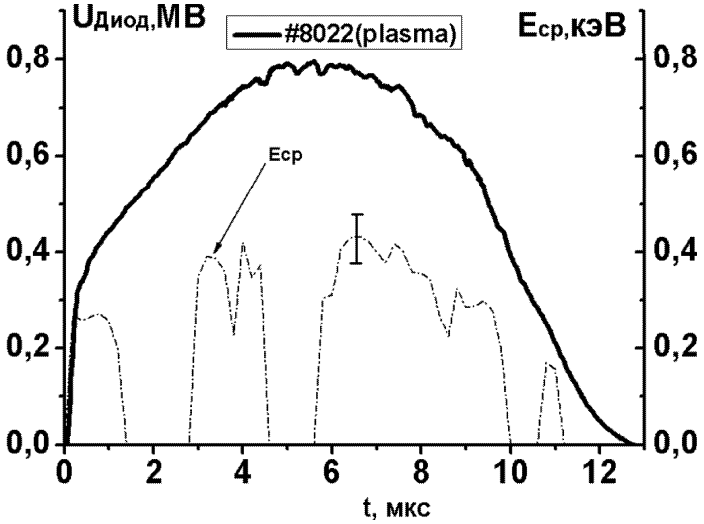


Рис. 9: Зависимости от времени энергии электронов исходного пучка (напряжение на диоде) и средней энергии электронов на выходе из установки в диапазоне 100 кэВ ÷ 1 МэВ.

4.2.4 Регистрация субтерагерцового излучения из плазмы

Характерной особенностью плазмы с развитой ленгмюровской турбулентностью является возможность генерации электромагнитного излучения в области плазменной частоты ("ω_p-процесс") и двойной плазменной частоты ("$2\omega_p$-процесс"). В ω_p-процессе электромагнитнаям волна, возникающая при конверсии плазменных колебаний на флуктуациях плотности, оказывается сильно затухающей. Это не позволяет по ω_p-эмиссии получить прямую информацию о параметрах турбулентной плазмы в ее внутренней области. Указанного недостатка лишена $2\omega_p$-эмиссия, возникающая вследствие нелинейного слияния двух ленгмюровских плазмонов. При плотности плазмы в диапазоне $10^{20} \div 10^{21}$ м$^{-3}$ линейная частота $2\omega_p$-эмиссии приходится на диапазон 180 ÷ 565 ГГц. Для измерений интенсивности и спектра излучения вблизи двойной плазменной частоты в 2008 г. нами была разработана и впервые применена в экспериментах с микросекундным электронным пучком четырёхканальная радиометрическая диагностика.

Диагностика реализована по квазиоптической схеме, в которой входной поток субмиллиметрового излучения разделяется посредством поляризационных делителей на четыре пространственно разнесенных пучка, частотная фильтрация которых обеспечивается сеточными полосовыми фильтрами, а прием и регистрация – высокочувствительными полупроводниковыми приемниками, согласованными с рупорно-линзовыми антеннами (рис. 10а).

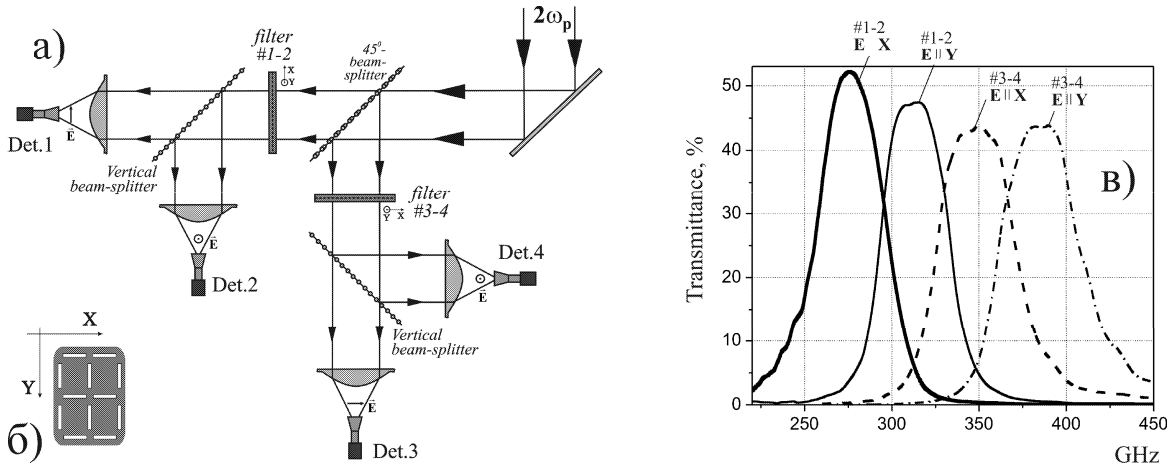


Рис. 10: а) схема радиометрической $2\omega_p$-диагностики; б) топология сеток фильтров; в) спектральное пропускание сеточных фильтров.

Приемники излучения представляют собой квазимонолитные детекторные секции на диоде Шоттки, который установлен в волноводном тракте секции и интегрирован с микрополосковой линией, обеспечивающей широкополосное согласование диода с волноводом. Встроенный предусилитель с собственным временем интегрирования <5 нс обеспечивает динамический диапазон регистрации сигнала в четыре порядка (1 мкВт ÷ 10 мВт). В текущей конфигурации приемники имеют наилучшую чувствительность в диапазоне частот 210÷550 ГГц. В качестве полосовых фильтров использованы сеточные интерференционные фильтры. Они выполнены в виде разделенных четвертьволновыми промежутками двойных индуктивных металлических сеток с топологией резонансных щелей. Элемент периодической структуры сетки показан на рис. 10б, а спектральное пропускание фильтров в обсуждаемой системе — на рис. 10в. Ввиду сильной поляризационной чувствительности приемных детекторов мы заложили анизотропную топологию рисунка сеток, благодаря которой для кросс-поляризованных компонент падающего излучения обеспечивается значительное (масштаба ширины полосы) частотное смещение выделяемой полосы пропускания, что позволяет при заданном числе спектральных каналов сократить вдвое число используемых в радиометрической системе сеточных фильтров и тем самым уменьшить стоимость ее изготовления. Изготовление фильтров осуществляется с использованием фотолитографической техники формирования сеточного рисунка на поверхности металлизированной полипропиленовой пленки с последующим термопрессованием отдельных пленок в многослойную структуру. В качестве поляризационных делителей использованы одиночные одномерные сетки с периодом 8 мкм, изготавливаемых фотолитографией. Спектральная калибровка узлов радиометрической системы проведена на уникальном субмиллиметровом ЛОВ-спектрометре разработки ИОФ им. А.М. Прохорова РАН.

Исследование $2\omega_p$-эмиссии проводилось в области максимального нагрева плазмы. Излучение выводилось из плазменной камеры через фторопластовое окно 70x30 мм^2 с последующей транспортировкой в диэлектрической трубе ∅54 мм. Противоположное окно камеры было также прозрачным для $2\omega_p$-излучения. Экспериментально зарегистрирована эмиссия субмиллиметрового излучения в течение времени инжекции пучка (рис.11а). При этом наблюдается наличие резких всплесков эмиссии длительностью 10÷100 нс на фоне более медленной огибающей, а также перестройка спектра к моменту окончания инжекции пучка (рис.11б), что указывает на модуляцию

плотности плазмы в процессе инжекции РЭП. В настоящее время проводятся эксперименты по уточнению природы и спектральной мощности излучения плазмы в различных режимах работы установки ГОЛ-3.

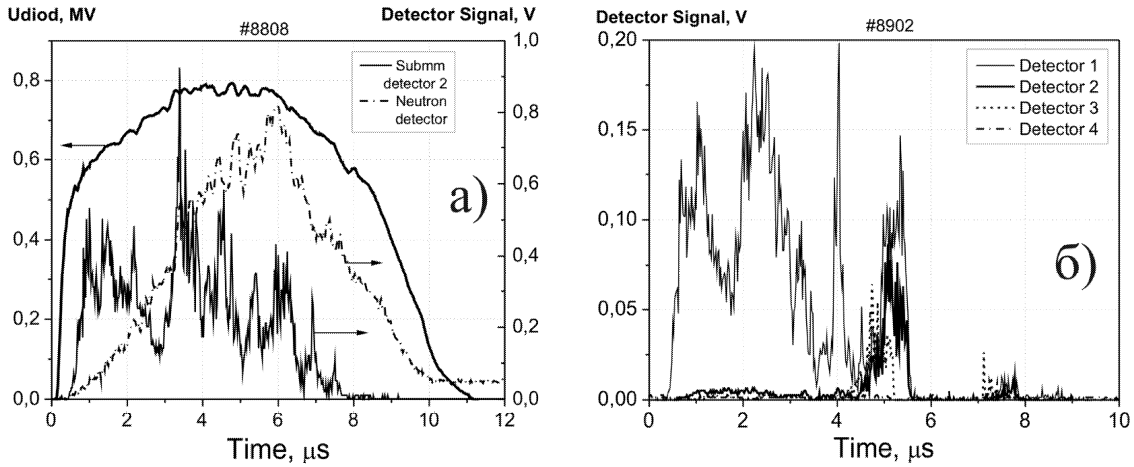


Рис. 11: а) характерные осциллограммы напряжения ГИНа, сигналов нейтронного и субмиллиметрового-детектора (без фильтра); б) пример осциллограмм 4-канальной $2\omega_p$-диагностики с преобладанием сигнала в низкочастотном канале.

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

В 2008 году продолжались работы, нацеленные на развитие техники получения сильноточных электронных пучков с энергией в диапазоне сотен кэВ на основе плазменного эмиттера, имеющих большую длительность импульса (0.1 ÷ 1 мс) и высокую плотность тока. На специальном стенде были проведены первые эксперименты по магнитной компрессии электронного пучка, сгенерированного в источнике с дуговым плазменным эмиттером и электронно-оптической системой (ЭОС) диодного типа с ускоряющими апертурами в виде круглых отверстий. Энергия электронов пучка стендового источника была около 26 кэВ при длительности импульса 0.25 мс. Схема эксперимента показана на рис. 12. Пучок генерировался в аксиальном магнитном поле 0.1 Тл и далее транспортировался и адиабатически сжимался в нарастающем поле пробочной конфигурации. Ток пучка, прошедшего через магнитную пробку, регистрировался цилиндром Фарадея (ЦФ). Также измерялись полный ток эмиссии, токоосаждение на трубку дрейфа (до входа в пробку) и ток на анодный электрод ЭОС.

В ходе экспериментов пробочное отношение варьировалось в широких пределах при сохранении постоянной величины магнитного поля в области ЭОС. На рис. 13 приведено отношение тока, измеренного ЦФ, к полному току пучка в зависимости от пробочного отношения R (для одноапертурной ЭОС). При R=20 и соответствующем 90% токопрохождении пучка плотность тока в области максимальной компрессии

достигает величины 400 А/см^2. При увеличении пробочного отношения часть электронов пучка отражалась назад, что сопровождалось соответствующим увеличением тока на стенку трубы дрейфа и на анод ЭОС.

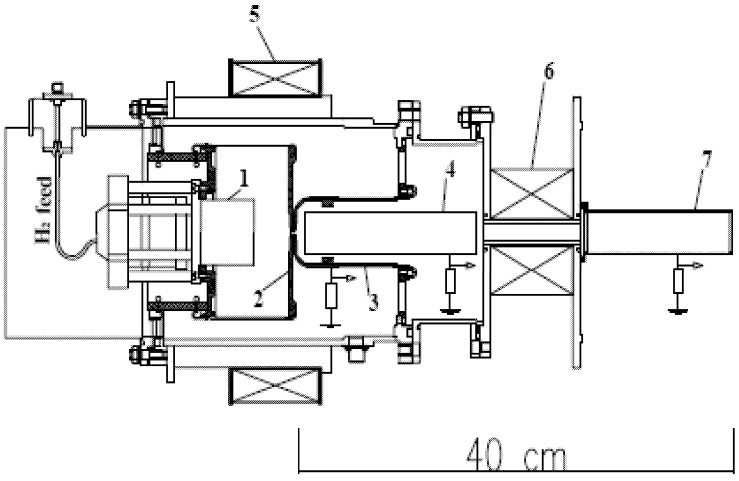


Рис. 12: Схема эксперимента. 1 - дуговой генератор плазмы, 2 - эмиссионный электрод, 3 - вытягивающий (анодный) электрод, 4 - лайнер, 5 - катушка магнитного поля, 6 - пробочная катушка, 7 - цилиндр Фарадея.

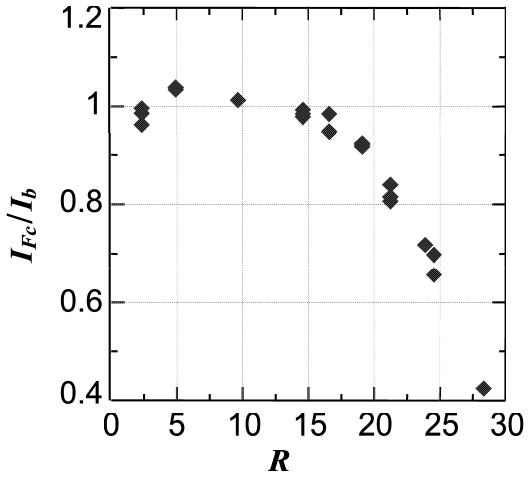


Рис. 13: Отношение прошедшего тока пучка через магнитную пробку I_{Fc} к току пучка при выключенной пробке I_b в зависимости от пробочного отношения R.

Результаты экспериментов не противоречат ожиданиям, вытекающим из модельных численных расчетов. Заметим, что основной вклад в стартовые питч-углы электронов в этих экспериментах был связан с дефокусирующим воздействием анодной апертуры ЭОС.

Наряду с проведением экспериментов на стенде, в 2008 году был сконструирован, изготовлен в опытном производстве ИЯФ и установлен в бак оконечного расширителя плазмы установки ГОЛ-3 источник длинноимпульсного электронного пучка с дуговым плазменным эмиттером. Источник рассчитан на получение пучка с энергией

электронов 150 кэВ, длительностью импульса не менее 100 мкс и током в диапазоне до сотен ампер. Схема и внешний вид источника показаны на рисунке 14.

В рамках работ по созданию импульсного источника напряжения для ускорения пучка была смонтирована конструкция высоковольтного емкостного накопителя 1.2 мкФ х 200 кВ; также был подготовлен к работе и испытан многозазорный разрядник на напряжение до 200 кВ, предназначенный для коммутации высоковольтной емкости на источник.

Были успешно проведены "холодные" (без пучка) испытания источника на электрическую прочность. Испытания проводились как в статическом режиме с подачей на катод источника напряжения до 150 кВ, так и в импульсном режиме с максимальным напряжением свыше 180 кВ.

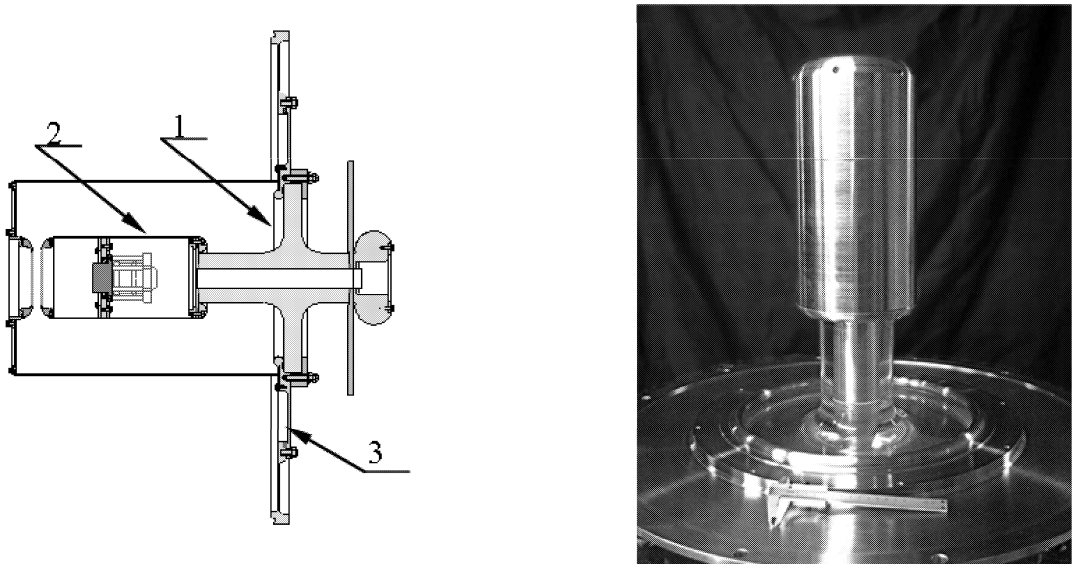


Рис. 14: Схематическое устройство и внешний вид источника для установки в оконечный расширитель плазмы ГОЛ-3 (до монтажа внешнего анодного электрода): 1-проходной изолятор; 2-плазменный эмиттер; 3-фланец для установки в бак расширителя.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

На установке ГОЛ-3 продолжаются 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 различным направлениям.

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. Иванцивский, И. В. Кандауров, К. Н. Куклин, 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

4.3.1 Принципы работы двухстадийного генератора и схема эксперимента

К концу 2007 - началу 2008 гг. были полностью завершены конструкторско- технологические разработки по всему проекту эксперимента по двухстадийной генерации терагерцового излучения, и к середине 2008 года выполнен основной объем работ по изготовлению деталей и узлов, предназначенных для его реализации. Схема планируемого эксперимента представлена на рис. 1.

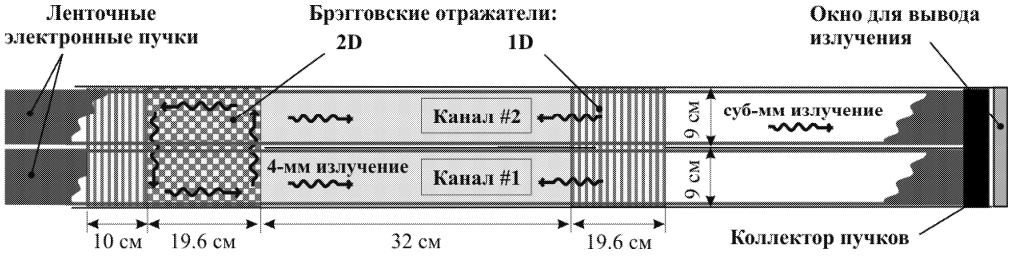


Рис. 1: Схема эксперимента по внутрирезонаторному рассеянию 4-мм излучения на ленточном РЭП.

В этой схеме нижний ленточный электронный пучок движется в продольном магнитном поле с поперечной ондуляторной компонентой и накачивает мощную электромагнитную волну во всем резонаторном пространстве, состоящем из двух объединенных секций: верхней и нижней. Каждая из секций образована входным двумерным брэгговским отражателем, однородным участком и выходным отражателем на основе одномерного брэгговского рефлектора с узкой полосой отражения. Соединение секций резонатора в первой серии экспериментов предполагается посредством торцевой щели между секциями, через которую 4-мм излучение из нижней секции, в которой происходит его генерация при накачке ленточным РЭП в условиях ондуляторного магнитного поля, попадает в верхнюю секцию резонатора. Такая схема позволяет использовать мощное 4-мм излучение, накопленное в резонаторе планарного мазера, в качестве электромагнитного ондулятора для лазера на свободных электронов, реализованного во второй секции резонатора, в которой распространяется второй ленточный пучок в условиях продольного однородного магнитного поля. Ранее было показано, что для сильноточных пучков с энергией электронов 0.8-1 МэВ в случае, когда 4-мм волна распространяется навстречу пучку, область длин волн генерируемого излучения лежит в пределах 0.1-0.3 мм в зависимости от величины релятивистского гамма фактора. В свою очередь, для случая, когда 4-мм излучение падает перпендикулярно движению пучка, область генерируемых длин волн смещается соответственно в район 0.2-0.6 мм. В обеих секциях для обеспечения двухстадийной генерации излучения запланировано использовать ленточные пучки с толщиной 3-4 мм, шириной 7 см и плотностью тока 1- 3 кА/см^2. Электронные пучки проходят в узких щелевых каналах с продольным ведущим магнитным полем с индукцией около 2 Тл. В нижнем канале присутствует поперечное ондуляторное магнитное поле, которое позволяет генерировать 4-мм излучение с эффективностью $\sim$10%. В этом

случае плотность энергии 4-мм излучения в резонаторе МСЭ будет соответствовать напряженности электрического поля на уровне $\sim 10^6$ В/см, и именно такое же значение напряженности электрического поля будет в верхнем канале, предназначенном для рассеяния 4-мм излучения на релятивистском пучке. При указанной напряженности поля поток энергии волны должен достигать величин $I_0 = 0.5$ ГВт/см^2, что обеспечит пространственный коэффициент усиления на второй стадии получения терагерцового излучения при плотности тока пучка j = 3 кА/см^2 на уровне $\Gamma \sim$ (3-5) м$^{-1}$, что вполне приемлемо для проведения опытов.

4.3.2 Эксперименты по одновременной генерации и транспортировке двух сильноточных ленточных пучков

В течение 2008 года была успешно завершена серия экспериментов по одновременной генерации и транспортировке двух сильноточных ленточных пучков. На заключительном этапе нами было зарегистрировано спонтанное СВЧ-излучение с частотой в диапазоне 68-80 ГГц, генерируемое электронами ленточных пучков в ондуляторном магнитном поле в отсутствие брэгговского резонатора. Как видно из результатов измерения сигналов мощности такого излучения (см. рис. 2), эти сигналы не коррелируют во времени, то есть два ленточных пучка излучают независимо. В отсутствие ондуляторного поля мощность спонтанного излучения падает в несколько раз.

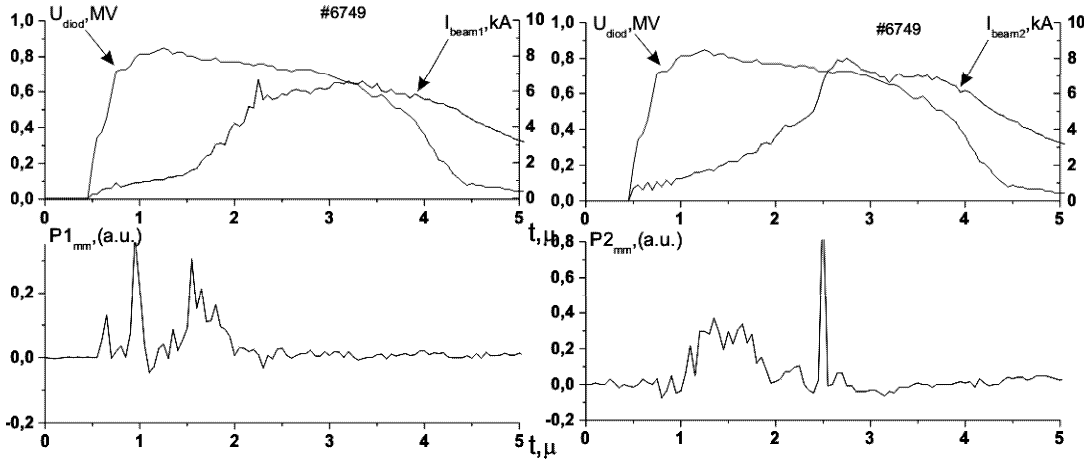


Рис. 2: Сигналы СВЧ-излучения в диапазоне 68-80 ГГц, генерируемого одновременно двумя ленточными пучками при их движении в каналах с ондуляторным полем в отсутствие брэгговского резонатора (левая часть рисунка относится к нижнему пучку, правая - к верхнему).

Помимо этого, с помощью панно из неоновых ламп была зарегистрирована пространственная картина распределения интенсивности СВЧ-излучения, выходящего из верхнего и нижнего каналов транспортировки пучков через окна. Картина свечения лампочек представлена на рис. 3. Судя по характеру этого распределения, генерация излучения в отсутствие резонатора происходит в многомодовом режиме.

Таким образом, в результате проведения экспериментов по одновременной генерации и транспортировке двух интенсивных ленточных РЭП получены два близких

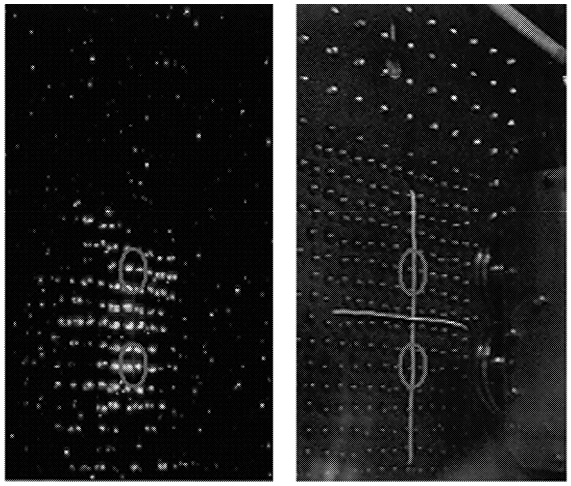


Рис. 3: Картина свечения неоновых ламп под действием СВЧ-излучения, выходящего из каналов транспортировки пучков (слева), и фотография панно с отмеченными на нем с помощью кругов проекциями апертур окон для вывода излучения.

по параметрам ленточных пучка с сечением 0.4x7 см^2 при плотности тока до 1,5 кА/см^2, что удовлетворяет сформулированным ранее требованиям для проведения эксперимента по двухстадийной генерации.

4.3.3 Электродинамическая система для экспериментов по двухстадийной генерации терагерцового-излучения

В качестве электродинамической системы в первых экспериментах по реализации двухстадийной схемы генерации терагерцового излучения будет использован изготовленный в 2008 году комбинированный планарный брэгговский резонатор, составленный из входного двумерного и выходного одномерного брэгговских отражателей, разделенных участком гладкого волновода (см. рис. 1). Возможность одномодовой одночастотной генерации 4-мм излучения в МСЭ с таким резонатором была показана в расчётах и компьютерном моделировании и доказана в экспериментах на установке ЭЛМИ в 2005 году.

На рис. (4 а) представлены фотографии, на которых видны фрагменты одномерной (выходной) и двумерной (входной) брэгговских решеток. Входной участок электродинамической системы, на котором два канала объединяются между собой посредством двумерной решетки, представлен на рис. (4 б). В области двумерной решетки на входном участке канала видны уголковые рассеиватели, предназначенные для подавления паразитных "запертых" мод, связанных с поперечными потоками излучения, генерируемыми на этой решетке. Эффективность использования таких рассеивателей по сравнению с различными поглотителями была продемонстрирована нами ранее.

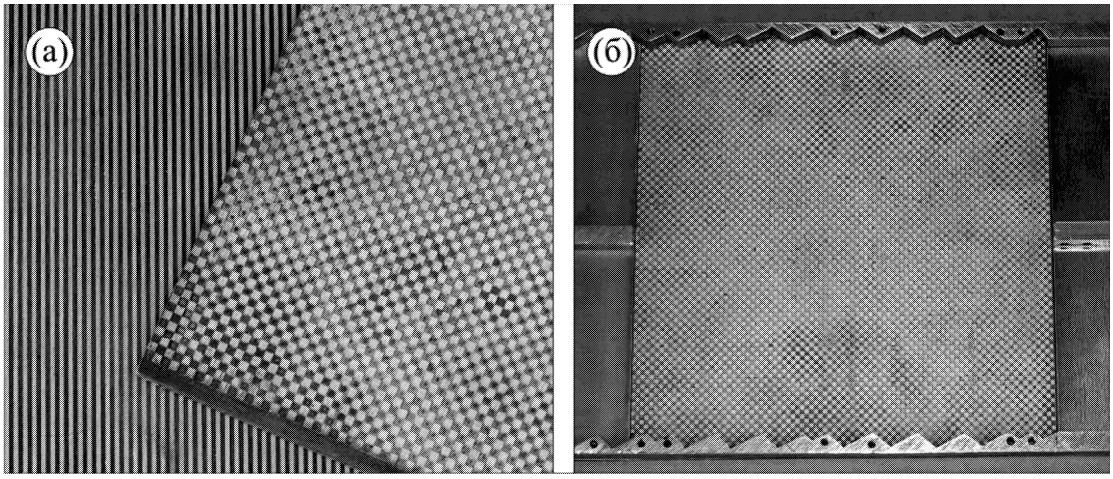


Рис. 4: а) фрагменты одномерной и двумерной решеток; б) часть резонатора с двумерной брэгговской решеткой.

Таким образом, при использовании описанной электродинамической системы в первых экспериментах фактически будет изучено однопроходное усиление терагерцового излучения, вызванного рассеянием 4-мм излучения на угол 90° в области двумерного брэгговского отражателя и на 180°, то есть обратным рассеянием, которое должно реализовываться на всей длине резонатора за счет отражения от выходной одномерной решетки во втором канале. Дальнейшее усовершенствование электродинамической системы будет идти по пути оптимизации параметров брэгговских структур (в частности – коэффициента связи двумерного отражателя, определяющего фактически связь между каналами), а также создания резонатора терагерцового излучения для получения режима генерации и существенного увеличения выходной мощности. Разработка такого резонатора с учетом существующей геометрии и параметров установки является отдельной комплексной задачей.

4.3.4 Система диагностики миллиметрового и субмиллиметрового излучений

Для регистрации спектрального состава 4-мм излучения, генерируемого в мазере на свободных электронах, нами созданы и успешно применяются в течение нескольких лет два основных типа спектральных диагностик. Первая из них - *четырёхканальная квазиоптическая диагностика*, обеспечивающая регистрацию плотности потока ЭМ излучения в широком интервале частот. Она построена на основе квазиоптической линии передачи, в которой в качестве частотно-селективных элементов используются четыре полосовых фильтра Фабри-Перо с различными полосами пропускания. Сигнал микроволнового излучения, прошедшего каждый фильтр, регистрируется маломощными кристаллическими детекторами и далее оцифровывается с помощью АЦП с временным разрешением 5 нс. Четырёхканальная диагностика обеспечивает “обзорную” регистрацию спектрального состава излучения в каждом из импульсов, генерируемых мазером, в частотном интервале 72.5-77 ГГц, в котором лежат частоты всех мод комбинированного резонатора МСЭ. Частотное разрешение диагностики определяется шириной полосы пропускания фильтров, среднее значение которой составляет около 0.7 ГГц.

В качестве второй диагностики, предназначенной для прецизионного анализа спектра излучения мазера, используется одноканальная гетеродинная диагностика. Ее работа основана на смешивании с помощью нелинейного детектора (смесителя) сигналов СВЧ излучения, поступающих одновременно от мазера и от задающего СВЧ-генератора. Полоса частот, в которой возможна перестройка задающего генератора, равна 60-79 ГГц, точность поддержания заданной частоты ± 10 МГц. Диапазон регистрируемых гетеродинной диагностикой частот в настоящее время фактически ограничен полосой пропускания используемого осциллографа - 4 ГГц, хотя верхняя частота рабочего диапазона сигнала с разностной частотой для данного смесителя оставляет 12 ГГц.

Для регистрации спектрального состава субмиллиметрового излучения, генерируемого в МСЭ, а также в пучково-плазменном эксперименте на установке ГОЛ-3, нами разработана и создана 4-канальная квазиоптическая диагностика, фотография которой приведена на рис. 5.

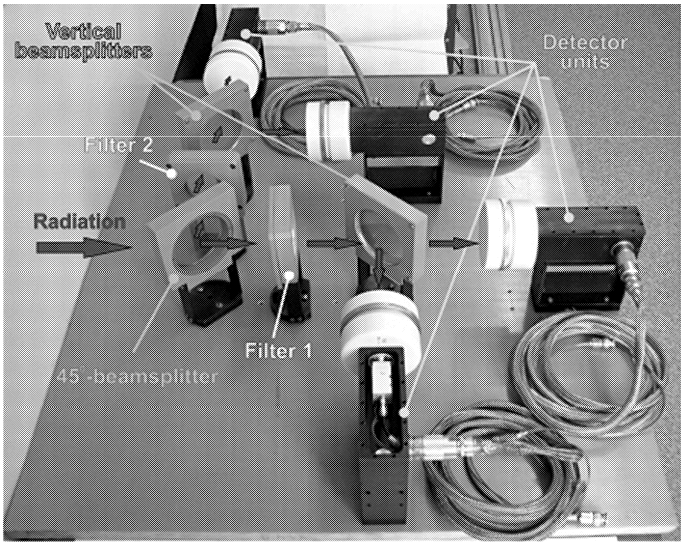


Рис. 5: Фотография 4-канальной квазиоптической субмиллиметровой-диагностики.

В данной диагностике, реализуемой по квазиоптической схеме, осуществляется пространственное разделение входного потока субмиллиметрового излучения на четыре пучка с последующей частотной фильтрацией каждого из них соответствующим квазиоптическим полосовым фильтром. Прием излучения после фильтров осуществляется рупорно-линзовыми антеннами, а его регистрация - согласованными с антеннами высокочувствительными полупроводниковыми приемниками. Настоящая диагностика является уникальной и содержит ряд оригинальных технических решений для активных и пассивных квазиоптических узлов. В качестве квазиоптических полосовых фильтров использованы сеточные интерференционные фильтры на основе двойных саморезонансных индуктивных металлических сеток, разделенных четвертьволновыми промежутками, что обеспечивает относительную ширину полосы пропускания фильтров в интервале от 10% до 30% при внеполосовом ослаблении 20-40 дБ (Рис. 6). Изготовление самих сеточных фильтров осуществлялось с использованием фотолитографической техники формирования сеточного рисунка на поверхности металлизированной полипропиленовой пленки с последующим термопрессованием отдельных пленок в многослойную интерференционную структуру.

Для спектральной калибровки отдельных узлов радиометрической системы (детекторных секций, фильтров, поляризационных делителей) и системы в целом использован уникальный субтерагерцовый ЛОВ-спектрометр разработки ИОФ РАН им. А. М. Прохорова.

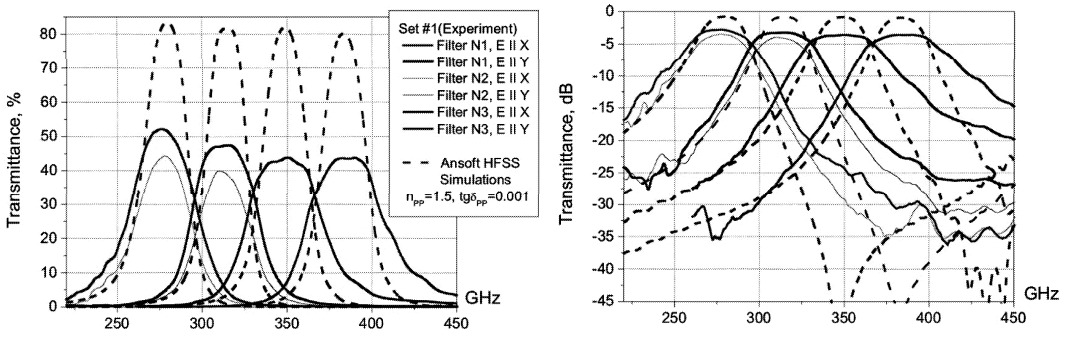


Рис. 6: Примеры спектрального пропускания двухсеточных фильтров конфигурации 8x40μmPP+Mesh+4x40μmPP+Mesh+8x40μmPP.

Таким образом, для проведения эксперимента по двухстадийной генерации терагерцового излучения подготовлены: диод, генерирующий одновременно два интенсивных ленточных пучка, двухсекциооный брэгговский резонатор, в котором будет осуществляться генерация мощного миллиметрового излучения с последующим рассеянием его на пучке и конверсией в терагерцовый диапазон частот, а также система регистрации миллиметрового и субмиллиметрового излучений.

4.4 Теория плазмы

Теоретические работы по физике плазмы проводились по нескольким направлениям.

4.4.1 Равновесие плазмы

Для целей диагностики плазмы решена задача об определении энергосодержания компактного плазмоида по результатам диамагнитных измерений. В расчётах учтено влияние проводящих стенок камеры экспериментальной установки в пределе полного скинирования магнитного поля плазмы (препринт 1, [401, 179]).

В рамках магнитной гидродинамики построена адекватная теоретическая модель, объясняющая благоприятное влияние приложенных потенциалов на удержание плазмы поперек магнитного поля в ловушках открытого типа. Получен порог перехода в режим с улучшенным удержанием [404, 181].

Исследована связь между продольным и поперечным электронным переносом в условиях турбулентной плазмы ГОЛ-3 [405].

4.4.2 Устойчивость плазмы

Получены точные решения для несобственных мод коротковолновых желобков, эволюционирующих в плазме со сдвиговым вращением. Проанализировано влияние эффекта конечного ларморовского радиуса [180, 402, 403].

Исследована нелинейная стадия альфвеновской ионно-циклотронной неустойчивости, возникающей в анизотропной плазме конечного давления [409]. Найден класс точных решений системы Максвелла-Власова для альфвеновской волны произвольной амплитуды в бесстолкновительной плазме. На их базе построены решения в слабо-столкновительном случае, когда анизотропия плазмы поддерживается инжекцией быстрых ионов. Полученные аналитические и численные результаты позволяют находить область параметров волны и плазмы, где может существовать равновесие между ними.

4.4.3 Пучки частиц

Продолжены исследования электронно-оптических характеристик диодов с плазменными электродами, применяемых для генерации мощных электронных пучков субмиллисекундного диапазона. Для численных расчетов используется модель плазменной границы, форма которой определяется балансом потоков заряженных частиц, пересекающих границу плазмы. Эта модель позволила расширить диапазон решаемых задач и моделировать ускоряющие структуры с несколькими плазменными областями, эмитирующими частицы различных сортов. Модель реализована в алгоритмах вычислительного кода POISSON-2. Проведены расчёты одноапертурного биполярного диода с катодной и анодной плазменными границами, проведено сравнение с экспериментом. Рассчитан многощелевой коаксиальный диод на 160 кВ с током пучка 1,5 кА в магнитном поле 1 кЭ на основе плазменного катода, с угловыми характеристиками и плотностью тока, приемлемыми для нагрева плазмы в эксперименте ГОЛ-3 [442].

Известное решение Пирса обобщено на случай, когда плотность на краю пучка заряженных частиц сглажена. Получена простая аналитическая формула для формы пирсовских электродов при малой толщине неоднородного слоя на границе пучка [183].

Численно проанализирован переход между кинетическим и гидродинамическим режимами дномерной двухпотоковой неустойчивости [414, 415, 189, 444, 416, 417]. Приведены корректирующие коэффициенты к общеизвестным приближенным выражениям для инкремента. Показано, что в широкой области параметров приближенные выражения завышают значение инкремента в несколько раз.

4.4.4 Заряженная плазма

Численно и аналитически обнаружены новые эффекты, вызванные нарушением аксиальной симметрии сепаратрисы, отделяющей пролетные частицы от захваченных частиц в заряженной плазме. Оказывается, что при наличии z-симметричных возмущений с аксиальной модой $m > 0$, которые сами по себе не вызывают существенного транспорта, но нарушают аксиальную симметрию сепаратрисы (располо-

женную в сечении $z = 0$), транспорт, вызываемый z-антисимметричными возмущениями возрастает многократно и имеет иные зависимости от параметров задачи [182]. Аналогичная задача возникает во вращающейся системе координат при рассмотрении нелинейного резонансного распада z-симметричной диокотронной моды с $m = 2$ на z-антисимметричные колебания моды $m = 1$. Предсказанные эффекты обнаружены экспериментально [406, 407, 408].

Обнаружен релятивистский эффект, приводящий к ограничению предельного радиуса равновесной конфигурации плазмы на уровне нескольких сантиметров (при типичной плотности заряженной плазмы в существующих установках) [184]. Аналогичный эффект, имеющий несколько иную природу, предсказан для конфигурации заряженной плазмы в виде полой трубки [185, 410, 412].

Впервые рассчитана величина токов Пфирща-Шлюттера, которые возникают в заряженной плазме при наличии небольшого наклона удерживающего плазмы магнитного поля к оси проводящей вакуумной камеры [185, 410, 413].

4.4.5 Общие вопросы физики плазмы

Опубликована работа [188], посвящённая восьмидесятилетию выхода в свет статьи И. Ленгмюра, где он впервые дал определение плазмы как квазинейтрального газа электронов и ионов. Отмечено, что несмотря на относительную молодость физики плазмы, история её зарождения как науки обросла множеством мифов и искажений реальных фактов.

Глава 5

Установки со встречными электрон - позитронными пучками

5.1 Изучение эффектов встречи на ВЭПП-2000

5.1.1 Коррекция оптики накопителя

После получения первых встречных пучков на ВЭПП-2000 проводилось теоретическое и экспериментальное исследование оптимизации режимов фокусировки пучков в месте встречи в зависимости от энергии эксперимента. Была разработана стратегия управления распределения фокусирующей силой соленоидов, учитывающая все факторы, влияющие на получение максимальной светимости коллайдера ВЭПП-2000.

Экспериментально были определены отклонения фокусирующей системы накопителя от расчетной. Главным фактором, влияющим на эффекты встречи, оказалось нарушение симметрии дисперсионной функции, в результате чего в местах встречи пучков заметная дисперсия. В результате проведенной правки горизонтальная дисперсионная функция (темно синие точки) была выровнена в соответствии с проектной оптикой (Рисунок 1). Незначительная остаточная дисперсия по вертикали (красные точки) потребует дополнительных мер в последующих измерениях.

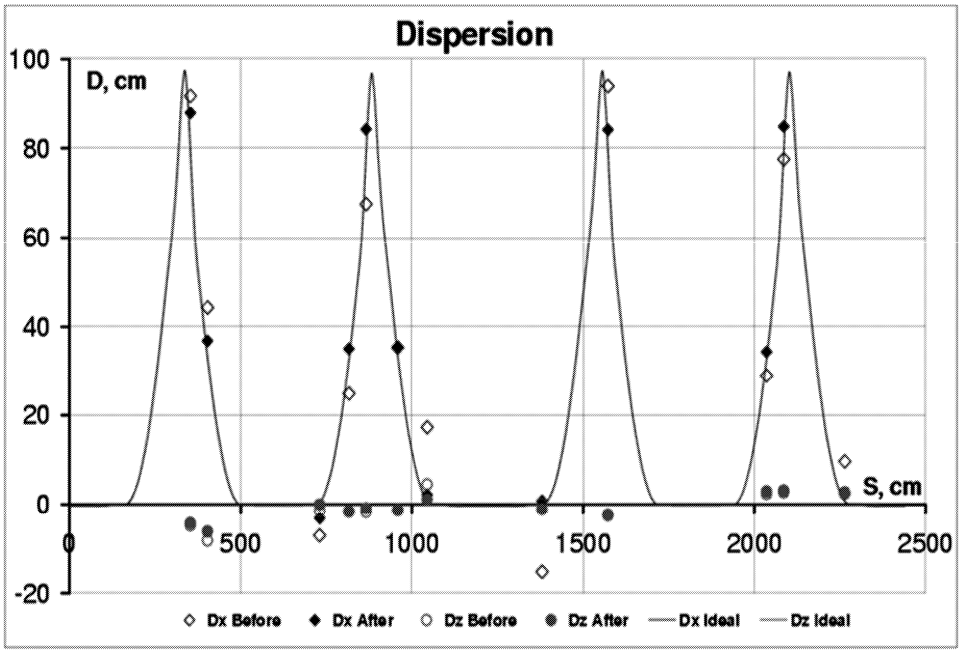


Рис. 1: Дисперсионная функция присутствует только в ахроматических поворотах.

Следующим пунктом проводилось измерение хроматизма бетатронных колебаний методом перестройки частоты ускоряющего напряжения ВЧ-резонатора. Подбором значений токов двух семейств секступольных магнитов был сделан положительным хроматизм горизонтальных и вертикальных колебаний и выбрана частота ВЧ в линейной части диапазона: $f_0 = 12291$ кГц (Рисунок 2).

После проведенных коррекций фокусирующей системы накопителя измерение декремента затухания бетатронных колебаний показало полное соответствие теоретическим расчетам (Рисунок 3).

Сканирование области бетатронных частот и измерение динамической апертуры (Рисунок 4) подтвердило оптимальность выбранной рабочей точки $\nu_x \approx \nu_z \approx 0.1$.

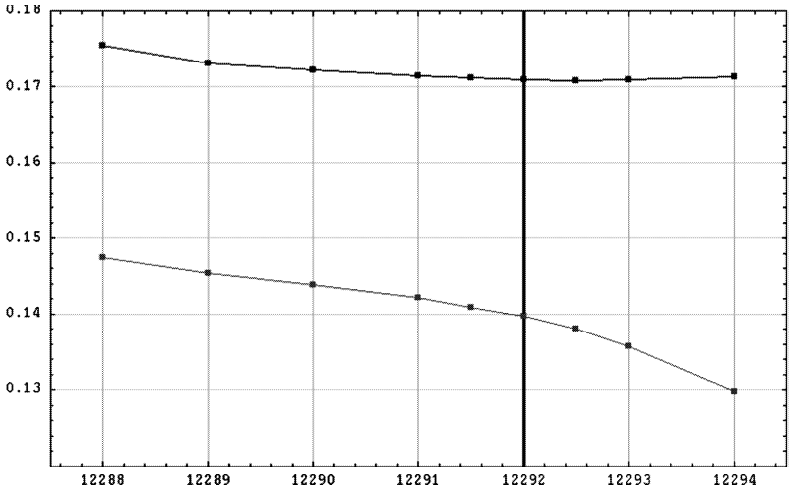


Рис. 2: Хроматизм бетатронных колебаний в зависимости от частоты ускоряющего напряжения.

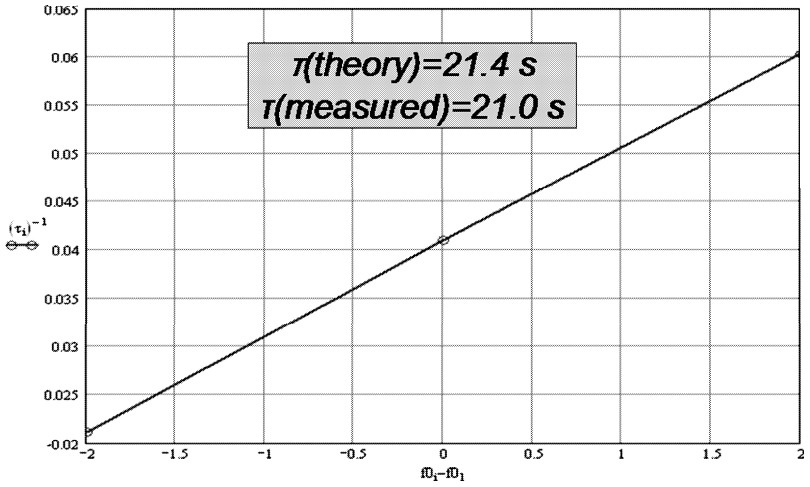


Рис. 3: Декремент затухания в зависимости от сдвига частоты ускоряющего напряжения.

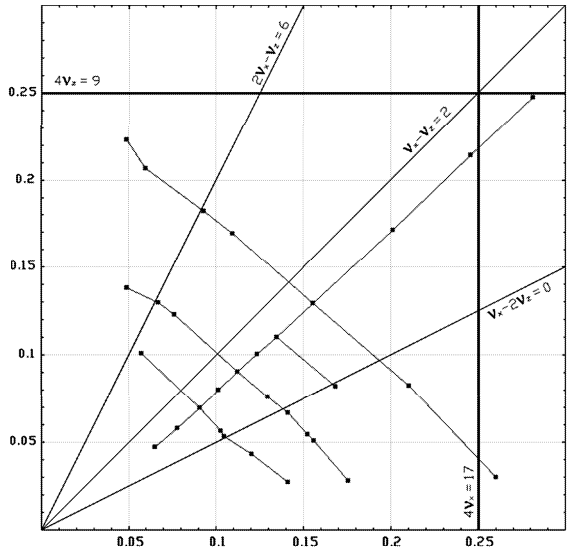


Рис. 4: Изучение динамической апертуры

Все перечисленные мероприятия позволили повысить значение параметра пространственного заряда ξ в режиме „сильно-слабых" пучков. На Рисунке 6 показаны размеры σ_x, σ_z позитронного пучка (1– 3 мА), измеренные в нескольких точках по кольцу, при изменении тока электронного пучка. Точка 3 (в диполе около места встречи) соответствует минимуму β_x. Поведение горизонтального размера в этой точке совпадает с его измерением в месте встречи. Из рисунка видно, что горизонтальный размер (нижняя синяя кривая) слабо меняется в широком диапазоне тока электронов. Такое поведение наблюдалось вплоть до тока электронов 50 мА, что соответствует значению $\xi = 0.1$.

Для иллюстрации приведем результаты численного моделирования эффектов встречи для магнитной структуры ВЭПП-2000 на энергии 1 ГэВ, выполненные ранее и представленные на Рисунке 6. Из рисунка видно, что в месте встречи пучки сохраняют круглую геометрию с незначительным нарастанием поперечных размеров вплоть до значений $\xi = 0.15$.

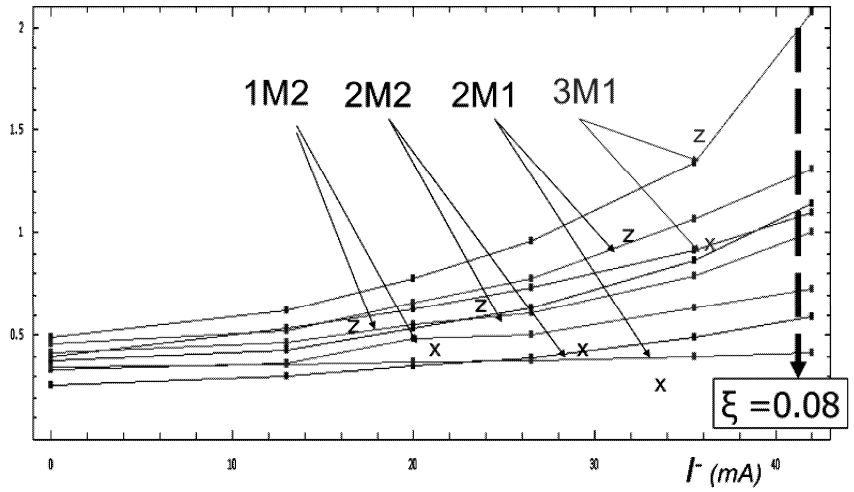


Рис. 5: Зависимость размеров позитронного пучка от тока электроновю

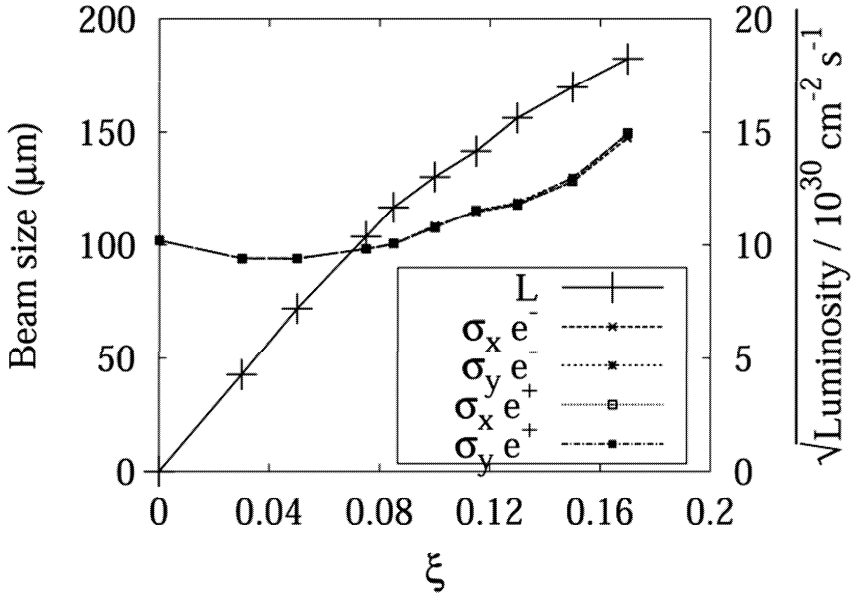


Рис. 6: Зависимость размеров пучков от тока (численное моделирование).

5.1.2 Набор светимости с детектором СНД

После настройки оптики накопителя и изучения эффектов встречи в „сильно-слабом" случае стало возможным перейти к накоплению больших и примерно равных токов электронов и позитронов и получению светимости. На Рисунке 7 представлен типичный цикл работы комплекса при получении больших токов. Красным цветом показан ток позитронного пучка, измеряемый фотоумножителем; синим — электронного и черная кривая — сумма токов, измеряемая феррозондом.

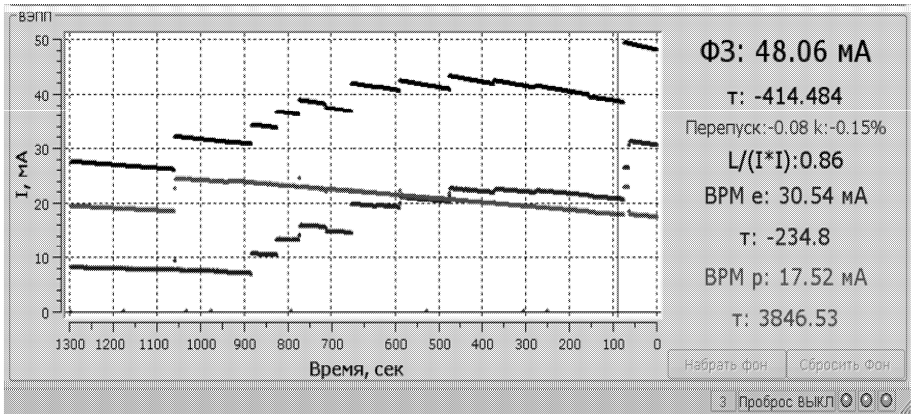


Рис. 7: Цикл накопления токов электронов и позитронов.

Пробные заходы с набором светимости были проведены на энергии пучков 500 МэВ. При этом оперативное измерение светимости по рассеянию электрон-позитронных пар на большие углы осуществлялось калориметром детектора СНД (Рисунок 8). Детектор КМД-3 в это время проводил испытание своего сверхпроводящего соленоида, находясь вне экспериментального промежутка.

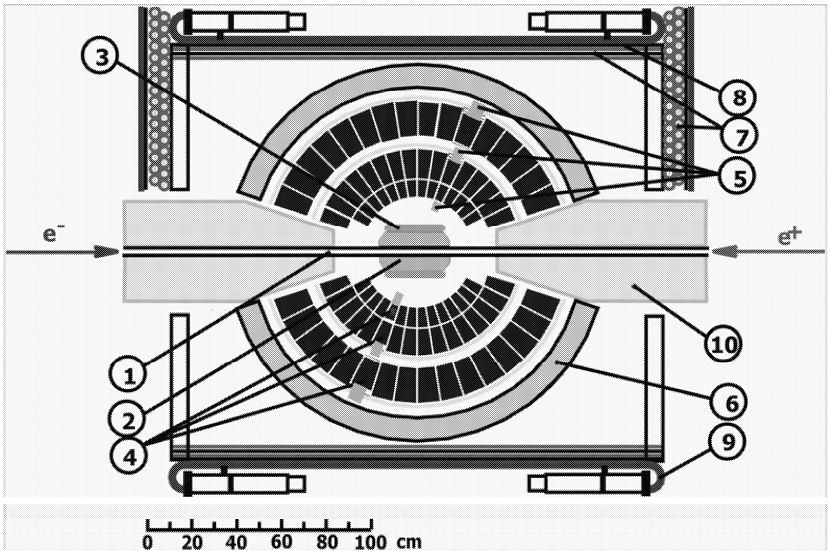


Рис. 8: Детектор СНД.

Первоначально были измерены фоновые загрузки детектора СНД раздельно от электронов и позитронов, которые оказались сравнительно малыми, что позволило измерять светимость практически в режиме без фона.

Информация о текущей светимости обновлялась каждые 10 сек. Столь частый обмен информацией с детектором позволял нам оперативно оптимизировать режим встречи пучков, нормируясь на произведение токов накопленных электронов и позитронов.

Рекордная величина зарегистрированной светимости $L_{max} = 1.05 \times 10^{31}$ см$^{-2}$с$^{-1}$ была получена при токах встречных пучков 43 мА (электроны) и 42 мА (позитроны). В будущем, при переходе на инжекцию позитронов из вводящегося в настоящее время в строй инжекционного комплекса ВЭПП-5, потенциально возможно получение в два раза большей светимости.

Заложенная изначально большая гибкость в распределении токов по секциям соленоидов позволяет значительно уменьшать величину β-функции в месте встречи при снижении энергии пучков. В результате, светимость коллайдера ВЭПП- 2000 зависит от энергии не как E^6, а лишь как E^4. При энергии пучков 500 МэВ оптимальное значение β-функции, как и ожидалось, равно 4.5 см. Оптимизированная зависимость светимости от энергии пучков представлена на Рисунке 9.

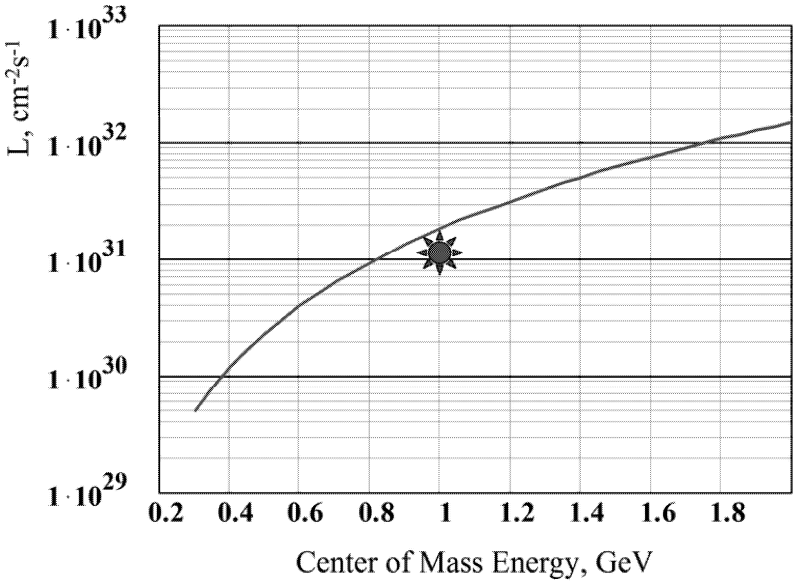


Рис. 9: Зависимость светимости ВЭПП-2000 от энергии.

Светимость, полученная уже в первых заходах работы детектора, доказывает преимущества круглых пучков и позволяет с большой уверенностью предсказывать достижения проектной светимости ВЭПП-2000 $L_{max} = 1.05 \times 10^{32}$ см$^{-2}$с$^{-1}$ на энергии 2×1 ГэВ.

5.2 Измерения энергии пучков в накопителе ВЭПП-2000

Необходимость оперативного измерения энергии в кольце ВЭПП-2000 в режиме встречи возникает при работе накопителя практически во всем диапазоне энергий от 200 МэВ до 1000 МэВ на пучок. Рассматривались два способа абсолютной калибровки энергетической шкалы коллайдера ВЭПП-2000.

5.2.1 Метод резонансной деполяризации

Первый вариант основан на использовании метода резонансной деполяризации, развитого в свое время на комплексе ВЭПП-2М и продолжающего использоваться в настоящее время и на комплексе ВЭПП-4М. В этом случае предполагается работать на светимость при нулевых интегралах продольного поля в соленоидах каждого из двух экспериментальных промежутков. Режим круглых пучков в таком варианте включения соленоидов обеспечивается расположением рабочей точки на линейном резонансе связи. Именно этот режим получения светимости и был успешно опробован в процессе запуска комплекса ВЭПП-2000. При нулевых интегралах продольного поля в промежутках СНД и КМД частота свободной спиновой прецессии остается той же, что и в кольце без соленоидов.

Единственное отличие от обычной ситуации заключается в заметном сокращении времени радиационной поляризации, обусловленном влиянием на этот процесс краевых полей соленоидов и большой напряженностью магнитного поля в поворотных магнитах ВЭПП-2000.

Используя разные варианты полярности соленоидов (время радиационной поляризации и достижимая степень в режимах „+ − −+” и „+ − −+„ показаны на Рисунке 10 и Рисунке 11), можно проводить прецизионную калибровку энергии пучков по резонансной деполяризации в разных диапазонах энергии накопителя ВЭПП-2000.

Кроме того, существует замечательная возможность поляризации электронного или позитронного пучков в промежуточном кольце БЭП с последующим перепуском почти полностью поляризованных пучков в кольцо ВЭПП-2000.

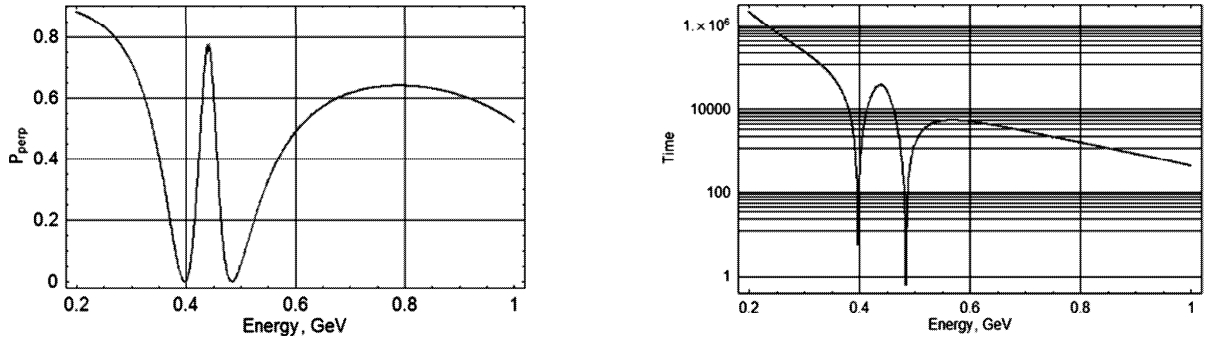


Рис. 10: Зависимость степени поперечной поляризации (слева) и времени поляризации (справа) от энергии в схеме „+ − −+”

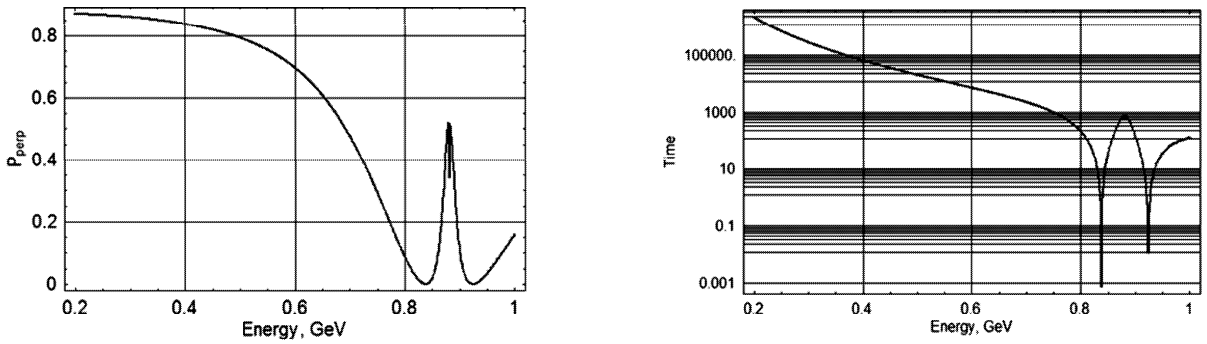


Рис. 11: Зависимость степени поперечной поляризации (слева) и времени поляризации (справа) от энергии в схеме „+ − +−”

5.2.2 Комптоновское рассеяние

Второй вариант калибровки энергии пучков основан на методе Комптоновского рассеяния лазерных фотонов на встречно летящем пучке электронов. Данный вариант прошел всестороннюю разработку на кольце ВЭПП-4М. В этом методе регистрация рассеянных на 180° фотонов, имеющих энергию несколько МэВ, осуществляется германиевым детектором полного поглощения, работающим при криогенных температурах. Абсолютная калибровка такого полупроводникового детектора осуществляется параллельной регистрацией гамма-квантов, испускаемых изотопным источником. В настоящее время просмотрены все вопросы технического обеспечения лазерного метода калибровки энергии пучков в накопительном кольце ВЭПП-2000. Ведется проектирование канала вывода гамма-квантов из вакуумной камеры накопителя. Предполагается также произвести закупки необходимого стандартного оборудования.

Публикации :
[148], [200], [201], [202], [203], [343], [459], [460], [461], [462], [463], [464], [465], [466], [467], препринты 97, 98.

5.3 Ускорительный комплекс ВЭПП-4

5.3.1 Распределение рабочего времени

В 2008 году на ВЭПП-4 продолжались эксперименты по физике высоких энергий с детектором КЕДР. Закончен набор данных в эксперименте по измерению массы тау-лептона, продолжались эксперименты в области рождения с-кварков.

Кроме физики высоких энергий на комплексе ВЭПП-4 проводятся эксперименты с использованием синхротронного излучения. Основные направления – материаловедение, исследование взрывных процессов, археология, биомедицина, нанотехнологии и т.д.

Регулярно проводятся эксперименты по исследованию динамики пучка и физики ускорителей. В последнее время были выполнены следующие работы: эксперимент по сравнению частот прецессии спина электронных сгустков с рекордным разрешением, прямое сравнение методов измерения энергетического разброса пучка, исследование динамики пучка при пересечении бетатронных резонансов.

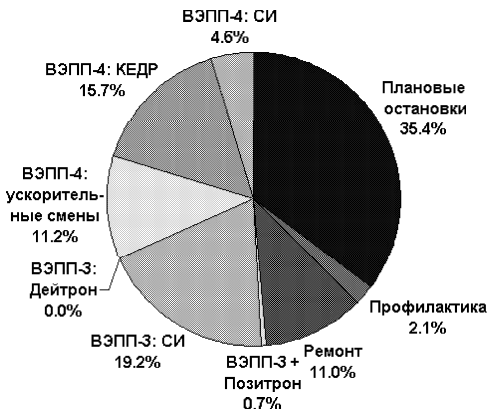


Рис. 1: Распределение рабочего времени на комплексе ВЭПП-4.

В 2008 г. проведена подготовка к работе в диапазоне энергий до 4 ГэВ. Настроена инжекция пучка в режиме с “верхним” циклом. Отлажен процесс ускорения до 4 ГэВ. Проведены измерения фоновой загрузки детектора КЕДР. Измерена скорость счета тушековских электронов в зависимости от энергии в диапазоне 1.85-4 ГэВ. Данная экспериментальная зависимость впервые получена для такого широкого диапазона энергии на одной установке. Проведены долговременные испытания систем комплекса на энергии 4 ГэВ (тепловой режим, надежность).

На рис. 1 показано распределение времени по различным видам работ на комплексе ВЭПП-4 за 2008 г.

5.3.2 Физика высоких энергий

При работе на низкой энергии (1.5-3.0 ГэВ) пиковая светимость электрон-позитронного коллайдера ВЭПП-4М достигает значения $2 \div 3 \cdot 10^{30}$ см^{2}с$^{-1}$. Среднее значение во время набора статистики составляет около 10^{30} см^{2}с$^{-1}$. Средний темп набора интеграла светимости – около 30 нб$^{-1}$ в неделю. На рис. 2 представлен график набора интеграла светимости за 2004-2008 годы.

В 2008 г. закончен набор статистики в эксперименте по прецизионному измерению массы тау-лептона на пороге его рождения – основной эксперимент по физике высоких энергий на комплексе ВЭПП-4М в 2004-2007 годах. Основной целью эксперимента являлось уточнение массы тау-лептона, точное знание которой 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 тау-лептона была измерена с точностью 0.5 МэВ лишь в одном эксперименте с детектором BES.

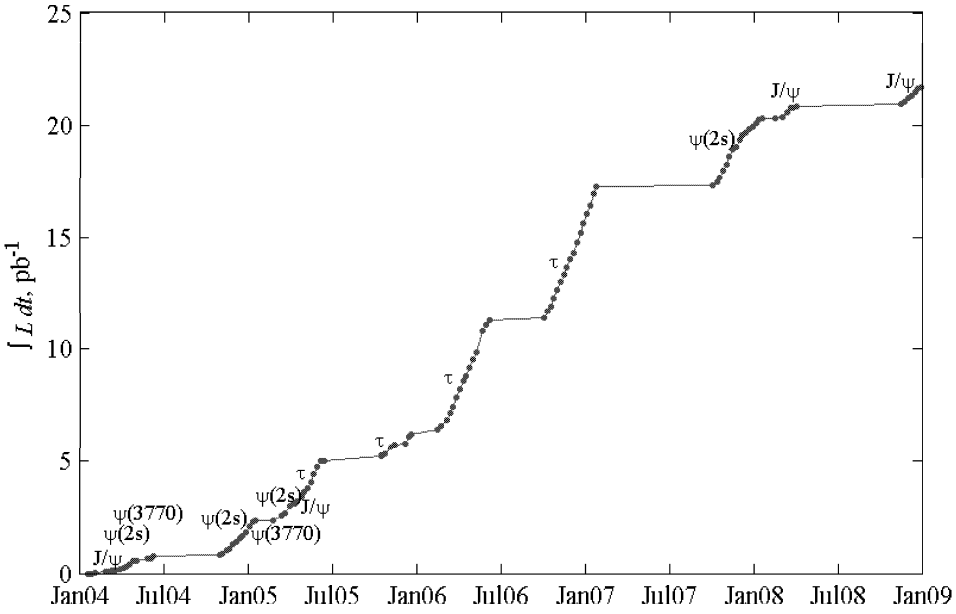


Рис. 2: Интеграл светимости.

Обработка данных эксперимента на текущий момент дает лучшую в мире точность измерения массы тау-лептона:

PDG 2006	$1776.90^{+0.29}_{-0.26}$ МэВ
BES 1996	$1776.96^{+0.31}_{-0.27}$ МэВ
BELLE 2006	$1776.77^{+0.35}_{-0.35}$ МэВ
KEDR 2007	$1776.69^{+0.17}_{-0.19}$ МэВ

В сезоне 2007-2008 гг. продолжался набор статистики с детектором КЕДР в области рождения с-кварков. Получены предварительные результаты по измерению масс заряженного и нейтрального D-мезона, ψ''-мезона с точностями, сравнимыми или выше среднемировых. Измерение произведений лептонной ширины на вероятность распада, в отличие от вероятности распада самой по себе, требует точного измерения энергии и энергетического разброса пучка и затруднено в конкурирующих экспериментах CLEO-c и BES. Набранная статистика позволит существенно уточнить значение упомянутых произведений и получить значения Γ_{ee} для J/ψ- и ψ''-мезонов, что позволит уточнить значение их полных ширин $\Gamma_{\rm total}$.

Эксперименты по физике высоких энергий, проводимые на коллайдере ВЭПП-4М с детектором КЕДР, поддержаны 11 грантами РФФИ.

5.3.3 Синхротронное излучение

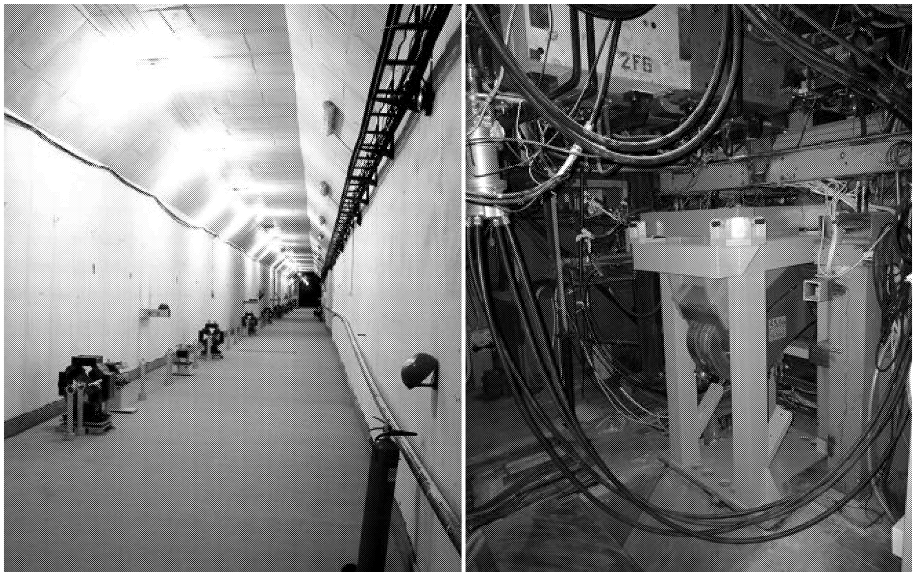
На накопителе ВЭПП-3 имеется 9 каналов вывода СИ, на которых действует 12 экспериментальных станций. В 2008 г. работа с пучками СИ проводилась на 10 экспериментальных станциях. Завершено создание метрологической станции "Космос" на накопителе ВЭПП-4М, проведен первый цикл исследований. Выполняемые фундаментальные и прикладные исследования покрывали широкий спектр по следующим приоритетным направлениям развития науки, технологий и техники РФ:

- индустрия наносистем и материалов;
- экология и рациональное природопользование;
- энергетика и энергосбережение;
- живые системы;
- информационно-телекоммуникационные системы и электроника.

Источники СИ ВЭПП-3 и ВЭПП-4М, а также бункеры и экспериментальные станции СИ являются установками коллективного пользования. На установках комплекса ВЭПП-4М проводят исследования более 30 российских и зарубежных организаций.

5.3.4 Канал ИК – ВЭПП-3

Продолжаются работы по изготовлению канала транспортировки частиц от Инжекционного комплекса к накопителю ВЭПП-3. Ввод в строй Инжекционного комплекса и канала позволит обеспечить комплекс ВЭПП-4М КЕДР достаточным количеством позитронов для последующих экспериментов по физике высоких энергий. К концу 2008 г. все магнитные элементы изготовлены и установлены в канале, осталось сделать геодезическую выставку магнитов. Изготовлено 15 индукционных датчиков



а) б)

Рис. 3: Канал Инжекционный комплекс – ВЭПП-3.

положения пучка и 15 блоков механики для люминофорных экранов. Начато изготовление вакуумной системы. На рис. 3 показаны фотографии магнитных элементов, установленных в канале (а) и участок впуска в зале ВЭПП-3 (б).

5.3.5 Система подавления пульсаций ведущего поля ВЭПП-4М

Для долговременной стабилизации поля поворотных магнитов ВЭПП-4М разработана система обратной связи по сигналу датчика ЯМР в калибровочном магните, что позволило уменьшить постоянную составляющую дрейфа величины ведущего поля примерно на порядок – до уровня 1 кэВ/сутки. Блок-схема системы приведена на рис. 4.

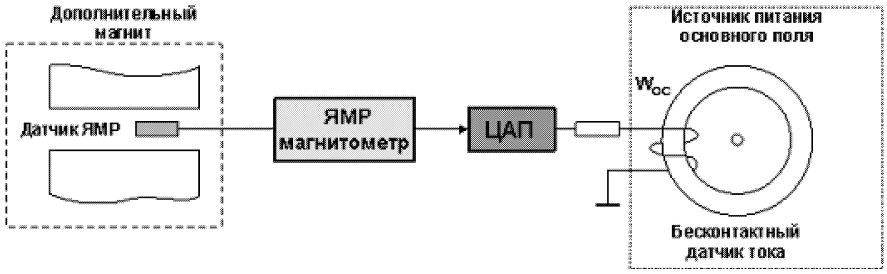


Рис. 4: Система подавления пульсаций ведущего поля.

Погрешность измерения поля не превышает $0.5 \cdot 10^{-6}$. Полоса частот контура стабилизации составляет 0.1 Гц, диапазон регулировки поля $\pm 10^{-4}$. На рис. 5 представлены показания ЯМР датчика поля в калибровочном магните в двух режимах работы источника питания ведущего поля: с выключенной и включенной обратной

связью (верхний рисунок). Нижний рисунок в более мелком масштабе относится к случаю включенной обратной связи. Значения поля даны в эрстедах, 10^{-3} эрстеда соответствуют примерно 1 кэВ энергии частиц, циркулирующих в накопителе.

При использовании системы стабильность поля возросла в десять раз, что важно для изучения возможности повышения точности CPT эксперимента.

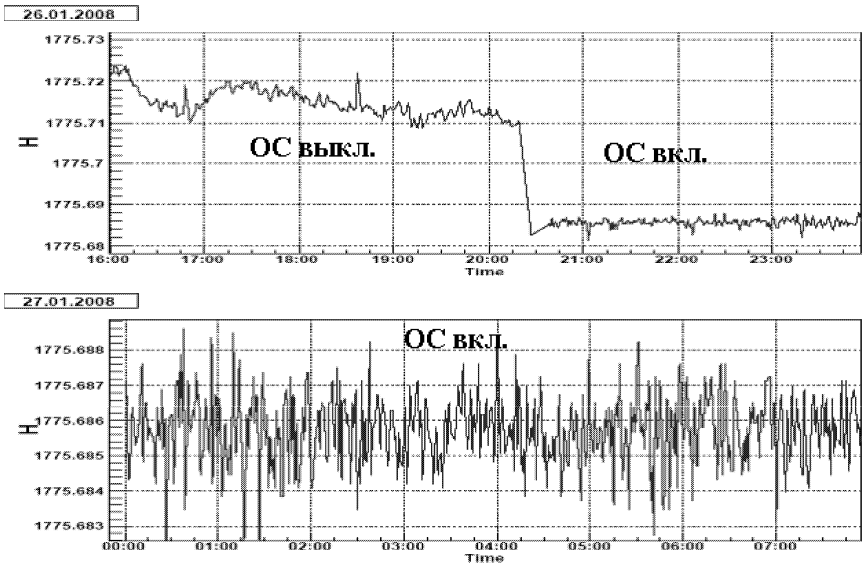


Рис. 5: Подавление пульсаций системой стабилизации.

5.3.6 Эксперименты с поляризованными пучками

В 2008 году начата новая серия экспериментов по программе изучения возможных источников систематических ошибок в предполагаемом эксперименте по проверке CPT теоремы на накопителе ВЭПП-4М. Эксперименты проводились в условиях, обеспечивающих более высокую эффективность, чем в предыдущих сериях.

Введены в эксплуатацию две новые системы регистрации тушековского поляриметра. Эффективность регистрации повышена в десять раз. Суммарная скорость счета системы сцинтилляционнных счетчиков возросла с $0.1-0.2$ МГц до $1.5-2.0$ МГц. Использование новой системы регистрации в два раза сокращает время на проведение калибровки энергии методом резонансной деполяризации.

Термостабилизация системы охлаждения магнитов ВЭПП-4М обеспечивалась с точностью до 0.1 °C. В проведенных опытах по "сверхтонкому сканированию" со скоростью 2.5 эВ/сек, а также 5 эВ/сек типичное разрешение в определении частоты резонансной деполяризации составляет несколько единиц 10^{-9}. Ранее такой уровень точности, являющийся в настоящее время абсолютным рекордом, достигался нами лишь в единичных случаях.

Рис. 6 отображает процесс сканирования частоты деполяризатора со скоростью 2.5 эВ/сек (скорость дана в единицах энергетической шкалы, так как частота прецессии спина частицы и ее энергия пропорциональны друг другу). Виден деполяризационный скачок, определяемый разницей в скорости счета тушековских частиц от двух электронных сгустков. Один из сгустков был вначале поляризован, другой –

нет. Длительность (14 ± 3 сек) затянутого деполяризационного скачка зависит от собственной ширины и относительной скорости дрейфа линии спиновой частоты. Разрешение по частоте деполяризации – около $1.5 \cdot 10^{-9}$.

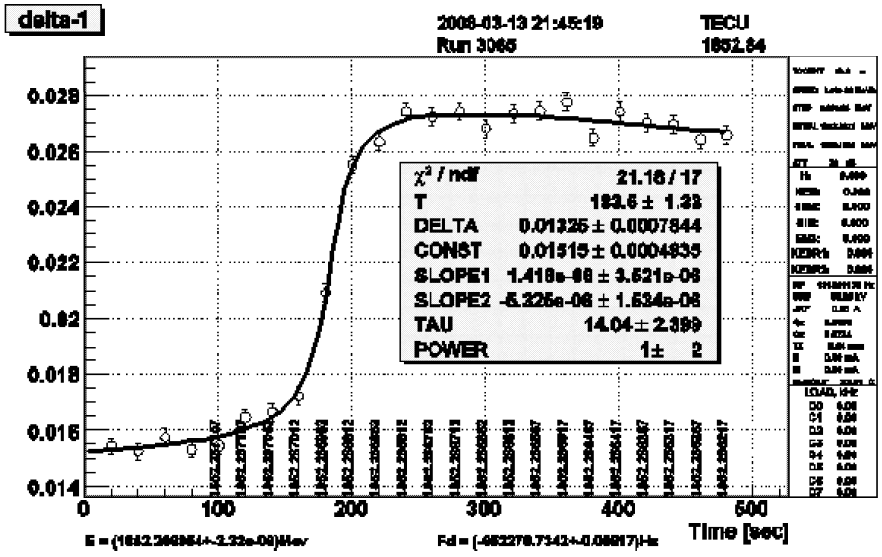


Рис. 6: Сверхтонкое сканирование.

5.3.7 Комптоновский монитор энергии пучка

В 2008 г. продолжалось развитие системы оперативного измерения энергии пучка, основанной на методе обратного комптоновского рассеяния (ОКР). Излучение лазера с помощью системы зеркал вводится через прозрачное окно в вакуумную камеру накопителя, взаимодействует с электронным пучком ВЭПП-4М под нулевым углом и, рассеиваясь обратно, регистрируется детектором.

В системе используется CO_2 лазер, возбуждение молекул углекислого газа производится высокочастотным электромагнитным разрядом. Мощность излучения лазера составляет около 40 Вт, длина волны 100 мкм. Относительная ширина спектра лазерного излучения не превышает $3.5 \cdot 10^{-6}$, среднюю энергию фотонов лазерного пучка можно считать константой с точностью 10^{-8}.

Обратное комптоновское излучение регистрируется германиевым детектором. В 2008 г. установлены два новых HPGe детектора ORTEC, один из которых имеет диаметр 57.8 мм и высоту 52.7 мм, второй – диаметр 75.8 мм, высоту 53.1 мм. Детекторы укомплектованы автономной системой охлаждения, не требующей жидкого азота.

Для абсолютной калибровки системы используются радиоактивные изотопы – источники $\gamma-$излучения ^{60}Co, ^{137}Cs, ^{24}Na, ^{228}Ac, размещенные вблизи детектора. Изотопы излучают $\gamma-$кванты, энергия которых известна с высокой точностью. В сентябре 2008 г. получен источник гамма-квантов с энергией 6.13 МэВ. Средняя скорость счета $\gamma-$квантов, излучаемых калибровочными изотопами – около 1 кГц. Скорость счета комптоновских $\gamma-$квантов зависит от интенсивности электронного пучка ВЭПП-4М и в среднем составляет 10 кГц. Для одного полного спектра комптоновского излучения детектор регистрирует около 5 миллионов отсчетов, на это требуется от 5 до

30 минут в зависимости от интенсивности потока $\gamma-$квантов. В результате каждый спектр содержит информацию об энергетической шкале детектора, положение и ширину края ОКР.

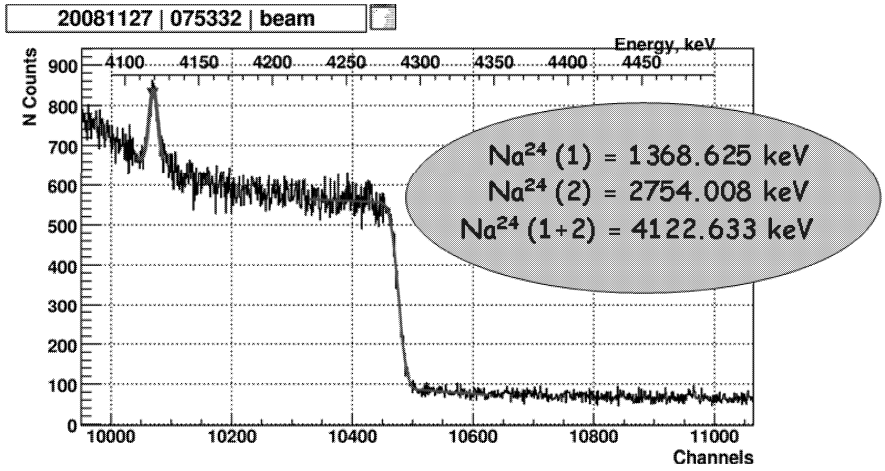


Рис. 7: Прямое измерение энергии (27.11.2008).

В конце 2008 г. было проведено прямое измерение энергии пучка ВЭПП-4 с калибровкой детектора по излучению радиоактивного изотопа ^{24}Na. На рис. 7 приведен край измеренного комптоновского спектра, на котором виден пик излучения изотопа.

В ближайшее время планируется перенос системы измерения энергии из места встречи ВЭПП-4М. Это позволит уменьшить фоны от светимости и обеспечить непрерывную работу без вывода монитора светимости. Место в туннеле подготовлено, необходимо смонтировать узел ввода лазерного излучения в вакуумную камеру ВЭПП -4М.

5.3.8 Исследование динамики пучка при пересечении бетатронных резонансов

Проблема пересечения резонансов может оказаться весьма актуальной для лептонных ускорителей с очень малым эмиттансом, таких как кольца-затухатели для линейных коллайдеров или суперфабрики частиц, использующие crab-waist схему столкновения пучков. В таких машинах пучок инжектируется с относительно большим эмиттансом, который затем уменьшается до величины $1 \div 2$ пм. В процессе затухания может происходить пересечение резонансов из-за большого сдвига бетатронной частоты (до $0.1 - 0.2$), вызванного эффектами пространственного заряда или кубической нелинейностью, вносимой сильными секступолями, компенсирующими натуральный хроматизм.

Комбинация этих двух эффектов может увеличить или уменьшить скорость пересечения резонанса, приводя либо к захвату частиц (в адиабатическом пределе), либо к росту поперечного размера пучка.

В 2008 г. на ВЭПП-4М были проведены экспериментальные исследования динамики пучка в процессе пересечения бетатронных резонансов. Резонанс третьего порядка $3\nu_y = 23$ пересекался электронным пучком с различной скоростью. Сила резонанса изменялась с помощью отдельного повернутого секступольного магнита, в то

время как нелинейный сдвиг бетатронных частот управлялся октупольными линзами. В процессе эксперимента измерялся ряд параметров, таких как скорость потерь частиц, размер пучка, поперечное распределение, фазовые траектории, амплитудно-зависимый сдвиг частот, и т.д. Все измерения были сделаны при малом токе электронного пучка – около 0.5 мА, чтобы избежать когерентных эффектов.

Для исследования фазовых траекторий когерентные бетатронные колебания возбуждались с помощью быстрого импульсного кикера. Для измерения движения центра масс пучка использовался электростатический датчик положения пучка в пооборотном режиме с пространственным разрешением около 50 мкм. На рис. 8 показаны фазовые траектории бетатронных колебаний вблизи резонанса, построенные по результатам измерений.

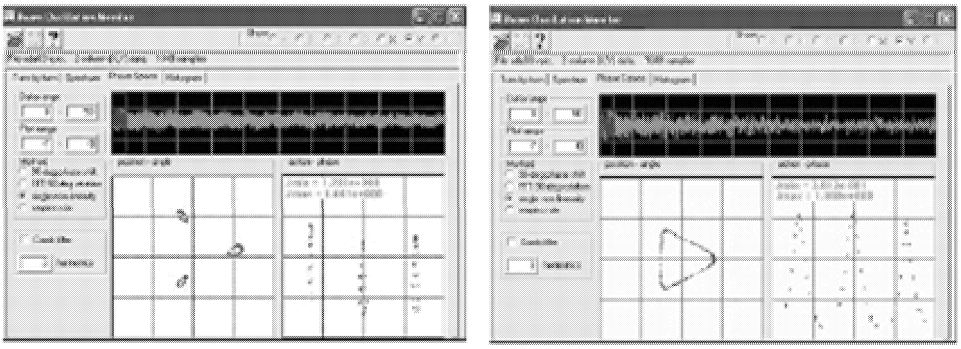


Рис. 8: Фазовые траектории вблизи резонанса третьего порядка.

Потеря частиц и хвосты распределения пучка измерялись сцинтилляционными счетчиками, вставленными в вакуумную камеру. Счетчики могут перемещаться с помощью шаговых двигателей с точностью не хуже чем 0.1 мм. ПЗС-камеры использовались для измерения поперечных размеров и положения пучка. Камера может стартовать от внешнего запускающего импульса, временная погрешность – около 100 мкс.

Для пооборотных измерений поперечного распределения пучка в течение десятков тысяч оборотов, был задействован уникальный прибор, основанный на многоанодном фотоумножителе R5900U-00-L16 HAMAMATSU. Этот прибор позволяет на каждом обороте регистрировать поперечный профиль пучка в 16 точках в течение 2^{17} оборотов пучка.

При высокой скорости пересечения резонанса и малой нелинейности не наблюдается ни изменения поперечного распределения пучка, ни потери частиц. Замедляя скорость пересечения резонанса при нелинейности, близкой к нулю, были зафиксированы потери пучка при неизменном поперечном распределении. Это означает, что при малом значении нелинейности резонанс неустойчив и не имеет островков устойчивости. Но поскольку сила резонанса мала, область неустойчивости очень узка, и потери частиц возникают только при низкой скорости пересечения резонанса.

При увеличении силы резонанса наблюдалось либо увеличение поперечного размера пучка, либо захват частиц в островки устойчивости, в зависимости от соотношения сил секступолей и октуполей. Раздувание пучка зависит от направления пересечения резонанса (увеличение или уменьшение бетатронной частоты) и увеличивается с замедлением пересечения резонанса.

На рис. 9 приведены пооборотные измерения вертикального профиля пучка, демонстрирующие момент резонансного создания островка устойчивости и его даль-

нейшего перемещения, а также вертикальное распределение пучка, соответствующее различным моментам времени (линии сечений A, B, C и D).

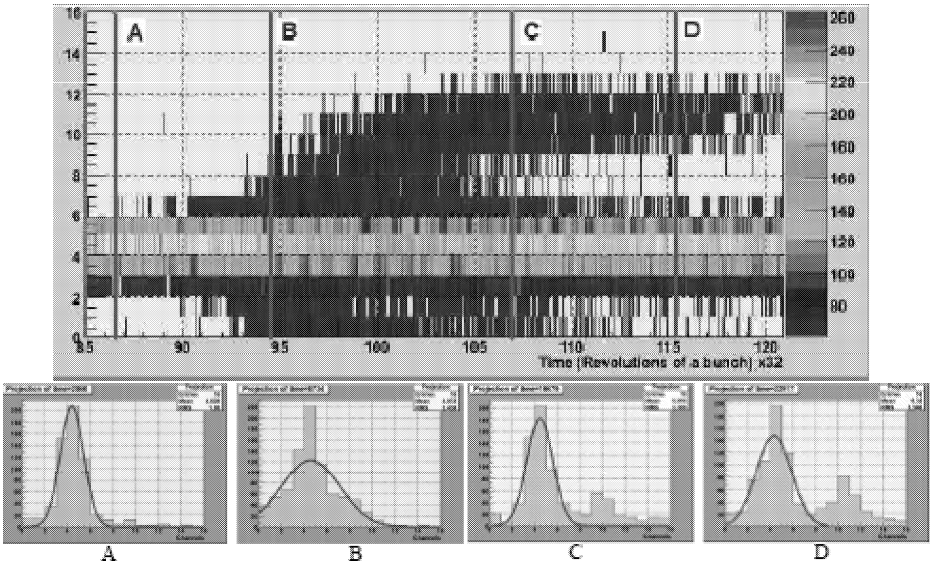


Рис. 9: Захват частиц в островки устойчивости.

Следует отметить, что при изменении направления пересечения резонанса вместо захвата частиц в островок устойчивости было замечено небольшое раздувание размера пучка. Такой "гистерезис" нелинейного резонанса известен и уже был ранее теоретически изучен. В дальнейшем планируется численное моделирование экспериментальных условий для сравнения с результатами измерений.

5.4 Эффекты встречи в электрон-позитронных фабриках

В 2008 году в Лаб. 5-0 было продолжено изучение ограничений светимости эффектами встречи в установках со встречными пучками. Установлено, что нелинейности полей встречных сгустков, хотя и порождают большие разбросы частот бетатронных колебаний, приводят к антизатуханию Ландау когерентных колебаний встречных пучков (Д.В. Пестриков). Эти неустойчивости носят резонансный характер и реализуются вблизи любых рациональных значениий частот бетатронных колебаний. Такие колебания могут стабилизироваться лишь при достижении их амплитудой достаточно больших значений, приводящих к заметной коррекции величин когерентных сдвигов частот неустойчивых мод и к выводу их из резонанса. Явление носит общий характер для всех когерентных резонансных неустойчивотей.

Для установок со встречными пучками, использующих в месте встречи пересечения замкнутых орбит под углом, Н.С. Диканским и Д.В. Пестриковым установлено, что при больших углах Пивинского правильная комбинация краб-пересечения и краб-перетяжки пучков приводит к точному обращению в нуль мощностей синхробетатронных резонансов и бетатронных резонансов нечетного порядка из-за некогерентного взаимодействия пучков в месте встречи. Ограничения светимости эффек-

тами встречи в коллайдере с такой оптикой не превышают аналогичных ограничений для коллайдера с лобовыми столкновениями встречных пучков нулевой длины.

5.5 Электронно-лучевой источник многозарядных ионов MIS-1

В ИЯФ разрабатываются электронно-лучевые источники многозарядных ионов EBIS, в которых обеспечивается высокая плотность электронного пучка в области ионизации – в ионной ловушке $\geq 10^3$А/см. Данные источники обеспечивают получение многозарядных ионов различных элементов, как газообразных, так и твердых. В этих источниках успешно реализован метод импульсного дозированного напуска атомов твердых элементов в ионную ловушку.

В настоящее время разработан и находится в стадии монтажа и наладки электронно-лучевой ионный источник MIS-1, фокусирующая магнитная система которого создана на основе сверхпроводящего соленоида с замкнутым магнитопроводом. Она обеспечит однородное магнитное поле 3Т вдоль дрейфовой структуры на длине 70 см. Расчетная компрессия электронного пучка не менее 10^3, что обеспечит его плотность в зоне ионизации $2{\cdot}10^3$А/см^2 при токе электронного пучка 20 А.

Электронно-оптическая система (ЭОС) MIS-1 рассчитана на получение электронного пучка 20 А при энергии 50 кэВ. Она создана на основе короткофокусной электронной пушки, сферический импрегнированный катод которой имеет диаметр 34 мм и радиус кривизны 21,5 мм. Результирующая компрессия электронного пучка $> 10^3$. В зоне ионизации плотность электронного пучка $2{\cdot}10^3$А/см^2 на длине 70 см. Емкость ионной ловушки $\sim 10^{12}$.

При условии получения расчетного сверхвысокого вакуума $\sim 5{\cdot}10^{-12}$ Торр в области ионной ловушки параметры этой установки позволят получать многозарядные ионы всех элементов, в том числе ядра ксенона, цезия, бария.

Число отсепарированных многозарядных ионов в одном цикле будет находиться в пределах 10^8 - 10^{10}. Ускоряющее напряжение до 50 кВ.

5.5.1 Фокусирующая магнитная система источника со сверхпроводящим соленоидом

Специальная структура и конструкция фокусирующей магнитной системы MIS-1, согласованная с электронно-лучевой системой (ЭОС), обеспечивает основные условия – ламинарность интенсивного электронного пучка на всей длине ЭОС и постоянство магнитного потока, проходящего через поперечное сечение электронного пучка от катода до коллектора. При этом обеспечивается необходимое согласование магнитных и электрических полей в области короткофокусной сферической электронной пушки.

На катоде поле 30 Гс. В кроссовере электронной пушки, где компрессия ~ 100, электронный пучок замагничен полем 0,3 Т. Дальнейшая компрессия электронного пучка, не менее 10, обеспечена фокусирующим магнитным полем до 3Т сверхпроводящего соленоида и магнитопроводом. В итоге будет получена компрессия электронного пучка 10^3. Распределение магнитного поля в электронном коллекторе обеспечивает высокий уровень рекуперации энергии электронного пучка.

Фокусирующая магнитная система ионного источника MIS-1 имеет вертикальную конструкцию и состоит из сверхпроводящего соленоида длиной 1 м, размещенного в криостате, наружного магнитопровода, двух электромагнитных линз, расположенных в области электронной пушки, и коллектора электронов.



Рис. 1: Общий вид источника(слева), вакуумная камера и сверхпроводящий соленоид в криостате (справа).

В центральной части верхнего и нижнего полюсов магнитопровода расположены магнитные диафрагмы специальной формы для обеспечения необходимого распределения магнитных полей в области электронной пушки и электронного коллектора.

Обмотка сверхпроводящего соленоида секционирована для того, чтобы обеспечить однородное фокусирующие поле 3Т на максимально возможной длине дрейфовой структуры 700 мм, что обеспечивает высокую емкость ионной ловушки до 10^{12}.

Фокусирующая магнитная система источника была полностью смонтирована. Криостат со сверхпроводящим соленоидом был испытан на вакуум, заполнен жидким азотом и гелием. Были проведены магнитные измерения вдоль оси системы при токе 100 А -1 Т, показавшие хорошее совпадение с расчетными, что должно обеспечить компрессию электронного пучка 10^3. Затем в процессе тренировки при токе 200 А - 2 Т соленоид перешел в нормальное состояние.

После анализа всей структуры проведён значительный объем работ по технической доработке криостата сверхпроводящего соленоида с целью обеспечения надежной работы на расчетном поле 3 Т.

5.5.2 Анодный модулятор источника

Экономичный анодный модулятор электронной диодной пушки должен обеспечивать включение и выключение интенсивного ионизирующего электронного пучка.

Длительность рабочих импульсов от 100 мкс до 2 сек и более.

Рабочая частота, в зависимости от длительности рабочего импульса и экспериментальных задач, может быть от 0.01 Гц до 50 Гц и более.

Выходное напряжение анодного модулятора регулируется:

запирающее напряжение от -5 кВ до -15 кВ;

рабочее напряжение от +10 кВ до +50 кВ.

Электронные высоковольтные ключи выполнены на тетродах ГМИ-14Б, для которых разработаны специальные сеточные модуляторы. Управление сеточными модуляторами осуществляется через высоковольтные оптронные развязки.

Каждый высоковольтный ключ выполнен на двух последовательно включенных тетродах ГМИ-14Б. Специальный режим работы высоковольтных электронных ключей обеспечивает длительность фронтов импульса менее 5 мкс и экономичный режим ключа в стационарном открытом режиме от 0.5 до 20 мА.

Данный режим работы высоковольтных электронных ключей обеспечивает значительный ресурс работы тетродов ГМИ-14Б и высокую надежность работы анодного модулятора в целом.

Смонтированы системы питания:

1) Шкаф силового питания, управления, блокировки, сигнализации.
2) Блок питания электронной пушки.
3) Высоковольтный выпрямитель 200 кВт.
4) Анодный модулятор.
5) Импульсный модулятор.
6) Стойка питания магнитной фокусирующей системы: сверхпроводящего соленоида, верхней линзы и нижней линзы.
7) Для контроля сверхпроводящего соленоида установлен блок “JunctionBox”.

5.6 Импульсный концентратор магнитного потока

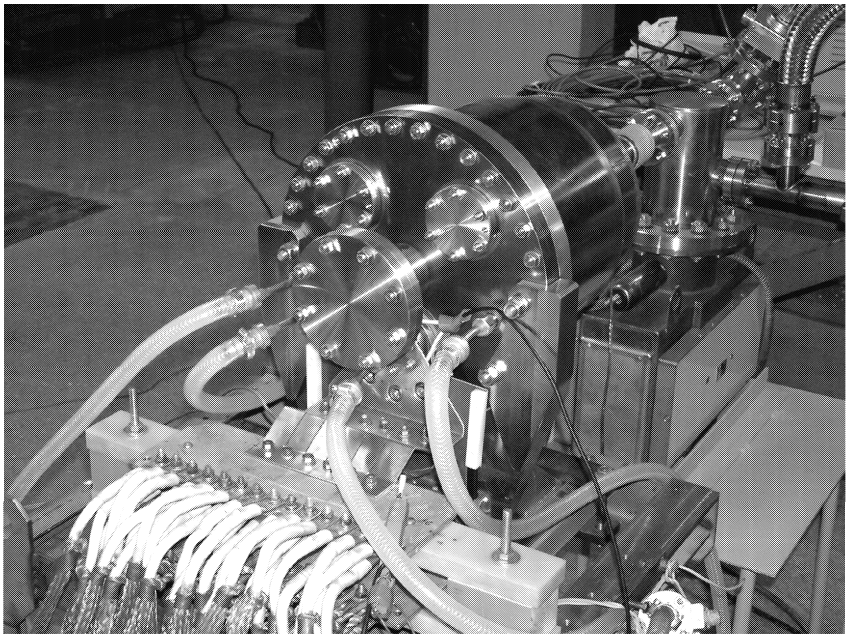


Рис. 2: Общий вид концентратора.

В рамках сотрудничества с ускорительным центром КЕК (Япония) по модернизации позитронного источника с целью существенного увеличения числа позитронов для будущей Супер В-фабрики был изготовлен спиральный концентратор магнитного потока с максимальным магнитным полем 100 кГс.

Первоначально концентратор потока испытывался на воздухе с подъемом магнитного поля до 50 кГс и с частотой повторения токовых импульсов до 50 Гц. Данное испытание имело целью добиться стабильного удержания приведенного значения магнитного поля с частотой повторения токовых импульсов 50 Гц без пробоя в течение длительного времени. В таком режиме магнит наработал примерно 100 часов.

Дальнейшее испытание, с целью увеличения значения магнитного поля, возможно только в условиях хорошего вакуума, для чего магнит-концентратор был помещен в вакуумный объем со значением вакуума примерно 10^{-7} Торр. Была проведена коммутация электрических цепей питания магнита, и в течение двух дней удалось выйти на стабильный режим испытания магнита аналогичный тем, что проводились на воздухе. В течение первых дней испытаний, в режиме разовых импульсов, удалось поднять значение магнитного поля до 86 кГс.

5.7 Разработка высокоинтенсивной нейтронной мишени

В ИЯФ СО РАН в рамках сотрудничества между ИЯФ, INFN-LNL (Леньяро, Италия) и ВНИИТФ (Снежинск) предложен и разрабатывается мишенный комплекс для проектов получения радиоактивных ионных пучков второго поколения SPES и SPIRAL-II, важнейшей частью которого является нейтронная мишень. Нейтронная мишень предназначена для получения интенсивного потока (10^{14}-10^{16} $с^{-1}$) высокоэнергетичных ($\sim$ 1-20 МэВ) нейтронов при облучении первичным протонным/дейтронным пучком с энергией 40-100 МэВ, мощностью до 200 кВт, диаметром 1 - 4 см. Она представляет собой вращающийся несущий металлический диск с закрепленным на нем графитовым конвертором, охлаждаемым собственным тепловым излучением. В качестве привода вращения, подвески и теплосъемного контура предложены жидкометаллические (ЖМ) устройства, использующие в качестве агента сплав 90% Pb + 10% Sn.

Цель настоящего этапа работ – разработка и испытания:

- полноразмерной мишени, рассчитанной на 200 кВт-ный первичный пучок
- ЖМ контуров привода и теплосъема, включая насосы/моторы, теплосъемные каналы и теплообменник, защитное окно, приборы контроля параметров контуров
- технологии предварительной проверки отдельных элементов и узлов нейтронной мишени, включая создание специального испытательного стенда на базе мощного низкоэнергетичного электронного ускорителя, а также экспериментальную отработку на нем предложенных методов.

В течение 2008 года в результате проведенных работ:

- Проведены предварительные расчеты режимов работы конвертора полноразмерной мишени, рассчитанной на прием пучка мощностью 200 кВт. Определены ее основные параметры – диаметр под пучком 120 см, длина лопатки 8 см, максимальная температура 1850°C при гауссовом пучке диаметром 4 см, частота вращения

10 - 20 Гц. Проведено моделирование термомеханических процессов в мишени под действием интенсивного пучка дейтронов.

• Полностью спроектированы и в основном изготовлены прототипы жидкометаллических привода вращения и системы охлаждения мишени: ЖМ моторы и насосы, узел подвески, теплообменник, конвертор мишени, каналы охлаждения конвертора, экспериментальные и вспомогательные объемы ЖМ контуров. Предварительно проведен расчет основных тепловых и жидкостно-динамических параметров ЖМ устройств.

• Подобран графитовый материал для конвертора мишени, изготавливаемый в ЕС (марка CGD производства фирмы HENCHKE, Германия), проведены его испытания и исследования. Механические, тепловые, электрофизические свойства, а также прогнозируемое время жизни полностью удовлетворяют поставленной задаче.

• Определен набор методов контроля качества элементов и подсистем нейтронной мишени, проведена их техническая проработка. На их основе определены параметры различных систем и элементов стенда для их экспериментальной проверки, проведено его проектирование и комплектация необходимым оборудованием систем.

• Начато и, в основном, проведено изготовление различных систем и элементов экспериментального стенда, включая 30 кВт, 60 кВ электронный источник. Проведена реконструкция экспериментального зала для размещения стенда, зал подготовлен к монтажу оборудования.

Работа проводилась при поддержке МНТЦ (грант №3682) совместными силами лаб. 5, 5-1, 6 и КБ.



Рис. 3: Конструкция 200кВт-ной мишени (слева) и схема мишенного узла (справа).

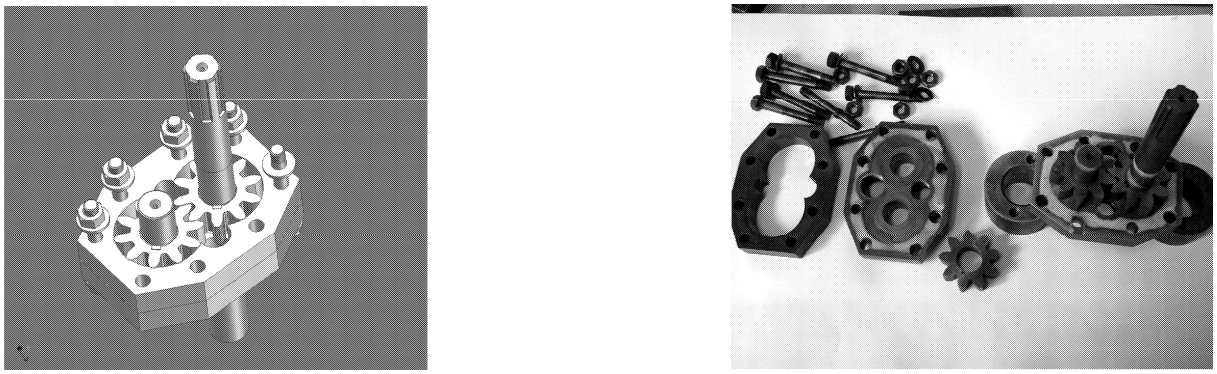


Рис. 4: Конструкция Ж/М мотора/насоса (слева) и его элементы после испытаний (справа).

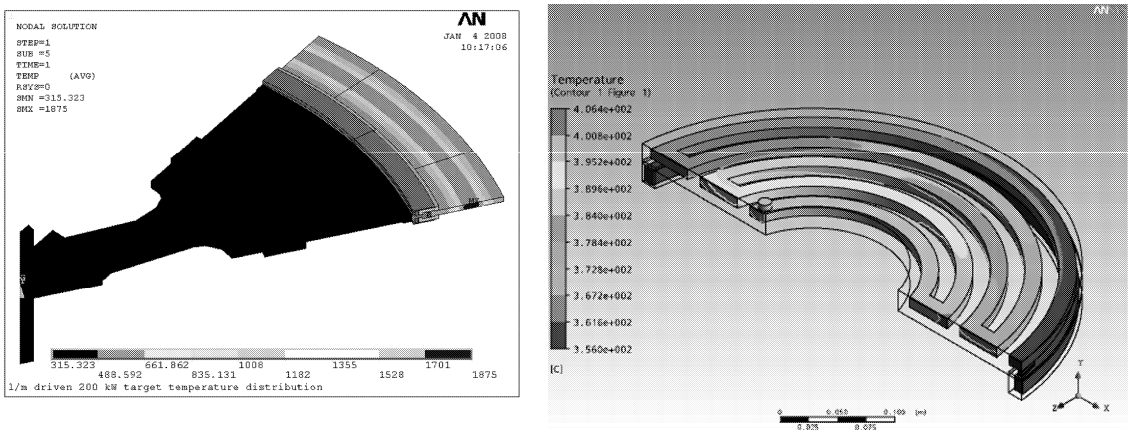


Рис. 5: Численное моделирование распределения температуры в мишени (слева) и канале панели охлаждения (справа).

5.8 Эксплуатационные работы на системе впуска-выпуска инжекционногокомплекса ВЭПП-5

В 2008 году на системе впуска-выпуска ВЭПП-5 проводились эксплуатационные работы. Генераторы питающих импульсов потребовали стабилизированных источников накала генераторов водорода. Эти источники разработаны и находятся в производстве. Потребовали технической доработки высоковольтные поглощающие нагрузки. В дистиллированной воде происходят процессы разрушения контактных поверхностей резисторов, что видно на фотографиях, поэтому были внесены изменения в конструкцию, а также разработано сопротивление, использующееся в качестве нижнего плеча делителя. По размерам он совпадает с фабричным, но в течение этого года отработал без нареканий. Широкополосность такого сопротивления, конечно же, не дотягивает до фабричного образца, но при выбранном режиме работы ее вполне хватает.

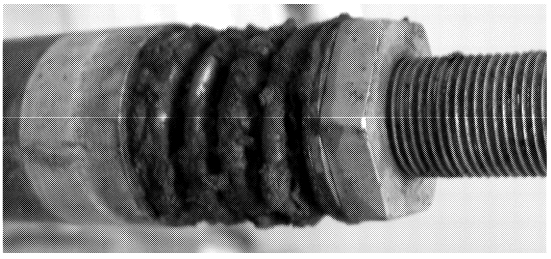


Рис. 6: Элемент высоковольтной нагрузки после 6 месяцев эксплуатации в воде.

Силами лаборатории 5 в сотрудничестве с лабораторией 11 также проводились эксплуатационные работы на системе впуска в ВЭПП-2000. Достигнут бесперебойный и безаварийный режим работы генераторов системы впуска. Д. Беркаевым написаны

программы управления, которые отслеживают как быстрые изменения положения импульса, так и его долговременные уходы. Тем не менее, несмотря на прогресс, ведутся разработки новых типов генераторов для питания пластин системы впуска. Эти генераторы будут работать на холодных тиратронах.

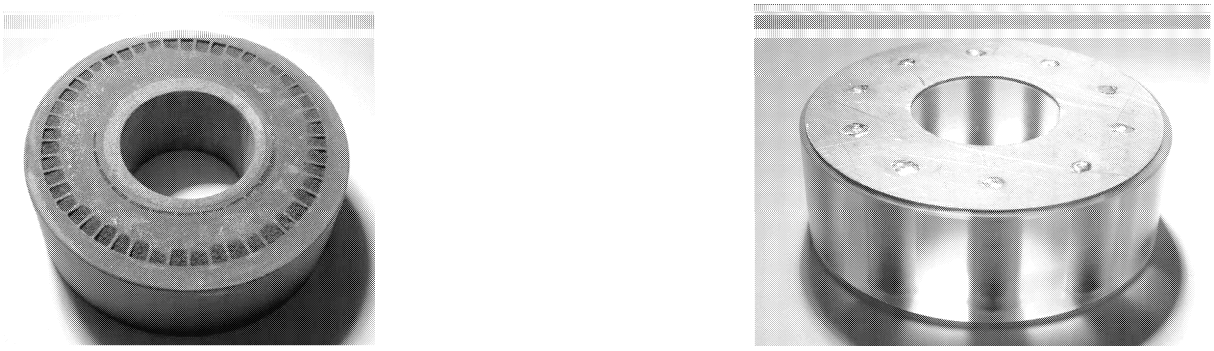


Рис. 7: Фабричное сопротивление (слева) и вариант собственной разработки (справа).

5.1 Инжекционный комплекс ВЭПП-5

Инжекционный комплекс ВЭПП-5 является мощным современным источником интенсивных пучков электронов и позитронов на энергии 500 МэВ, который обеспечит потребности всех установок на встречных электрон-позитронных пучках в ИЯФ СО РАН на следующие 10 лет. Комплекс состоит из линейного ускорителя электронов на энергию 300 МэВ, линейного ускорителя позитронов на энергию 500 МэВ и накопителя-охладителя.

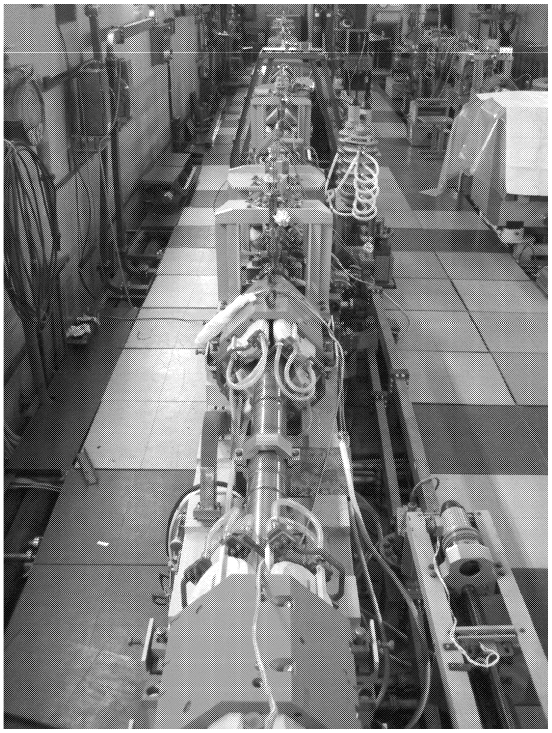


Рис. 1: Фотография линейного ускорителя позитронов Инжекционного комплекса.

Наиболее сложные и определяющие части этого комплекса уже испытаны на проектных параметрах, так, например, система производства позитронов показала рекордную эффективность. В 2008 году шло производство элементов последнего ускоряющего модуля линейного ускорителя позитронов. Также была изготовлена, налажена и сдана в опытную эксплуатацию система измерения и регулировки фазы СВЧ на линейных ускорителях форинжектора. Активно велись работы по созданию и отладке численной модели ускорительного комплекса, основанной на измерениях, проведенных с помощью электронного пучка.

5.2 Электронно-лучевая сварка

В течение 2008 года, на основе результатов долговременных тестов, была проведена глубокая модернизация разработанных и изготовленных в ИЯФ СО РАН энергоблоков для установок электронно-лучевой сварки.



Рис. 2: Общий вид энергоблока для установок электронно-лучевой сварки разработки ИЯФ СО РАН.

В результате чего было достигнуто новое качество в работе энергоблоков – значительно уменьшена вероятность вакуумных пробоев в процессе сварки, увеличена надежность всех элементов энергоблока. Планируется интенсивная работа по дальнейшему совершенствованию энергоблока с целью улучшения его потребительских свойств при сохранении качества электронно-оптического тракта и стойкости катода.

5.3 Квадрупольные магниты для синхротрона ALBA

Успешно окончен заключенный в мае 2006 контракт на производство 119 квадрупольных магнитов для основного кольца синхротрона ALBA, строящегося под Барселоной. В 2008 году все серийные квадрупольные магниты были измерены и поставлены заказчику.

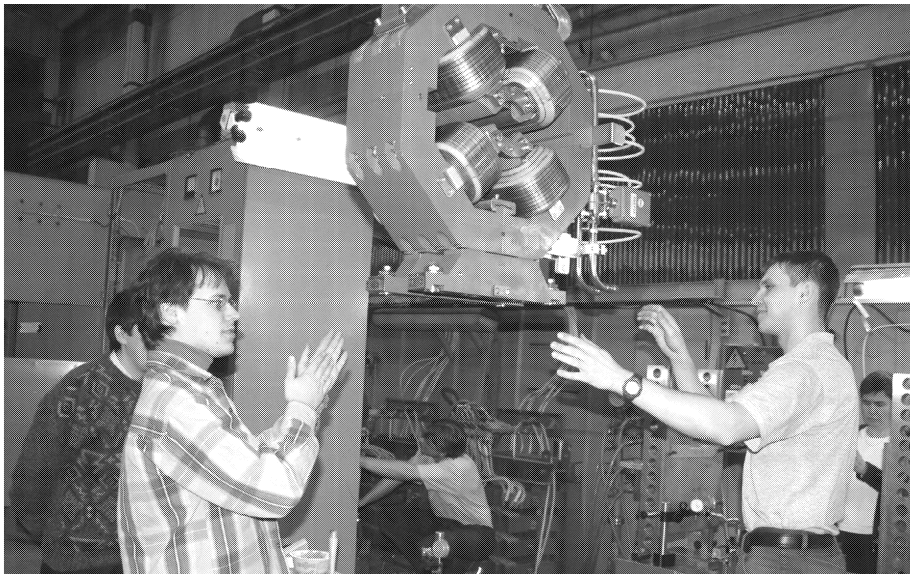


Рис. 3: Постановка квадрупольного магнита на гирдер для магнитных измерений вращающей катушкой в присутствии заказчика.

5.4 Прибор для передачи вращения в вакуум

В последнее время для передачи движения из одной среды в другую все чаще применяются устройства с магнитожидкостным уплотнением (МЖУ). Один из таких приборов разработан, изготовлен и испытан (несколько экземпляров) в ИЯФе, в лаборатории 5-1.

На рис. 4 представлено фото прибора, а на рис. 5 — устройство прибора.

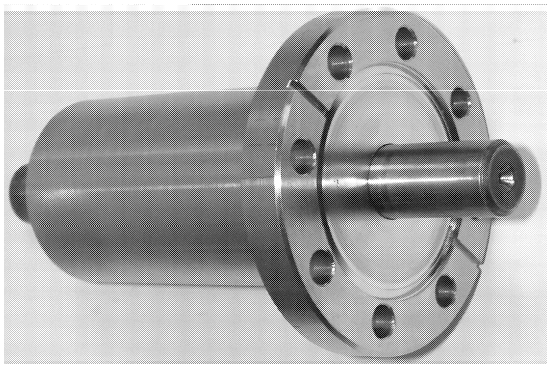


Рис. 4: Общий вид устройства для ввода вращения в вакуум.

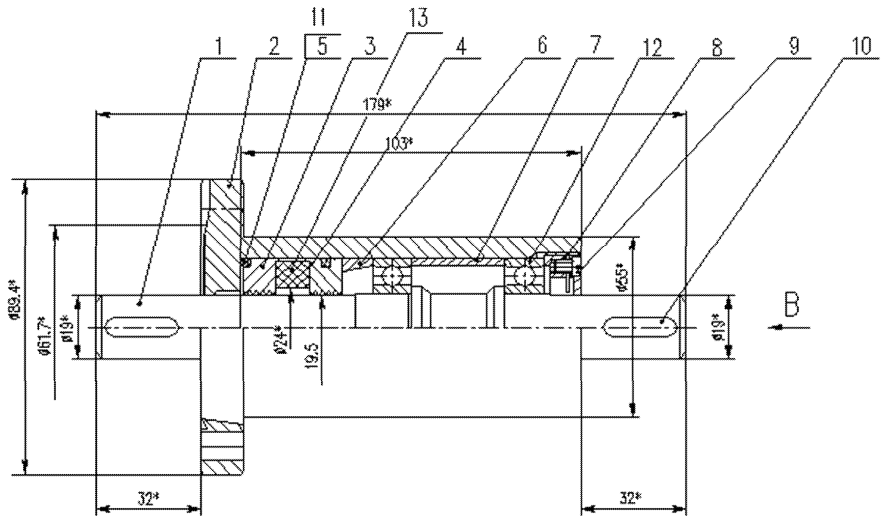


Рис. 5: Схема устройства для ввода вращения в вакуум.

Здесь: 2 – корпус из немагнитной нержавеющей стали; 1 – вал, передающий вращение в вакуумный объём, сталь 45 закалённая; 3 и 4 – кольцевые магнитные полюса, сталь 3; 5 – резиновое вакуумное уплотнение, которое при необходимости можно заменить на индиевое уплотнение; 14 – резиновое вакуумное уплотнение; 12 – два шариковых подшипника, 13 –кольцевой магнит из сплава Ч36Р (Nd-Fe-B), остаточная индукция – 9 кГс.

В зазоре между валом и магнитными полюсами находится магнитная жидкость FLS 040.040 со следующими параметрами: плотность – 1.4 г/см^3, вязкость – 0.5 Па·с (при 20^{o}C). Намагниченность насыщения при напряженности магнитного поля не менее 500 кА/м - 47кА/м, рабочая температура – 120 - 130^{o}C, давление в вакуумном объёме $10^{-5} - 10^{-7}$ mbar.

Зазор между валом и зубцами магнитного полюса 0.05-0.1мм. Магнитное поле в зазоре порядка 1500 кА/м, так что намагниченность насыщения МЖ полностью используется.

На рис. 6 показано изменение вакуума (первичное включение) в объёме при включении турбомолекулярного насоса (60 л/с) при неподвижном вале. Примерно через 30 мин вакуум достигает стационарного значения $0.5 - 1 \cdot 10^{-6}$ mbar (точка А). В это время включается вращение вала (1000 об/мин) – точка А на рис. 7. При этом давление в вакуумном объёме возрастает до $4 - 5 \cdot 10^{-6}$ mbar (точка В на рис. 7).

Растет и температура (рис. 8) корпуса прибора, достигая 35-40^{o}C за счет вязкости МЖ, коэфициент вязкости которой 0.5 Па·с. Далее температура практически не меняется.

Давление, достигнув точки В, снижается. Через 10-15 мин давление выходит на стационарное значение порядка $2 \cdot 10^{-6}$ mbar (точка С на рис. 7), оставаясь практически неизменным 8-10 часов (рабочий день).

В таком режиме прибор (два экземпляра) испытывался 100-120 часов. Если выключить вращение вала (точка С на рис. 7, 9), то примерно за час вакуум возвращается к исходному значению (точка А на рис. 7).

Анализ рис. 7 показывает, что при вращении вала увеличивается натекание в вакуумный объём как за счет увеличения натекания со стенок вакуумного объёма при росте температуры, так и за счет увеличения натекания через МЖ при вращении.

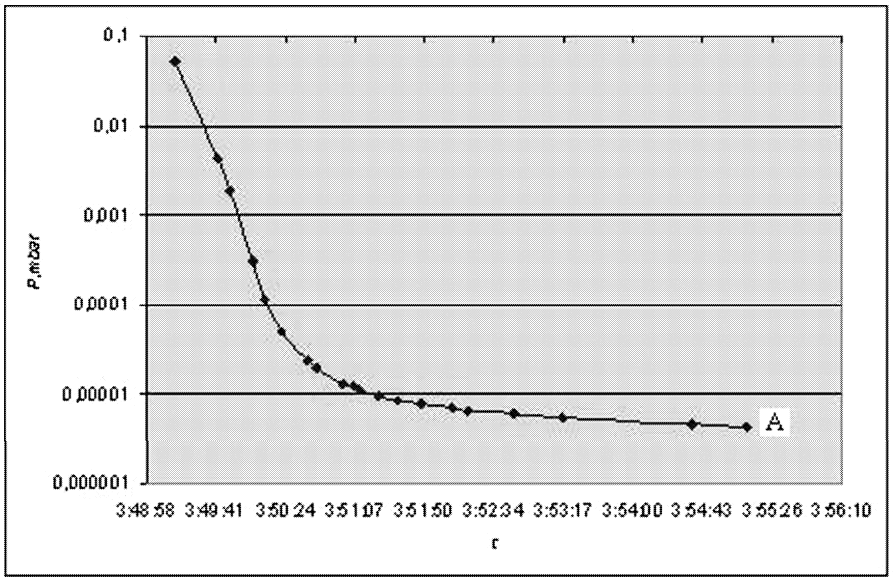


Рис. 6: Изменение вакуума в объеме от времени без вращения вала.

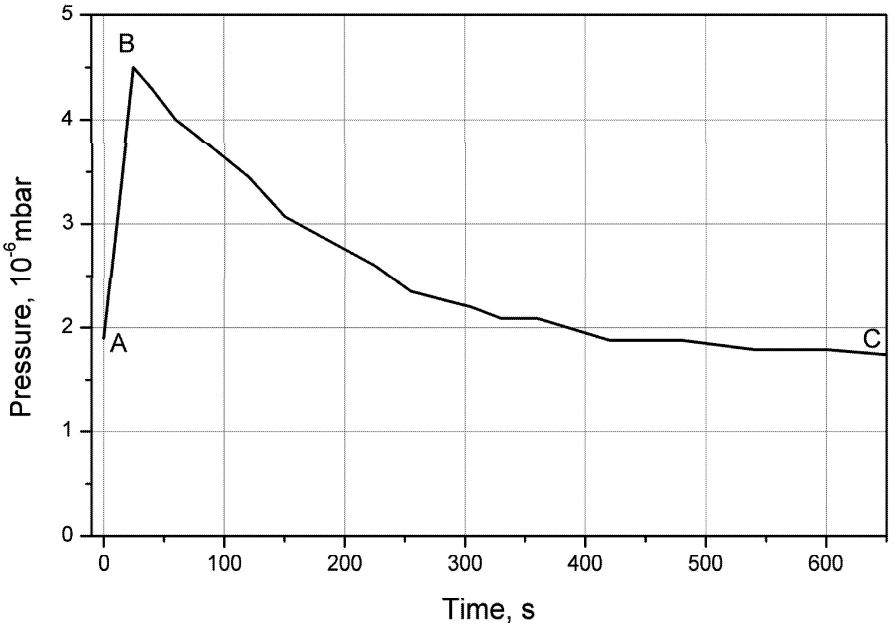


Рис. 7: Изменение вакуума в объеме от времени при вращении вала.

Однако при неподвижном вале натекание атмосферы через МЖ не обнаружено (вакуум при этом $1.5 - 2 \cdot 10^{-6}$ mbar). Отсутствие натекания проверялось гелиевым течеискателем.

Натекание существенно увеличивается с увеличением скорости вращения. Так, при 3000 об/мин (длительность работы около 30 мин) давление в системе возрастает до $5 \cdot 10^{-6}$ mbar, а температура до 90 °C.

Таким образом, рассмотренный выше прибор без существенных изменений может использоваться для передачи вращения в вакуумный объём с вакуумом $10^{-5} - 10^{-6}$ mbar в пределах 2000 об/мин. При более скоростном движении следует предусмотреть соответствующую систему охлаждения.

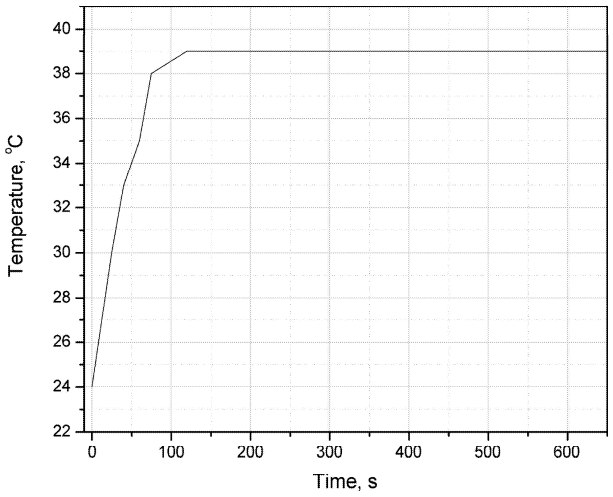


Рис. 8: Изменение температуры корпуса прибора во времени.

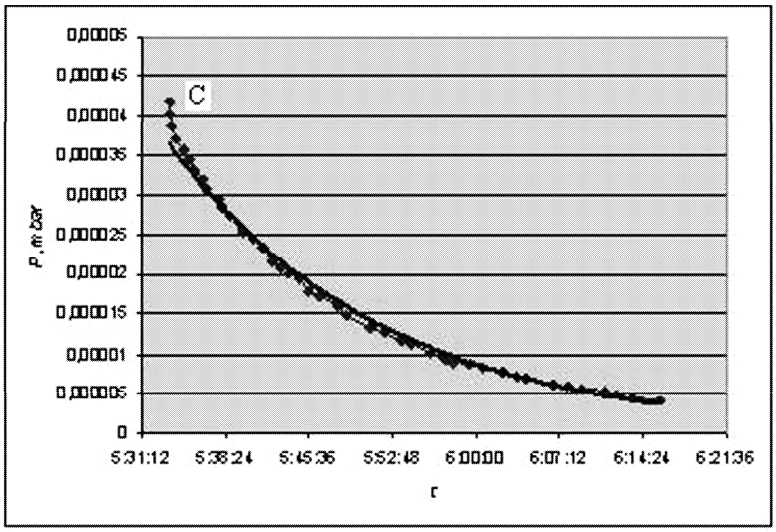


Рис. 9: Возвращение уровня вакуума к исходному значению.

Что касается срока службы прибора, то есть сведения, что приборы с использованием МЖ FLS 040.040 работают уже и 5, и 7 лет без перезаправки МЖ.

Более конкретные сведения – срок службы 8000 часов. Для получения более надежных данных нужны дополнительные эксперименты.

В работах принимали участие:

А.А. Акимов, А.В. Антошин, П.А. Бак, М.А. Батазова, М.Ф. Блинов, Ю.М. Боймельштейн, Д.Ю. Болховитянов, А.И. Бутаков, Р.Х. Галимов, С.М. Гуров, Е.А. Гусев, Ф.А. Еманов, С.Н. Клющев, А.Н. Косарев, А.А. Корепанов, Н.Х. Кот, Г.И. Кузнецов, Н.Н. Лебедев, П.В. Логачев, А.И. Микайылов, Л.А. Мироненко, В.М. Павлов, В.Е. Пальчиков, А.В. Петренко, И.Л. Пивоваров, О.В. Пирогов, В.С. Попов, Ф.В. Подгорный, Т.В. Рыбицкая, С.Л. Самойлов, В.С. Северило, Ю.И. Семенов, Б.А. Скарбо, Т.В. Соколова, А.А. Старостенко, Д.П. Суханов, А.Р. Фролов, В.Д. Хамбиков, А.С. Цыганов, А.Г. Чупыра, С.В. Шиянков, Т.А. Яскина и др.

Результаты работы отражены в публикациях:

[155], [156], [157], [377].

5.5 Работы по Ускорительному Масс Спектрометру

В ИЯФ СОРАН создается комплекс ускорительной масс-спектрометрии (УМС), предназначенный для сверхчувствительного изотопного анализа вещества, в концепцию которого заложены дополнительные возможности по фильтрации изобарного ионного фона. В 2008 г. были завершены предварительные испытания комплекса УМС на стендовой площадке в ИЯФ СО РАН. Испытания проводились при пониженном напряжении (250 кВ) высоковольтного терминала УМС, по причине отсутствия радиационной защиты. В начале 2008 года удалось впервые надежно измерить ^{14}C на сооружаемом спектрометре. Для этого из древесного угля размельченного в фарфоровой ступке прессовался в стальном пуансоне образец. В качестве связующего материала использовалась смесь чистой глины с водой. После высушивания образец запрессовывался в медный катод распылительного источника. Вес образца составлял около 9 миллиграммов.

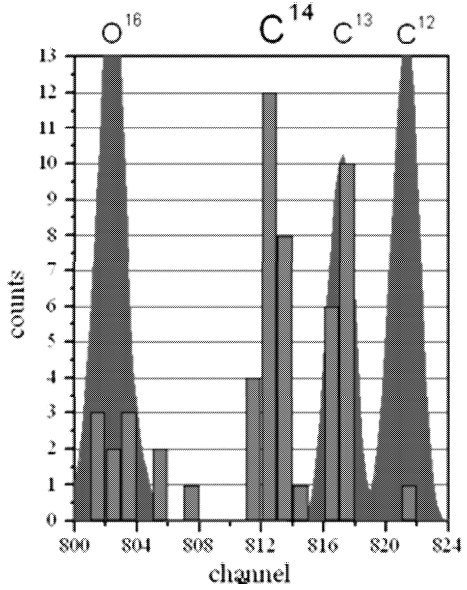


Рис. 1: Первые измерения ионов $^{14}C^{3+}$. Сравнение углеродного спектра древесного угля и графита. Виден четкий сигнал ^{14}C на древесном угле.

Основные результаты предварительных испытаний комплекса:

• Атомы исследуемого углеродного образца (прессованный древесный уголь) преобразованы в отрицательные ионы, посредством распылительного ионного источника.

• Пучок ионов проведен через весь тракт комплекса УМС с обдиркой в положительные ионы в мишени на парах магния. Коэффициент прохождения пучка составил 25%, 1.5%, 0.03% для ионов в зарядовом состоянии 1+, 2+, 3+ соответственно.

• Произведено подавление изобарного ионного фона и проведена регистрация времяпролетным детектором ионов радиоизотопа углерода в зарядовом состоянии 3+.

• Изготовлен и испытан времяпролетный регистратор ионов с использованием сверхтонких органических пленок и Микроканальных Пластин.

На текущий момент комплекс УМС демонтирован в ИЯФ СОРАН и перевезен в ЦКП "Геохронология кайнозоя", производится монтаж оборудования в бункере с радиационной защитой. К сожалению, подготовка площадки и ремонт оборудования в бывшем гараже СОРАН сильно отстал от графика и сборка УМС продолжается до сих пор (ноябрь 2008). Работы по изотопному анализу вещества при повышенном напряжении высоковольтного терминала (>500 кВ) начнутся в 2009г.

Основные результаты работ представлены на RUPAC 2008 [373], более детально результаты представлены в статьях, посланных в ЖТФ и ПТЭ [158], [159], [160], [161], [373] .

5.6 Разработки для высоковольтного электронного охлаждения

В 2008 году в лаборатории 5-2 проводились работы по разработке высоковольтной секции для системы электронного охлаждения на 2 МэВ для ускорителя COSY (Юлих, Германия). Данная работа является продолжением работы по проектированию секции за 2007 г.

В ходе работы был спроектирован и изготовлен прототип высоковольтной секции, состоящий из металлического корпуса, турбогенератора, силовой и управляющей электроники и двух катушек магнитного поля.

Каждая секция питается турбогенератором, расположенным в секции. Данный генератор преобразует энергию сжатого воздуха, подаваемого по пластиковым трубкам от компрессора, в электрическую энергию. Блок силовой электроники выполняет две функции: питание катушек магнитного поля током до 2 А и создание высокого напряжения до 60 кВ. Блок цифровой электроники основан на процессоре TMS320F2808PZA (Texas Instruments) с тактовой частотой 100 МГц и обеспечивает управление силовой электроникой и связь с компьютером. Оба блока расположены на одной плате и разделены на низковольтную и высоковольтную части.

При первых испытаниях электроники было обнаружено, что после пробоя внутри высоковольтной части схема перестает работать. Это связано с тем, что пробой в твердом наполнителе, используемом в схеме, может привести к изменениям структуры наполнителя и в дальнейшем пробой в данном месте происходит при намного меньших напряжениях. Поэтому было принято решение изменить высоковольтную часть, поместив ее в специальный контейнер с трансформаторным маслом. Из-за конвективных потоков происходит постоянное перемешивание масла, и поэтому, после пробоя, схема возвращается в прежнее состояние. Испытания показали, что при использовании масла в качестве наполнителя схема устойчива к таким пробоям.

Во время испытаний было обнаружено, что вторичная обмотка трансформатора в схеме умножения имеет большую паразитную емкость с землей. Данная схема образует резонансный контур с резонансными частотами порядка 10 кГц (параллельный резонанс) и 80 кГц (последовательный резонанс). Поэтому для первичной обмотки трансформатора был выбран резонансный режим работы. Для этого, с помощью дополнительных контуров, частота параллельного резонанса сдвигалась до нужного нам значения, и схема настраивалась на работу на частоте, близкой к новой частоте параллельного резонанса. Данный режим позволил уменьшить диссипацию в транзисторных ключах и в трансформаторе.

При испытаниях к секции подключалась резистивная нагрузка по 39 МОм на

каждое плечо. Стабильность высокого напряжения измерялась двумя независимыми способами: с помощью АЦП процессора в самой схеме и с помощью внешнего осциллографа. В обоих случаях стабильность напряжения лучше чем 10^{-4}.

При высоких напряжениях между секциями происходил пробой. После пробоя система автоматически возвращалась в прежнее состояние и продолжала нормальную работу, что показывает устойчивость системы к срывам.

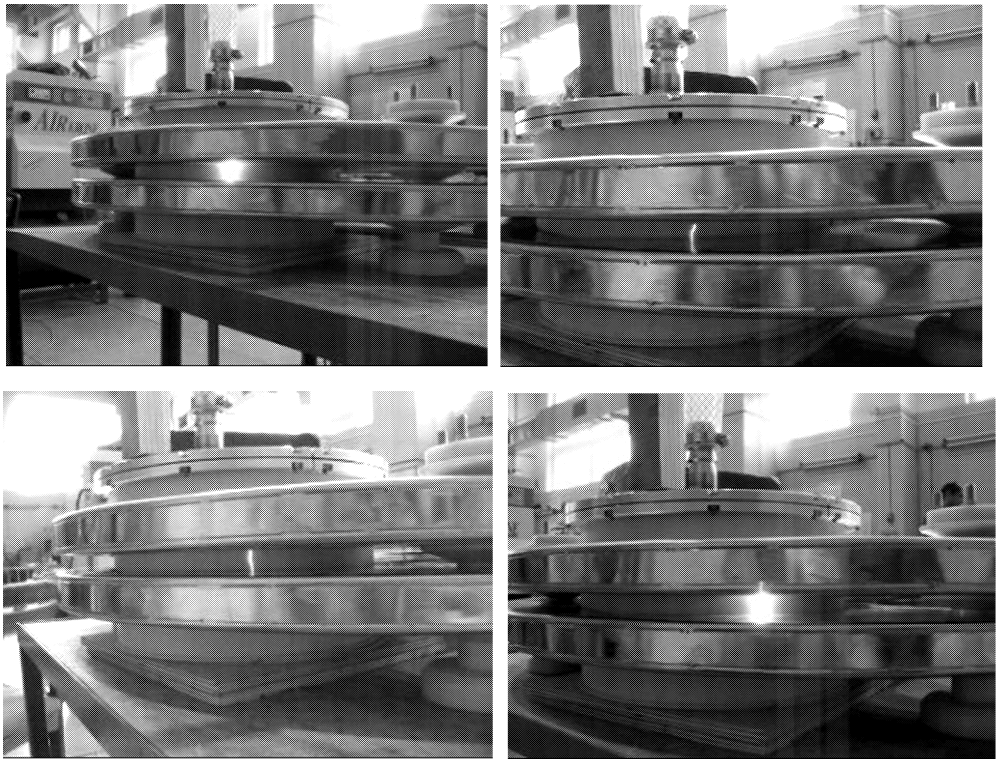


Рис. 2: Фотографии пробоев между двумя секциями при напряжении порядка 22 кВ.

Результаты данной работы были изложены на конференции EPAC'08 в Генуе (Италия) [1].

В схеме обратной связи используется метод ПИД регулирования, реализованный в процессоре цифровым образом. Одной из главных проблем во всех системах с такой обратной связью является выбор параметров ПИД модели. Самым удобным способом для этого является определение оптимальных параметров по передаточной функции регулируемого звена. Как правило, передаточная функция всего звена рассчитывается по передаточным функциям отдельных узлов. Однако, для больших и сложных схем это очень сложно. Кроме того, передаточная функция может меняться при работе, например из-за нагрева. Другой способ основан на измерении амплитудно-частотных и фазово-частотных характеристик регулируемого звена. Однако для этого надо "разорвать"обратную связь, что так же неудобно, если есть необходимость периодически измерять передаточную функцию в процессе работы для подстройки параметров обратной связи. Поэтому нами был разработан метод для измерения передаточной функции регулируемого звена без "разрывания" обратной связи. Результаты данной работы изложены в статье "Определение передаточной функции регулируемого объекта по характеристикам замкнутой системы с обратной связью", принятой к печати в журнале "Вестник НГУ" [2].

Работа отражена в : [162], [374].

5.7 Разработки для Углеродного Терапевтического Ускорительного Комплекса (HITS)

В июне 2008 г. начался большой контракт HITS (Heavy Ion Therapy System) на поставку двух терапевтических комплексов, предназначенных для лечения рака ионами углерода с энергией до 430 МэВ/нуклон.

Проводились работы по подготовке проекта системы электронного охлаждения, обеспечивающей охлаждение углеродного пучка в основном накопителе ускорителе комплекса HITS. Были предложены и проведены расчеты режимов работы, обеспечивающие выпуск пучков ионов в каналы распределения. Состояние разработок было доложено на ускорительном совещании RUPAC-08.

В лаборатории 5-2 проведены расчетные и экспериментальные работы в рамках контракта. Подготовлен и успешно сдан первый отчет в сентябре 2008 г. Важнейшая часть первого отчета – конструктивный проект здания HITS для размещения ускорительного оборудования и установок, комнат лечения и т.д. Сотрудники лаб. 5-2 вместе с отделом ОРИиРБ принимали активное участие в проектировании здания комплекса в КНР, проведен большой массив расчетов по толщинам биологической защиты (стен) с учетом требований на облучение 2500 пациентов в год и требований к инженерным коммуникациям. По результатам работы китайская сторона приступает к проектно- строительным работам.

Работа отражена в : [375], [163].

5.8 Вакуумные технологии

5.8.1 Тонкопленочные геттерные покрытия

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. Практический интерес представляет возможность активации современных геттеров с помощью внешнего прогрева, поскольку в этом случае нет необходимости в дополнительных сильноточных токовводах, изоляции геттеров, что значительно упрощает конструкцию установки. Настоящая работа посвящена исследованию геттеров TaTi и TaTiZrV как попытка найти покрытия с более низкой температурой активации (150 °C) и лучшими сорбционными и эмиссионными свойствами.

С этой целью в ИЯФ была создана установка по напылению геттерных покрытий, а также установка для исследования газопоглощающих и активационных свойств геттеров. Напыление геттеров производилось в цилиндрических камерах (длина 2500 мм, диаметр внутренний 98 мм). Толщина покрытия порядка 1 мкм. Перед активацией геттеров вся установка прогревалась при температуре 250 °C, на геттере поддерживалась 80-100 °C. В Табл. 1 представлены сравнительный анализ геттеров. На рис.1 представлен график, изображающий зависимость насыщения CO геттером от времени.

Таблица 5.1: Сравнительный анализ геттеров.

	TaTi	**TaTiZrV**
Температура активации, °C	400	200
Коэффициент прилипания по водороду, %	0.5	0.8
Коэффициент прилипания по CO, %	2.3	4.5
Сорбционная емкость, мол/см^2	-	4E+14

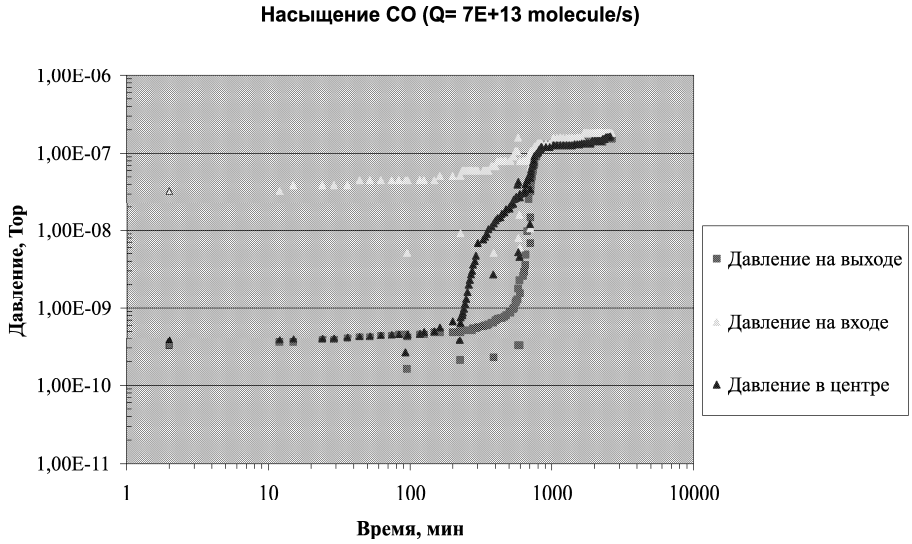


Рис. 1: Зависимость насыщения CO геттером от времени.

5.8.2 Фотоэлектронные приборы

• Разработана технология изготовления вакуумного фототриода с диаметром фотокатода 25 мм. Фотокатод – бищелочной, квантовая эффективность фотокатода η=15÷20% на длине волны (λ=410 нм), коэффициент усиления K∼10.

• Разработана технология изготовления вакуумных конических окон при помощи высокочастотной сварки. Рабочий диаметр окна: 16 мм, 33 мм и 43 мм.

• Для установки измерения энергии пучка методом обратного комптоновского рассеяния разработано входное окно из арсенида галлия.

Диапазон пропускания - 09÷20 мкм;
Максимальная температура прогрева - 250°C;
Рабочее давление, не хуже - 5x10^{-10} Торр.

5.8.3 Международное сотрудничество

• В рамках сотрудничества с DESY (Германия) в 2008 завершено проектирование, изготовление и монтаж вакуумных компонентов двух секций охлаждения пучка для источника СИ нового поколения PETRA III. Суммарная длина секций составляет 200 метров. Одной из наиболее сложных задач, с точки зрения проектирования вакуумных камер пучка, являлось обеспечение распределенного поглощения 900 кВт мощности СИ при сохранении уровня вакуума 10^{-9} Торр. Поглощение СИ распределено

между шестнадцатью поглотителями мощностью до 30 кВт, четырьмя поглотителями мощностью до 90 кВт (Рис.2, 3) и двумя концевыми поглотителями мощностью до 130 кВт (Рис. 4, 5).

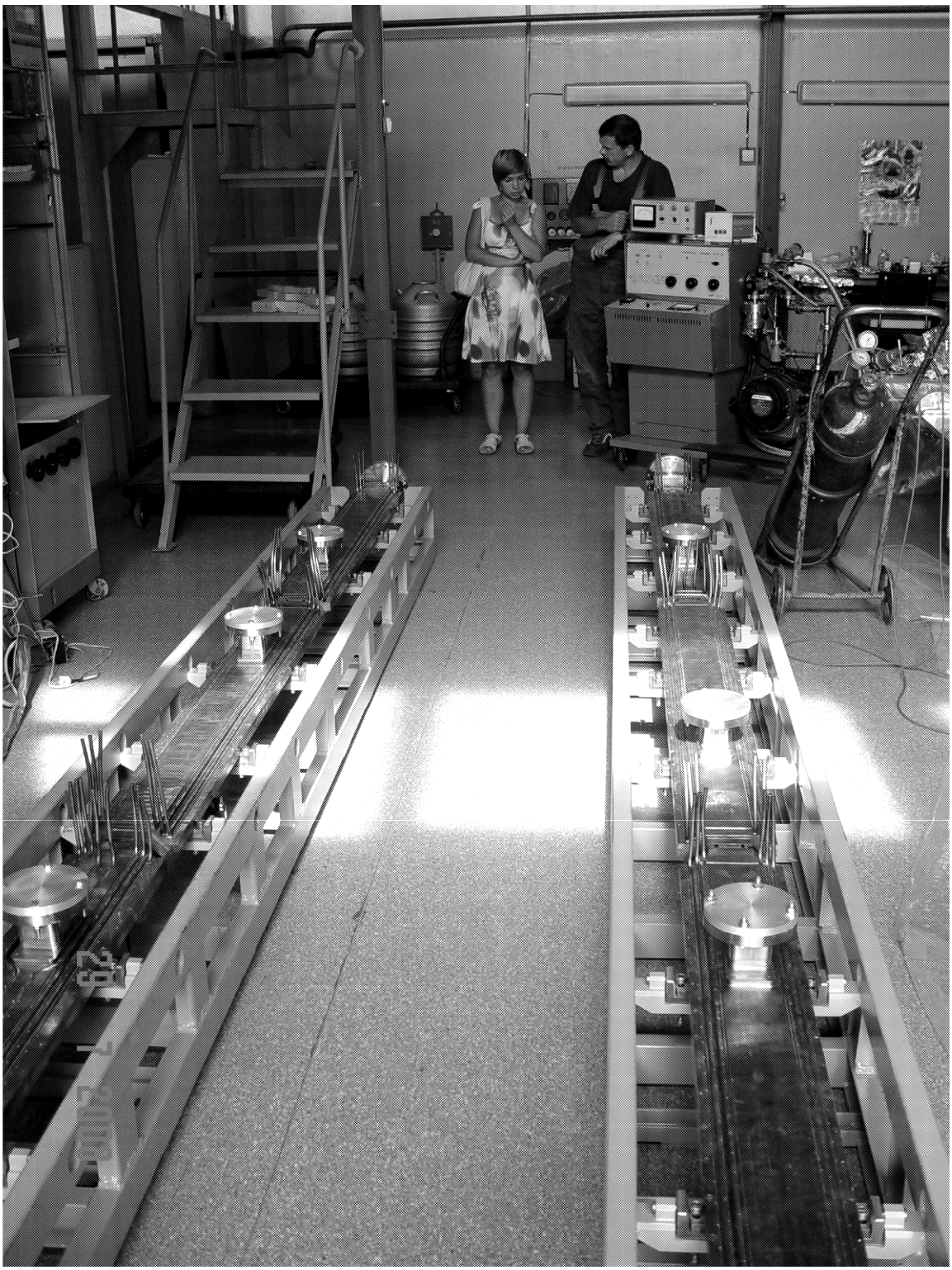


Рис. 2: Поглотители на 90 кВт. Вакуумные испытания в ИЯФ.

Все поглотители изготовлены методом вакуумной пайки фрезерованных с высокой точностью медных блоков. Суммарная длина паяных швов составила более чем

200 метров. Проектирование и производство мощных поглотителей излучения для PETRA III – яркий пример высокого технологического уровня ИЯФ в изготовлении электровакуумного оборудования.



Рис. 3: Поглотитель на 90 кВт в тоннеле PETRA III.



Рис. 4: Поглотитель на 130 кВт. Монтаж на кольцо PETRA III.

• Освоено изготовление тонкостенных (0.3 мм) четырехметровых вакуумных камер (Рис. 6) для синхротрона SIS18 (GSI, Германия). Камера состоит из семи одно-

типных секций (Рис. 7). Основные новые технологические операции: изготовление тонкостенной обечайки электронно-лучевой сваркой и вакуумная пайка ребер жесткости припоем CuSn12 при температуре 1050°C.

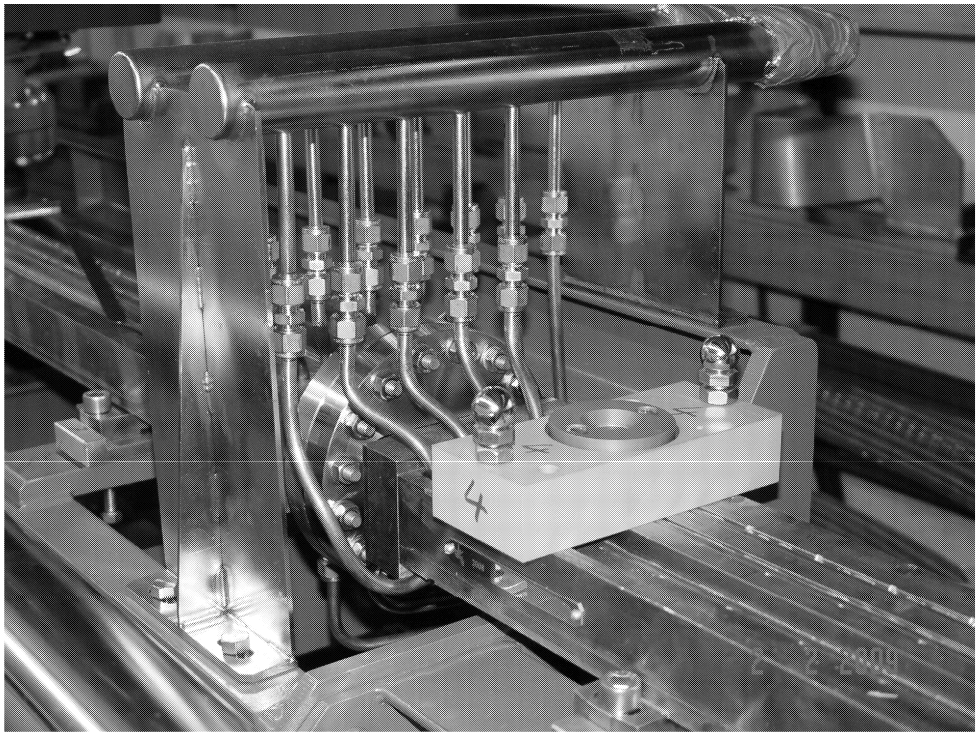


Рис. 5: Элементы поглотителя на 130 кВт.

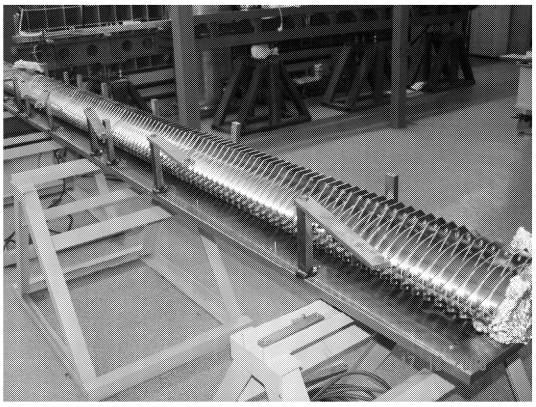


Рис. 6: Вакуумная камера квадрупольной линзы SIS18.



Рис. 7: Секция вакуумной камеры квадрупольной линзы SIS18.

• Изготовление радиусного прототипа вакуумной камеры дипольного магнита SIS100 (GSI, Германия) (Рис. 8). Для минимизации искажений магнитного поля и резистивных потерь (нагрузки на криогенную систему) за счет токов Фуко камера изготовлена из нержавеющей стали толщиной 0.3 мм. Во избежание дополнительного токового контура по трубкам охлаждения последние изолированы от ребер жесткости керамическим слоем Al_2O_3 толщиной 75 мкм (Рис. 9). В результате расчетное значение резистивных потерь снизилось вдвое. В настоящий момент по техническим

характеристикам данная камера является наиболее приемлемым прототипом вакуумной камеры радиусного “холодного” дипольного магнита SIS100.

• В рамках контракта №26165 с фирмой IHI (Йокогама, Япония) была изготовлена и прошла вакуумные испытания вакуумная система канала транспортировки ионов углерода.

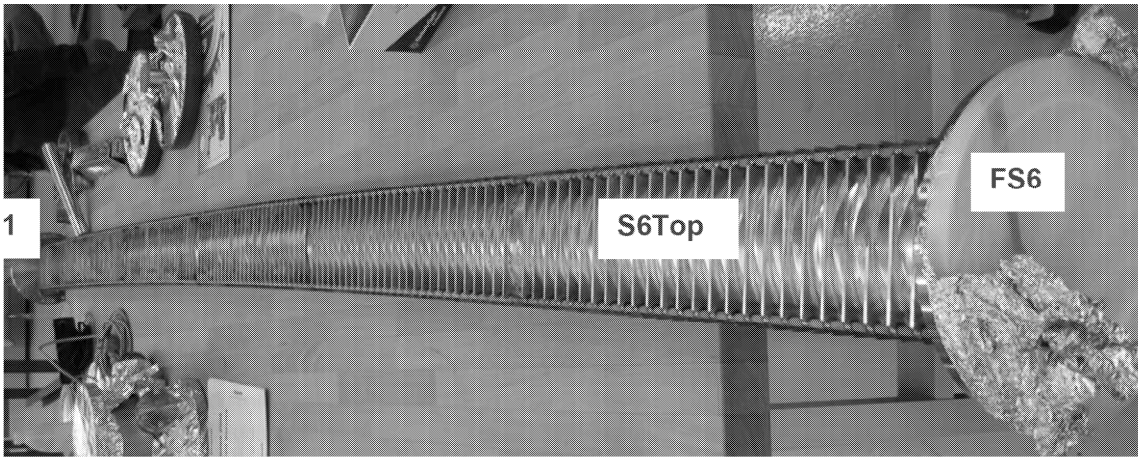


Рис. 8: Прототип вакуумной камеры радиусного дипольного магнита SIS100.

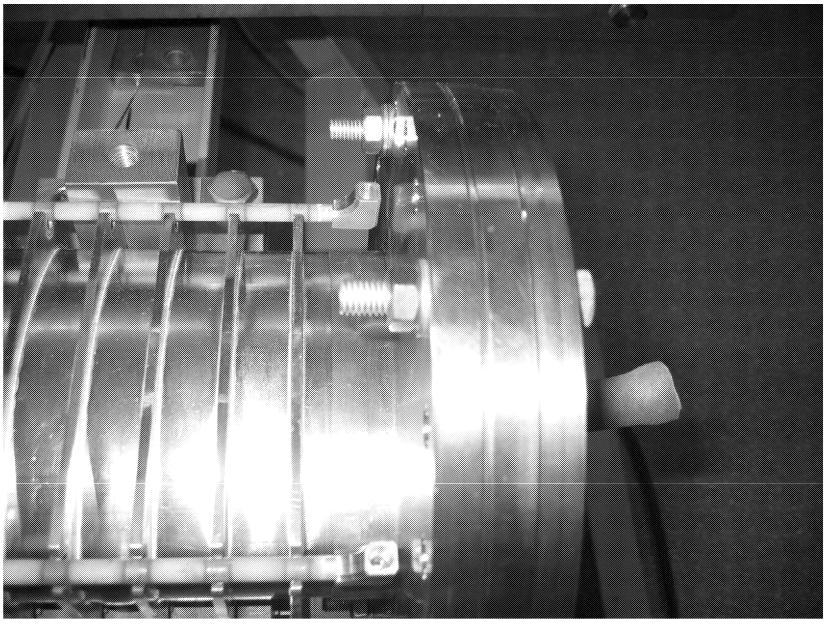


Рис. 9: Трубки охлаждения изолированы от ребер жесткости слоем Al_2O_3.

Глава 6

Синхротронное излучение и лазеры на свободных электронах

Введение

На базе установок и лабораторий ИЯФ в настоящее время функционирует Сибирский центр синхротронного и терагерцового излучения (СЦСТИ), имеющий два направления работ. Одно из них – "синхротронное излучение", работы на пучках синхротронного излучения (СИ) из накопителей ВЭПП-3 и ВЭПП-4М, а также разработка и создание систем для генерации СИ для российских и зарубежных центров СИ. Другое – "терагерцовое излучение", работы с использованием излучения Новосибирского лазера на свободных электронах в терагерцовом диапазоне (120 - 240 мкм), дальнейшее развитие Новосибирского ЛСЭ, а также участие в зарубежных проектах ЛСЭ.

Программа работ по направлению "синхротронное излучение" в 2008 году включала:

- проведение фундаментальных и прикладных исследований и разработку новых технологий с использованием синхротронного излучения накопителей ВЭПП-3 и ВЭПП-4М;
- создание экспериментального оборудования для работ с пучками СИ (каналы, экспериментальные станции, рентгеновская оптика, монохроматоры, детекторы);
- разработку и создание ускорителей – специализированных источников СИ;
- разработку и создание специальных магнитных систем для генерации СИ – вигглеров и ондуляторов;
- обучение и профессиональную подготовку студентов и аспирантов.

Для проведения работ на пучках СИ на накопителе ВЭПП-3 в 2008 году было выделено 1956 часов рабочего времени в режиме "Синхротронное излучение" (в 2007 г. - 1938 часов), чистое рабочее время с пучками СИ составило 1648 часов, и 240 часов в режиме "СИ" выделено на ВЭПП-4М (в 2007 году регулярная работа на пучках СИ из ВЭПП-4М не проводилась). В экспериментах были задействованы 11 станций на 7 каналах вывода СИ из ВЭПП-3 и на 2 станциях СИ из ВЭПП-4М. На станциях проводили работы исследовательские группы из 55 институтов и других организаций.

Программа работ по направлению "терагерцовое излучение" в 2008 году включала:

- создание экспериментальных станций и проведение исследований на действующем мощном лазере терагерцового диапазона;
- монтаж и запуск двухоборотного ускорителя-рекуператора для ЛСЭ 2-й очереди на диапазон длин волн 40-120 мкм;
- участие в зарубежных проектах по разработке и созданию мощных ЛСЭ;
- обучение и профессиональную подготовку студентов и аспирантов.

Для выполнения исследований на пучках терагерцового излучения из Новосибирского лазера на свободных электронах в 2008 году было выделено 430 часов рабочего времени (в 2007 г. - 780 часов, уменьшение в 2008 г. связано с работами по запуску двухоборотного ускорителя-рекуператора для ЛСЭ 2-й очереди). Работа с пучками терагерцового излучения проводилась на 5-ти экспериментальных станциях. На станциях проводили исследования сотрудники 10 институтов СО РАН, преподаватели, студенты и аспиранты Новосибирского государственного университета и Новосибирского государственного технического университета, а также сотрудники двух московских институтов: ИФП РАН им. П.С. Капицы и Научно-технологического центра уникального приборостроения РАН.

6.1 Работы на пучках СИ из ВЭПП-3

6.1.1 Станция "ВЗРЫВ" (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, Новосибирск;
- Институт химии твердого тела и механохимии СО РАН, Новосибирск;
- Институт ядерной физики им. Г.И. Будкера СО РАН, Новосибирск;
- Институт теплофизики экстремальных состояний РАН, Москва;
- Российский Федеральный ядерный центр ВНИИТФ, Снежинск. Темы ряда работ 2008 года:

Исследование детонации и ударноволновых процессов с использованием синхротронного излучения.

Работа проводилась в рамках Договора о научно техническом сотрудничестве ИЯФ СО РАН - РФЯЦ ВНИИТФ (г. Снежинск) - ИХТТ СО РАН (г. Новосибирск) - ИГиЛ СО РАН (г. Новосибирск).

Взрывчатые вещества (ВВ) на основе триаминотринитробензола (ТАТБ) являются наиболее перспективными ВВ по условиям безопасности при их эксплуатации. В отличие от других ВВ этот тип ВВ при нагреве разлагается на вещества, не являющиеся взрывоопасными. Их разработка, исследования и испытания в настоящее время имеют приоритетный статус. Целью работы являлось:

- Исследование структуры детонационного фронта, распространяющегося по цилиндрическим образцам из прессованных ВВ на основе ТАТБ (рис. 1).

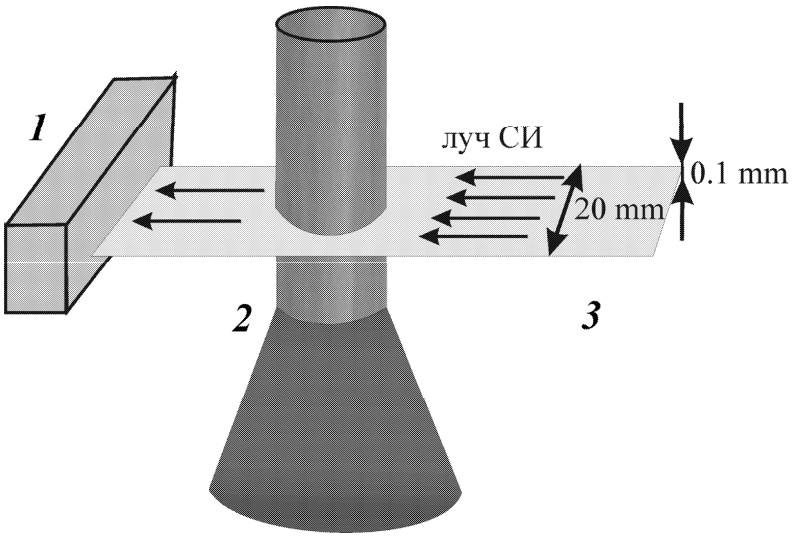


Рис. 1: Схема проведения рентгенографического эксперимента: 1 - рентгеновский детектор DIMEX, 2 - исследуемый заряд взрывчатого вещества, 3 - луч синхротронного излучения.

- Получение экспериментальных данных о параметрах течения (плотность, скорость, давление) за фронтом детонации (рис.2, 3).

- Получение экспериментальной информации о фазовых и химических превращениях в ударных и детонационных волнах, распространяющихся по твердым ВВ на основе ТАТБ.

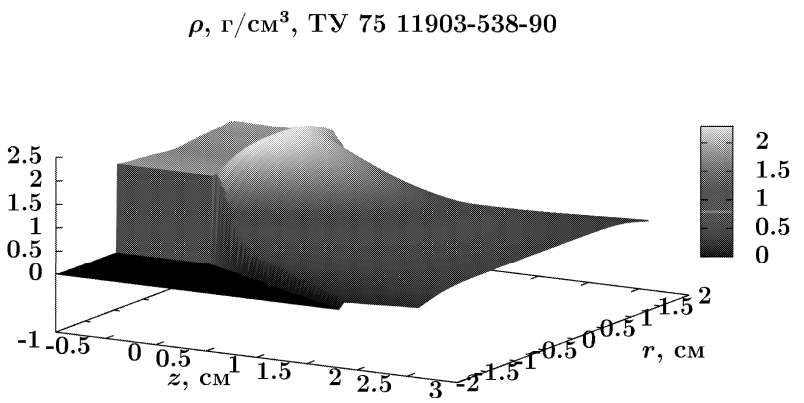


Рис. 2: Пространственное распределение плотности ρ(r,z),г/см^3. Заряд на основе ТАТБ (ТУ 75 11903 -538-90).

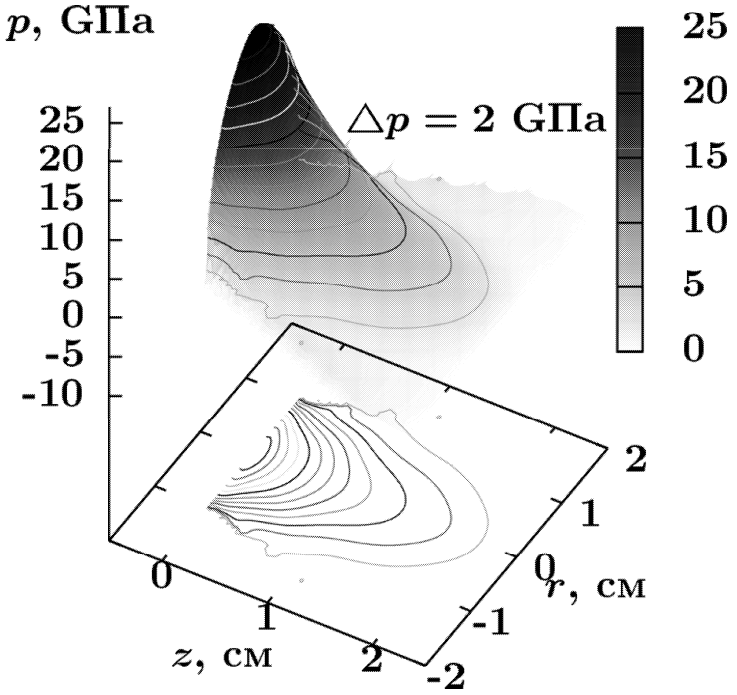


Рис. 3: Пространственное распределение давления. Заряд на основе ТАТБ.

Экспериментально получено распределение плотности на фронте при детонации ВВ на основе ТАТБ. Получены значения плотности в пике Неймана и в плоскости Чепмена-Жуге. Получены распределения плотности, скоростей и давлений за фронтом детонации. Определения плотности и давления позволяют получить показатель адиабаты для продуктов детонации. Получен показатель адиабаты для продуктов детонации ВВ на основе ТФТБ. Получена эволюция размеров конденсированных наночастиц за фронтом детонации. При детонации ВВ размер конденсированных

частиц слабо растет со временем с 1,7 нм до $\sim$ 2,5 - 3 нм. Судя по амплитуде сигналов МУРР, следов наноалмазов при детонации этого ВВ не обнаружено.

Результаты работы.

Впервые проведено дистанционное и невозмущающее измерение плотности на фронте детонации ВВ на основе ТАТБ. До этого измерялось распределение давления, и затем пересчитывалось по сохранению массы распределение плотности. Впервые были измерены поля скоростей и давлений за фронтом детонации.

Впервые измерено МУРР при детонации ВВ на основе ТАТБ. Получена динамика конденсированных наночастиц углерода.

Исследования необратимых процессов в конденсированных (сплошных, пористых) средах, происходящих при интенсивных внешних, в том числе ударно-волновых, воздействиях.

Работа проводилась в рамках Гос. Программы № 0120.0 406861 "Исследование поведения гомогенных и гетерогенных сред при высокоэнергетическом воздействии".

Необратимые процессы в конденсированных (сплошных, пористых) средах, происходящие при интенсивных внешних, в том числе ударно-волновых, воздействиях, являются одним из основных направлений исследований в области физики экстремальных состояний. Изучение таких процессов дает информацию о механических и термодинамических свойствах веществ, на которой основывается построение моделей поведения и уравнений состояния в максимально широкой области фазовой диаграммы. При этом особое внимание привлекают необратимое деформирование и разрушение, фазовые микроструктурные и мезоструктурные переходы, взаимодействие веществ с различными видами излучения. Разработанная и апробированная в Институте гидродинамики СО РАН совместно с Институтами ядерной физики и Институтом химии твердого тела и механохимии методика исследования детонационных и ударно-волновых процессов с помощью (СИ) открыла новые возможности в получении информации о процессах и состояниях исследуемых сред в условиях экстремальных воздействий. В данной работе проведены исследования динамики деформирования высокопористых веществ (аэрогеля, стивлона) и хрупких полимерных материалов (полиметилметакрилата, эпоксидной смолы) при ударно-волновом и взрывном нагружениях. Определены ударные адиабаты аэрогеля разной начальной плотности.

Разработка методики измерения распределения плотности на фронте детонации цилиндрических зарядов малого диаметра с разрешением 100 мкм.

Работа проводилась в рамках Гос. программы № 0120.0 406861 "Исследование поведения гомогенных и гетерогенных сред при высокоэнергетическом воздействии".

Целью работы является восстановление механических параметров стационарного течения газа – полей вектора массовой скорости и давления, по экспериментально измеренному на пучке синхротронного излучения пространственному распределению плотности. Метод основывается на применении уравнений газовой динамики – сохранение потока массы и импульса, и применим для течений сред с произвольным уравнением состояния.

Совместное использование данных скоростной рентгеновской томографии плотности и представленной методики позволило определить пространственные распреде-

ления плотности, скорости и давления для стационарной детонации цилиндрически-симметричных зарядов прессованного тротила и смеси тротила с гексогеном (50/50). По полученным данным построены адиабаты разгрузки продуктов взрыва в координатах давление-плотность. Показано, что уравнение состояния продуктов детонации хорошо описывается моделью политропного газа с показателем адиабаты $\gamma \approx 3$.

В работе исследовались два вида зарядов: тротил, прессованный до плотности 1.6 г/см^3, скорость детонации D = 6.9 км/с (ТНТ); прессованная смесь тротила с гексогеном в пропорции 50 на 50 процентов, плотность 1.7 г/см^3, скорость детонации D = 7.6 км/с (ТГ). Диаметр зарядов составлял 15 мм, расстояние от инициируемого торца до наблюдаемого сечения 60 мм. Инициирование осуществлялось генератором плоской волны.

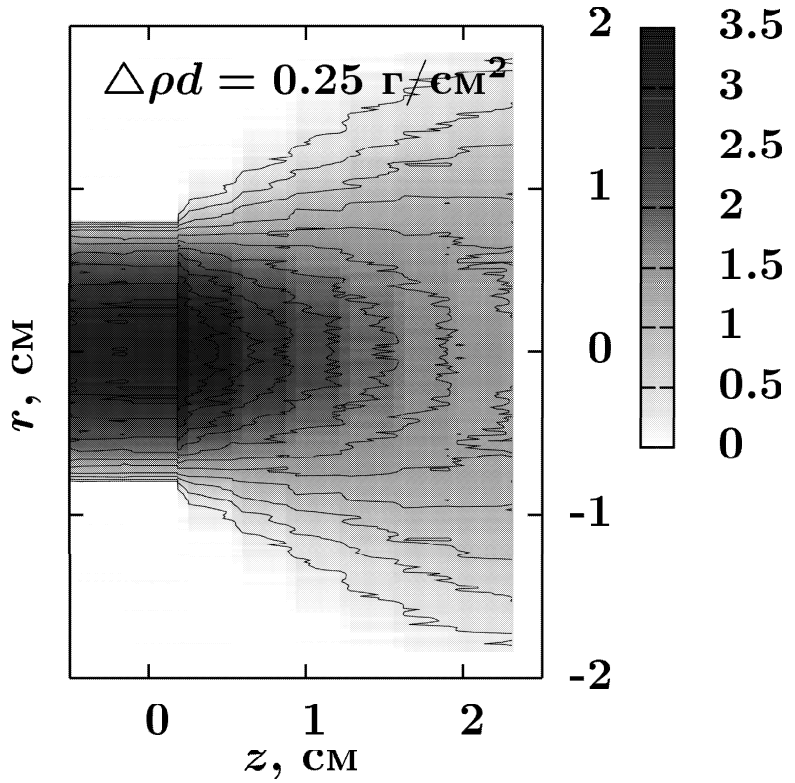


Рис. 4: Пространственное распределение количества просвеченного вещества (ρd, г/см^2), заряд - ТНТ.

6.1.2 Станция "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.).

В 2008 году продолжались работы по разработке методики изготовления глубоких микроструктур с использованием глубокой рентгеновской литографии. В частности, отрабатывалось создание шаблонов для глубокой рентгенолитографии на СИ и изготовление микроструктур с применением создаваемых шаблонов.

Участвующие организации:
- Институт ядерной физики им. Г.И. Будкера СО РАН, Новосибирск;
- Институт автоматики и электрометрии СО РАН, Новосибирск;
- Новосибирский институт органической химии СО РАН, Новосибирск;
- Институт химической кинетики и горения СО РАН, Новосибирск;
- Новосибирский филиал ФГУ "МНТК "икрохирургия глаза" Росздрава", Новосибирск;
- Новосибирский государственный технический университет.

Темы ряда работ 2008 года:

Лучевые технологии синтеза микроструктурированных компонентов для офтальмологии, микрооптики и микрофотоэлектроники с применением новых оптических гибридных материалов.

Работа проводилась в рамках Междисциплинарного интеграционного проекта СО РАН № 15.

Целью работы является разработка методов пространственной полутоновой модуляции синхротронного излучения с целью создания трехмерного рельефа микроструктурирования поверхности. Конечным потребителем новых технологий является оптическая промышленность, медицина (особенно офтальмология), фотоэлектроника и другие высокотехнологичные отрасли. Наиболее характерными и востребованными являются: растры микролинз и микропризм, гибридные дифракционно-рефракционные объективы, интраокулярные линзы, синтезированные голограммы.

Предложен и опробован способ формирования в позитивном рентгенорезисте (на примере ПММА) 3D микропрофилей с помощью динамической рентгенолитографии для формирования дифракционных элементов видимого диапазона. Для получения полутонового распределения экспозиционной дозы СИ при облучении резиста предложено использовать относительное поступательное движение резиста относительно зафиксированного в пучке СИ бинарного рентгеношаблона специального типа.

За отчетный период изготовлено 2 рабочих рентгеношаблона с различными микроструктурами с поглощающим слоем Re-Ni на стеклоуглеродной подложке. Специализированная структура рисунка шаблона обеспечила в ПММА требуемую неоднородность дозы облучения, что после травления ПММА позволило получить "пилообразный" профиль как линейных призм, так и дифракционных зонных колец. С использованием созданных шаблонов методами глубокой рентгеновской литографии изготовлено 20 тестовых образцов с микроструктурами в резисте ПММА. Получены тестовые образцы, продемонстрирована принципиальная возможность применения предложенного метода для формирования 3D-микроструктур в позитивном рентгенорезисте (рис. 5, 6).

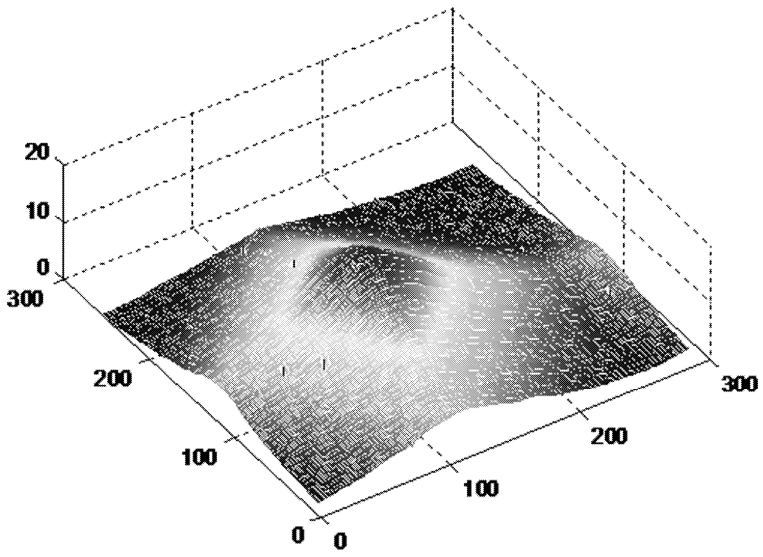


Рис. 5: Профилограмма элементарной микропризмы в ПММА. Размер микропризмы 300x300 микрон.

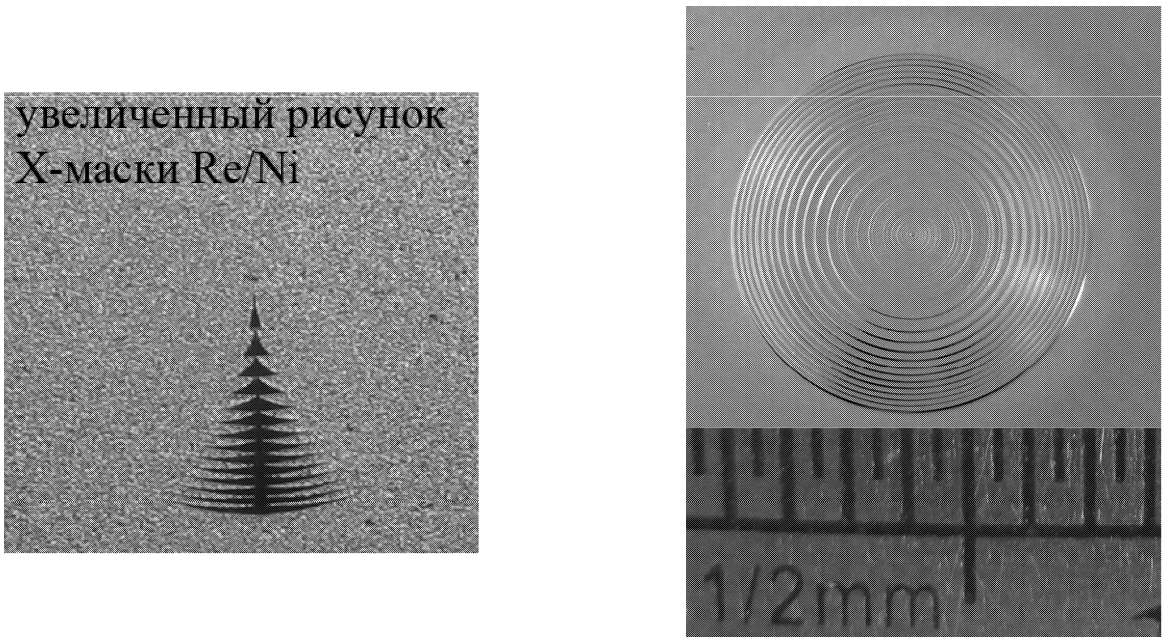


Рис. 6: Изготовленный рентгеношаблон интраокулярной многофокусной линзы с поглощающим слоем Re/Ni на стеклографитовой подложке (увеличенный фрагмент шаблона — слева). Прототип мультифокальной интраокулярной линзы с дифракционным микрорельефом, изготовленный в ПММА методом глубокой рентгенолитографии (справа).

Изучение радиационно-индуцированных тепловых процессов в толстых слоях ПММА в процессе облучения пучком СИ.

Работа проводилась в рамках гранта РФФИ № 06-02-17415: “Изучение радиационно-индуцированных тепловых процессов в толстых слоях ПММА в процессе облучения СИ”.

Работа направлена на решение проблемы понимания и контроля радиационно-индуцированных тепловых процессов, возникающих в толстых слоях рентгенорезиста в процессе экспонирования интенсивным пучком синхротронного излучения.

Полиметилметакрилат (ПММА) широко используется в рентенолитографии в качестве позитивного резиста. В процессе экспонирования слоев резиста толщиной от сотни до тысячи микрометров синхротронным излучением (СИ) неизбежен радиационно-индуцированный нагрев материала, изменение свойств резиста и, при неверном выборе режима, возможны деформация или разрушение слоя резиста. Поэтому изучение тепловых свойств толстых слоев резиста в процессе облучения важно для понимания процессов, протекающих в полимере при воздействии синхротронного излучения в целях развития LIGA-технологии.

Проведено экспонирование образцов листового ПММА синхротронным излучением с экспозиционными дозами 2, 4, 6, 8 кДж/см^3. Этот интервал доз соответствует наиболее крутому участку характеристической кривой и представляет наибольший интерес для LIGA- технологии. Полученные образцы исследовались методами дифференциальной сканирующей калориметрии (ДСК) и термогравиметрией (ТГ) для определения теплофизических свойств резиста. Образцы также были обследованы на химико-биологической станции Сибирского центра фотохимических исследований, оборудованной диффузионным спектрометром аэрозолей (ДСА), предназначенным для автоматического определения концентрации и спектра размеров аэрозольных частиц и использующей излучение лазера на свободных электронах (ЛСЭ) с длиной волны около $\lambda \approx 130$ мкм ($E_\phi < 0{,}01$ эВ), что гарантирует "мягкую" (бездеструктивную) абляцию исходных молекул. Результаты, полученные методом ДСК, показывают (рис. 7), что ПММА с нулевой экспозиционной дозой характеризуются температурой стеклования T_c $\lambda \approx 110$°C, в то время как ПММА с облученными дозами, равными 2, 4, 6 и 8 кДж/см^3, характеризуется пиками, соответствующими температуре стеклования облученного полимера в районе $T1_c$ $\lambda \approx 65$°C.

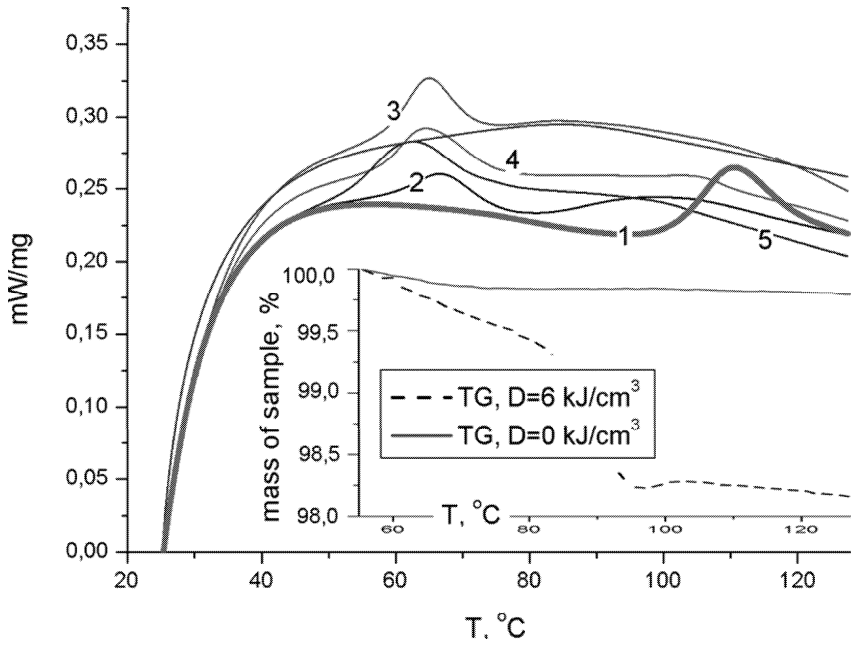


Рис. 7: ДСК-кривые для ПММА с дозами 0, 2, 4, 6, 8 кДж/см^3 (линии 1-5, соответственно). Вставка: изменение веса ПММА с дозами 0 и 6 кДж/см^3 (метод ТГ).

Результаты ДСА характеризуют распределение в исследуемых образцах только высокомолекулярных фракций, и их поведение свидетельствует, что в указанном экспозиционном интервале с ростом дозы происходит увеличение среднечисленной молекулярной массы. Из полученного следует, что в исследуемом диапазоне экспозиционных доз температура стеклования облученного ПММА будет существенно ниже, чем у исходного необлученного образца, как из-за существенного уменьшения количества линейных молекул, армирующих полимер, так и вследствие значительного увеличения концентрации низкомолекулярной фракции, характеризующейся уменьшающейся с ростом дозы среднечисленной молекулярной массой. В ходе работы была экспериментально установлена зависимость размеров макромолекул облученного ПММА от величины экспозиционной дозы и дана описательная модель, хорошо согласующаяся с поведением характеристической кривой.

6.1.3 Станция "Дифрактометрия высокого разрешения"

Станция предназначена для прецизионных исследований структуры поликристаллических материалов методами рентгеновской дифрактометрии.

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

Темы ряда работ 2008 года:

Исследование мезопористого координационного полимера MIL-101, обладающего цеолитоподобной кристаллической структурой, большой площадью поверхности и термической устойчивостью.

Работа проводилась в рамках Программы СО РАН "Химический дизайн катализаторов и адсорбентов с высокоорганизованной супрамолекулярной наноструктурой".

Целью работы является отработка технологии синтеза новых функциональных мезопористых материалов для использования в качестве сорбентов, катализаторов и носителей для катализаторов, гетерогенных катализаторов жидкофазного окисления для экологически чистых процессов. Сообщений о проведении in situ исследований формирования металл-органического мезопористого полимера в известной литературе не имеется. Результаты работы могут быть использованы при создании катализаторов тонкого органического синтеза для окисления органических соединений в мягких условиях с помощью экологически дружественных окислителей, таких как перекись водорода.

Несколько лет назад начались работы по синтезу и исследованию мезопористых материалов, обладающих гигантской удельной поверхностью и объемом мезопор, превышающих по соответствующим параметрам силикатные мезопористые материалы. Эти соединения, получившие общее наименование Metal-Organic Framework (MOF), представляют собой мезопористые координационные полимеры, обладают цеолитоподобной структурой, в которой координационные полиэдры хрома связаны

мостиками терефталевых кислотных остатков. Такой каркас является устойчивым к воздействию воздуха, воды, простых растворителей и к термообработке в достаточно широком интервале температур. Этот материал может быть использован для иммобилизации в мезопорах каталитически активных частиц, таких как, например, полиоксометаллаты.

Ранее было показано, что при введении в мезопоры координационных полимеров монозамещенных полиоксометаллатов сохраняется основной мотив структуры. Проведение нескольких циклов жидкофазного окисления алкенов экологически чистыми окислителями не приводит к разрушению каркаса, что позволяет использовать их в соответствующих окислительных процессах. В 2008 году проводились подготовительные эксперименты по in situ исследованию формирования цеолитоподобной структуры MOF методом рентгеновской дифракции.

Характерные времена формирования структуры MOF составляют от нескольких часов до нескольких суток в зависимости от внешних условий и состава продукта. Образование продукта сопровождается выпадением осадка из исходного раствора. Это позволяет провести исследование процесса формирования MOF в режиме реального времени с использованием прецизионного дифрактометра. Исходный раствор помещается в капилляр, рентгенограммы предполагается получать с шагом по времени $\sim$ 20 мин. Проведенные предварительные эксперименты показали принципиальную возможность выполнения этой работы.

Исследования фазообразования в системе Cs-Zn-Li двойных и тройных молибдатов.

Работа проводилась в рамках Междисциплинарной программы СО РАН 38.2 “Рост и свойства кристаллов”

Целью работы является поиск новых функциональных материалов для использования в качестве рабочих тел твердотельных лазеров.

Впервые были получены результаты по фазовому составу Li-Cs-Zn-молибдатов, позволяющие судить об индивидуальности тройной фазы. Молибдаты и вольфраматы являются перспективными функциональными материалами в современном наукоемком производстве, в заметной степени удовлетворяя потребности в лазерных, сегнетоэлектрических, сцинтилляционных, нелинейно-оптических и других материалах. К настоящему времени простые и двойные молибдаты щелочных и поливалентных металлов уже достаточно полно охарактеризованы. Это позволило перейти к изучению тройных молибдатов и исследованию влияния специфических особенностей и сочетаний катионов на структуру и свойства соединений и материалов. Нынешний уровень знаний о молибдатах и вольфраматах позволяет получать современные материалы и в других классах соединений, прежде всего сложных оксидов. Поэтому дальнейшее исследование новых групп молибдатов и вольфраматов по-прежнему является актуальным.

Проведено рентгенодифракционное исследование серии тройных молибдатов состава Cs_6Li_2-2xZn_4+x$(MoO_4)_8$ с шагом по x=0.1 от 0 до 1. Параметр элементарной ячейки этих соединений с кубической структурой слабо меняется в этом интервале составов, поэтому потребовалось выполнить эксперимент с использованием прецизионного дифрактометра высокого разрешения на синхротронном излучении в области больших углов дифракции. В результате проведенных исследований было установлено, что в области значений x$\sim$0.4 $\div$ 0.5 наблюдается расщепление рефлексов с образованием двухфазной системы. Это говорит о том, что соединение Cs_6Li_2-

$2xZn_4+x(MoO_4)_8$ не образует непрерывного твердого раствора, а в данной области имеет место фазовый переход. На (рис. 8) представлен характер изменения параметра элементарной ячейки, полученный путем уточнения параметра по положениям рефлексов во всем диапазоне рентгенограммы. Из полученных данных видно, что наибольшая погрешность определения параметра элементарной ячейки также приходится на область x∼0.4-0.5, что косвенно подтверждает наличие в этой области фазового перехода.

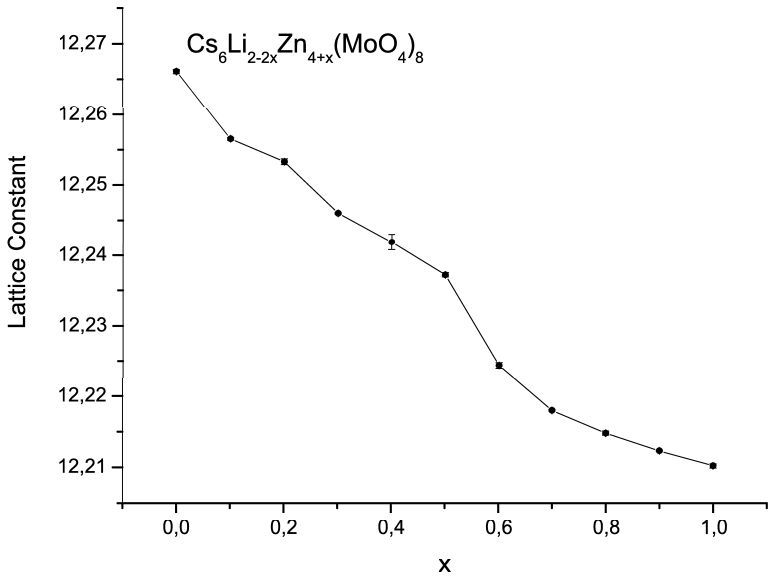


Рис. 8: Зависимость параметра элементарной ячейки Cs_6Li_2-$2xZn_4+x(MoO_4)_8$ от содержания лития.

6.1.4 Станция "Рентгенофлуоресцентный элементный анализ"

Станция 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 в сканирующем режиме.

Участвующие организации:
- Институт геологии и минералогии СО РАН, Новосибирск;
- Институт земной коры СО РАН, Иркутск;
- Институт ядерной физики им. Г.И. Будкера СО РАН, Новосибирск;
- Институт химической кинетики и горения СО РАН, Новосибирск;
- Институт неорганической химии им. А.В.Николаева СО РАН, Новосибирск;
- Институт почвоведения и агрохимии СО РАН, г. Новосибирск;
- Институт леса СО РАН, Красноярск;
- Институт экологии растений и животных УрО РАН, Екатеринбург;
- Центральный Сибирский ботанический сад, Новосибирск.

Темы ряда работ 2008 года:

Исследование осадков позднеплейстоценовых озер Западного Прибайкалья.

Работа проводилась в рамках междисциплинарного интеграционного проекта СО РАН №88 “Гидроминеральные ресурсы Монголо-Байкальского региона”.

Целью работы является выявление долговременных и краткосрочных тенденций изменения природной среды и климата в прошлом для прогнозирования их изменений в будущем. В комплексном подходе к реконструкциям изменений климата и палеосреды из осадочных летописей ранее не изучавшихся озер Центральной Азии значительное место занимает исследование элементного состава и количественных соотношений элементов, особенно в карбонатных осадках. Для исследований необходимо построение непрерывной и детальной шкалы распределения ряда элементов в керновом материале.

В 2008 году были проведены исследования донных отложений малых озер Приольхонья. Методом рентгенофлуоресцентного анализа изучались как непрерывные образцы осадков (сканирование керна с шагом 1 мм), так и дискретные образцы (таблетки). Измерялись содержания 20-и элементов для выявления тех из них, которые могут служить индикаторами палеоклимата на изучаемых объектах – карбонатных осадках малых соленых озер.

Основной результат:

1. Построены кривые распределения элементов в осадочном разрезе малого соленого озера Цаган-Тырм.

2. Выявлены те элементы и их соотношения, которые обладают индикаторными признаками для реконструкции палеоклимата и могут быть использованы при изучении других подобных объектов (рис. 9).

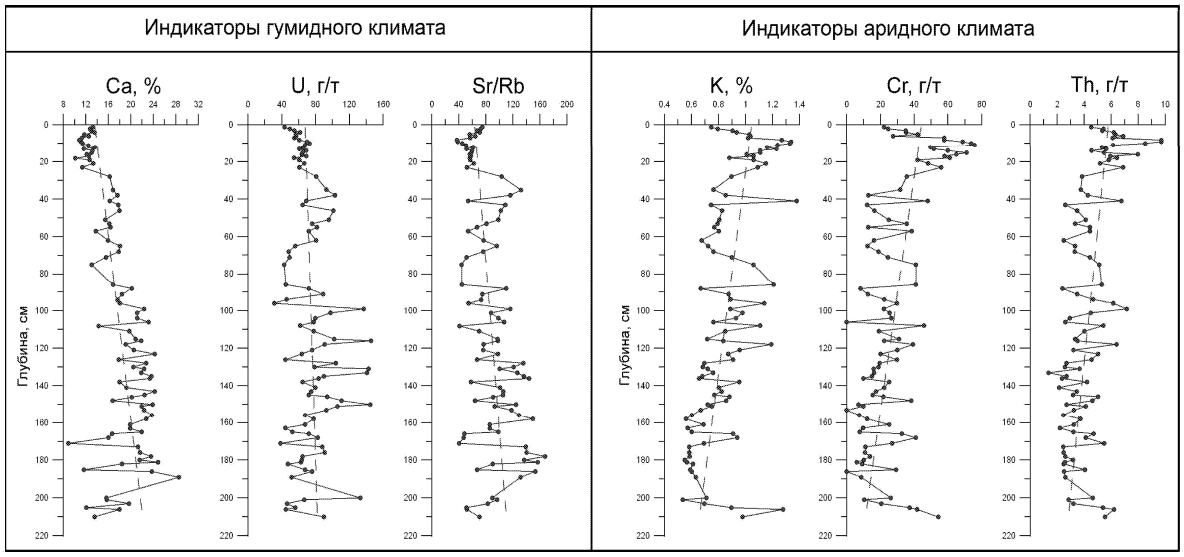


Рис. 9: Распределение геохимических индикаторов палеоклиматических изменений в осадочном разрезе озера Цаган-Тырм.

Исследование микроэлементного состава растительности таежных районов Якутии.

Работа проводилась в рамках гранта РФФИ № 08-05-00137 "Закономерности абиогенного массопереноса техногенных радионуклидов в пресноводных водоемах на примере экосистемы реки Енисей".

Проблемы техногенного воздействия особенно актуальны на северо-востоке России при воздействии горнодобывающей и перерабатывающей промышленности на северные экосистемы, которые характеризуются меньшей устойчивостью и более слабым потенциалом восстановления по сравнению с экосистемами умеренных широт. Комплексные биогеохимические работы в районах Якутии, существенно различающихся по природным условиям, проводятся практически впервые.

В условиях Якутии получены данные микроэлементного состава лиственницы Каяндера (Larix cajanderi Mayr) и интегрированные биогеохимические данные таежных ландшафтов в целом. Микроэлементный анализ выполняется с помощью методов, сертифицированных согласно стандартам РФ. Изучался микроэлементный состав тканей растений, произрастающих в пределах золото-урановых месторождений Эльконского горста, редкометалльного Томторского месторождения. Специально исследовалось влияние техногенного загрязнения на микроэлементый состав тканей растительности.

Первые результаты на основании анализа 100 образцов.

а). Растение поддерживает в собственных тканях постоянные концентрации K, Ca, Mn независимо от интенсивности их поступления с питанием и независимо от состава подстилающих пород. Содержание биофильных металлов Cu, Zn в лиственнице также в большей мере регулируется растением, чем внешними факторами. Накопление Fe, Mo, Pb, Ag, Sb, As, Tl, Rb, Y, Sr, Zr, Nb, U, Th зависит от интенсивности их поступления с питанием, то есть от состава подстилающих пород. Мхи и лишайники, подобно губке, накапливают микроэлементы в прямой зависимости от интенсивности их поступления.

б). На гранитах, сиенитах и шонкинитах Алданского щита, на карбонатитах Томторского редкометального месторождения ткани растительности содержат повышенные концентрации Rb, Y, Sr, Zr, Nb. В растительности Томторского редкометального месторождения, кроме содержания редких элементов, повышено содержание тория. В растительности Эльконского горста повышено содержание урана и тория. Влияние золотого оруденения проявляется в увеличении содержания в тканях растений халькофильных спутников золота, как Ag, As, Sb, Tl, Zn, Cu.

в). Лиственница является таким же чутким биогеохимическим индикатором, как мхи и лишайники. Хвойные узлы лиственницы из-за большего накопления в них микроэлементов являются более информативными по сравнению с хвоей.

Исследование влияния атмосферных аэрозолей на биогеохимические циклы.

Работа выполнялась в рамках интеграционного проекта СО РАН № 5.23 "Геохимическое проявление генетической гетерогенности популяций основных лесообразующих видов и проекта NASA NRA-99-OES-06 "Estimating and Monitoring Effects of Area Burned and Fire Severity on Carbon Cycling, Emissions, and Forest Health and Sustainability"".

Проведены исследования 280 растительных образцов (кора, древесина) на клоновых плантациях сосны для оценки уровня генетической гетерогенности популяции. Совместно с ИЭРЖ УрО РАН (Екатеринбург) проведены исследования по изучению роли животных в формировании биогенного обмена химических элементов в наземных экосистемах в естественных условиях и при экстремальном химическом загрязнении. Проведен многоэлементный анализ образцов тканей мелких птиц, питающихся насекомыми. Совместно с ЦСБС проведены исследования по влиянию техногенного загрязнения на растения курильского чая.

Разработка методов анализа химического состава новых материалов (кристаллов и плёнок) на основе РФА СИ, при отсутствии стандартного образца.

Работа проводилась в рамках гранта ИНТАС - СО РАН 06-1000013-9002 “New layered 3-d materials for spintronics”.

Работа выполнялась для отработки технологии синтеза качественных образцов, синтезированных на основе слоистых матриц $CuCrS_2$ и $Pb_3Mn_7O_{15}$, и для выяснения влияния технологии на реальную структуру (кристаллическую и химическую). Материалы представляют собой антиферромагнитные полупроводники – новые многослойные 3d-материалы для спинтроники. В результате проведенных экспериментов был экспериментально определен стехиометрический состав предоставленных образцов материалов и были показаны детали различия двух партий образцов, синтезированных по разным технологическим схемам.

6.1.5 Станция “Дифрактометрия при высоких давлениях”

Станция предназначена для проведения дифракционных исследований с использованием жесткого рентгеновского излучения в условиях высоких давлений и температур.

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. В 2008 году получена и осваивается новая, без применения image plate, система детектирования дифрактограмм MAR-CCD. В конце 2008 года получена и уже опробована в эксперименте новая камера высокого давления с диафрагменным нагружением, позволяющая изменять давление на образец непосредственно в процессе измерения.

Участвующие организации:
- Институт химии твердого тела и механохимии СО РАН, Новосибирск;
- Институт металлургии УрО РАН, Екатеринбург.

Примеры работ 2008 года:

Изучение фазообразования при механохимическом восстановлении оксида железа алюминием.

Работа проводилась в рамках междисциплинарного интеграционного проекта СО РАН № 98 “Механокомпозиты – прекурсоры для создания материалов с новыми свойствами”.

Проводились исследования продуктов взаимодействия окисла железа с алюминием при нагреве, которые показали, что повышение температуры до 300°C приводит к отжигу железа или твердого раствора алюминия в железе. Выдержка при температуре 720°C в течении 6 часов приводит к рекристаллизации железа или его твердого раствора (рис. 10).

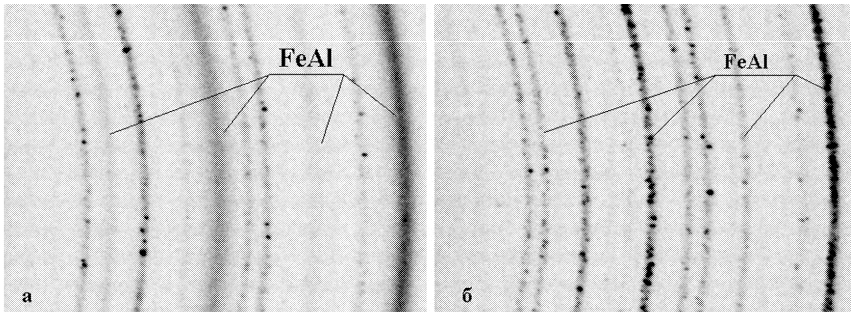


Рис. 10: Фрагменты дифракционных картин от продуктов взаимодействия оксида железа с удвоенным вдвое, против стехиометрического, количеством алюминия.
а) продукт после мехактивации, б) после выдержки в течении 6 часов, при температуре 720°C. Все неотмеченные рефлексы принадлежат корунду.

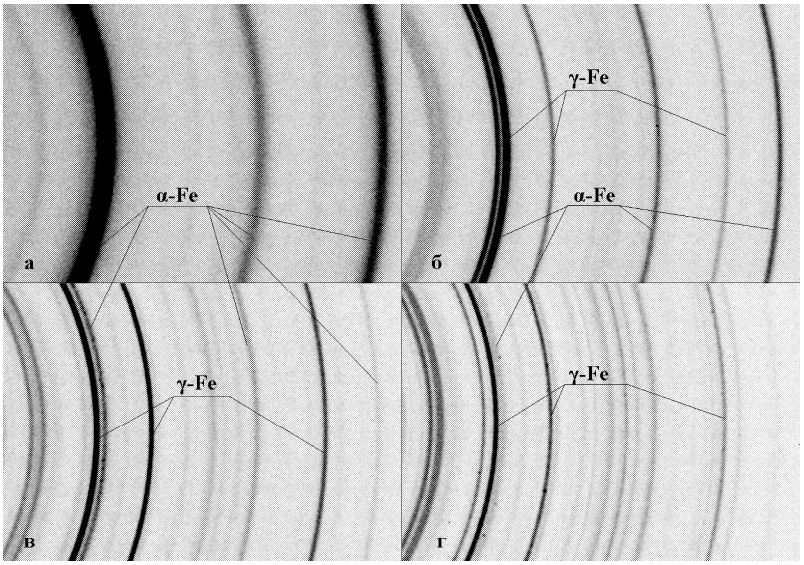


Рис. 11: Фрагменты дифракционных картин полученных от продуктов взаимодействия окисла железа с твердым раствором алюминия в железе при температуре 720°C. а) исходный продукт; б) 1 час выдержки; в) 3часа; г)6 часов. Все неотмеченные рефлексы принадлежат окислам железа.

На рис. 11 представлены фрагменты дифракционных картин, полученных от продуктов взаимодействия окисла железа с твердым раствором алюминия в железе. Как видно из дифрактограмм, исходный продукт состоит из α-железа с небольшими примесями герцинита. При нагреве происходит отжиг железа. При температуре свыше 620°C начинается фазовый переход α-железа в γ-железо. Выдержка в течении 6 часов при температуре 720°C приводит к превращению всего α-железа в γ-железо.

Обычно данный фазовый переход происходит при температурах выше 912°C. Так же надо отметить, что размер кристаллитов α- и γ-железа при выдержке в течении

6 часов при температуре 720°C остался (по виду дифракционных колец) субмикронным, хотя в продуктах взаимодействия окисла железа с алюминием происходит рекристаллизация железа. При нагреве не наблюдалось появление фаз окисла алюминия. Можно предположить, что очень сильнодеформированный или аморфный оксид алюминия располагается по поверхности кристаллитов нано-размерного железа в слое с толщиной в единицы нанометров. Поэтому на дифрактограммах не наблюдается рефлексов от окислов алюминия. Эти слои и препятствуют рекристаллизации железа. Использование механохимического восстановления окислов железа алюминием и его твердыми растворами дает возможность получать широкий класс композиционных материалов с различными морфологическими особенностями.

Влияние атомно-кристаллической и электронной структуры на наведенную магнитную анизотропию и магнитные свойства магнитомягких ферромагнетиков.

Работа выполнялась в рамках:

1. Программа Президиума РАН № 3.2 “Влияние атомно-кристаллической и электронной структуры на свойства конденсированных сред”

2. Грант РФФИ 06-02-17082 “Исследование эффекта направленного упорядочения атомов и его влияния на тонкие особенности структуры и магнитные свойства магнитомягких ферромагнетиков на основе железа”.

Впервые прямыми структурными исследованиями обнаружена структурная природа формирования и стабилизации наведенной при термомагнитной обработке и термомеханической обработке магнитной анизотропии в кристаллических сплавах α-FeSi, которая ранее предсказывалась в гипотезе о направленном упорядочении атомов и поддерживалась на основе многочисленных косвенных данных.

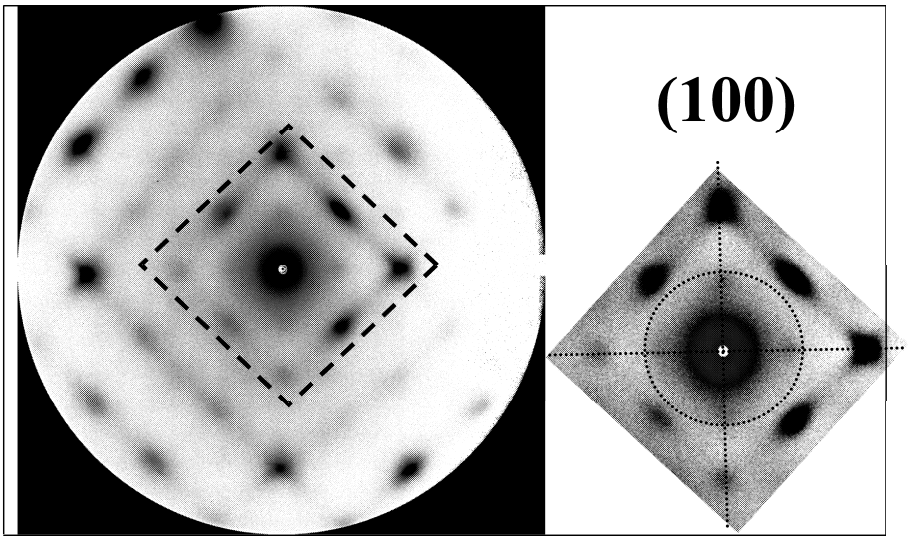


Рис. 12: Дифракционная картина от монокристалла α-FeSi (6 ат.% Si), зарегистрированная двухкоординатным детектором. Пятна сверхструктурных рефлексов (100) на пересечении пунктирных линий и окружности (на вставке справа).

Показано, что наведение поперечной магнитной анизотропии в нанокристаллическом сплаве FeSiCuNbB (файнмет) вызвано анизотропными остаточными растя-

жениями решетки нанокристаллов в направлении приложения нагрузки при ТМехО и отрицательным характером магнитоупругого взаимодействия в нанокристаллах с содержанием кремния, приближающимся к стехиометрии Fe_3Si.

Показано, что магнитные свойства магнитомягких кристаллических (α-FeSi) и нанокристаллических сплавов (файнмет) на основе железа тесно связаны с их структурой, которая формируется в процессе отжига в магнитном поле и под растягивающей нагрузкой.

6.1.6 Станция "Рентгеновская микроскопия и томография"

Станция "Рентгеновская микроскопия и томография" предназначена для исследования трехмерной структуры образцов с высоким пространственным разрешением.

Участвующие организации:
- Институт ядерной физики им. Г.И. Будкера СО РАН, Новосибирск;
- Институт геологии и минералогии им. В.С. Соболева СО РАН, Новосибирск;
- Институт гидродинамики им. Лаврентьева СО РАН, Новосибирск;
- Институт химической кинетики и горения СО РАН, Новосибирск.

Темы ряда работ 2008 года:

- **Микротомография слабоконтрастных образцов с использованием синхротронного излучения из накопителя ВЭПП-3.**
- **Исследование последовательности роста природных алмазов методами рентгеновской топографии.**
- **Получение данных о трехмерной структуре образцов взрывчатых веществ и ракетного топлива методом вычислительной томографии с высоким пространственным разрешением.**

Работы проводилась в рамках:

1. Грант РФФИ № 07-05-00746 "Роль субдуцированной земной коры в образовании алмазов из россыпей северо-востока Сибирской платформы".
2. Междисциплинарный интеграционный проект СО РАН № 7 "Природа микрогетерогенности литосферной мантии".

Основным вкладом в разрешающую способность рентгеновских детекторов, сделанных на основе CCD и CMOS матриц, вносит толщина и размер зернистости используемых сцинтилляторов. Толщина сцинтиллирующего экрана зависит от диапазона регистрируемого рентгеновского излучения и варьируется от 50 до 200 мкм. Чтобы превзойти пространственное разрешение детектора, используют увеличивающую рентгеновскую оптику. Примером такой оптики может служить Bragg Magnifier, основанный на брэгговской дифракции от ассиметрично срезанного кристалла.

Дифракция от ассиметрично срезанного кристалла позволяет получать увеличенное изображение в одном направлении. Использование двух кристаллов с взаимно перпендикулярно расположенными дифракционными плоскостями дает увеличенное изображение образца. Это делает возможным получение изображения образца с высоким пространственным разрешением, используя стандартные рентгеновские детек-

торы. В нашем случае установка позволяет регистрировать изображение с пространственным разрешением 3 мкм при 20-ти кратном факторе увеличения.



Рис. 13: Вид сканирующей установки: 1 исследуемый образец, 2 первый кристалл, 3 второй кристалл , 4 детектор (CCD матрица 4008x2760).

На основе этой установки был реализован метод рентгеновской топографии (РТ), позволивший получить данные о дефектах, связанных с нарушениями в кристаллической решетке природных алмазов.

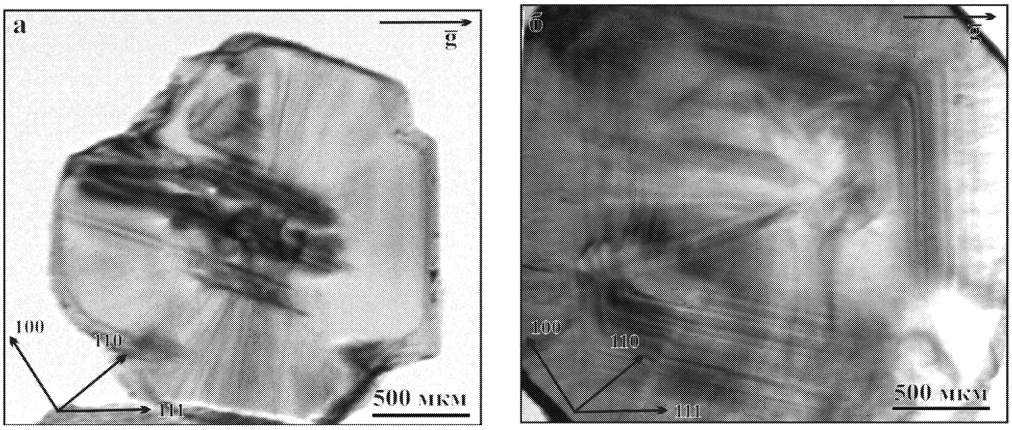


Рис. 14: Рентгеновские топограммы природных алмазов. Брэгговское отражение 111.

С помощь метода РТ были исследованы серия природных алмазов из кимберлитовых трубок и россыпей Якутской алмазоносной провинции. На рис. 14 представлены примеры топограмм, полученных для двух алмазов разного габитуса. Хорошо видна пластическая деформация кристаллов, проявленная в виде контрастных полос.

В совокупности с томографическими данными (рис. 15а) особенности строения природных алмазов могут дать ответ о процессах происходивших в земной коре много лет тому назад.

Метод рентгеновской томографии с высоким пространственным разрешением дает возможность оценить качество изготовления взрывчатых веществ (рис. 15б). Наличие неоднородностей и пор влияет на распространяющийся детонационный фронт внутри взрывчатого вещества.

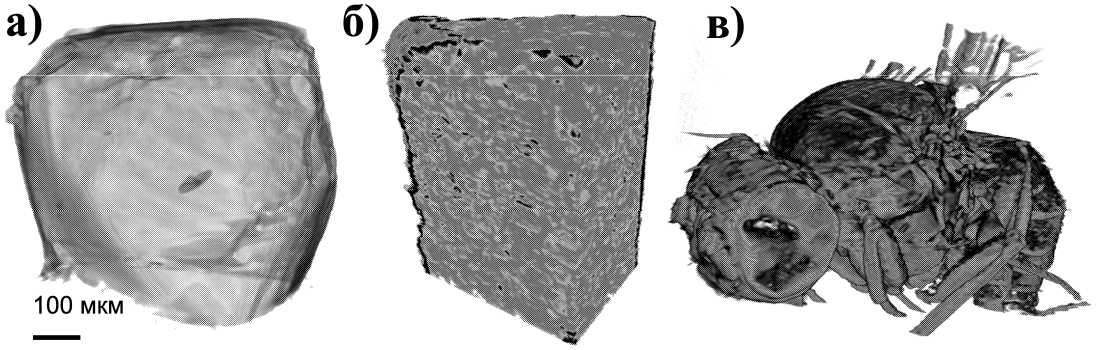


Рис. 15: а) 3-D изображение алмаза, б) трехмерное распределение плотности внутри образца тротил-гексагеновой смеси, в) муха дрозофила.

Работающая установка обладает еще одним важным свойством – асимметрично срезанные кристаллы работают как угловые анализаторы для прошедшего излучения через образец, отражая только те лучи, которые удовлетворяют условию Вульфа-Брэгга, что приводит к подчеркиванию деталей на границе раздела сред в получаемом изображении. Этот факт делает возможным визуализировать слабоконтрастные объекты в рентгеновском диапазоне. Такие исследования очень актуальны в работах по изучению качества полимерных микроструктур, создаваемых методом LIGA технологий; в работах по созданию гомогенных органических структур и для изучения биологических объектов (рис. 15в).

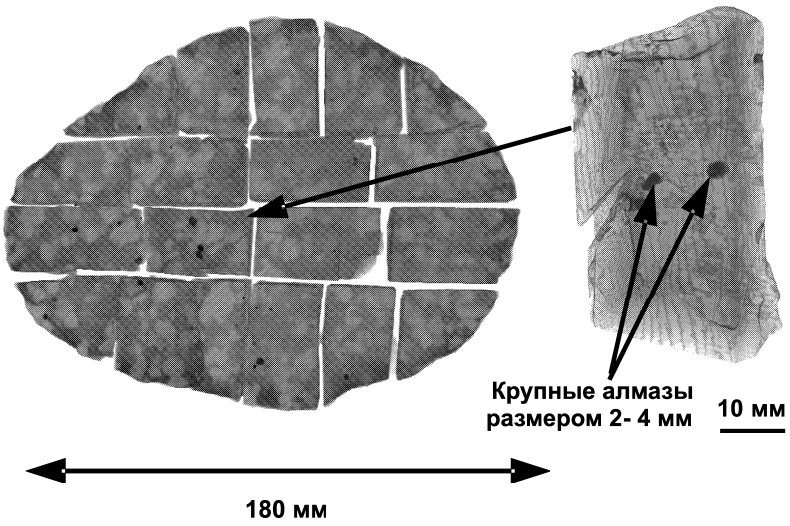


Рис. 16: Рентгеновская томограмма алмазоносной породы с пространственным разрешением 100 мкм, с использованием полихроматического синхротронного излучения (40-80 кэВ).

Метод рентгеновской томографии с использованием полихроматического излучения позволяет получать трехмерные данные о внутренней структуре достаточно крупных образцов (5-6 см) с пространственным разрешением 100 мкм. На рис. 16 приведен пример исследования алмазоносной породы. Из-за крупного размера об-

разец был распилен на подходящие для изучения составляющие и исследован по частям.

На основании данных о минеральном составе и расчетных коэффициентах рентгеновского ослабления породообразующих и второстепенных фаз (минералов) могут быть получены данные о текстурных особенностях и распределении кристаллов алмазов в объеме алмазоносных пород контрастного состава. Результаты томографических исследований позволили охарактеризовать генетические взаимоотношения и последовательность кристаллизации алмазов и сопутствующих минералов.

6.1.7 Станция "Дифракционное кино"

Станция предназначена для исследования 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).

Участвующие организации:
- Институт химии твердого тела и механохимии СО РАН, Новосибирск;
- Институт катализа им. Г.К. Борескова СО РАН, Новосибирск;
- Институт ядерной физики им. Г.И. Будкера СО РАН, Новосибирск;
- Институт металлургии УрО РАН, Екатеринбург;
- Физико-Технический институт УрО РАН, Ижевск;
- ФГУП НМЗ "Искра", Пашино НСО;
- Институт порошковой металлургии (ИПМ) НАНБ, Минск;
- Институт механики и надежности машин (ИМИНМАШ) НАНБ, Минск.

Темы ряда работ 2008 года:

Исследование стадийности окисления капсулированных частиц металлов.

Работа выполнялась в рамках институтской программы ИХТТМ СО РАН № 15 "Экспериментальное и теоретическое изучение химических превращений, строения и свойств веществ и материалов. Развитие современных физико-химических методов исследования".

Поиск методов синтеза наноразмерных частиц металлов, изучение их физических и химических свойств является одним из наиболее популярных направлений исследований последнего времени, что обусловлено как наличием у таких наночастиц свойств отличных от свойств массивных металлов, так и возможностью практического использования таких материалов в различных практических приложениях. Следует подчеркнуть, что частицы металлов нанометрового диапазона, как правило, не являются стабильными и при хранении быстро окисляются. Для стабилизации таких частиц применяются специальные приемы, позволяющие предотвращать их взаимодействие с кислородом воздуха. Одним из таких методов может служить создание металл-углеродных композиций, в которых частица металла капсулирована в углеродную оболочку.

В электродуговом разряде были приготовлены инкапсулированные в оболочку углерода наночастицы металлической меди и висмута. Для установления стадийности окисления таких частиц были проведены исследования методом in situ дифрактометрии синхротронного излучения. На примере меди было установлено, что её окисление протекает по классической схеме (рис. 17).

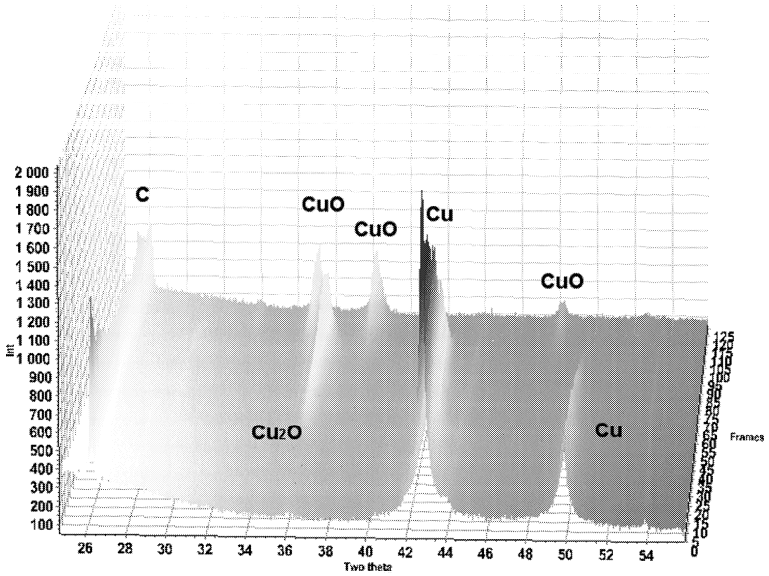


Рис. 17: Динамика фазообразования при отжиге капсулированных частиц меди.

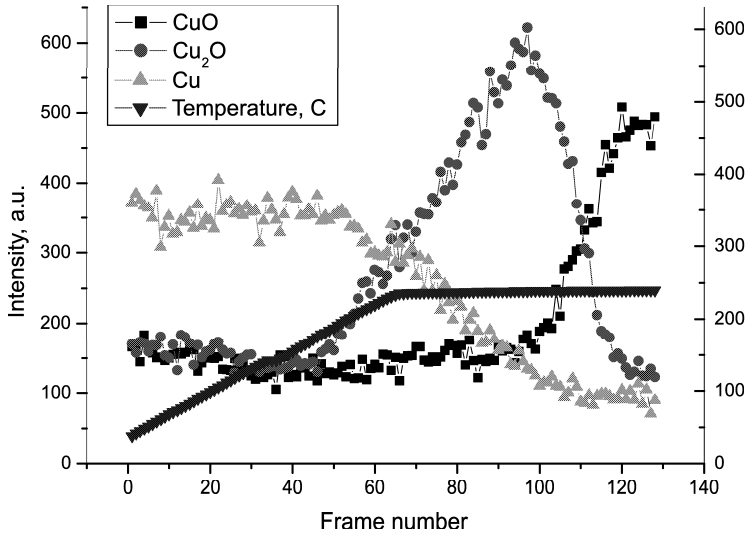


Рис. 18: Кинетика образующихся фаз. Температурная шкала – справа.

На первом этапе (при температуре 170-180°C), наблюдается уменьшение интенсивности рефлексов металлической меди и образование фазы Cu_2O. Затем, при выдержке при T = 240°C, происходит уменьшение интенсивности рефлексов Cu_2O и появляются рефлексы фазы CuO. Следует отметить, что интенсивность рефлексов углерода практически не изменяется, то есть углерод не окисляется.

Проведенные электронномикроскопические исследования показали, что образо-

вание оксидных фаз происходит на поверхности углеродных капсул: медь в процессе окисления диффундирует через углеродные оболочки, образуя на поверхности оксидные слои. После обработки окисленных образцов кислотами (например, соляной) на рентгенограммах присутствуют рефлексы только углерода, а образец представляет собой полые углеродные капсулы.

Исследование фазовых превращений при СВС восстановлении SiO2 алюминием.

Работа выполнялась в рамках междисциплинарного интеграционного проекта № 98 “Механокомпозиты — прекурсоры для создания материалов с новыми свойствами”.

Традиционный способ получения кремния состоит в восстановлении его оксида углеродом при температуре около 2500°C. Однако метод алюмотермии можно применять не только для восстановления металлов, но и кремния из его оксида. Реакция протекает по схеме:

$$SiO_2{+}Al \rightarrow Al_2O_3 + Si$$

Получаемый кремний свободен от карбидов, а оксид алюминия отмывается кислотой.

Таким образом повышается чистота исходного сырья для промышленности полупроводников.

Исходные материалы обрабатываются в шаровых мельницах. Образующиеся агрегаты представляют собой композиты, где частицы аэрогеля окружены алюминиевой оболочкой. Данная реакция была исследована как в режиме медленного отжига, так и в режиме СВС для установления стадийности в обоих случаях.

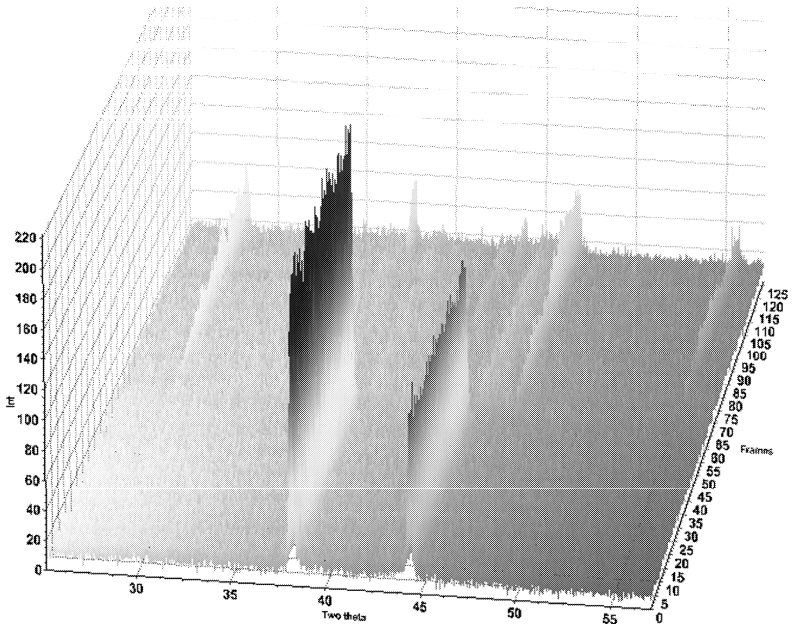


Рис. 19: Обзорная картина фазовых превращений в реакции СВС $SiO_2{+}Al$. Время одного кадра - 0.5 с.

В режиме СВС время одного кадра составляло 0.2-0.5 секунд с общим их количеством равным 128. Динамику фазовых переходов в этом случае иллюстрирует

рисунок 19. Ввиду аморфности аэрогеля (SiO_2) на исходной рентгенограмме наблюдаются пики только алюминия. В процессе реакции их положение и интенсивность резко изменяются, что связано с разогревом и, по-видимому, плавлением алюминия. На первых двух кадрах не обнаруживается каких-либо фаз. Далее наблюдается появление пиков кремния и корунда (Al_2O_3). Таким образом, можно предположить, что СВС процесс в данной системе, так же как и в металлических, протекает через образование жидкой фазы. Дифрактограмма продуктов позволила идентифицировать конечные фазы – кремний, корунд и остатки непрореагировавшего алюминия.

В режиме медленного отжига скорость нагрева составляла 10-12 градусов в минуту. Образование продуктов начинается еще до плавления алюминия. Дифрактограмма, снятая после охлаждения, показала, что степень превращения в данном режиме невысока – наблюдаются интенсивные пики исходного алюминия. В продуктах реакции кроме хорошо окристаллизованного кремния наблюдаются широкие пики неустановленного соединения. Можно предположить, что образующийся при восстановлении аэрогеля Al_2O_3 реагирует с ним же с образованием сложного оксида алюминия и кремния, так как присутствия чистого Al_2O_3 не обнаружено.

6.1.8 Станция "EXAFS-спектроскопия"

Назначение станции – исследование структуры локального окружения атомов избранного химического элемента (координационное число, межатомные расстояния). В зависимости от применяемой методики анализируются: объем, поверхность либо поверхностные слои.

Участвующие организации:

- Институт катализа им.Г.К.Борескова СО РАН, Новосибирск, Россия;
- Институт физической химии им. Л.В. Писаржевского НАН, Киев, Украина;
- Московский Государственный университет им. Ломоносова, факультет наук о материалах, Москва, Россия;
- Физико-Технический институт УрО РАН, Ижевск, Россия;
- Удмуртский Государственный университет, Ижевск, Россия;
- Объединенный институт ядерных исследований, Дубна, Россия;
- Институт физики твердого тела Латвийского университета, Рига, Латвия;
- Институт Хана и Майтнер, Берлин, Германия;
- Институт спектроскопии РАН, Троицк, Россия;
- Институт физики твердого тела и полупроводников, Минск, Белоруссия.

Темы ряда работ 2008 года:

Определение локальной структуры допированных наносистем на основе смешанных оксидов церия и циркония.

Работа проводилась в рамках Междисциплинарного интеграционного проекта СО РАН № 4.15 "Нанокомпозитные катализаторы для процессов получения и очистки водорода".

Основной целью данной работы являлась разработка научных основ создания эффективных катализаторов для каталитических процессов получения очищенной от

CO обогащенной водородом газовой смеси для топливных элементов. Работа выполнялась в два этапа: на первом этапе исследовались тройные системы – медьсодержащие катализаторы на основе оксидов церия и циркония, на втором этапе исследовались бинарные медноцериевые нанесенные катализаторы на оксидах циркония, титана, марганца и алюминия.

1 этап: *Основной результат:* Изучено формирование активного компонента (оксидов меди) в тройных медьцерийциркониевых катализаторах и в двойных – медноцериевых и медноциркониевых системах. Обнаруженные в двойных системах особенности формирования соединений меди на поверхности носителей имеют место и в тройных медноцерий-циркониевых катализаторах. Так, взаимодействие меди с оксидом церия и циркония моноклинной модификации показано методами РФЭС и EXAFS. Прослежено изменение состояния меди от изолированных ионов до объемной фазы CuO по мере увеличения ее содержания в составе катализаторов от 2 до 20 весовых%.

2 этап: *Основной результат:* Интерес к медноцериевым катализаторам обусловлен их использованием в процессе PROX – селективного окисления монооксида углерода для очистки водорода при его получении из любого органического сырья. Изучен фазовый состав и состояние активного компонента в катализаторах, содержащих 10%Cu/20%CeO_2 на оксидах циркония, титана, марганца и алюминия до и после реакции (методы РФА и XAFS). В реакции наиболее активным является катализатор, нанесенный на оксид циркония. При отсутствии одного из компонентов катализатора каталитическая активность существенно снижается. В катализаторах особая роль принадлежит оксиду церия – он выполняет функцию обратимого источника кислорода. При его отсутствии во всех катализаторах CuO восстанавливается: в процессе реакции до фазы металлической меди (в случае носителей Al_2O_3, ZrO_2) и до закиси меди Cu_2O (в случае носителей TiO_2 и MnO_2). Наибольшее количество Cu_2O фиксируется для носителя TiO_2. Таким образом, оксид церия стабилизирует активное состояние оксида меди CuO в случае, если носитель не изменяется. При изменении фазового состава носителя, например, его восстановлении (в случае MnO_2) стабилизирующая роль CeO_2 нивелируется.

Исследование атомной структуры тонких нанокомпозитных пленок изоэлектронного ряда германия.

Работа проводилась в рамках гранта РФФИ № 06-03-32662 и Контракта № 02.513.11.3217 с Федеральным агентством по науке и инновациям ФЦП “Исследования и разработки по приоритетным направлениям развития научно-технологического комплекса России на 2007- 2012 годы”.

Германий и материалы его изоэлектронного ряда (арсенид галлия, селенид и сульфид цинка) являются традиционными материалами, давно используемыми для производства полупроводниковых приборов. В течение последних нескольких лет успешно развиваются методики (прежде всего, эпитаксиальные), позволяющие получать различные нанообъекты из перечисленных выше материалов. Наилучшим примером таких объектов являются квантовые точки германия на поверхности монокристаллического кремния.

В связи с этим все больший интерес привлекают нанокомпозиты на основе германия и материалов его изоэлектронного ряда в диэлектрической матрице или матрице широкозонного полупроводника. Такие структуры препятствуют переносу заряда между отдельными квантовыми точками с помощью пространственного разделения

элементов и защищают наноструктуры от внешних воздействий. Кроме того, наличие матрицы дает возможность значительно снизить эффективность рекомбинации электрон-дырочных пар на дефектах полупроводника, что открывает широкие перспективы дизайна элементов наноэлектроники.

На данном этапе исследовались образцы тонких пленок Ge, напыленные на кварцевые и кремниевые подложки при различных температурах подложки.

Результаты EXAFS-исследований пленок Ge представлены на рис. 20. Наличие только одного пика, соответствующего первой координационной сфере подразумевает, что в пленках преобладает аморфная фаза. В то же время, локальная атомная структура образца, полученного отжигом при температуре 450°C, близка к кристаллической, вклад кристаллической фазы достигает 80%.

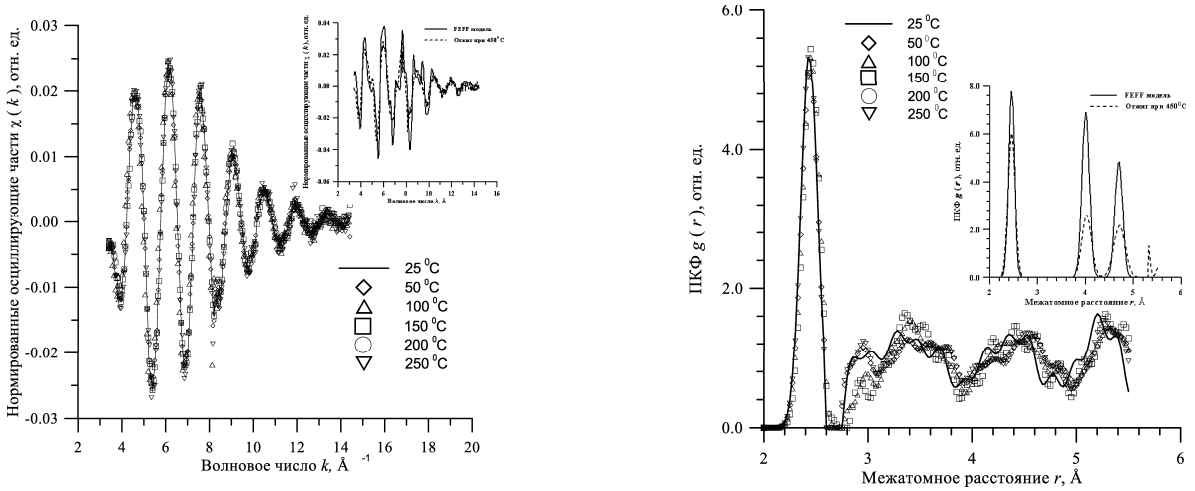


Рис. 20: Нормированные осциллирующие части спектров поглощения на K-крае Ge (слева) и Парные корреляционные функции Ge (справа).

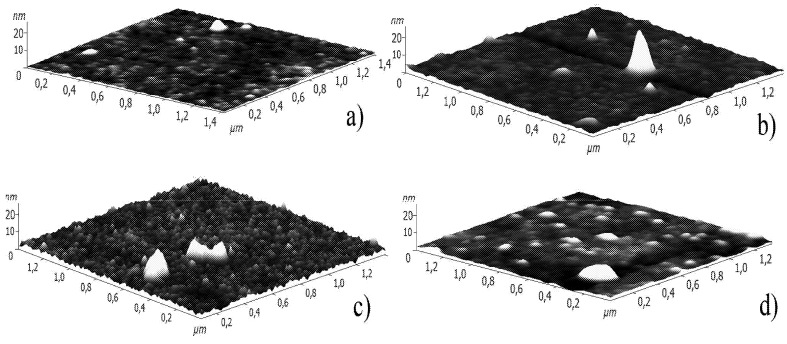


Рис. 21: 3D АСМ-изображения поверхности пленок Ge, полученных при температурах конденсации 25 (a), 50 (b), 100 (c) и 250 (d) °C.

На рис. 21 представлены АСМ-изображения поверхности образцов, полученные при температурах подложек 25°C (образец 1), 50°C (образец 2), 100°C (образец 3) и 250°C (образец 6). На всех образцах наблюдается гладкая аморфная поверхность с изолированными сферическими включениями.

На рис. 22 показано влияние термической обработки аморфного образца на морфологию поверхности. Отжиг при температуре 450°C существенно меняет размер

и плотность распределения зерен. При формировании плёнки германия не наследуют текстуру и дефекты подложки SiO_2 (рис. 23). При температуре подложки 100°C на поверхности наблюдаются сферические включения с высотой 0,5-1,5 нм. Размер включений составляет 60-70 нм. В случае образца 6 фазовый состав, полученный из анализа изображений фазового контраста, составляет 81% аморфной и 19% кристаллической фаз, что согласуется с EXAFS-данными.

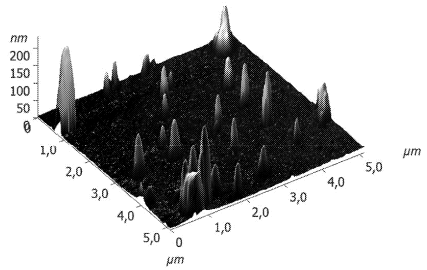


Рис. 22: 3D АСМ-изображения поверхности пленки Ge, полученной отжигом при температуре 450°C.

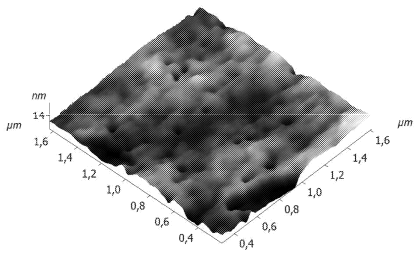


Рис. 23: 3D АСМ-изображения поверхности подложки SiO_2.

Основной результат: Были выполнены АСМ и EXAFS-исследования морфологии поверхности и локальной атомной структуры объема пленок германия. Было показано, что пленки имеют аморфно-нанокристаллический состав, процентные доли аморфной и кристаллической фаз зависят от температуры конденсации. Зависимость размеров зерен для образца, полученного при температуре конденсации 100°C, не соответствует классической линейной зависимости, что требует дополнительных исследований.

Исследование локальной атомной и электронной структуры кобальтитов.

Работа проводилась в рамках гранта РФФИ 06-02-81038.

Сложные оксиды редкоземельных и переходных металлов, являются предметом интенсивного экспериментального и теоретического исследования, благодаря своим уникальным электрическим, магнитным, оптическим, механическим и каталитическим свойствам. Одно из интенсивно изучаемых в настоящее время оксидных семейств формулы $A_{n+1}B_nO_{3n+1}$ или иначе $[n(ABO_3)A'O]$ известно как гомологический ряд Раддлесдена-Поппера. По сравнению с перовскитом в нем имеется избыток катионов A', которые образуют с кислородом регулярные слои по типу структуры NaCl, срастающиеся с перовскитными блоками. Величина n соответствует числу слоев соединенных вершинами октаэдров в каждом перовскитном блоке, бесконечном в направлениях *xy*.

Широко известными представителями таких соединений являются оксиды, в которых позиции B заняты атомами Co, Ti, Mn, Fe, V, Sn, Al. Особое внимание уделяется кобальтитам, купратам и манганитам, т.к. с момента открытия ВТСП ($LaSr_2Cu_2O_{6-\delta}$), и эффекта колоссального магнитного сопротивления ($Sr_{1,8}$,$La_{1,2}Mn_2O_7$) возникла настоятельная необходимость в изучении природы этих явлений.

Основной результат: Синтезирована новая оксидная фаза $LaSr_2CoMnO_{7,01}$, относящаяся к гомологическому ряду Раддлесдена-Поппера $A_{n+1}B_nO_{3n+1}$, (n=2), ис-

следованы ее структурные характеристики (рис. 24) и магнитные свойства. Температурная зависимость магнитной восприимчивости подчиняется закону Кюри-Вейсса в интервале температур 250-350 K. В области низких температур наблюдаются магнитные аномалии, связанные с конкуренцией антиферромагнитного и ферромагнитного упорядочения и переходом в кластер-стекольное состояние. На основании магнитных измерений и спектроскопии XANES оценено зарядовое состояние переходных металлов.

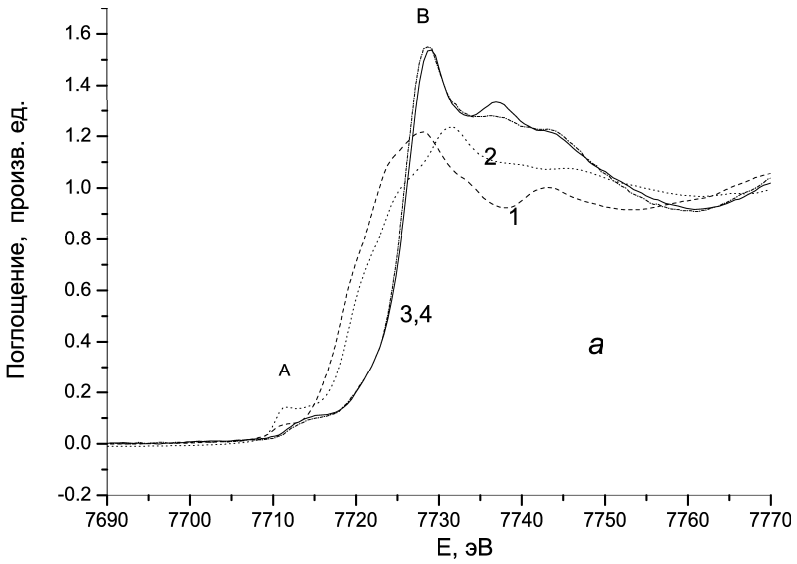


Рис. 24: Экспериментальные спектры рентгеновского поглощения K-края Co. 1 - CoO, 2 - Co_3O_4, 3,4 - $LaSr_2CoMnO_7$ и $La_{0,75}Sr_{0,25}CoMnO_6$.

6.2 Работы на пучках СИ из ВЭПП-4

6.2.1 Станция "Метрология на ВУФ и мягкий рентгеновский диапазон"

Станция предназначена для абсолютных и относительных калибровок различной аппаратуры в широком спектральном диапазоне фотонов от 10 эВ до 10 кэВ.

Участвующие организации:
- Институт ядерной физики им. Г.И. Будкера СО РАН, Новосибирск;
- Физико-технический институт им. Иоффе, Санкт-Петербург.

Темы ряда работ 2008 года:

Сравнительное исследование радиационной стойкости детекторов AXUV и SPD.

Работа проводилась в рамках проекта МНТЦ № 2920 "Абсолютный измеритель мощности на основе ВТСП термометра для синхротронного излучения".

Облучение детекторов проводилось на станции №10 накопителя ВЭПП-3 “розовым” пучком СИ. Жесткая компонента СИ обрезалась платиновыми зеркалами полного внешнего отражения, мягкая – фильтром (1 мкм полипропилен + 0.1 мкм олова) 98% мощности излучения лежит в области 150-300 эВ. Зонные характеристики обоих детекторов приведены на рисунках 25 и 26.

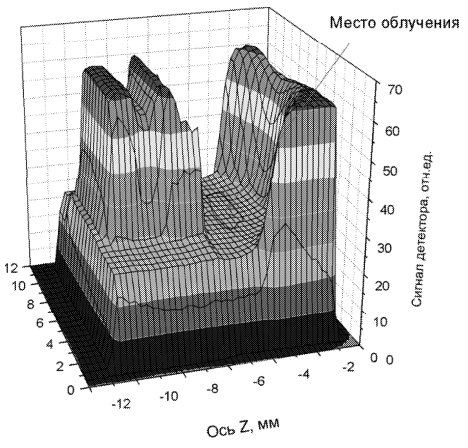


Рис. 25: Зонная характеристика AXUV после облучения. Доза– $7{\cdot}10^6$Гр. Область засветки–1x3 мм^2. Наблюдается существенная деградация чувствительности детектора.

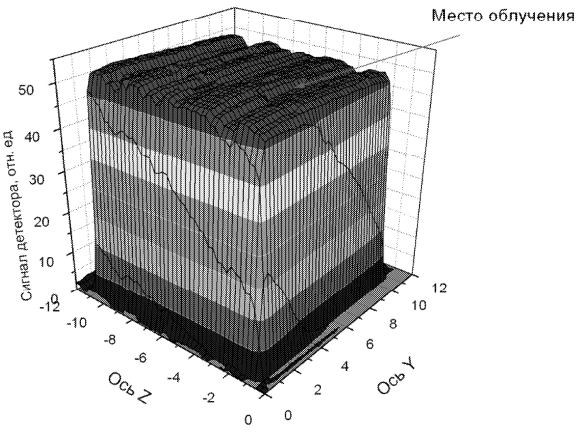


Рис. 26: Зонная характеристика SPD после облучения. Доза - $8{\cdot}10^7$ Гр. Область засветки – 1x3 мм^2. Деградации чувствительности детектора не наблюдается.

Констатировано существенное превосходство радиационной стойкости SPD по сравнению с AXUV.

Отработка методик калибровки полупроводниковых детекторов.

В связи с тем, что станция не имеет собственного калиброванного абсолютного детектора, для привязки спектральной чувствительности был использован детектор AXUV-100, типовая спектральная чувствительность которого хорошо известна из литературы. В рамках измерений было проведено сравнение спектрального отклика детекторов AXUV-100 и SPD. Пройдены участки спектра 80 - 165 эВ и 200 - 650 эВ. Продемонстрировано, что чувствительность SPD во всем измеряемом диапазоне составляет 85-97% от чувствительности AXUV.

Отработана методика определения однородности чувствительности детекторов по поверхности. Измерения однородности проводились при разных энергиях фотонов и дали сходные результаты. Измерение проводилось путем сканирования детектором относительно тонкого (обычно 0.5 мм^2) монохроматического пучка. Испытаны детекторы AXUV-100 и SPD. Измерения проводились на энергии фотонов 110.5 эВ. Для обоих детекторов наблюдается неоднородность чувствительности порядка 1.5-2%.

В рамках отработки методики самокалибровки проведены измерения поверхностной плотности бора на детекторе SPD (рис. 27).

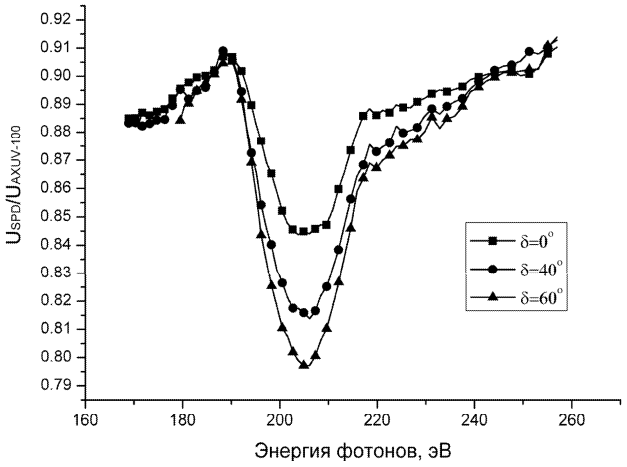


Рис. 27: Относительный спектральный отклик детектора SPD вблизи K-края бора в зависимости от угла падения на него излучения. (δ - угол между нормалью к поверхности детектора и падающим на него пучком). В качестве нормировочного спектра использован сигнал детектора AXUV-100, не имеющий особенностей спектральной характеристики вблизи K-края бора (160-260 эВ). По соотношению провалов спектральной характеристики для разных углов δ и таблицам поглощения бора определена его поверхностная плотность на детекторе (около 0.85 мкг/см^2).

Тем же методом самокалибровки определено, что на поверхности обоих детекторов нет углеродсодержащих слоев, способных повлиять на спектральные характеристики исследуемых детекторов в мягкой рентгеновской области.

Исследование качества многослойных рентгеновских зеркал с использованием двухкоординатного детектора.

В 2008 году для нужд станции был закуплен детектор на основе "back illuminated" ПЗС-матрицы, чувствительной в ВУФ и мягкой рентгеновской области.

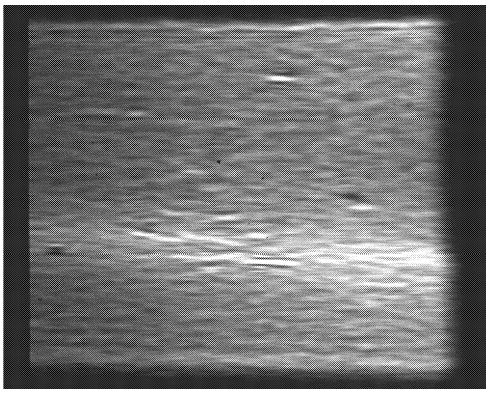


Рис. 28: Однородность пучка СИ после двухзеркального монохроматора на энергии 258 эВ (зеркала Ni/C, период 60 А). Наблюдаемая "рябь" возникает в результате искажения волнового фронта пучка на шероховатостях зеркал и позволяет оценить качество их изготовления.

Разрешение детектора - 13 мкм, размер - 1024x1048 ячеек. Проведен ряд измерений структуры однородного пучка СИ после его отражения от многослойных зеркал двухзеркального монохроматора станции (рис. 28).

6.2.2 Система стабилизации положения пучков СИ на накопителе ВЭПП- 4М

Планируемое развитие работ на каналах СИ накопителя ВЭПП-4М предполагает решение задачи стабилизации положения пучков синхротронного излучения в этих каналах. Для решения этой задачи был спроектирован и построен (в 2008 г.) специализированный сверхвысоковакуумный канал №13. В качестве датчиков положения электронного пучка в накопителе были выбраны две идентичных позиционно-чувствительных ионизационных камеры с разрезным коллектором. При известных величинах линейного вертикального смещения пучка СИ в обеих ионизационных камерах простейший расчет позволяет получить величину угла отклонения оси пучка СИ от медианы накопителя, а также величину вертикального смещения точки излучения. Полученные параметры могут быть использованы для корректировки орбиты электронного пучка соответствующими элементами магнитной структуры. Фотография канала приведена на рис. 29. Функциональная схема канала приведена на рис. 30.

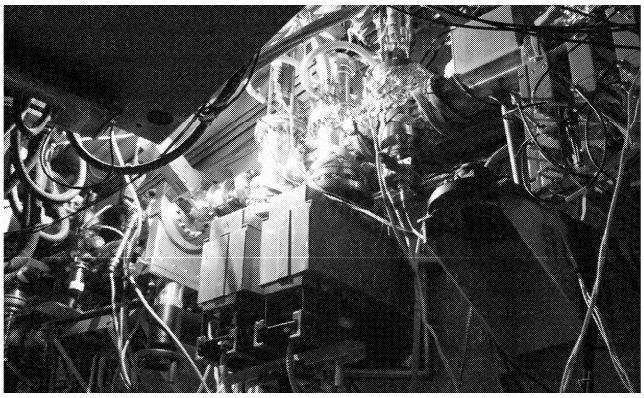


Рис. 29: Фото входной части канала №13 ВЭПП-4М.

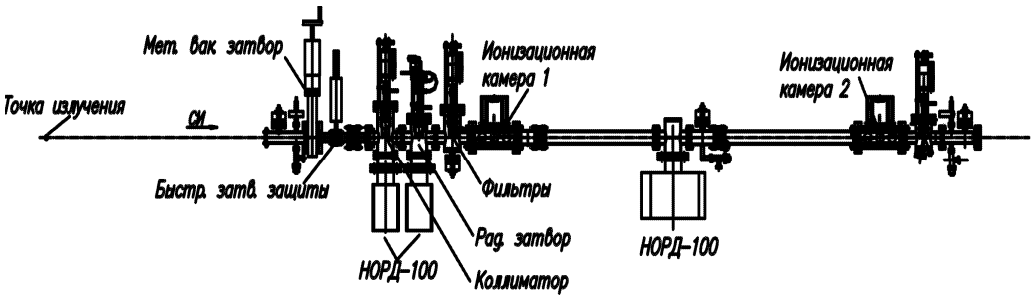


Рис. 30: Схема канала №13 накопителя ВЭПП-4М. Расстояние от точки излучения до первой камеры – 8790 мм, до второй камеры – 14306 мм.

На входе в канал установлен сверхвысоковакуумный шиберный затвор, в тарелку которого вварена бериллиевая фольга толщиной 200 мкм. Перекрывая канал данным затвором, можно было отсекать от полного спектра его мягкую часть (энергия < 2кэВ). Эксперименты проводились при уровне вакуума порядка $1{\cdot}10^{-8}$ Торр. Характерная величина тока электронного пучка в накопителе менялась в пределах от 3 до 1 мА. Энергия пучка в накопителе в различных режимах менялась от 1.85 ГэВ до 1.07 ГэВ.

В первых экспериментах было обнаружено, что при введении на ось канала бериллиевой фольги полезный сигнал в ионизационной камере превышает уровень шума не более чем в $2 \div 2.5$ раза. В то время как сигнал от ионизационной камеры, производимый пучком СИ без бериллиевой фольги (мягкая часть спектра присутствует), превышает уровень шума более чем на два порядка.

На рис. 31 приведен пример наблюдения за поведением электронного пучка в накопителе в зависимости от времени. Сигнал U_1 соответствует напряжению на нижней пластине переднего ионизационного датчика, соответственно U_2 - напряжению на верхней пластине. Разность напряжений U_1 и U_2 отражает величину отклонения по вертикали оси ионизационной камеры от оси пучка СИ.

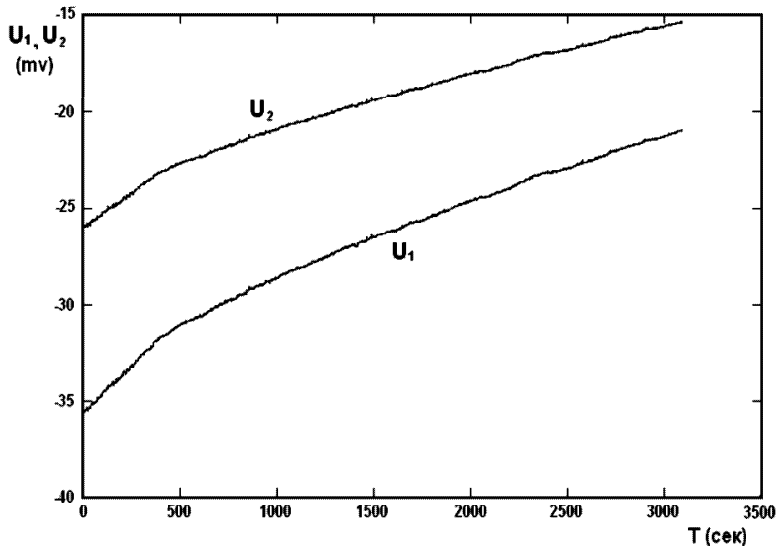


Рис. 31: Напряжение на верхней и нижней пластинах передней ионизационной камеры при неподвижном электронном пучке в накопителе. $E_{эл.\ пучка} \sim 1.85$ ГэВ, ток ~ 1.5 мА.

Отсутствие возможности двигать обе ионизационные камеры поперек пучка СИ осложнило проведение прямой тарировочной зависимости сигналов с камер от вертикального перемещения пучка СИ. На рис. 32 приведен результат "обратной" тарировки, когда ионизационная камера неподвижна, а относительно нее с шагом $100 \div 140$ мкм перемещается пучок СИ.

Полученные первые результаты позволяют сделать вывод о возможности использования ионизационных камер с разрезным коллектором в условиях, которые имеют место в реальных фронтэндах накопителей. Усовершенствование блока электроники может позволить в дальнейшем работать с еще более высоким вакуумом. Далее исследования предполагается перенести на канал №10 накопителя ВЭПП-3.

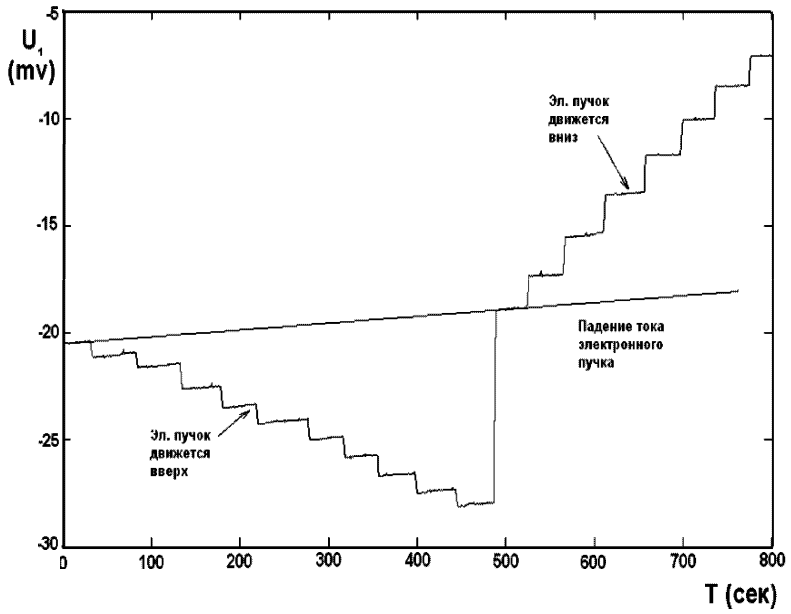


Рис. 32: Напряжение на верхней пластине камеры в зависимости от вертикального перемещения электронного пучка в накопителе относительно оси камеры.

6.3 Работа с пучками терагерцового излучения

6.3.1 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 2008 года лазер в течение 430 часов 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 2008 году в работах на лазере непосредственно 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 функционирует Научно-образовательный инновационный комплекс “Терагерцовое излучение и его применение”, в состав которого входят НГУ и девять институтов СО РАН. Для студентов ведется ежегодный

экспериментальный факультатив. Более девятнадцати студентов выполнили курсовые и дипломные работы, защитили магистерские диссертации.

Одной из двух основных задач 2008 года была организация регулярных работ на шести рабочих станциях пользователей. Второй задачей была сборка основных элементов магнитовакуумной системы второй очереди НовоЛСЭ и запуск двухоборотного ускорителя-рекуператора.

6.3.2 Экспериментальные станции на пучках ТГц излучения

Работы проводились в рамках:

1. грант РФФИ № 07-02-01459-а "Разработка и исследование свойств металлических сеточных структур, полученных методами LIGA-технологии, предназначенных для частотной и пространственной селекции мощного излучения терагерцового лазера на свободных электронах";

2. междисциплинарный проект СО РАН № 107 "Исследование взаимодействия фононной подсистемы Pb1-xSnxTe<In> в условиях сегнетоэлектрической неустойчивости с терагерцовым излучением и разработка приемников для его визуализации";

3. Программа Президиума РАН "Разработка дифракционных оптических элементов для терагерцового диапазона";

4. Программа Президиума РАН "Разработка матрицы микроболометров для визуализации терагерцового излучения";

5. Грант РФФИ-07-02-13547 "Разработка методов построения спектрометров полного внутреннего отражения для биомедицинских применений с терагерцовым лазером на свободных электронах в качестве источника излучения".

Станция "Метрология"

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

Темы ряда работ 2008 года:

Исследование оптических параметров CVD-алмазов в терагерцовом и инфракрасном диапазоне

Целью работы было измерение оптических параметров CVD-алмазов. Важность этих исследований обусловлена четырьмя факторами: уникальными потенциальными свойствами CVD-алмазных окон, сильной зависимостью этих свойств от технологии выращивания алмаза, отсутствием необходимой информации для конкретных пластин, недостаточно полной информацией о свойствах CVD-алмазов в терагерцовом диапазоне. В частности, изучались два образца окон, с целью исследования возможности их использования в мощных пучках Нововосибирского ЛСЭ второй и третьей очереди. Пластины исследовались комплексной диагностической системой, влючающей в себя фурье-спектроскопию, калориметрию на мощных пучках терагерцового ЛСЭ и систему двумерной визуализации на основе термофлюоресцентных экранов. Одна из пластин была произведена фирмой Element Six (De Beers), другая - в Институте прикладной физики РАН (Н. Новгород).

Специально исследовалось влияние на поглощение в материале так называемых неалмазных включений (черных точек), имеющихся в первой пластине. Методом

фурье-спектроскопии измерялось пропускание обеих пластин в инфракрасном диапазоне. При помощи термофлюресцентного экрана исследовались изменения в распределении интенсивности излучения после прохождения пластин.

Основные результаты:

1) Не обнаружено влияния неалмазных (углеродных) включений на поглощение в материале в терагерцовом диапазоне.

2) Обнаружено плохое пропускание окна производства ИПФ в инфракрасном диапазоне. Показано, что это плохое пропускание обусловлено рассеянием из-за сильно неоднородной структуры поликристалла.

3) Обнаружен также дополнительный дифракционный пучок, наклоненный к основному под углом 2 градуса. Это свидетельствует о наличии в этой пластине какой-то регулярной неоднородности.

4)Прохождение терагерцовых гауссовых пучков через пластину производства Element Six происходит практически без искажений.

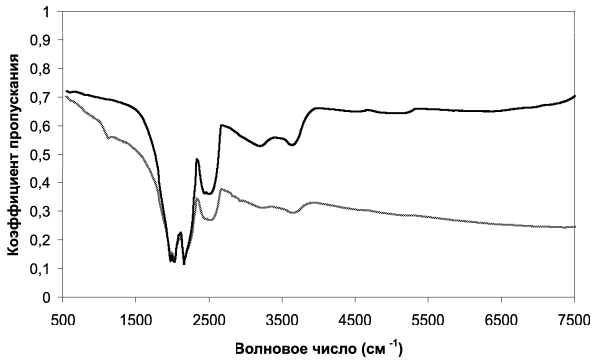


Рис. 33: Пропускание пластин (выходных окон) из CVD-алмаза: черная линия - пластина производства фирмы Element Six, серая линия - пластина производства ИПФ (Н. Новгород).

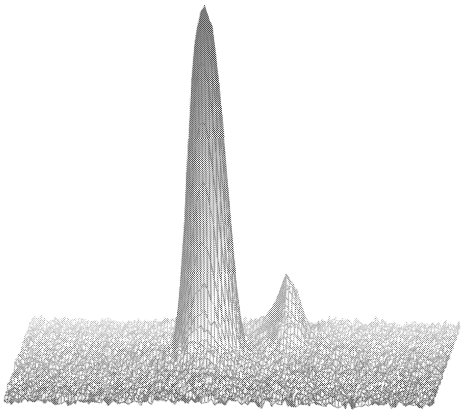


Рис. 34: Изображение на термофлюоресцентном экране исходного гауссова пучка после прохождения пластины производства ИПФ. Кроме основного пучка виден дифракционный пучок и рассеянное излучение.

Исследование режимов работы ЛСЭ и измерение параметров излучения ЛСЭ

Целью работы было исследование различных режимов работы ЛСЭ, от которых сильно зависят параметры излучения в спектрально-временной области. Измерены параметры оптического резонатора, которые вместе с параметрами электронного пучка определяют частотный диапазон генерации и возможной перестройки ЛСЭ.

На основе комплексных спектрально-временных измерений на станции "Метрология", 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 квазиодномодовый режим с очень широкой линией генерации и низкой временной когерентностью. В результате обработки экспериментальных данных 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, определяемой длиной оптического резонатора. Продемонстрирован плавный переход между вышеупомянутыми режимами при плавной отстройке частоты повторения электронных сгустков.

Новосибирский ЛСЭ отличается от других ЛСЭ, в частности, большой длительностью светового импульса, которая, в принципе, позволяет получать узкую линию лазерной генерации. Однако длинный импульс является потенциальным источником различных неустойчивостей, в частности, модуляционной неустойчивости с периодом равным длине проскальзывания светового импульса относительно электронного. Поэтому так называемый фурье-предел в ширине линии генерации может быть получен только в стабилизированном относительно этой неустойчивости режиме. Такая стабилизация достигается за счет расстройки частот повторения между электронными и световыми импульсами.

В режиме сильной неустойчивости наблюдается многомодовая генерация, которая из-за сильного взаимодействия между модами выглядит как квазиодномодовая с шириной спектра на порядок большей, чем в устойчивом режиме. Такой режим может быть полезен и уже использовался для спектроскопических задач. Диапазон генерации ЛСЭ определяется ростом дифракционных потерь в оптическом резонаторе. Правильный расчет и минимизация этих потерь, наряду с другими факторами, определяющими коэффициент усиления и устойчивость оптического резонатора, позволяет максимально расширить частотный диапазон перестройки ЛСЭ. Это крайне важно для пользовательских экспериментов.

Основные результаты:

1) Экспериментально обнаружены три характерных режима работы ЛСЭ в зависимости от величины стабилизирующей расстройки между частотами электронных и световых импульсов: устойчивый одномодовый режим, многомодовый режим и квазиодномодовый (сильно неустойчивый многомодовый) режим.

2) Спектрально-временные параметры ЛСЭ определяются этими режимами.

3) Эффективная генерация высших гармоник наблюдается только в устойчивом режиме.

4) Измерены потери и коэффициент усиления ЛСЭ в максимально широком диапазоне. Показано, что потери в оптическом резонаторе очень хорошо соответствуют теоретическому расчету, на основе которого этот резонатор и был спроектирован.

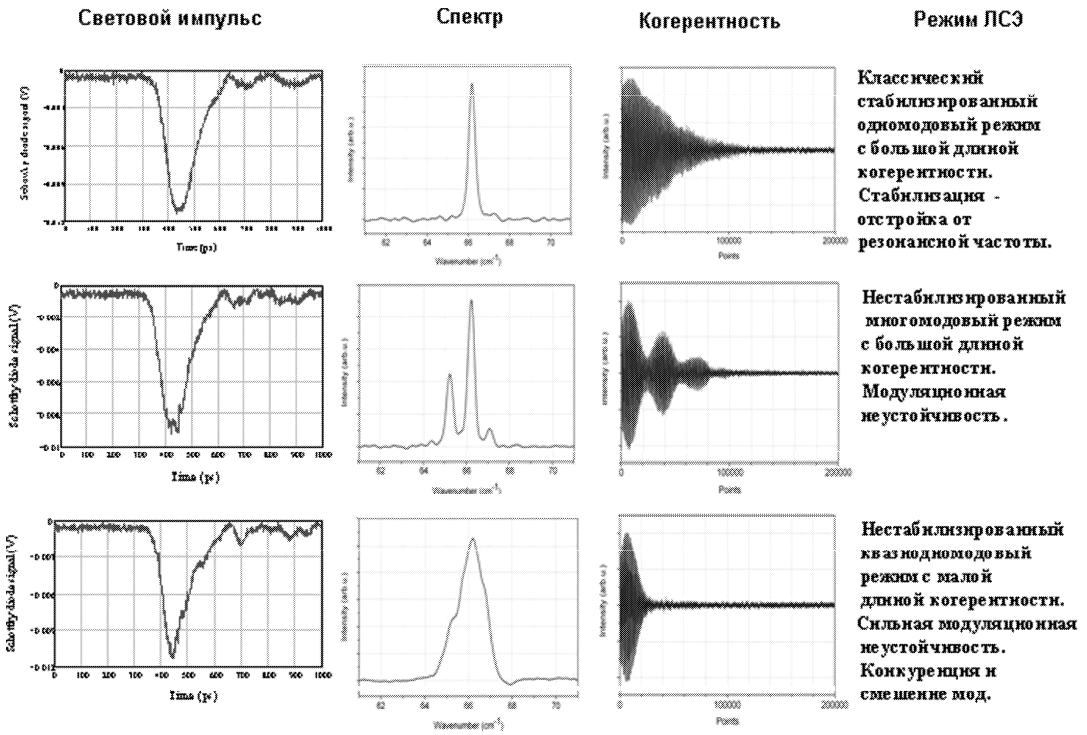


Рис. 35: Световые импульсы, спектры излучения и автокорреляционные функции (когерентности) в трех характерных режимах работы ЛСЭ.

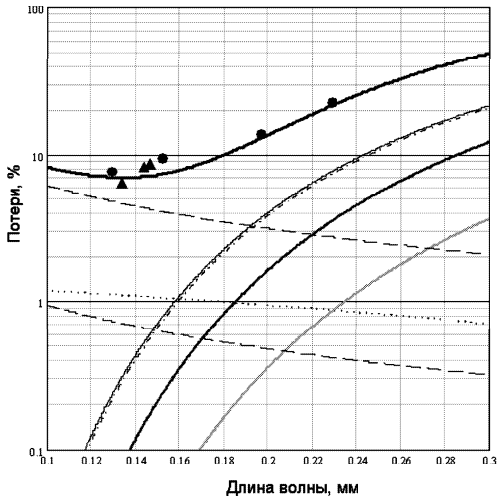


Рис. 36: Расчетные компоненты потерь в оптическом резонаторе и их сумма (жирная сплошная линия) и данные эксперимента (точки) для различных длин волн.

6.3.3 Станция “Спектроскопия и интроскопия”

Назначение станции – исследование неорганических, органических и биологических материалов и объектов методами спектроскопии и спектрально-селективной интроскопии, а также для разработки средств и методов визуализации в терагерцовом диапазоне.

Темы ряда работ 2008 года:

Разработка методов спектроскопии и спектрально-селективной интроскопии материалов и объектов в терагерцовом диапазоне электромагнитного спектра и их применение для экспериментального исследования неорганических сред и биологических субстанций.

Источником монохроматического, когерентного, плоско поляризованного излучения служил перестраиваемый импульсно-периодический лазер на свободных электронах с мощностью излучения на рабочей станции 100 - 200 Вт. Проведена модернизация системы теневых измерений и системы для голографических измерений в терагерцовом диапазоне с использованием в качестве регистратора излучения термочувствительного люминесцентного экрана с камерой PI Max2 с микроканальным усилителем света. Создан абсолютный измеритель плотности мощности терагерцового, инфракрасного и ультрафиолетового излучений на основе интерферометра Физо. Проведены исследования спектральных характеристик костных тканей лабораторных крыс разных возрастов для двух генетических линий в терагерцовом диапазоне.

Создана матрица микроболометров размером 320x240 элементов для визуализации терагерцового излучения. Проведены статистические исследования спекл-структуры терагерцовых изображений. Показано, что это впервые замеченное в терагерцовом диапазоне явление может служить основой для расширения сферы применимости спекл-метрологии. Продемонстрирована спекл-фотография в реальном времени в терагерцовом диапазоне.

Изготовлен опытный образец терагерцового изображающего спектрометра нарушенного полного внутреннего отражения (изоНПВО-спектрометр). Проведены эксперименты по регистрации динамических объектов и субстанций. Создана терагерцовая томографическая установка и проведены пробные исследования как непрозрачных, так и фазовых объектов. Выполнена регистрация проекций костных фрагментов, разработана методика реконструкции томограмм. Исследованы деформации пленочных материалов на теплеровской установке, совмещающей возможности шадографии видимого и терагерцового диапазонов. Исследован тальбот-эффект в терагерцовом и видимом диапазонах. Показано, что этот эффект может использоваться как для тальбот-интерферометрии фазовых изменений в исследуемых объектах, так и для измерения расстояний и длины волны излучения. Разработанные в рамках проекта приборы и методы для терагерцовой интроскопии и спектроскопии позволяют вести большой спектр фундаментальных и прикладных исследований.

6.3.4 Вторая очередь Новосибирского ЛСЭ

Работа проводилась в рамках Интеграционного проекта СО РАН № 6/2006 “Разработка и изготовление ЛСЭ второй очереди”.

Полномасштабный проект Новосибирского ЛСЭ включает в себя два ускорителя-рекуператора с общим инжектором и общей ускоряющей структурой, а также три лазера на свободных электронах, один из которых установлен на первый ускоритель (ЛСЭ первой очереди), а два других - на 2-й и 4-й дорожке второго, 4-х оборотного ускорителя-рекуператора. (рис. 37). Первый ускоритель имеет одну дорожку, которая расположена в вертикальной плоскости. На ней находятся ондуляторы ЛСЭ первой очереди. Запуск первого ЛСЭ состоялся в 2003 году, а с 2004 года на нем

регулярно проводятся эксперименты с терагерцовым излучением в диапазоне длин волн от 120 до 240 мкм.

В настоящее время ведется работа по созданию и запуску второй очереди Новосибирского ЛСЭ. Ускоритель второй очереди использует тот же инжектор и ту же ускоряющую структуру, что и ускоритель первой очереди, но он расположен в горизонтальной плоскости, поэтому его сборка практически не сказывается на работе первого ускорителя (рис. 37). Переключение режима работы между ускорителями осуществляется путем включения круглых поворотных магнитов, установленных на общей дорожке.

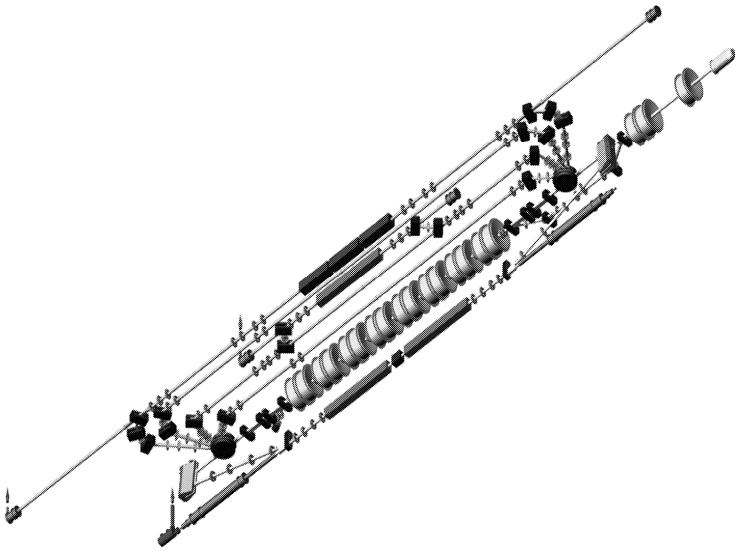


Рис. 37: Полномасштабная схема Новосибирского ЛСЭ.

Ускоритель второй очереди будет иметь четыре дорожки, что позволит повысить энергию пучка и получить более короткую длину волны излучения в ЛСЭ (Таблица 6.1).

Таблица 6.1: Основные параметры ускорителя рекуператора и двух ЛСЭ второй очереди (двухоборотный / четырехоборотный). В скобках указаны параметры, ожидаемые после модернизации инжектора.

Энергия пучка, МэВ	20/40
Число дорожек ускорителя	2/4
Частота следования сгустков, МГц	22 (90)
Средний ток пучка, мА	30 (100)
Длина волны излучения ЛСЭ, мкм	40-120/5-40
Максимальная мощность излучения, кВт	2/10

Ускоритель может работать в двух режимах (рис. 37). В первом режиме электронный пучок после инжекции дважды проходит через ускоряющую структуру, после чего попадает на вторую дорожку, где его энергия к этому моменту составляет 20 МэВ. Затем при помощи поворотных магнитов он направляется через байпас, на

котором установлен ондулятор второго ЛСЭ. При этом время пролета пучка по второй дорожке увеличивается на половину периода колебания ускоряющего ВЧ-поля, вследствие чего после байпаса он попадает в ускоряющую структуру в замедляющей фазе и после двукратного замедления сбрасывается в поглотитель. С выключенными магнитами байпаса пучок продолжает набирать энергию в ускоряющей структуре и в конечном итоге попадает на четвертую дорожку, где расположены ондуляторы третьего ЛСЭ. Конечная энергия пучка на четвертой дорожке составляет 40 МэВ.

Для ЛСЭ второй дорожки используется электромагнитный ондулятор с периодом 12 см и длиной около 4 м. Его конструкция практически полностью идентична ондулятору первой очереди. Оптический резонатор второго ЛСЭ составлен из двух медных зеркал, в центре которых имеются отверстия для вывода излучения. Расстояние между зеркалами составляет около 20 м, что соответствует частоте повторения световых сгустков 7.5 МГц. Диапазон перестройки длины волны второго ЛСЭ будет составлять от 40 до 120 мкм.

К данному моменту полностью собраны и запущены две дорожки ускорителя вместе с байпасом. Достаточно низкий уровень потерь позволил получить необходимую для работы ЛСЭ частоту повторения электронных сгустков 7.5 МГц и соответствующий ей средний ток 9 мА.

6.3.5 Результаты 2008 года и планы на 2009 г

Основные результаты работ в 2008 году:

1. Обеспечена регулярная работа пользователей на ТГц ЛСЭ первой очереди.

2. Проведен монтаж вакуумной камеры первой и второй дорожек второй очереди (вместе с байпасом), а также собрана и установлена большая часть элементов магнитной системы ускорителя-рекуператора второй очереди.

3. Установлен и отъюстирован оптический резонатор ЛСЭ второй дорожки.

4. Осуществлен запуск первых двух дорожек ускорителя-рекуператора. Получена частота повторения электронных сгустков 7.5 МГц и соответствующий ей средний ток 9 мА. Достигнутые параметры являются достаточными для работы ЛСЭ на второй дорожке.

Планы на 2009 год:

1. Запустить в работу ЛСЭ второй очереди (на 2-й дорожке УР).

2. Изготовить и установить канал вывода излучения ЛСЭ второй очереди.

3. Закончить монтаж элементов магнитной системы и вакуумной камеры третьей и четвертой дорожек ускорителя-рекуператора.

4. Спроектировать оптический резонатор для ЛСЭ на четвертой дорожке.

5. Провести модернизацию канала вывода излучения и существующих экспериментальных станций, а также продолжить работу над созданием новых станций.

6. Продолжить проектирование испытательного стенда ВЧ инжектора.

7. Продолжить работу на пользователей.

6.4 Разработка и создание специализированных генераторов СИ

6.4.1 Сверхпроводящие вигглеры

В 2008 году продолжались контрактные работы по разработке и изготовлению различных сверхпроводящих криогенно-магнитных систем для генерации СИ.

1. В 2008 году был спроектирован и успешно испытан “короткий” прототип магнитной системы многополюсного вигглера (рис.38) для строящегося накопителя ALBA-CELLS (Испания). В настоящее время ведется изготовление полноразмерного 119-полюсного вигглера с периодом 30 мм, магнитным полем 2.2 Т и межполюсным зазором 12.6 мм. В июне 2009 года запланирована установка и запуск вигглера непосредственно на накопительном кольце.



Рис. 38: Сборка “короткого” прототипа многополюсного вигглера с полем 2.2 Т и периодом 30 мм для накопителя ALBA-CELLS (Испания).

2. Так же в 2008 году была спроектирована и изготовлена магнитная система 35-полюсного вигглера с полем 3.6 Т и периодом 60 мм (рис. 39) для накопителя LNLS (г.Кампинас, Бразилия).

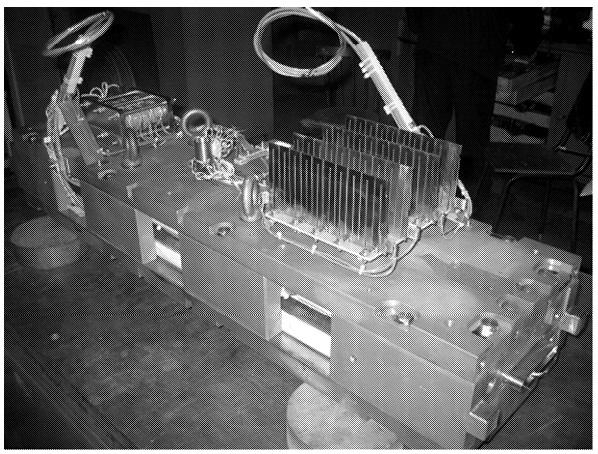


Рис. 39: Магнитная система многополюсного вигглера с полем 3.6 Т и периодом 60 мм для накопителя LNLS (г.Кампинас, Бразилия).

В июле 2008 года магнит был успешно испытан в погружном криостате и получен проектный уровень поля. В январе 2009 года запланировано включение и испытание вигглера с собственном криостате.

3. В декабре 2008 года была завершена сборка проведен полный цикл испытаний и измерений многополюсного 49-полюсного вигглера с периодом 48 мм, магнитным полем 4.3 Т и межполюсным зазором 14 мм для накопителя DLS (Diamond Light Source, Англия). Это уже второй сверхпроводящий вигглер, изготовленный ИЯФ для DLS. В данном вигглере (рис. 40) был достигнут нулевой расход потребления жидкого гелия и получены необходимые параметры качества магнитного поля. В феврале 2009 года начнется сборка и цикл измерений параметров вигглера на территории накопителя DLS, а в марте 2009 запланирована установка и запуск его непосредственно на накопительном кольце.

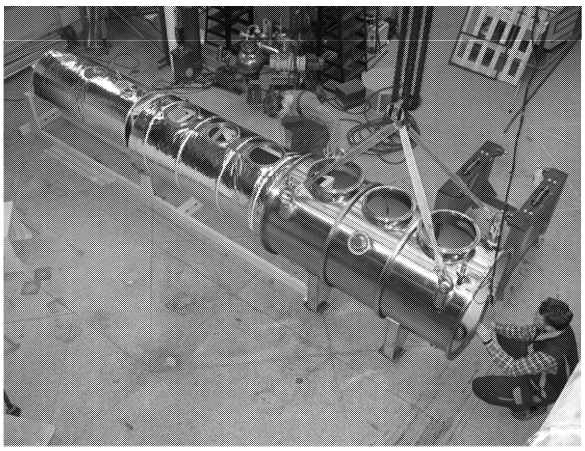


Рис. 40: Процесс сборки 49-полюсного вигглера с полем 4.3 Т для накопителя DLS (Англия) в собственном криостате.

6.4.2 Вигглеры-затухатели на постоянных NdFeB магнитах для источника СИ Petra III (Гамбург)

В 2008 году закончена контрактная работа по производству 21 вигглера-затухателя на постоянных магнитах для ускорителя-источника СИ PETRA III (DESY, Германия).

Вигглеры для PETRA III устанавлены в двух 80-метровых прямолинейных промежутках, по 10 штук в каждом (1 вигглер запасной), и предназначены для уменьшения эмитанса пучка электронов в кольце до рекордного значения 10^{-9} м·рад.

Магнитные параметры вигглеров следующие:

Таблица 6.2: Основные параметры ускорителя рекуператора и двух ЛСЭ второй очереди (двухоборотный / четырехоборотный). В скобках указаны параметры, ожидаемые после модернизации инжектора.

Период 20	см
Амплитуда поля	15.6 кГс
Вертикальный зазор	24 мм
Длина	4м

Вначале был изготовлен полномасштабный прототип вигглера, а затем, после одобрения конструкции вигглера специалистами DESY, в течении полутора лет были изготовлены и настроены все 20 вигглеров. На рис. 41 показаны первые вигглеры, устанавливаемые в прямолинейные промежутки. В настоящее время вигглеры установлены в кольце PETRA III. В конце февраля 2009 года начнётся запуск ускорителя.

Помимо вигглеров, для PETRA III в ИЯФ были также изготовлены приёмники синхротронного излучения из вигглеров суммарной мощностью 800 кВт и вакуумная система для прямолинейных промежутков.

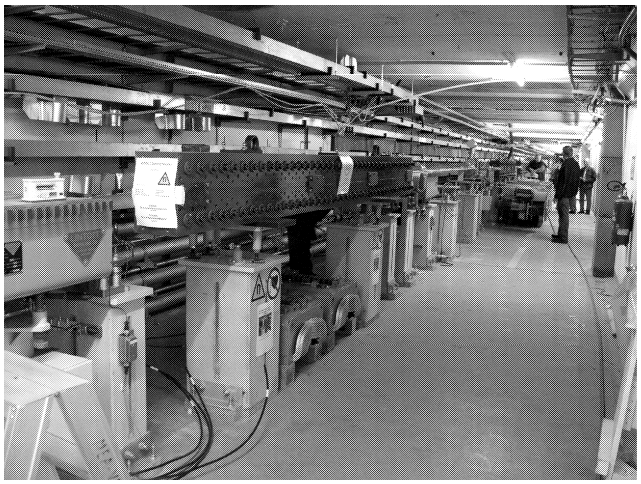


Рис. 41: Установка вигглеров в прямолинейных промежутках PETRA-3.

Чтобы удовлетворить очень жёстким требованиям, предъявляемым к величине нелинейности в рабочей апертуры вигглера (18x40 мм^2) пришлось на концах вигглера разместить специальные многополюсные корректоры, предназначенные для компенсации нелинейности вертикального и горизонтального поля.

После компенсации имеющихся в рабочей апертуре вигглера нелинейностей величина первого интеграла поля в большинстве вигглеров не превышала 25 Гс х см, а второго интеграла – 25000 Гс х см^2. На рис. 42 приведены результаты настройки 20 вигглеров.

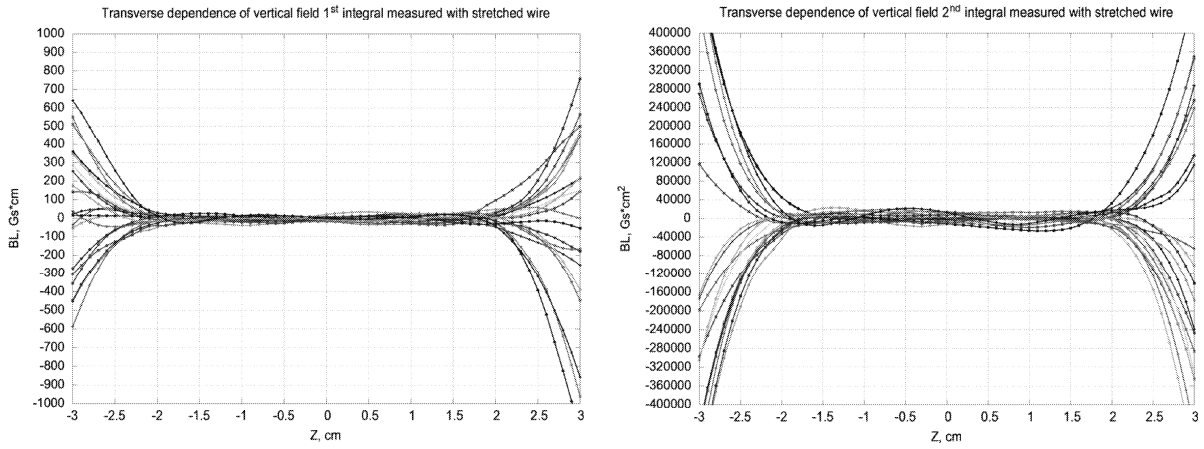


Рис. 42: Результаты настройки 20 вигглеров.

6.4.3 Радиационно-стойкий дипольный магнит для строящегося в GSI (Германия) ионного ускорителя

В Германии строится международный научно-исследовательский ускорительный центр GSI, активное участие в котором принимает Россия. В ИЯФ СО РАН разрабатывался и строится дипольный магнит для Super-FRS, который предназначен для вывода пучков вторичных ионов (вторичные ионы получаются бомбардировкой мишени ускоренными ионами или протонами) в исследовательские станции. В связи с тем, что дипольный магнит расположен после мишени, вторичные ионы имеют большой разброс по углам и координатам.



Рис. 43: Железное ярмо радиационно-стойкого дипольного магнита H типа.



Рис. 44: Часть дипольного магнита H типа.

Дипольный магнит имеет зазор между полюсами 0.18 м, область однородного ($\pm\ 3{\cdot}10^{-4}$) магнитного поля по горизонтали $\pm$ 0.195 м, эффективную магнитную длину 2.4 м, радиус изгиба 12.5 м. Вес магнита порядка 100 тонн. Дипольный магнит должен перестраивать магнитное поле в диапазоне от 0.15 Т до 1.6 Т за 120 секунд. Дипольный магнит будет расположен в зоне сильной наведенной радиации и важной особенностью магнита является полное отсутствие каких-либо конструктивных элементов, содержащих органические соединения.

Контрактная работа по разработке и изготовлению первого (из трех) радиационностойкого дипольного магнита для ускорительного центра GSI (Германия) была начата в 2007 году и будет закончена в июле 2009 года. В 2010 году предполагается изготовить еще два аналогичных магнита.

В 2008 году закончено проектирование дипольного магнита, изготовлено и собрано железное ярмо магнита, заканчивается изготовление оснастки для производства радиационно-стойких катушек.

6.4.4 Технологический накопительный комплекс (ТНК)

В 2008 году были продолжены работы на инжекционной части комплекса. Заново была проведена геодезическая выставка элементов магнитной и вакуумной систем, установлены дополнительные пробники на электронно-оптический канал (ЭОК)-2 для улучшения нацеливания пучка электронов при выпуске из малого накопителя (МН) в канал ЭОК-2. Подключена новая электроника для диагностики пучка как в малом накопителе, так и в канале ЭОК-2.

Для улучшения управления всеми элементами инжекционного комплекса с учетом использования аппаратуры CAN была изменена конфигурация системы управления, написана и введена в эксплуатацию новая версия программного обеспечения.

Была проведена длительная тренировка линейного ускорителя, которая позволила повысить энергию электронов на выходе линейного ускорителя (ЛУ) до 65 МэВ, увеличить разовый захват электронов в МН. После оптимизации параметров систем питания и управления, отладки программного обеспечения был получен режим работы, позволяющий накопить до 70 мА электронов в малом накопителе. Дальнейшее увеличение накопленного тока связано с длительным обезгаживанием стенок вакуумной камеры пучком синхротронного излучения. Были отработаны режимы поднятия энергии накопленных в МН электронов до энергии 450 МэВ и режимы перепуска электронов из МН в канал ЭОК-2. Инжекционный комплекс готов к началу работ на большой накопитель.

Одновременно с работами на инжекционном комплексе были продолжены работы по монтажу магнитных элементов на большом накопителе (БН) и модернизации сильноточных источников питания.

В течение 2008 года в ИЯФ были изготовлены ВЧ генератор на новых генераторных лампах и резонаторы 180 МГц, полным ходом идут работы по изготовлению новых вакуумных камер БН и источников питания для магниторазрядных насосов.

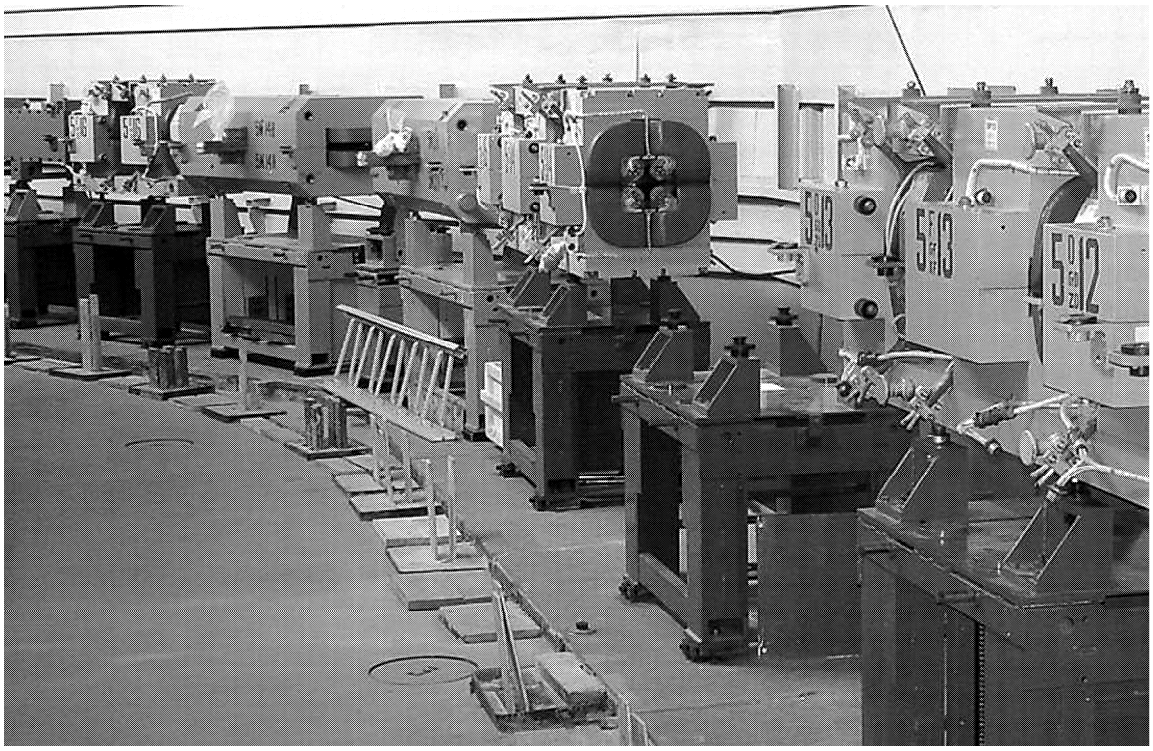


Рис. 45: Элементы магнитной системы Большого Накопителя.

6.4.5 Разработка нового источника синхротронного излучения для Сибирского центра СИ

В 2008 году продолжались работы по разработке нового источника СИ. На данном этапе основное внимание уделялось разработке концептуального строительного проекта комплекса зданий. В первоначальном варианте предполагалось всю структуру разместить в необходимую структуру центра в едином специализированном здании, которое включало бы в себя экспериментальный зал, защищенный зал для накопителя, зал инжекционного комплекса и пользовательские помещения: лаборатории, мастерские и офисы. Для данной концепции был определен список необходимых помещений и составлены поэтажные планы. Также в здании предполагалось установить радиальный подъемный кран позволяющий обслуживать все экспериментальные залы (зал экспериментальных станций, зал основного кольца и зал инжекционного комплекса). Однако, после первоначального анализа возможной стоимости строительства было принято решение изменить концепцию в сторону существенного удешевления.

В новой строительной концепции предполагается разместить Сибирский центр СИ в комплексе типовых зданий.

Примерная схема комплекса с приблизительными размерами показана на рис. 46.

Комплекс зданий центра синхротронного излучения включает в себя 4 основных здания, описание и назначение которых представлено ниже.

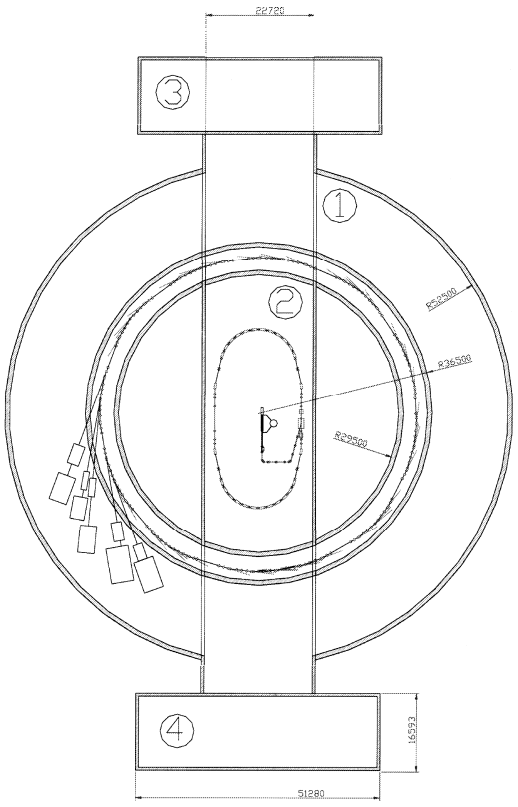


Рис. 46: Примерный вид:
1) кольцевое здание накопителя источника СИ с экспериментальным залом;
2) центральное здание для размещения инжекционного комплекса с краном-балкой;
3) здание для мастерских и технологического оборудования;
4) лабораторно-офисное здание.

Кольцевое здание.

Здание предназначено для размещения накопителя - источника СИ и пользовательских станций. Здание одноэтажное, высотой 5 метров. Внутренний диаметр кольца 59 м, внешний около 110 м. Внутреннюю кромку кольца занимает тоннель для накопителя, внешним сечением 6.5x4.5 метров со стенами и потолком из монолитного бетона. Толщина наружной боковой стены 1 м, внутренней и верхней - 0.5 м. В месте пересечения тоннеля с центральным зданием (со стороны технологического) размещена разгрузочная площадка и верхняя часть тоннеля должна быть разборно-съёмной.

Центральное здание.

Центральное здание проходит через центр кольцевого здания и пересекает кольцо в двух местах. Здание предназначено для размещения инжекционного комплекса и транспортных каналов, а также погрузочно-разгрузочных площадок. Здание оборудуется кран-балкой с грузоподъемностью не менее 10 т. Высота здания определяется возможностью погрузки в тоннель накопителя элементов с высотой до трёх метров и весом до 5 т.

Технологическое здание.

Здание предназначено для размещения технологического оборудования, механических мастерских, экспериментального оборудования и рабочих комнат пользова-

телей СИ. Здание соединяется с центральным зданием. Въезд фур в центральное здание осуществляется через шлюз высотой 5 м, расположенный на первом этаже здания.

Лабораторно-офисное здание.

Здание предназначено для размещения рабочих комнат, лабораторных помещений, “чистых” комнат, отдела администрации и т.п. Здание должно соединяться с центральным или кольцевым зданием переходом. Размеры здания приведены для справок и могут быть изменены.

В новом варианте размещения комплекса пришлось отказаться от использования единого крана для монтажа магнитной системы накопителя и экспериментальных станций. Предполагается выполнять эти работы с использованием мобильных подъемных установок.

Также в новом варианте удается обойтись без дорогостоящей купольной крыши, которую предполагалось использовать в начальном варианте.

Расположение комплекса

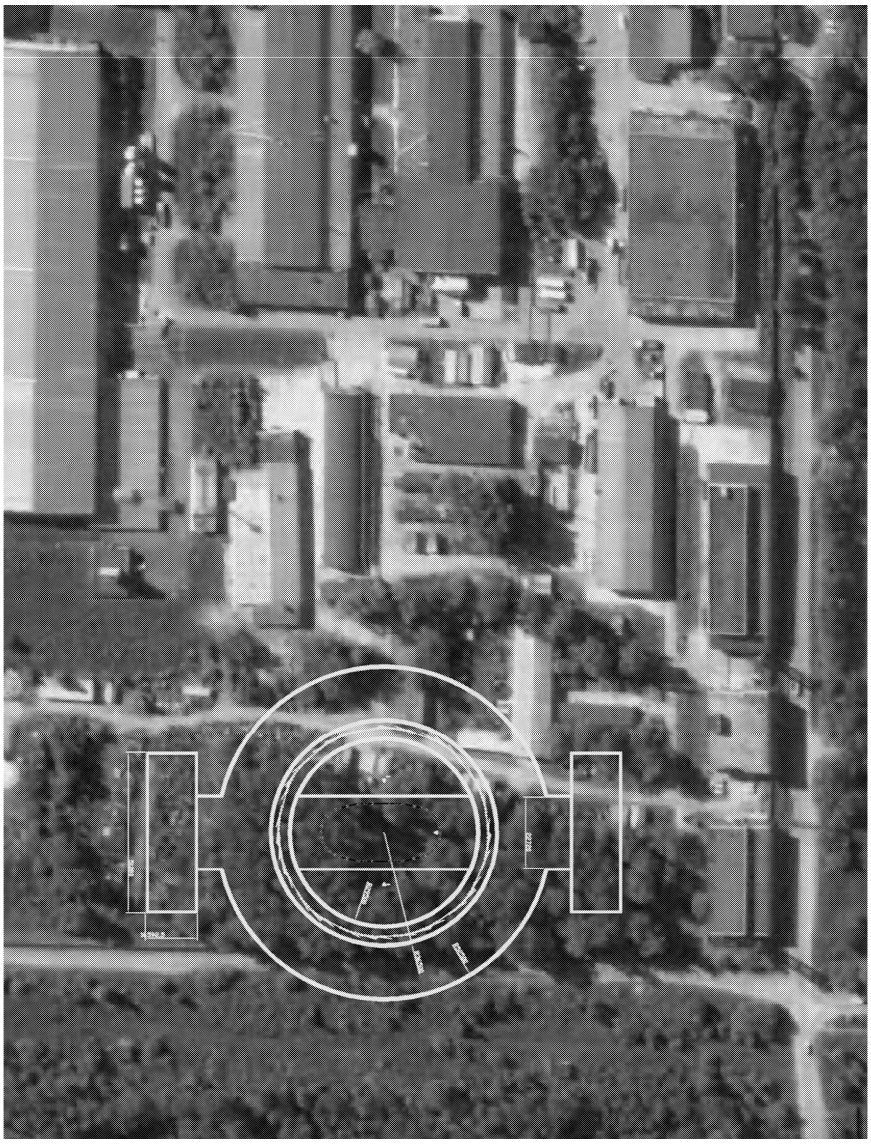


Рис. 47: Примерное расположение комплекса зданий для нового источника СИ.

В данном проекте предполагается разместить комплекс на территории Института ядерной физики СО РАН возле пересечения улицы Ионосферная и улицы им. Ак. Будкера (бывшая ул. Физиков). Примерная привязка комплекса к местности показана на рис. 47.

В соответствии с изложенной концепцией, было начато проектирование комплекса. Работы по составлению эскизного проекта должны быть закончены в первом квартале 2009 г. По результатам этой работы предполагается определить цену строительства и подготовить сметно-проектную документацию в концептуальный проект центра, работу над которым планируется закончить в конце 2009 г.

6.5 Конференции, совещания, семинары

6.5.1 XVII Международная конференция по использованию синхротронного излучения “СИ-2008”

С 16 по 20 июня в ИЯФ СО РАН прошла XVII Международная конференция по использованию синхротронного излучения “СИ-2008” (такие конференции проводятся с 1975 года с периодичностью один раз в 2 года). Конференция состоялась при финансовой поддержке Федерального агентства по науке и инновациям и РФФИ. На конференции присутствовали 147 официальных участников, из них сорок пять человек иногородних из различных городов России (Дубна, Зеленоград, Ижевск, Иркутск, Красноярск, Москва, Нижний Новгород, Пущино, Ростов-на-Дону, Санкт-Петербург, Саратов, Саров, Томск, Черноголовка). Пятьдесят пять участников конференции представляли институты Новосибирска и новосибирского Академгородка (без учета ИЯФ). В конференции также участвовало около 40 сотрудников ИЯФ. Семь участников представляли организации из США (SuperPower Inc), Германии (Institute of Microstructure Technology, BESSY-II) и Франции (Laboratoire Charles Fabry Institut d’Optique, Palaiseau, ESRF). За четыре дня работы конференции было представлено 58 устных и 111 стендовых докладов.

Традиционно тематика конференции покрывала все вопросы, связанные с генерацией и использованием синхротронного и терагерцового излучения. Представление о научной тематике “СИ-2008” может дать перечисление секций конференции: “Статусы и научные программы российских и зарубежных центров СИ и ЛСЭ”, “Спектроскопия на СИ”, “Аппаратура для СИ”, “Дифракция, рассеяние СИ”, “Рентгенофлуоресцентный анализ на СИ”, “Технологии с применением СИ”, “ЛСЭ и источники терагерцевого излучения”, “Применение терагерцового излучения”. Большой интерес вызвали и доклады, связанные с перспективными планами развития российского синхротронного сообщества в целом и Сибирского центра, в частности, на базе создания специализированного источника СИ Siberia HB.

В рамках конференции в ИЯФ прошли выставки и семинары фирм-производителей и поставщиков научного оборудования (SuperPower Inc. (США), Intech (Россия)), Научное оборудование (Россия), Anest Ivata (Япония)), позволившие участникам конференции ближе познакомиться с оборудованием и наладить контакты с представленными фирмами. По традиции (с 1986 года) труды конференции будут опубликованы отдельным томом в журнале “Nuclear Instruments and Methods in Physics Research, Section A (NIMA)”. Конференция “СИ-2008”, по мнению ее участников, прошла успешно и была очень плодотворной.

6.5.2 Школа по подготовке специалистов "Синхротронное излучение в современных технологиях"

С 6 по 12 октября 2008 г. Сибирский центр синхротронного и терагерцового излучения при участии Института катализа им. Г.К. Борескова СО РАН, Института ядерной физики им. Г.И. Будкера СО РАН и Новосибирского государственного университета провел Школу по подготовке специалистов "Синхротронное излучение в современных технологиях" для молодых ученых и преподавателей ВУЗов, студентов и аспирантов. Школа по синхротронному излучению проводилась с целью подготовки специалистов по использованию методов, базирующихся на синхротронном излучении, для задач установления структуры и элементного состава сложных, в первую очередь, наноразмерных объектов, изучение которых невозможно традиционными методами.

Программный комитет школы включал ведущих специалистов в области применения синхротронного излучения. Председателем Программного комитета являлся директор Сибирского центра синхротронного и терагерцового излучения (СЦСТИ) академик Г.Н. Кулипанов. Организационный комитет, в основном, состоял из сотрудников СЦСТИ. Программа школы включала лекции - 32 академических часа и практические занятия - 40 академических часов. В чтении лекций приняло участие 16 лекторов из числа ведущих сотрудников СЦСТИ, Южного федерального университета и Института молекулярной биофизики РАН (Пущино). По представленным лекторами материалам был подготовлен и издан сборник развернутых тезисов лекций, распространённый среди всех участников школы.

В работе школы приняло участие 37 участников, прошедших предварительную регистрацию, и 5 слушателей, изъявивших желание прослушать часть лекций без практических занятий. Из 37 участников школы:

– научных сотрудников, имеющих ученую степень - 3,

– младших научных сотрудников без ученой степени и аспирантов - 23,

– студентов - 11.

Участники школы представляли 11 городов страны и 19 организаций. При подготовке школы было предложено желающим участникам подать заявки на исследование собственных образцов. Было подано 11 заявок на исследование методами EXAFS, дифрактометрии, рентгеновской микроскопии. Заявки подавались по разработанной для этого форме. На базе программы школы совместно Новосибирским государственным университетом был разработан учебно-тематический план повышения квалификации по программе "Синхротронное излучение в современных технологиях". На основе этого курса 37 участникам по окончании школы вручены удостоверения государственного образца о повышении квалификации по программе "Синхротронное излучение в современных технологиях".

По результатам проведения школы в центр обратилось три организации с запросом о проведении долгосрочных совместных работ. Это Институт металлургии УрО РАН, ФГУП НИИФП им. Ф.В. Лукина и Институт химии и химической технологии СО РАН. Принято решение о проведении следующей школы с более узконаправленной тематикой, посвященной использованию дифракционных методов на СИ.



Рис. 48: Участники Школы: лекторы и слушатели.

6.5.3 7-я конференция студентов и аспирантов СЦСТИ

7 мая 2008 года была проведена 7-я конференция студентов и аспирантов Сибирского центра синхротронного и терагерцового излучения. На конференции было представлено 13 докладов, из них 10 докладов студентов НГУ и НГТУ и 3 доклада аспирантов из 3-х институтов СО РАН: ИЯФ, ИХТТМ, ИНХ. Комиссией отмечен высокий уровень практически всех представленных работ и присуждено одно первое, два вторых и 3 третьих места с соответствующими награждениями победителей дипломами и поощрениями в виде денежных премий. Почетными грамотами награждены два самых молодых участника конференции - студенты 3-го курса физико-технического факультета НГТУ.

6.5.4 Участие сотрудников СЦСТИ в других научных мероприятиях

Научная сессия “ИЯФ - 2008”, 25-26 января 2008, ИЯФ им. Г.И. Будкера СО РАН, Новосибирск.

International seminar dedicated to the memory of Boris V. Chirikov, 23 May 2008, Novosibirsk, Russia

11-ый международный симпозиум “Порядок, беспорядок и свойства оксидов ODPO-

2008", г.Ростов-на-Дону - п. Лоо, сентябрь, 2008г.

11-ый международный симпозиум "Фазовые превращения в металлах и сплавах, ОМА- 2008", г.Ростов-на-Дону - п. Лоо, сентябрь, 2008г.

10-я научно-техническая конференция "Медико-технические технологии на страже здоровья", 28 сентября - 5 октября 2008 г., г. Монастир, Тунис.

IX семинар "Минералогия техногенеза", 26-29 июня 2008 г., г. Миасс.

Первый международный междисциплинарный симпозиум "Физика низкоразмерных систем и поверхностей" Low Dimensional Systems (LDS-2008). 5-9 сентября 2008 г., Ростов-на-Дону - п. Лоо.

VI Всероссийская конференция по рентгеноспектральному анализу. 5-10 октября 2008 г., Краснодар.

Совещание "Рентгеновская оптика - 2008", г. Черноголовка, 6-9 октября 2008 г.

20-я Международная научно-техническая конференция по фотоэлектронике и приборам ночного видения. 27-30 мая 2008 г., Москва.

Совещание "Актуальные проблемы полупроводниковой фотоэлектроники" Фотоника-2008: Новосибирск, 19-23 августа 2008 г., Новосибирск.

Международная конференция "X Харитоновские тематические научные чтения", 11 - 14 марта 2008 года, Саров, РФЯЦ-ВНИИЭФ. - Саров, 2008.

XV международная конференция "Математика, компьютеры, образование", 28 января-2 февраля, 2008, Дубна, ОИЯИ, МГУ.

Международный оптический конгресс "Оптика XXI века", Конференция "Фундаментальные проблемы оптики-2008", 20-25 октября 2008 г., Санкт-Петербург.

Студенческая конференция "Оптика и фотоника", OSA & SPIE, Student Chapter, Институт автоматики и электрометрии, 10-11 ноября 2008.

Russian - German Workshop "Kurchatov centre of synchrotron radiation and nanotechnology", February 18-19, 2008, Moscow.

VI International conference on bioinformatics of genome regulation and structure (BGRS'2008), Novosibirsk, Russia, June 22-28, 2008.

Высшие курсы стран СНГ по современным методам исследований наносистем и материалов (СИН-НАНО), 7 -26 июля 2008 г., Москва - Дубна.

21-я Российская конференция по ускорителям заряженных частиц - XXI Russian particle accelerator conference: RuPAC-2008, Zvenigorod, 28 September - 3 October, 2008.

Joint Accelerator School-08 (JAS-08), RRCAT, Indore, India, January 7-18, 2008.

European conference on X-ray spectrometry (EXRS 2008). - Cavtat, Croatia, 16-20 June 2008.

33rd International conference on infrared, millimeter and terahertz waves, Sept. 15-19, 2008, Pasadena, California, USA.

18th International Conference on Plasma Surface Interactions, Toledo, Spain, May 26-30, 2008.

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 - 4М, ВЭПП-2000, ЛСЭ, на инжекционном комплексе, 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 LHC; работы для Зеленограда по созданию источника синхротронного излучения ТНК; работы по созданию инжекторов нейтральных атомов для организации Tri Alpha Energy (США). Сотрудничество с этими центрами успешно развивается.

Ниже кратко приведены некоторые результаты работ, проводившихся Лабораторией в 2008г., и ориентиры по работам, которые будут продолжены в 2009г. и в дальнейшем.

7.1 Источники питания электрофизических установок

7.1.1 Источники стабилизированного тока

Разработка источников стабилизированного тока для питания различных электрофизических установок и отдельных их узлов является одной из главных задач, 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.

1) В 2008 году была продолжена многолетняя работа по модернизации электроники прецизионных источников серии "ИСТ", предназначенных для питания электромагнитов. Это устройства мощностью 50 кВт, 100 кВт и 200 кВт. Модернизированы восемь ИСТ-ов на комплексе ТНК (Зеленоград) осуществлена замена электроники, элекромонтажа и конденсаторных батарей. Изготовлены все необходимые блоки для следующих 20 ИСТов, в том числе, для канала К-500 и комплекса ВЭПП-5. Это, в общей сложности, около 120 блоков шести разновидностей.

2) Также для комплекса ТНК изготовлены крейт и комплект блоков для источника ТПВ, который будет использоваться для питания дипольных магнитов основного кольца ТНК. Это ток 7 кА, потребляемая магнитами мощность около 1 МВт.

Изготовление фрагментов силовой части этого источника размещено на Завод Низковольтной Аппаратуры (НВА), Рассказово, Тамбовской обл. Совместно с этим заводом разработана новая модификация источника ИСТ (900 А, 200 кВт): в ИЯФ разработана и изготовлена в пяти комплектах новая электроника в стандарте "Евромеханика", на заводе НВА разработана силовая часть. В конце года заводом изготовлен опытный образец источника. Он перевезен в ИЯФ и готовится к наладке. Заканчивается изготовление еще одного источника. Источники планируется использовать для новых проектов.

3) По мере готовности источников и накопителей БЭП и ВЭПП комплекса ВЭПП-2000 к стационарной работе с большими токами продолжалась доводка источников питания мегаваттного класса мощности с током до 9 кА. В следующем году планируется оснастить источник питания БЭП блоком реверса, что позволит ускорить смену полярности тока и лучше подготовит БЭП к работе с каналом К-500.

4) В 2008 году продолжалась разработка и размещение на установках Института источников питания с выходной мощностью до 10 кВт, выполненных по **Switch Mode технологии:**

• Разработан двуполярный источник тока с максимальными параметрами 300 А - 8 В, предназначенный для питания сверхпроводящих соленоидов комплекса ВЭПП-2000. Изготовлено и испытано четыре опытных образца. Два из них по контракту отправлены фирме "Криомагнит", (г. Москва).

• Разработан источник однополярного тока с максимальными параметрами 1000 А, 5 В. Изготовлены два образца и отправлены по контракту фирме "Криомагнит".

• Закончена разработка источников однополярного тока с максимальными параметрами 300 А - 18 В для питания элементов магнитной системы ЛСЭ. В настоящее время семь таких источников установлены на комплексе, остальные пять (из серии) будут поставлены на ЛСЭ в первой половине 2009 г. Пять источников поставлены в ОИЯИ (г. Дубна) и успешно введены в строй на комплексе ИРЭН. Перспективная разработка этого направления будет продолжена.

Заметим, что каждый из перечисленных источников оборудован двумя бесконтактными датчиками тока: один для осуществления стабилизации, другой – для независимых измерений. Система снабжена управляющим модулем ЦАП/АЦП типа "CDAC20".

5) В рамках **Switch Mode** технологии найдено и реализовано интересное решение – разработан источник переменного тока мощностью более 10 кВт, рабочая частота 400 Гц, для питания первичной обмотки ЭЛВ, работающего в режиме "Тандема" с выходным напряжением ЭЛВ более миллиона вольт. Источник является комбинацией

силового узла, ранее разработанного для Энергоблока Электронно-лучевой сварки, и специально разработанного узла синхронного детектора мощностью более 10 кВт, работающего на несущей частоте 20 кГц. Изготовлен прототип источника, обеспечивающий "Тандем" необходимой мощностью. В 2009 г. будет реализован рабочий вариант источника.

Решено применить источники питания этой группы для питания коллектора электронов в системе охлаждения ионного пучка, для питания дипольных электромагнитов и квадрупольных линз магнитной системы синхротрона HITS (используя как 15 кВт, так и 30 кВт модификации). Начата разработка следующей модели на выходную мощность до 60 кВт, а также варианта с выходным током до 1000 А.

6) Налажен комплект электроники для питания магнита спиральной развертки пучка для комплекса БНЗТ.

7) Продолжались разработка, усовершенствование и изготовление небольшими сериями сравнительно маломощных источников тока, обеспечивающих питание корректирующих электромагнитов и/или специальных устройств. Итоговые цифры этого направления разработок выглядят следующим образом:

• Изготовлен и введён в эксплуатацию комплект электроники для питания коррекций малого накопителя ТНК (г. Зеленоград). Комплект включает в себя две корзины, содержащие 11 каналов MPS-6 с управлением по CAN-bus.

• Изготовлен комплект электроники для питания квадрупольных линз и корректоров пучкового датчика для UT-BATTELLE, LLC (США). В комплект входит 8-ми канальная корзина с блоками MPS-6, управляемыми по CAN-bus.

• Изготовлено и введено в эксплуатацию около 30 каналов двуполярных источников тока типа УМ-1, УМ-3 и УМ-10 с выходными токами 1А, 3А и 10А соответственно. Источники установлены на комплексах: ЛСЭ, БНЗТ и ЭЛС.

8) Многие из вышеперечисленных устройств или их узлов будут использованы как прототипы источников питания в комплексе HITS, разработка которого начата Институтом в 2008 году.

9) Импульсное питание:

• Введены в работу три генератора импульсного питания для впускных/выпускных септум магнитов комплекса ТНК в г. Зеленограде. Напряжение на емкостях генераторов – до 7 кВ.

• 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.

Следует также упомянуть, что и в 2008 году продолжалась техническая поддержка в рабочем состоянии ранее изготовленных систем и их узлов, находящихся в эксплуатации на установках Института и за его пределами.

7.1.2 Высоковольтные источники постоянного стабилизированного напряжения

В лаборатории успешно 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 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.

Следует отметить следующие успешно выполненные в ушедшем 2008 году работы:

1) Завершено длившееся два года с лишним изготовление и сборка элементов питания диагностического инжектора для Токамака Т-10 (Курчатовский Институт, Москва). В состав электроники источника входят:

• Источник ВВ питания с параметрами: U(max)=40 кВ, I(max)=6 А, T(max)=20 ms и возможностью 100% амплитудной модуляции от 2 мс/2 мс до 20 мс/20 мс.

• Источник тока дугового разряда с I(max)=600 А при напряжении разряда U(arc)=80 В и возможностью амплитудной модуляции тока.

• Источник питания запорной сетки, зарядный преобразователь и т.д.

• Все необходимые вспомогательные источники питания (клапанов, соленоида магнитной изоляции, поджига и т.д.). Наладка оборудования и запуск диагностического инжектора, а также поставка в Курчатовский Институт и запуск в работу планируется на 2009 году.

2) В 2008г. завершено изготовление и наладка прототипа источника ВВ питания диагностического инжектора RUDI-x для сверхпроводящего стелларатора W7-x (Грейфсвальд, Германия). Однако необходимые параметры (Umax=60 кВ, Imax=12 А, возможность модуляции от непрерывного тока до меандра 2 мс/2 мс при полной длительности импульса 10 сек) пока не достигнуты. Начата модернизация с целью увеличения в полтора раза выходной мощности источника ВВ питания, а также начато изготовление других систем управления и питания инжектора для W7-x.

3) Изготовлен и запущен в эксплуатацию комплект силовой электроники для питания плазменного эмиттера на основе дугового разряда для нужд лаборатории № 9:

• Источник дугового тока с I(max)=600 А, U(arc)=80 В, T=2-3 сек. с возможностью амплитудной модуляции тока дугового разряда.

• Источник питания запорной сетки диагностического инжектора с U(max)=-800 В, I(max)=10 А и возможностью быстрого восстановления напряжения после пробоя.

• Источник питания соленоида магнитной изоляции, газовых клапанов, “поджига” и т.д. Этот комплект силового оборудования совместно с источником ВВ питания п.2 позволил провести испытания модернизированного ионного источника диагностического инжектора, изготовленного для работы с MST, Мэдисон, США.

4) В 2008г. в основном изготовлено оборудование силовой и управляющей электроники для “нагревного” инжектора (25 кВ/65 А/20 мс) по контракту с университетом штата Висконсин (Мэдисон, США). Сдача заказчику и отправка в США планируется в сентябре 2009 года.

Элементы инжектора:

• Изготовлено два источника дугового тока с I(max)=600 А, U(arc)=80 В, T=25 мс.

• Изготовлены и налажены: источники питания соленоида магнитной изоляции, газовых клапанов, “поджига” и т.д (всего по 2 комплекта).

• Начато изготовление основных элементов источника ВВ питания (Umax=30 кВ, Imax=65 А, Tmax=20 мс).

• Создан комплект электронных модулей для управления/измерения.

5) Работы по контракту с "TAE", США:

• Изготовлены и отправлены заказчику 6 комплектов источников ВВ питания с параметрами Umax=45 кВ, Imax=45 А, Tmax=1 сек.

• Изготовлено около 40 шт. блоков электроники для управления, измерения и защиты источника ВВ питания.

• Ведется работа по изготовлению 7-ого комплекта оборудования для перспективных работ, запуск в ИЯФ в 2009 году.

• Изготовлено 7 комплектов источников анодного питания ВЧ-генераторов.

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 2008г. поставлен в НИТИ "Прогресс", г. Ижевск, один энергоблок с мощностью в пучке до 30 кВт в непрерывном режиме работы. Выполнены пуско-наладочные работы на территории НИТИ "Прогресс" четырёх комплектов "Энергоблоков" ЭЛС. Два "Энергоблока" проходят предпродажные испытания на стендах ИЯФ. В 2008 году для ранее разработанных "Энергоблоков" ЭЛС-1 - 60 кВ, 250 мА была проведена модернизация двух комплектов высоковольтной и силовой части систем питания пушки, одновременно в лаборатории П.В. Логачева модернизирована конструкция ее катодного узла. Эти совокупные действия заметно улучшили эксплуатационные параметры установок.

7) Закончена разработка и отданы в цех заказы на три комплекта высоковольтных узлов системы питания источника ионов: для IBA Бельгия по контракту Лаб. 9, а также для источника ионов испытательного стенда Лаб. 9. Работа будет продолжена в 2009 году.

8) Подготовлен и налажен комплект электроники для прототипа высоковольтной секции системы электронного охлаждения COSY; проведены предварительные испытания прототипа. Начаты работы по проектированию и изготовлению электроники систем электронного охлаждения комплекса HITS: динамитрона, коллектора, а также управляющей электроники, размещенной под потенциалом 300 кВ.

7.2 Разработка измерительных 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.

В 2008 году изготовлены, налажены и переданы в эксплуатацию очередные 60 блоков с интерфейсом CAN-BUS для систем управления и контроля различных электрофизических установок. За истекший год семейство пополнилось двумя новыми модулями: CEAC121 и CEAD20. Оба модуля выполнены в конструктивах Евромеханики. Первый предназначен для формирования опорных напряжений произвольной формы для вновь разрабатываемых в лаборатории систем питания ионных синхротронов, второй —пятница, Март 27, 2009 at 5:10 pm многоканальный прецизионный АЦП, удобен для использования в различных системах питания нового поколения.

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 физических установок поставлены в KAERI (Южная Корея), IMP (Китай), ОИЯИ (Россия), КИСИ (Москва), ТНК (Зеленоград), НИТИ “Прогресс” (Ижевск). Ниже перечислены основные результаты, полученные при участии лаборатории:

• В связи с непрерывно возрастающим в Институте объемом различных магнитных измерений разработан набор модулей нового поколения в стандарте VME, позволяющий проводить прецизионные измерения полей как с помощью матриц на датчиках Холла, так и с помощью подвижных 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 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 2007-2008 годах стенд активно использовался для измерения и механической доводки секступольных и квадрупольных линз, изготавливаемых по контракту с центром ALBA (Испания). После тщательного изучения и устранения разнообразных причин, влияющих на качество измерений, удалось добиться погрешности порядка 0,01%.

• Успешно проведен полный комплекс измерений и юстировок 21 вигглера-затухателя, изготовленных в ИЯФ для установки PETRA III (DESY, Гамбург). Для выполнения в DESY качественной юстировки создана уникальная система измерения распределения 1-го интеграла поля вдоль вигглера.

• Изготовлен стенд и написано программное обеспечение для измерения 45-градусных магнитов, изготовленных по контракту с IHI (Япония). Изготовлен и отправлен в Японию мобильный стенд и обеспечено проведение измерений у заказчика.

Таблица 7.1: 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 ЦАП , 12-канальный, 24-разрядный АЦП (класса 0,003%), 4-битовые входной и выходной регистры (“Евромеханика” 3U)
CEAC121	1-канальный, 16-разрядный ЦАП , 12-канальный, 24-разрядный АЦП (класса 0,003%), 4-битовые входной и выходной регистры (“Евромеханика” 3U) ориентирован для управления быстрыми источниками
CEAD20	20/40-канальный, 24-разрядный АЦП (класса 0,03%), 4-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 возбудителей для ВЭПП-5 и ВЭПП-2000
CAN-ADC3212	Для замыкания цепи обратной связи в схеме термоподстройки 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

• Продолжена разработка аппаратуры для быстродействующей системы Холловских измерений с непрерывно перемещаемой кареткой с двухкоординатным датчиком. Разрабатываемая система позволит не только в несколько раз сократить время, но и повысить точность измерений.

• Продолжена разработка современной универсальной электроники для измерения магнитных полей на основе индукционного метода. Предполагается, что новая

электроника будет широко использоваться не только для измерения мгновенных значений импульсных полей в ускорительных установках, но и позволит достигнуть высокой точности в измерениях с подвижными катушками, струнами и другими подобными методиками на стендах магнитных измерений. Начаты исследования характеристик первого прототипа модуля.

• Продолжена работа по внедрению современных интеллектуальных контроллеров в системах управления физических установок. Изготовлена очередная партия контроллеров и шлюзов CAN-Ethernet для различных установок института.

• Закончена разработка и изготовлена опытная партия современных цифровых регистраторов ADC-200ME (5 нс, 12 разрядов) в конструктиве PMC. Создан стенд и готовится программное обеспечение для настройки и тестирования этих приборов.

• Продолжена разработка системы управления линейным индукционным ускорителем (ЛИУ).

• Изготовлены прототипы таймеров-синхронизаторов в конструктиве PMC для системы синхронизации ЛИУ.

• Для замены популярного, но физически устаревшего контроллера крейта K0607 был разработан новый, на современной элементной базе. В 2008 году. выпущено и передано в эксплуатацию 20 очередных контроллеров и 20 интерфейсных плат.

• Продолжены работы по созданию цифровых регистраторов оптических изображений с интерфейсом Fast Ethernet. Выпущена очередная партия блоков для наблюдения пучков синхротронного излучения на комплексах ВЭПП-4М , ВЭПП- 2000.

• Начата разработка рентгеновского детектора со сканированием пучка линейным ПЗС для диагностики (юстировки) пучков СИ на основе высокочувствительных 2000-элементных линейных ПЗС.

• Разработана система для поиска положения шва в установке электронной сварки. Кадр размером 1000*1000 точек формируется за 1 сек после анализа тока вторичных электронов. Ток первичного электронного пучка – 20-50 мкА. Написание соответствующего программного обеспечения позволит корректировать положение электронного пучка в автоматизированном режиме.

• Продолжены работы по повышению надежности работы электроники в системе питания и управления энергоблоком электронно-лучевой сварки.

• Начата разработка специализированных модулей для систем автоматизации HITS: цифровой синтезатор задающего генератора, таймирующее устройство для формирования временных диаграмм многочисленных импульсных устройств.

• Разработана схема формирователя импульсов (1 кВ, 20 нс) для модулятора источника ионов углерода, разработан и изготовлен быстрый усилитель сигнала с токоприемника (цилиндра Фарадея). Устройство предназначено для время-пролетного анализа состава ионов на выходе тандема – инжектора HITS.

• Разработана и испытана электроника для работы с магниевой мишенью в тандеме. Устройство имеет в своем составе многоламельный датчик тока, который должен надежно фиксировать ток в несколько десятков наноампер и одновременно выдерживать высоковольтные пробои до 1 миллиона вольт.

• Для замены устаревшего оборудования для систем питания основных магнитных элементов накопителя ВЭПП-4М продолжена разработка прецизионного интерполирующего ЦАП с интерфейсом MIL-STD-1553B с использованием современной элементной базы. Модуль будет программно совместим с предыдущей разработкой.

• Завершена разработка шлюза-мультиплексора для сбора данных на детекторе КМД-3. Проверяется встроенное программное обеспечение. Продолжены пусконаладочные работы на системе сбора данных КМД-3.

• Завершена разработка и изготовлено 8 экземпляров 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.

• Разработана и изготовлена партия конвертеров CAN-BUS провод-оптоволокно-провод.

• Проведена разработка широкополосных усилителей для фотоприемников на основе лавинных фотодиодов для реализации современных пучковых диагностик на накопителе ВЭПП-4М.

• Продолжена разработка нового поколения источников питания и платы управления электронной пушкой инжектора лазера на свободных электронах.

• Введен в эксплуатацию новый высокочастотный таймер для инжектора лазера на свободных электронах.

• Начата разработка специализированных модулей для систем автоматизации HITS: цифровой синтезатор задающего генератора, таймирующее устройство для формирования временных диаграмм многочисленных импульсных устройств.

• Для работ с газовыми системами детектора КЕДР изготовлена и настроена очередная партия модулей, предназначенных для измерения и управления газовыми потоками. Введен в эксплуатацию резервный блок управления детандер-ожижителем гелия.

• Продолжена разработка измерителя временных интервалов в наносекундном диапазоне с интерфейсом CAN-BUS.

• Изготовлены и переданы в эксплуатацию очередные 5 контроллеров 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.

• Проведен цикл работ по изучению возможности применения твердотельных формирователей в высоковольтных наносекундных генераторах на основе SOS диода. Получен импульс 15 кВ на нагрузке 75 Ом с фронтом 3 нс, джиттер менее 0,2 нс.

• Разработана электроника и датчики положения пучка, основанные на измерении токов изображения (очередная версия). Разработка рассчитана для применения на канале К-500. Заказы сданы в производство. Ранее созданная аппаратура и датчики установлены на канал транспортировки пучка “БЭП - ВЭПП” комплекса ВЭПП-2000 и успешно используются для проводки пучка.

• Продолжена разработка системы обратной связи, предназначенной для подавления неустойчивости поперечного движения пучка в накопителе ВЭПП-4М. В рамках этой работы в 2008 году на комплексе ВЭПП-4М проведена серия экспериментов с пучком в односгустковом режиме. Получены хорошие результаты: система позволяет увеличить число частиц в одном сгустке в два-три раза, в зависимости от режима. Рекордный ток пучка составлял около 30 мА. Полученная информация позволила более строго сформулировать требования, предъявляемые к процессорной части аппаратуры и к программному обеспечению. В 2008 году была разработана новая версия процессора и его программного обеспечения, работа с пучком и модернизация системы будут продолжены в 2009 году.

• В течение 2007 и 2008 годов была введена в работу электроника систем измерения положения пучка на коллайдере ВЭПП-2000 и в накопителе-охладителе инжекционного комплекса. Системы базируются на специально разработанных пикап-

станциях и 4-х канальных 12-разрядных АЦП, имеющих тактовую частоту измерений до 45 МГц. Системы успешно используются при настройке режимов накопителей.

• Разработан и находится в производстве датчик тока и положения пучка для Индукционного Ускорителя.

• На комплексе ЛСЭ (11 корпус) в 2008 году велась интенсивная работа по наладке систем диагностики пучка для второй очереди ЛСЭ и настройка всего комплекса, базируясь на результатах измерений орбиты пучка. Работа близка к завершению.

• В рамках контрактных работ для ТНК (Зеленоград) и для КИСИ (Курчатовский Источник Синхротронного Излучения) были разработаны и введены в работу системы измерения частот бетатронных колебаний для малого накопителя ТНК и накопителей электронов Сибирь-1 и Сибирь-2. В системах использовано около 20 блоков высокочастотной прецизионной электроники новейшей разработки.

• В 2008 году начата разработка системы измерения положения пучка в основном кольце ТНК, собран прототип электроники и ведется его настройка и регулировка с планируемой проверкой аппаратуры на пучке комплекса ВЭПП-4М.

• 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. Диапазон полей 0,3 - 2,4 Тесла. В рамках работ по измерению масс частиц на комплексе ВЭПП-4М реализован режим прецизионной стабилизации поля в калибровочном магните. Достигнута многочасовая стабильность поля порядка 0,5 ppm. В 2008 году на накопитель Сибирь-2 и на малый накопитель в ТНК поставлены системы измерения магнитных полей методом ЯМР.

• Начата разработка датчиков и обрабатывающей электроники для измерения положения и интенсивности пучков для комплекса HITS, проектирование которого начато в Институте.

• Разработан электропривод для двухфазного шагового двигателя станка СМ-900 (ЭП-2). Изготовлен опытный образец.

• В порядке выполнения контрактных работ со SLAC (США) на строящийся в SLAC комплекс LCLS поставлено 49 ультразвуковых и 138 емкостных гидростатических датчиков вертикальных перемещений элементов LCLS. Сотрудники ИЯФ приняли участие в работе по включению датчиков в систему контроля LCLS. Датчики имеют разрешение порядка долей микрона, легко калибруются и в настоящее время входят в число лучших в мире. Небольшое количество датчиков поставлено в FermiLab.

• В рамках этих работ со SLAC и FermiLab проведена модификация и отладка программного обеспечения для ультразвуковых гидростатических датчиков уровня. Проведена модификация и отладка программного обеспечения для системы сбора данных с датчиков.

• Продолжены работы по развитию сайта лаборатории. http://www.inp.nsk.su/div/l6-1/weblab6/start.html. 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 ускорительной физики

Наиболее важные работы, выполненные в 2008 году:

1. Продолжены работы по дальнейшему развитию программ для расчета электростатических и магнитостатических полей, электронных и ионных пушек. В том числе:

• Существенно развит комплекс программ UltraSAM для расчёта ВЧ-систем с учётом пространственного заряда пучка в длинноволновом приближении.

• Продолжено развитие на Windows основе комплекса программ MAG3D, исходно предназначавшегося для трехмерных расчетов только магнитов с учетом эффекта насыщения сердечника. Добавлена возможность расчета трехмерных систем электродов и траекторного анализа в электрическом и магнитном поле.

• Начата разработка программы BEAM3D, позволяющей проектировать трехмерные каналы проведения пучков заряженных частиц в реальных электрических и магнитных полях, сформированных элементами, предварительно рассчитанными программой MAG3D, с учетом теплового разброса поперечных скоростей частиц пучка.

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 Курчатовским центром синхротронного излучения и нанотехнологий для модернизации линейного ускорителя-инжектора была рассчитана оптика электронной пушки с отверстием в катоде, через которое предполагается выпускать электронный пучок, ускоренный до двойной энергии.

• В рамках контракта по созданию ускорительного ионного комплекса (HITS) для терапии рака был разработан проект мощного 10 Гц дросселя для системы питания магнитов Бустерного синхротрона.

• В рамках этого же контракта была разработана новая электронная пушка для установки электронного охлаждения основного синхротрона, отличающаяся значительно уменьшенной площадью катода при сохранении умеренной поперечной температуры пучка.

• В рамках сотрудничества с Лаб.10 с помощью программ SAM и MAG3D разработан анализатор энергии нейтральных частиц водорода и дейтронов с использованием обдирочной мишени, ускоряющей фокусирующей системы, поворотного магнита и отклоняющего конденсатора.

• В рамках сотрудничества с Лаб.9 с помощью программ SAM, BEAM и MAG3D разработан новый проект низкоэнергетичного канала для проведения и инжекции отрицательных ионов водорода в тандемный ускоритель установки для БНЗТ, отличающийся наличием добавочного поворотного магнита и ускоряющей трубки.

7.4 Проект модернизации мощных ВЧ генераторов стенда ЛСЭ

В настоящее время в ВЧ системе микротрона ЛСЭ применяются ВЧ генераторы с максимальной выходной мощностью 600 кВт, в четырехламповых выходных каскадах которых применены генераторные тетроды ГУ101А с водяным охлаждением, производимые на "СЕД-СПб", г. Санкт-Петербург. Частота генераторов 180 МГц. Все ВЧ генераторы и источники питания для них разработаны и изготовлены в ИЯФ СО РАН и затем собраны и запущены в работу сотрудниками Института.

Напряжение анода ламп ГУ101А выбрано равным 8 кВ и ограничено ВЧ нагревом экранной сетки тетрода в непрерывном режиме. Повышение анодного напряжения и, соответственно, увеличение ВЧ мощности приводит к сокращению времени работы лампы. Многолетний период работы установки показал, что удовлетворительный срок службы ламп около 2000 часов может быть достигнут при постоянной работе генератора на уровне выходной мощности около 500 кВт.

Увеличение генерируемой мощности и срока службы ламп может быть получено применением новых технологий в их производстве с применением пирографита в качестве материала управляющей и экранной сеток. Такие исследования проводились в ОКБ Светлана в 80-х годах прошлого века. Были изготовлены несколько образцов ламп с пирографитовыми сетками ГУ105А для испытания в генераторах ИЯФ с дальнейшей целью заменить ими лампы ГУ101А. Однако, позднее работа по изготовлению этих ламп в ОКБ были прекращена.

В настоящее время мощные лампы с пирографитовыми электродами выпускаются фирмой THALES (Франция) и широко используются в зарубежной ускорительной технике. Это TH781 – тетрод с пирографитовыми сетками. Он обеспечивает получение непрерывной мощности до 200 кВт на частотах до 200 МГц. Гарантийный срок службы лампы 3500 часов – в 3,5 раз больше чем у ГУ101А.

Развитие ускорительной техники для лазеров на свободных электронах и специализированных накопителей электронов-источников СИ требует повышения как мощности, так и срока службы и надежности работы генераторных ламп. В связи с этим разработаны и в настоящее время, изготавливаются дополнительные узлы, позволяющие в существующих генераторах ИЯФ заменить лампы ГУ101А на лампы TH781. Разработанная схема позволит применить в выходном четырехламповом каскаде одновременно лампы ГУ101А и TH781, тем самым, обеспечивая постепенную замену ламп по мере их приобретения.

Также планируется применить лампы TH781 в 2-х ламповом выходном каскаде генератора ВЧ системы накопителя ТНК.

В мае 2009 году предполагается провести первое испытание модульного генератора на лампе TH781 в генераторе с одноламповым выходным каскадом и затем исследовать работу одной лампы TH781 совместно с тремя лампами ГУ101А в четырехламповом выходном каскаде генератора ВЧ системы ЛСЭ.

В дальнейшем рассматривается возможность замены ламп ГУ101А на TH781 в ВЧ системах, изготовленных Институтом по зарубежным контрактам.

В работе участвуют сотрудники лаб. 6-2:

Арбузов В.С, Горникер Э.И., Кондаков А.А., Пилан А.М., и конструкторского отдела: Ческидов В.Г.

7.5 Источник электронов для экспериментов по электронной дифракции

В 2008 году радиофизической лабораторией ИЯФ совместно с Институтом Макса Планка (Max-Planck-Institut fur Quantenoptik, Garching, Germany) велись работы по созданию источника для генерации электронных сгустков продолжительностью несколько десятков фемтосекунд. Источник является частью экспериментальной установки для диагностики в структурной кинетики вещества и сверхбыстрой химии. Схема установки показана на Рис. 1.

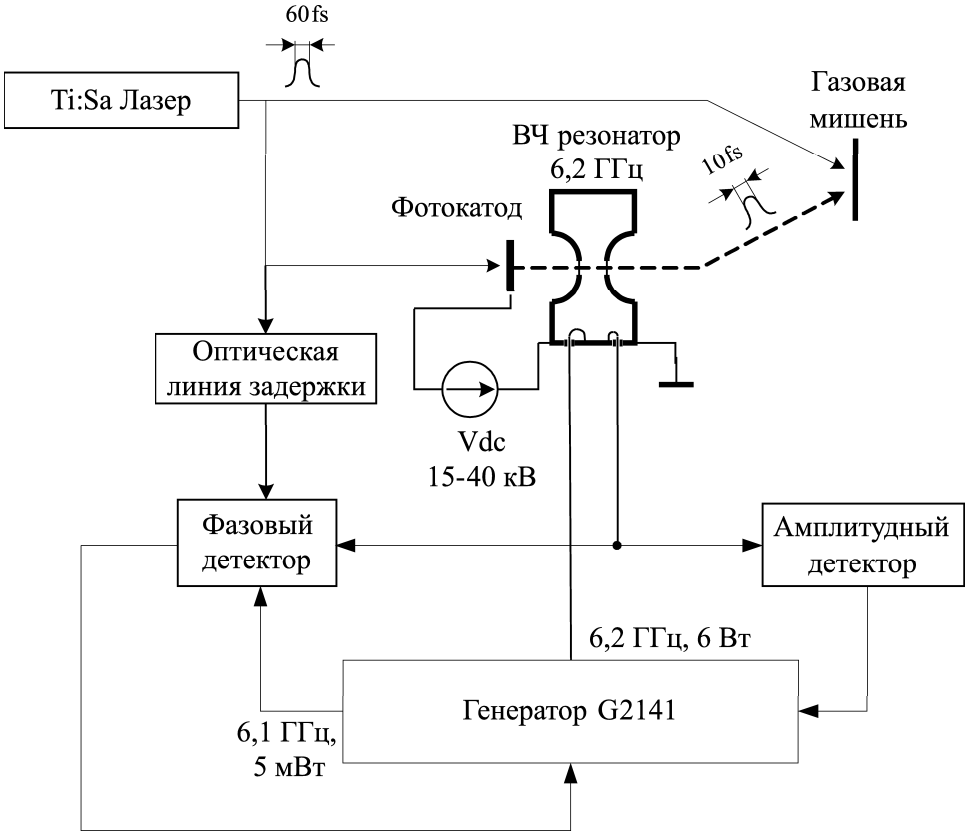


Рис. 1: Схема установки для экспериментов по изучению электронной дифракции в газах.

Схема представляет собой усовершенствованный вариант установки для проведения экспериментов по схеме “возбуждение-зондирование” (“pump-probe”). Для повышения разрешения по времени после электронной пушки диодного типа, применяемой в подобных установках, установлен модулирующий резонатор с рабочим колебанием типа E_{010}, работающий на частоте 6.2 ГГц. Стенка резонатора находится под нулевым потенциалом и играет роль анода электронной пушки. Электронный сгусток с энергией 40 кэВ, сформированный пушкой, приобретает модуляцию по скорости при пролете зазора резонатора и фокусируется в продольном направлении в плоскости газовой мишени. Ожидаемая протяженность сгустка на мишени составляет десятки фемтосекунд.

ВЧ генератор с выходной мощностью до 6 Вт на частоте 6,2 ГГц разработан и изготовлен КНЦ СО РАН (Красноярск). Специализированный фазовый детектор,

высоковольтный источник до 40 кВ и волноводно-резонаторный узел (Рис. 2) изготавливались в ИЯФ. Поставка изделия запланирована на март 2009 года.

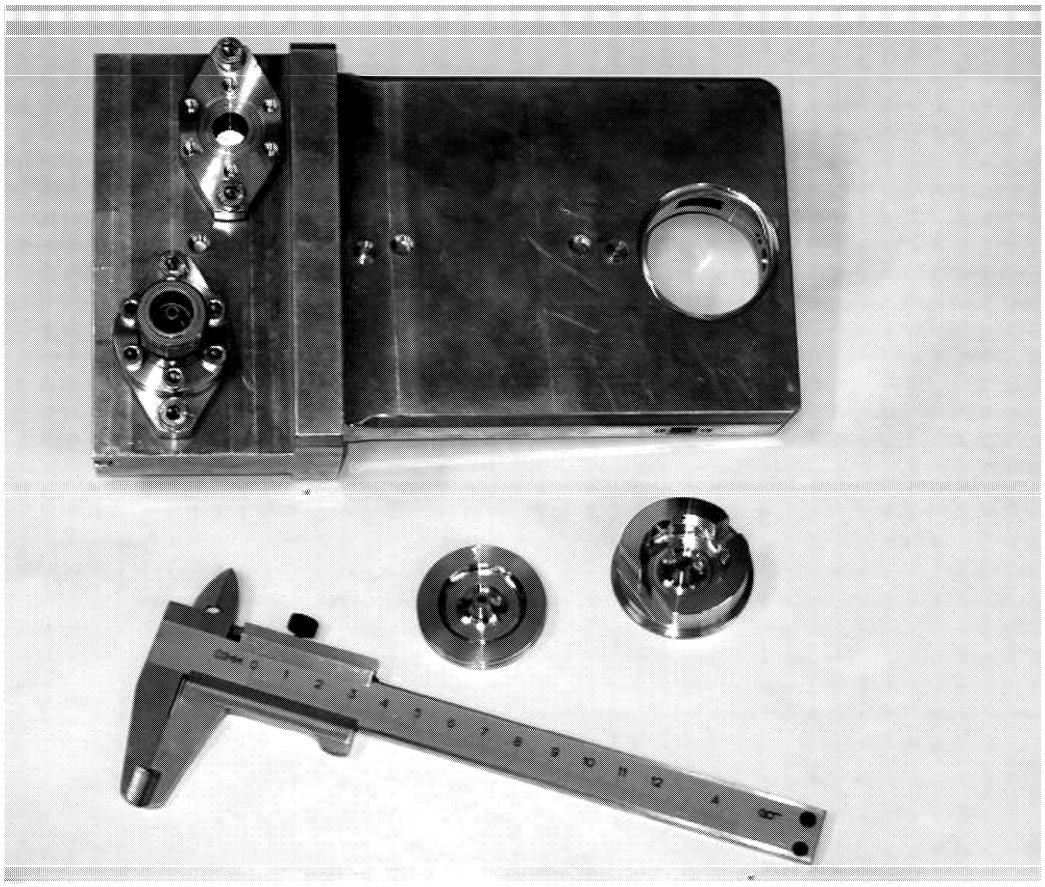


Рис. 2: Детали волноводно-резонаторного узла после изготовления в ЭП ИЯФ.

В работе принимали участие:
И.А. Запрягаев, Г.Я. Куркин, Б.З. Персов, В.В. Тарнецкий, К.Н. Чернов. Работа отражена в публикациях: L. Veisz, G. Kurkin, K. Chernov, V. Tarnetsky, A. Apolonski, F. Krausz and E. Fill, Hybrid dc- ac electron gun for fs-electron pulse generation, New Journal of Physics 9 (2007) 451.

7.6 ВЧ система 2.2 ГэВ накопителя – источника СИ

По контракту с НИИ ФизПроблем г. Москва в лаборатории 6-2 разработан проект и в экспериментальном производстве изготавливаются узлы в ВЧ системы для нового накопителя – источника СИ в Зеленогроде. Максимальная энергия накопителя – 2,2 ГэВ, радиационные потери на этой энергии с учетом установки вигглеров и сверхпроводящих змеек – 514 кэВ, ток – до 0,3 А.

Ускоряющая ВЧ система накопителя будет работать на частоте 181,33 МГц, что соответствует 70 гармонике частоты обращения. Для компенсации всех радиационных потерь, а также получения достаточного времени жизни пучка требуется суммарное ускоряющее напряжение на этой частоте – 1 МВ. Инжекция частиц в накопитель происходит на энергии 450 МэВ, когда радиационные потери составляют всего

0,72 кэВ. Это предъявляет дополнительные требования к настройке ВЧ системы на рабочей частоте и к отстройке частот высших мод ускоряющих резонаторов для обеспечения фазовой устойчивости пучка. Амплитуда ускоряющего напряжения должна изменяться в широком диапазоне. Для точной инжекции частиц в нужную сепаратрису необходимо также синхронизировать фазы ВЧ систем накопителя и инжектора. Регулирование напряжения и фазы ускоряющего напряжения осуществляется системой управления. Основные параметры ВЧ системы приведены в таблице 7.1.

Таблица 7.1: Параметры ВЧ системы накопителя 2,2 ГэВ.

Рабочая частота	181,33 МГц
Кратность частоты	70
Перестройка частоты	±180 кГц
Число резонаторов	2
Напряжение на зазорах 2-х резонаторов, U	0,2÷1,2 МВ
Коэфф. пролетного времени	0,9
Добротность резонатора	39000
Шунтовое сопротивление, R*	2x5,2 МОм
Потери мощности в резонаторах, P при U=1200кВ	2x35 кВт
Мощность генератора	300 кВт

*$R = U^2/2P$

ВЧ система состоит из двух отдельных биметаллических резонаторов, устанавливаемых в накопителе на расстоянии половины длины волны от центров друг друга, одного питающего генератора, тракта передачи мощности и системы управления.

7.6.1 Ускоряющие резонаторы

Резонаторы по конструкции аналогичны резонаторам микротрона-рекуператора Новосибирского ЛСЭ. Корпус резонаторов (Рис.1) изготовлен из биметалла (8 мм меди и 7 мм нержавеющей стали), полученной с помощью диффузионной сварки. Каналы водяного охлаждения корпуса находятся в наружном слое нержавеющей стали. ВЧ токи текут по внутренней медной поверхности.

Рабочая мода – E010. Каждый резонатор имеет 2 бесконтактных узла перестройки частоты рабочей моды и 2 узла подстройки высших мод (ВМ). Выступающая часть подстроек ВМ имеет форму бабочки и ориентирована вдоль продольной оси резонатора. Эти подстройки слабо влияют на частоту рабочей моды, но перестраивают частоты ВМ резонатора. Положение подстроек подбирается таким образом, чтобы наводимое пролетающими электронными сгустками напряжение на ВМ не вызывало раскачку фазовых колебаний пучка как в односгустковом, так и в многосгустковом режимах работы накопителя. Сверху расположен коаксиальный ввод мощности с цилиндрическим керамическим окном. Для измерения напряжения на зазоре имеется индуктивный датчик.

Снизу на резонаторе установлен магниторазрядный насос. К расположенным на оси фланцам резонатора подсоединяются два вакуумных шибера с ВЧ экранами. Каждый резонатор в отдельности будет откачан и прогрет при температуре 300°C, на стенде подключен к генератору и испытан в диапазоне напряжений до 1000 кВ в непрерывном режиме.

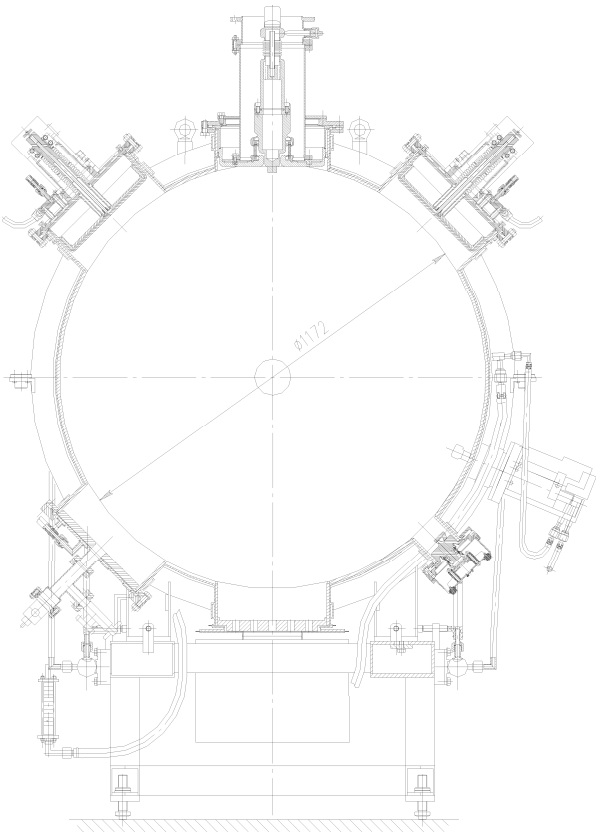


Рис. 1: Схематический чертеж резонатора.

7.6.2 Передающий тракт и генератор

В ВЧ системе установлен генератор с непрерывной мощностью на выходе до 300 кВт.

Выходной каскад генератора двухламповый, модульной конструкции. В нем применены тетроды TH781, выпускаемые фирмой THALES (Франция). Каждая лампа выходного каскада возбуждается от предварительного каскада на тетроде ГУ92А (производится заводом “СЕД-СПб” (“Светлана”), г. Санкт-Петербург). Оба предварительных каскада возбуждаются от такого же каскада на ГУ92А. На последний подается мощность до 20 Вт от усилителя на транзисторах. Низковольтные и анодный источники питания расположены в отдельных шкафах. Анодный выпрямитель снабжен защитным тиристорным разрядником, предотвращающим разрушение сеток ламп при пробоях. Время снятия напряжения с ламп — менее 50 мксек.

Для передачи ВЧ мощности применен алюминиевый прямоугольный волновод. На уровне передачи непрерывной мощности 300 кВт прямоугольный волновод более надежен и прост в изготовлении по сравнению с коаксиальной линией, и размеры волновода (ширина 986 мм, высота 150 мм) могут быть существенно меньше оптимальных по потерям в стенках.

Генератор и резонаторы соединены с прямоугольным волноводом волноводно-коаксиальными переходами. Схема высокочастотного тракта от волновода до одного из резонаторов показана на рис.2.

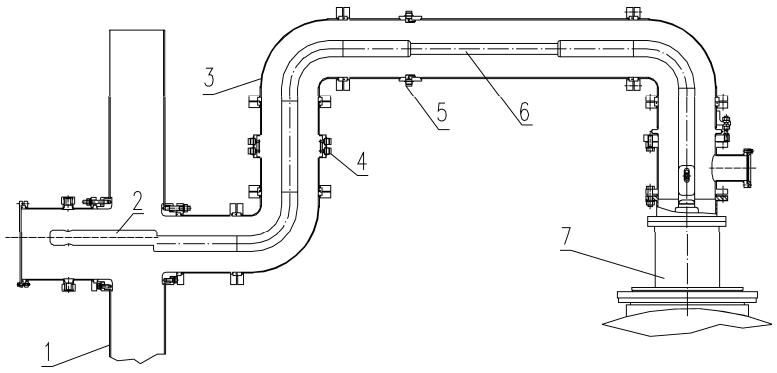


Рис. 2: Схема ВЧ фидера от волновода до одного из резонаторов.

Каждый резонатор (7) подсоединен к волноводу (1) коаксиальным фидером (3) с волновым сопротивлением 75 Ом.

Резонаторы возбуждаются в противофазе за счет поворота петель вводов мощности. ВЧ мощность генератора делится поровну между двумя резонаторами с помощью волноводно-коаксиального перехода (2). Оба коаксиальных фидера подключены в одно поперечное сечение волновода симметрично относительно середины его широкой стороны. Эквивалентная схема перехода представляет собой идеальный трансформатор с тремя обмотками. При согласованных коаксиальных фидерах волновод также согласован. Конструкция позволяет достаточно оперативно изменять коэффициенты связи волновода с резонаторами относительно друг друга в пределах $\pm 10\%$. Эффект достигается поворотом вокруг оси фидера эксцентрично смещенных участков внутреннего проводника фидера, проходящего внутри волновода.

Расстояние от эквивалентного трансформатора волноводно-коаксиального перехода до сечения положения в фидере узла напряжения при расстройке резонатора кратно нечетному числу четвертей длины волны в фидере. Таким образом, при расстройке любого резонатора токи возбуждения резонаторов не превышают величин, определяемых максимальной мощностью в настроенной системе. В коаксиальной части фидера установлен четвертьволновой трансформатор (6), согласующий волноводный тракт при максимальном токе пучка. Коэффициент трансформации может быть изменен в переделах от 1 до 1.33.

Трансформатор расположен на расстоянии равном четверти длины волны от сечения узла напряжения при расстройке резонатора. Положение петель (5), измеряющих ток ввода мощности резонатора, сдвинуто на половину длины волны от этого сечения. КСВН в фидере измеряется с помощью направленных ответвителей (4).

7.6.3 Управление ВЧ системой

Система управления имеет цепи обратной связи для регулировки и стабилизации суммарного ускоряющего напряжения резонаторов и цепь обратной связи для автоподстройки их резонансной частоты.

Из сигналов от индуктивных датчиков ВЧ поля резонаторов формируется ВЧ напряжение, представляющее суммарное ускоряющее напряжение для пролетающих электронов. Это напряжение жестко связано по фазе с опорным сигналом 181.33 МГц от задающего генератора накопителя. Опорный сигнал 181.33 МГц также фазируется

с опорным ВЧ напряжением инжектора. Таким образом обеспечивается точность синхронизации инжекции электронных сгустков в накопитель.

Цепь стабилизации амплитуды ВЧ напряжения резонатора и цепь привязки фазы этого напряжения к опорному сигналу имеют постоянную времени регулирования $\tau \approx$ 200 мксек. Постоянная времени автоподстройки резонатора $\sim$ 0.2 сек. В системе имеется также блок блокировок, защищающий элементы ВЧ системы и персонал при возникновении нештатных ситуаций. Все основные параметры ВЧ системы контролируются и управляются от ЭВМ по заданным программам.

В работе участвовали:
В.С.Арбузов, Э.И.Горникер, А.А.Кондаков, С.А.Крутихин, Г.Я.Куркин, И.В.Купцов, В.Н.Осипов, В.М.Петров, А.М.Пилан, И.К.Седляров, А.Г.Трибендис, В.А.Ушаков.

7.7 Система продольной обратной связи для подавления продольных колебаний пучка в накопителе ВЭПП-4М

В декабре 2008 года был произведён успешный запуск системы продольной обратной связи для подавления продольных колебаний пучка в накопителе ВЭПП-4М. Система состоит из двух пар резонаторов-кикеров. Каждая пара резонаторов действует на частицы, пролетающие только в одном направлении. Это достигается за счет пространственного сдвига резонаторов каждой пары на четверть длины волны и питания резонаторов ВЧ напряжениями, сдвинутыми по фазе на 90 градусов. Фазовые колебания двух сгустков можно представить в виде суммы синфазных и противофазных колебаний. Синфазная мода колебаний подавляется подачей ВЧ напряжения четной гармоники периода обращения на резонаторы, противофазная мода подавляется подачей напряжения нечетной гармоники.

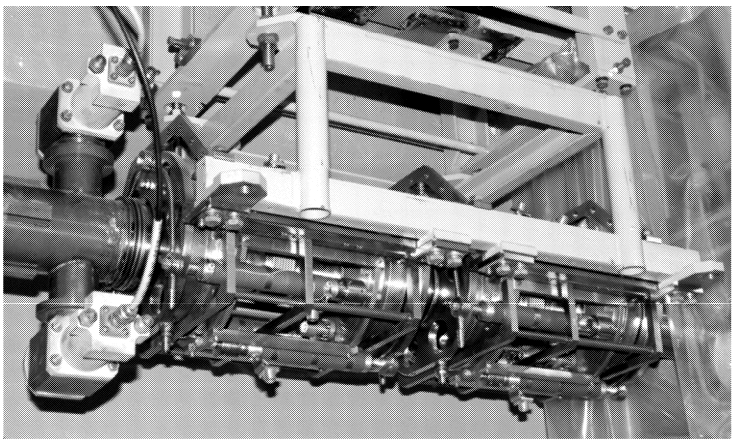


Рис. 1: Широкополосный резонатор – кикер.

Вносимый в накопитель декремент затухания продольных колебаний пучка, по предварительным оценкам, составляет 500 1/с. Это в несколько десятков раз увеличивает общий декремент продольных колебаний в накопителе. Ниже на осциллограммах показаны колебания пучков с выключенной и включенной обратной связью.

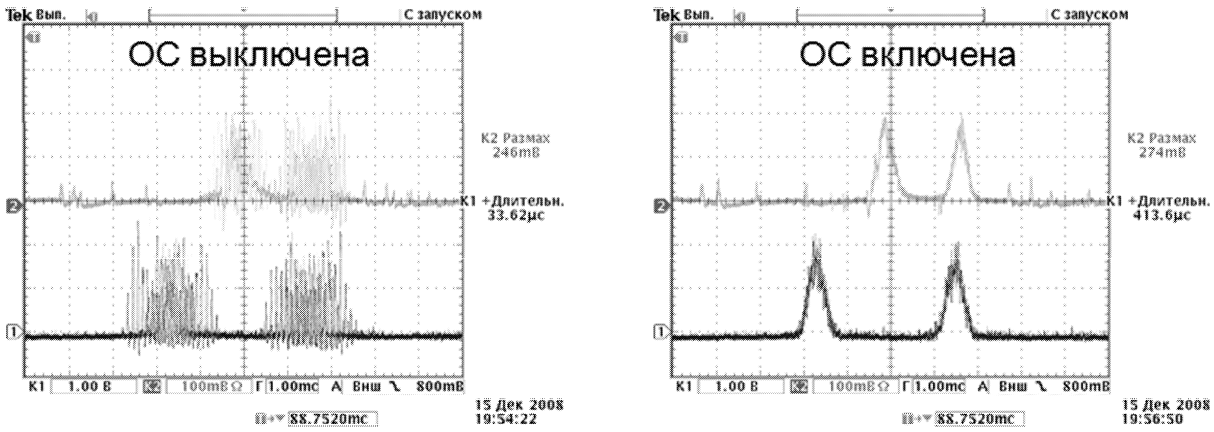


Рис. 2: Осциллограмма продольных колебаний пучка с выключенной и включенной обратной связью.

На данный момент ведётся окончательная настройка системы. После её завершения, система обратной связи будет введена в постоянную эксплуатацию.

В работе принимали участи:
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.

7.8 ВЧ система для лаборатории TAE

В 2008 году закончены работы по контракту с компанией Tri Alpha Energy по разработке и изготовлению ВЧ систем для мощных инжекторов нейтральных пучков. Структурная схема ВЧ системы приведена на рис. 1.

ВЧ система состоит из выходного каскада на тетроде 4CW100000E производства фирмы Eimac (США), стойки управления, анодного выпрямителя и выходного трансформатора развязки. Конструктивно система размешена в трёх шкафах стандарта “Евромеханика”.

Выходной каскад генератора выполнен на тетроде 4CW100000E по схеме с общим катодом. Охлаждение анода водяное. Возбуждение на управляющую сетку лампы поступает от транзисторного усилителя с максимальной мощностью 500 Вт. Выходной каскад смонтирован в шкафу размером 800*800*2000 м^3.

Основные параметры системы

Рабочая частота, МГц	4 ± 3,5%
Мощность в нагрузке, кВт	60
Длительность импульса, с	0,1÷1,5
Скважность	600
Постоянное напряжение на “антенне”, кВ	40

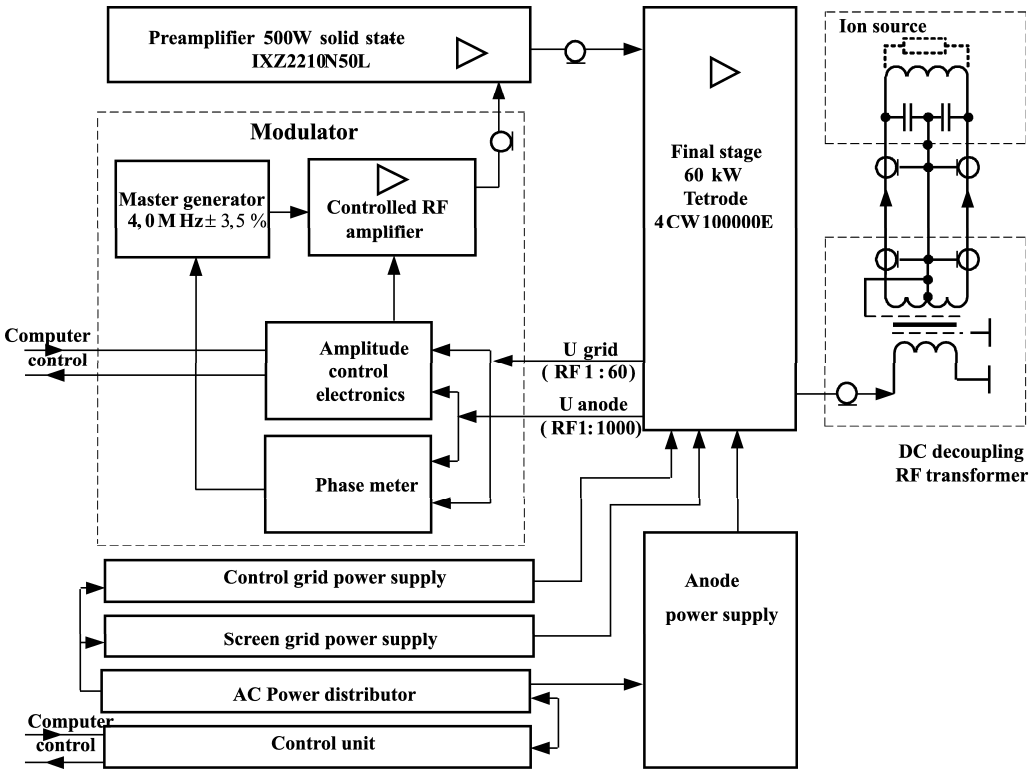


Рис. 1: Структурная схема ВЧ системы.

В стойке управления размещены: источники питания экранной и управляющей сеток тетрода, система управления генератора, обеспечивающая управление процессом включения и отключения генератора, защиту тетрода и источников питания от аварийных режимов, а также защиту персонала от поражения электрическим током.

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 ВЧ напряжения на управляющей сетке лампы и на аноде были всегда в противофазе. В результате этого сохраняется настройка анодного контура в резонанс.

Система стабилизации амплитуды поддерживает заданную форму ВЧ импульса при изменении сопротивления потерь в плазме, а также компенсирует влияние пульсаций источников питания.

Анодный выпрямитель на напряжение +14 кВ выполнен по схеме Ларионова на диодах, без фильтра пульсаций. Мощность выпрямителя 160 кВт. Регулировка анодного напряжения, необходимая при включении генератора и тренировке ламп, осуществляется изменением фазового угла отпирания тиристоров в цепи первичной обмотки анодного трансформатора. Выпрямитель снабжён системой “быстрой защиты”, снимающей анодное напряжение с лампы за 50 мксек при пробое в лампе. Анодный выпрямитель смонтирован в шкафу размером 800*800*2000 мм^3. Анодный трансформатор расположен отдельно.

Выходной трансформатор развязки обеспечивает передачу ВЧ мощности на “антенну”, находящуюся под потенциалом 40 кВ. Трансформатор изготовлен на аморф-

ном железе и помещен в заполненный маслом бак. Вторичная обмотка трансформатора имеет среднюю точку, что позволяет выполнить симметричное подключение антенны и тем самым снизить паразитное излучение ВЧ мощности в окружающее пространство.

В настоящее время изготовлены, смонтированы в США и введены в эксплуатацию все шесть комплектов ВЧ системы.

В работе принимали участие:
сотрудники Лаб. 6-2 - Арбузов В.С., Головин В.Л., Горникер Э.И., Кондаков А.А., Кондакова Н.Л., Крутихин С.А., Куркин Г.Я., Маяцкий А.С., Мотыгин С.В., Осипов В.Н.,Петров В.М., Савченко В.А.

7.9 Высокочастотный генератор 200 кВт для ФГУП "РФЯЦ-ВНИИЭФ", г.Саров

Летом 2008 года между ИЯФ и Федеральным государственным унитарным предприятием "Российский Федеральный Ядерный Центр - Всероссийский научно-исследовательский институт экспериментальной физики" (ФГУП "РФЯЦ-ВНИИЭФ") был заключён контракт на изготовление высокочастотного генератора 180 кВт непрерывной мощности на частоте 100 МГц. По контракту ИЯФ должен спроектировать и изготовить генератор, систему питания генератора и радиоэлектронные блоки управления ВЧ мощностью. Генератор включает в себя два высокочастотных каскада на тетродах отечественного производства ГУ-92А и ГУ-101А, предварительный усилитель 500 Вт на транзисторах, межкаскадный коаксиальный фидер, коллекторы охлаждения генератора – водяной и воздушный, для внешнего подключения. Система питания состоит из высоковольтного 14 кВ источника анодного питания со схемой быстрой защиты, низковольтных источников питания и схемы управления и защиты генератора. Потребление источников питания генератора от трехфазной сети переменного тока 380 В / 50 Гц – 420 кВт.

В институте было принято решение об изготовлении двух комплектов оборудования. В 11 здании собирается стенд, на котором первый генератор будет испытан на нагрузку 50 Ом и отправлен в ФГУП "РФЯЦ-ВНИИЭФ" по контракту. На его месте буден собран второй аналогичный генератор, частота которого будет перестроена на 90 МГц для проведения наладки и испытания ВЧ пушки для инжектора ЛСЭ. Необходимая мощность генератора 60 кВт.

За 6 месяцев 2008 года были разработаны принципиальные схемы высокочастотных каскадов и закончено проектирование выходного каскада на тетроде ГУ-101А. Чертежи переданы в техотдел ЭП. Разработаны схемы и конструкция источников питания, схемы управления, блокировок и защит генератора. В данный момент начата сборка шкафов высоковольтного источника питания.

В работе принимали участие:
В.С.Арбузов, Ю.А.Бирючевский, Э.И.Горникер, А.А.Кондаков, Н.Л..Кондакова, С.А.Крутихин, Г.Я.Куркин, Н.В.Матяш, С.В.Мотыгин, В.Н.Осипов, В.М. Петров, В.В.Аксёнов, В.А.Савченко, В.С.Степанов.

7.10 Линейный ускоритель-инжектор комплекса ТНК

На комплексе ТНК (г.Зеленоград) линейный ускоритель электронов на энергию 80 МэВ работает в импульсном режиме с частотой повторения 1 Гц. Ускоряющая структура ЛУ с шайбами и диафрагмами на рабочую частоту 2.8 ГГц составлена из шести метровых регулярных секций с вводом мощности посредине. Пучок электронов 4 А / 40 кВ / 18 нс /1 Гц из диодной пушки поступает в ускоряющую структуру без предварительной группировки. В процессе ускорения он разбивается на сгустки, следующие с частотой 2.8 ГГц. По электронно-оптическому каналу ЭОК-1 из линейного ускорителя электронный пучок транспортируется на вход малого накопителя. К настоящему времени ЛУ обеспечивает работу бустера “Сибирь”.

В 2008 году на комплексе ТНК продолжались работы, связанные с запуском линейного ускорителя. В марте-апреле была восстановлена работа клистронного генератора “Оливин” после аварии системы охлаждения соленоида и клистрона. Необходимо было изготовить новую “рубашку” для охлаждения соленоида и клистрона КИУ-53, а также полностью заменить масло в блоке импульсного трансформатора. В это же время был восстановлен режим работы системы и проверена стабильность работы высоковольтного модулятора “Оливин” на большом уровне анодного напряжения $\sim$ 230 кВ. Пробоев в анодном импульсе не наблюдалось.

Были проведены ВЧ измерения спектра частот волноводной системы и произведена коррекция длины волновода с целью установления его ближайших резонансных частот симметрично относительно частоты ускоряющей структуры ЛУ.

В октябре - ноябре был осуществлён запуск линейного ускорителя на комплексе ТНК в качестве инжектора электронного пучка.

Для этого было необходимо:

1. Получить ускоренный электронный пучок на выходе ЛУ и провести его по каналу ЭОК-1 на цилиндр Фарадея (ЦФ).

2. Произвести тренировку линейного ускорителя при работе с электронным пучком с целью получения энергии электронного пучка $\sim$70 $\div$ 75 МэВ.

3. Осуществить запуск ВЧ системы, проверить стабильность работы внешних запусков в автоматическом режиме управления и при перезагрузках программы.

Начиная с 6 ноября работа на комплексе ЛУ была организована в круглосуточном режиме. Система охлаждения клистронной станции работала непрерывно и после прогрева работала стабильно. Температура корпуса линейного ускорителя была стабилизирована вблизи 27°C. Интенсивная ВЧ тренировка структуры ЛУ с пучком позволила добиться стабильного уровня тока пучка электронов при инжекции с энергией более 70 МэВ, позволяющего получить стабильный режим накопления тока $\sim$ 20-40 мА. Всё это способствовало успешной проводке пучка по каналу ЭОК-2 на вход в большой накопитель.

В настоящее время техническое состояние высоковольтного модулятора “Оливина”, газовой части волновода и условия работы ЛУ дают возможность реализовать работу линейного ускорителя и получить ускоренный электронный ток с энергией 73-75 МэВ, обеспечивающий работу малого накопителя.

Экспериментально измерена зависимость тока на ЦФ при изменении тока в отклоняющем магните 2М1 (см. рис. 1).

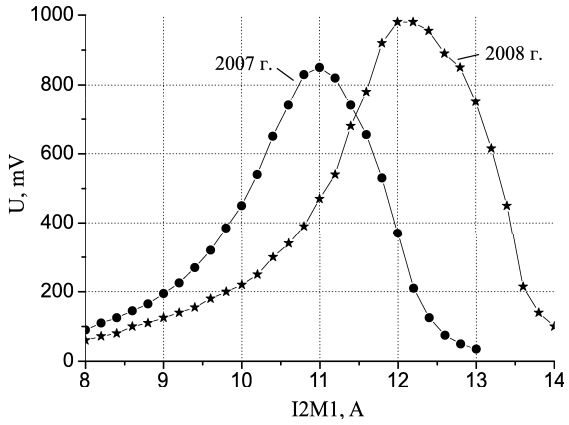


Рис. 1: Зависимость напряжения на ЦФ при изменении тока в отклоняющем магните 2M1.

В работе принимали участие:
сотрудники Лаб.6-2 Острейко Г.Н., Сердобинцев Г.В., Матяш Н.В., Чернов К.Н., сотрудники Лаб-8. Ушаков В.А., Филипченко А.В., сотрудники Лаб.6-1.Козак В.П., Тарарышкин С.В., сотрудник Лаб. 1-3, Анчугов О.В., Шведов Д.А.

7.11 Модернизация ВЧ системы накопителя Сибирь-2

По контракту с РНЦ "Курчатовский институт" разработан проект и подготовлены чертежи для модернизации ВЧ системы накопителя Сибирь-2, г.Москва.

По этому проекту в дополнение к существующей секции из двух биметаллических резонаторов будет изготовлен и установлен третий биметаллический резонатор, который заменит старый двухкамерный резонатор. Новый резонатор будет установлен в накопительное кольцо таким образом, что расстояние между его центром и центром одного из резонаторов секции будет равно рабочей длине волны. В эти два резонатора ВЧ мощность будет поступать от одного генератора 200 кВт. Второй резонатор секции будет запитан от другого генератора мощностью 200 кВт.

От каждого генератора ВЧ мощность передается по волноводу с сечением 986 x 150 мм^2. Из волновода мощность через коаксиально-волноводный переход и коаксиальный 75 Ом фидер поступает в резонатор. Новая схема установки резонаторов потребовала спроектировать другую систему коаксиальных фидеров, обеспечивающую распределение ВЧ мощности между резонаторами и оптимальное суммирование ускоряющих напряжений.

Накопитель Сибирь-2 работает на максимальной энергии 2,5 ГэВ. Потери на синхротронное излучение на этой энергии в поворотных магнитах составляют 681 кэВ на оборот, дополнительные потери при включении сверхпроводящего вигглера добавляют еще 340 кэВ. ВЧ система работает на частоте 181,14 МГц, что соответствует 75 гармонике частоты обращения.

При имеющейся максимальной мощности ВЧ генераторов определено распределение ускоряющих напряжений в резонаторах, мощности потерь в резонаторах и на пучок, а также возможный предельный ток накопителя на максимальной энергии. Результаты расчетов приведены в таблице 7.2.

Таблица 7.2: Параметры накопителя Сибирь-2 и параметры модернизированной ВЧ

Параметры накопителя Сибирь-2	Энергия электронов	E макс.	ГэВ	2,5
	Суммарные потери на оборот	ΔEм + ΔW	кэВ	1021
	Ток пучка	Iпуч. макс.	А	0,29
	Суммарное ускоряющее напряжение	2U1+U2	кВ	1500
Первый канал ВЧ: генератор 200 кВт и два резонатора	Ускоряющее напряжение	2U1	кВ	820
	Эффективное шунтовое сопротивление	2Rэфф.	МОм	8,6
	Тепловые потери в 2-х резонаторах	2Ррез.1	кВт	39
	Мощность передаваемая в пучок	2Р1пучка	кВт	157
Второй канал ВЧ: генератор 200 кВт и один резонатор	Ускоряющее напряжение	U2	кВ	680
	Эффективное шунтовое сопротивление	Rэфф.	МОм	4,3
	Тепловые потери в резонаторе	Ррез.2	кВт	54
	Мощность передаваемая в пучок	Р2пучка	кВт	139

В настоящее время по законченным чертежам в экспериментальном производстве начато изготовление узлов резонатора и фидеров. Ведется разработка электронных блоков для управления ВЧ системой.

В работе участвовали:
Горникер Э.И., Кенжебулатов Е.К., Крутихин С.А., Купцов И.В., Куркин Г.Я., Мотыгин С.В., Осипов В.Н., Петров В.М., Пилан А.М., Ротов Е.А., Седляров И.К.- лаб. 6-2, Дейчули О.И.-лаб. 8-1, Киселева Н.А.- НКО.

7.12 Подготовка ВЧ системы накопителя ВЭПП-4М для работы на энергии 4 ГэВ

Долгое время накопитель ВЭПП-4 работал на низкой энергии 1,5-2 ГэВ. В этом режиме из пяти резонаторов три резонатора были отстроены по частоте вниз, а суммарное напряжение 600 кВ поддерживалось только на двух резонаторах.

В процессе подготовки ВЧ системы накопителя для работы на повышенной энергии на двух ранее отстроенных резонаторах были заменены вводы мощности.

После замены вводов мощности была подобрана их связь с резонаторами, резонаторы откачаны и в них без прогрева получен вакуум 10^{-8} Торр. По мере дальнейшей откачки наблюдается улучшение вакуума.

Перемещением стержней в волноводном тракте установлена связь генератора с резонаторами, обеспечивающая допустимый режим работы выходной лампы. Все пять резонаторов запитаны от одного ВЧ генератора. Получено суммарное напряжение 2 МВ при поступающей от генератора мощности 40 кВт. В накопителе ВЭПП-4М получен ток 15 мА на энергии 4 ГэВ.

В качестве генератора использовался выходной 2-х-ламповый каскад на лампах ГУ101А, в котором работала только одна лампа. От второй лампы был отключен

накал и возбуждение. В таком режиме генератор может работать как на энергии 4 ГэВ, так и на низкой энергии без дополнительной подстройки.

При подключении второй лампы максимальная выходная мощность генератора возрастет до 250 кВт, и на пяти резонаторах суммарное напряжение можно будет поднять до 5 МВ.

В работе принимали участие:
Горникер Э.И., Купцов И.В., Седляров И.К. - лаб. 6-2; Ерохов В.Н., Фомин М.Ю. - лаб. 1-3; Мироненко Л.А. - лаб. 1-4.

7.13 Ускоряющие структуры для нового инжектора Linac4, ЦЕРН

В 2008 г. были завершены работы по проекту МНТЦ 2875, в рамках которого совместно с РФЯЦ-ВНИИТФ, г.Снежинск, был изготовлен прототип ускоряющей структуры CCDTL (Cell-Coupled Drift Tube Linac). Прототип был успешно испытан в CERN при рабочих значениях напряженности поля и скважности. Подготовлены предложения по изготовлению в рамках 2-х новых проектов МНТЦ 7-ми ускоряющих модулей CCDTL для Linac4. Предложения получили финансовую поддержку. Работы начнутся в 2009 году.

В работе принимали участие:
Сотрудники лаб. 6-2 - Кенжебулатов Е.К., Ротов Е.А., Трибендис А.Г. и сотрудники НКО - Бирючевский Ю.А., Крючков Я.Г.

7.14 Подготовка физического обоснования ускоряющих станций Бустера ускорительного комплекса NICA

В Объединенном институте ядерных исследований ОИЯИ г. Дубна создан проект ускорительного комплекса “NICA” со встречными ионными пучками на основе Нуклотрона. Инжектором для Нуклотрона будет являться существующий бустерный синхротрон после соответствующей модернизации.

В апреле 2008 года между ОИЯИ, г. Дубна, и ИЯФ был заключён контракт, по которому ИЯФ должен подготовить физическое обоснование ускоряющих станций для бустера. В таблице 7.3 приведены параметры ускорительных станций, заданные заказчиком.

В рамках этого контракта подготовлено физическое обоснование ускоряющих станций для бустера, которые должны обеспечивать параметры, приведеные в таблице 7.3.

При перепуске сгустка из Бустера в Нуклотрон ускоряющие системы обоих ускорителей работают на первой гармонике частоты обращения. Периметр бустера 216 м, периметр Нуклотрона 251.52 м. Переводится одиночный сгусток. Точность попадания в центр сепаратриссы Нуклотрона — 1 нс.

Таблица 7.3: Параметры ускорительных станций.

№	**Параметр**	
1.	Диапазон перестройки частоты, МГц	0.593 - 2.405
2.	Номер гармоники	4/1
3.	Внешний диаметр резонатора, м	<1.2
4.	Размеры вакуумной камеры, мм	160 x 70
5.	Длина резонатора,	м $\leq$2
6.	Количество резонаторов	$\leq$4
7.	Минимальная амплитуда напряжение при адиабатическом захвате, В	100
8.	Амплитуда напряжения при ускорении, кВ	7 $\div$ 7.7
9.	Амплитуда напряжения при перепуске сгустка в Нуклотрон, кВ	10

Обеспечена связь частоты ускоряющего напряжения с величиной магнитного поля и введена коррекция этой частоты в соответствии с датчиком положения пучка.

Давление в вакуумных частях ускорительных станций не выше $5{\cdot}10^{-11}$ Торр.

ВЧ система бустера будет иметь две ускорительные станции. Ускорительная станция включает в себя ускоряющий резонатор, генератор ВЧ мощности с источниками питания и систему управления. Ускоряющий резонатор – коаксиальная линия, замкнутая по концам. Внутренняя труба коаксиальной линии имеет зазор посредине. Коаксиальная линия заполнена кольцевыми сердечниками из аморфного железа. Во внутреннюю трубу коаксиала резонатора вставлена вакуумная камера, в которую вставлен керамический изолятор. Изолятор располагается напротив зазора внутренней трубы коаксиальной линии. Под резонатором находится генератор ВЧ мощности и источники питания генератора. Выходной каскад генератора- двухтактный. В этом каскаде используются вакуумные лампы EIMAC 4XC15.000A. Резонатор и генератор выполнены конструктивно как единое целое.

Системы управления ускорительных станций включены в систему управления всего ускорительного комплекса NICA. Они обеспечивают необходимую частоту и амплитуду ускоряющих напряжений для работы бустера и синхронизируют взаимно работу ВЧ системы бустера со всеми системами ускорительного комплекса.

В июле работа по выполнению контракта была закончена и сдана заказчику.

В работе участвовали сотрудники ИЯФ :
В.С. Арбузов, Ю.А. Бирючевский, С.А. Крутихин, Г.Я. Куркин, Б.З. Персов, В.М. Петров, А.М. Пилан.

Глава 8

Мощные электронные ускорители и разработка электронно-лучевых технологий

8.1 Радиационные технологии и ускорители электронов серии ЭЛВ

Введение

В 2008 году лаборатория продолжала работы по совершенствованию и поставке ускорителей электронов прямого действия типа ЭЛВ. Поставлены ускорители в Корею, Сингапур, ЗАО "Кавказкабель". Осуществлен монтаж и произведена наладка ускорителей с технологическими линиями в Китае, Казахстане, Сингапуре, ЗАО "Кавказкабель", ЗАО "Росскат".

Проводились эксперименты по развитию электронно-лучевых технологий. В частности продолжались дальнейшие исследования электронно-лучевого способа получения ультрадисперсных порошков оксидов.

8.1.1 Инжектор для HITS

В начале 2008 году было принято решение делать инжектор для HITS на базе тандемного источника высокого напряжения. Инициатором предложения был В.В. Пархомчук. К тому времени в его лаборатории уже работал тандем с источником отрицательных ионов углерода, перезарядной мишенью из паров магния. Тандем использовался для сепарации ионов ^{13}C в установке AMS.

Разработка и создание инжектора было поручено Лаб. 12 в кооперации с группой С.Г. Константинова – ионный источник и канал до тандема; лаб. 6 – электроника управления и силовое питание; лаб. 5-2 – магниевая мишень, оптика и компьютерное управление.

В течение 2008 году был собран тандем с двумя ускорительными трубками, магниевой мишенью и электроникой управления этой машины. Проведены высоковольтные испытания системы – она испытана на напряжение 1.25 МэВ. Опробовано силовое питание. В 2009 году предполагается проверить работоспособность системы в целом.

8.1.2 Высокоавтоматизированные комплексы для электронно-лучевой обработки кабельной изоляции

Технологии радиационного сшивания полимерных материалов широко используются в промышленности. Использование радиационно-модифицированных композиций на основе полиэтиленов для изоляции проводов (кабелей) существенно повышает максимальные рабочие температуры. Это позволяет как увеличивать плотность тока в токопроводящей жиле и тем самым экономить дорогостоящий металл (медь или алюминий), так и использовать дешевый полиэтилен вместо дорогих тефлона или полипропилена. Кроме того, после радиационного сшивания изделие получает и другие важные преимущества по сравнению с необработанными проводами. Это, в первую очередь, сокращение деформаций от механических нагрузок, повышение химической стойкости, маслостойкости, увеличение износостойкости, возникновение термоусаживаемости.

Использование электронно-лучевых технологий дало возможность освоить производство широкого ассортимента проводов, кабелей и термоусаживаемых изделий

(нагревательных проводов, силовых и судовых кабелей, бортовых авиационных проводов, кабелей и проводов для атомных электростанций и других изделий). Все они обладают повышенной надёжностью при монтаже и эксплуатации как в обычных, так и в экстремальных условиях. Качество облучения зависит не только от ускорителя, но и от используемого подпучкового оборудования. Так, ускорители должны обеспечивать стабильность параметров электронного пучка: энергию, ток пучка, ширину зоны облучения. Для улучшения азимутальной однородности поглощенной дозы они должны быть оснащены системой 4-х стороннего облучения. Основное требование к системе транспортирования кабеля через зону облучения заключается в том, что величина скорости транспортировки должно быть пропорциональна току пучка. Коэффициент пропорциональности, называемый "удельной скоростью", зависит от типа облучаемого материала и параметров ускорителя. Имея в виду вышесказанное, специалисты лаборатории совместно с представителями заказчика сначала сформулировали требования, а затем и разработали высоко автоматизированные комплексы для электронно-лучевой обработки кабельной изоляции. С разной степенью участия специалистов института комплексы запущены в ОАО "Подольсккабель", ОАО "Росскат" (Российские кабельные технологии), ЗАО" Кабельный завод "Кавказкабель"". Высокий уровень автоматизации позволяет сократить количество персонала, обслуживающего облучательный комплекс. Практически исчезает необходимость в постоянном присутствии оператора за пультом управления ускорителем. Эффективная визуализация процесса облучения (энергия, ток пучка, скорость транспортировки кабеля) позволяет операторам транспортной линии контролировать и задавать режим обработки непосредственно на рабочем месте вблизи приемно-отдающих устройств.

Ускорители

Мощные ускорители серии ЭЛВ (Рис.1) изначально были разработаны для применения в промышленности.



Рис. 1: Внешний вид ускорителя ЭЛВ-8.

Наш Институт предлагает для обработки полимеров ускорители электронов серии ЭЛВ, перекрывающие диапазон по энергии от 0.4 до 2.5 МэВ с током пучка ускоренных электронов до 100 мА и максимально мощностью до 100 кВт. Благодаря высокой мощности электронного пучка в широком диапазоне энергий, высокой эффективности преобразования электрической энергии в энергию пучка ускоренных электронов и простоте управления ускорители серии ЭЛВ являются наиболее популярными и массовыми ускорителями не только в России, но также в Китае и Корее. К настоящему времени более 120-ти ускорителей были изготовлены и поставлены на промышленные предприятия и в научно-исследовательские центры России и ряда зарубежных стран. Значительная часть этих ускорителей успешно используется для облучения изоляции проводов.

Система 4-стороннего облучения

В лаборатории, была предложена схема четырехстороннего облучения, позволяющая резко повысить качество обработки кабельной продукции. Наряду с повышением азимутальной однородности поглощенной дозы данный метод позволяет снизить энергию ускоренных электронов, что существенно расширяет диапазон применения ускорителей в сторону облучения проводов большого диаметра. Новая система облучения заменила традиционные, ранее применяемые системы двухстороннего облучения, что повысило качество выпускаемой продукции и повысило производительность труда. Раскладка кабеля под пучком выполнена так, что на каждом витке верхняя и нижняя поверхность кабеля меняются местами. Если траектории пучков перекрещены под углом 90°, то, с учетом смены поверхностей, достигается четырехстороннее облучение. Достаточно важно, чтобы кабель проходил через зону облучения несколько раз.

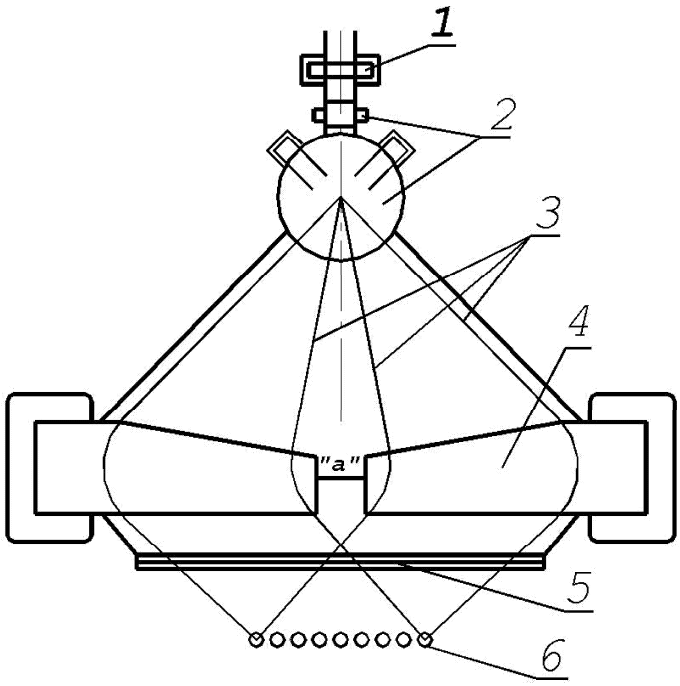


Рис. 2: Принцип формирования 4-стороннего облучения.



Рис. 3: 4-стороннее облучение кабеля.

На Рис.2 и Рис.3 показано выпускное устройство с системой 4-стороннего облучения.

Подпучковая транспортная система

Универсальная подпучковая транспортная система (ПТС) разработана в нашей лаборатории. Ее вид приведен на Рис.4.

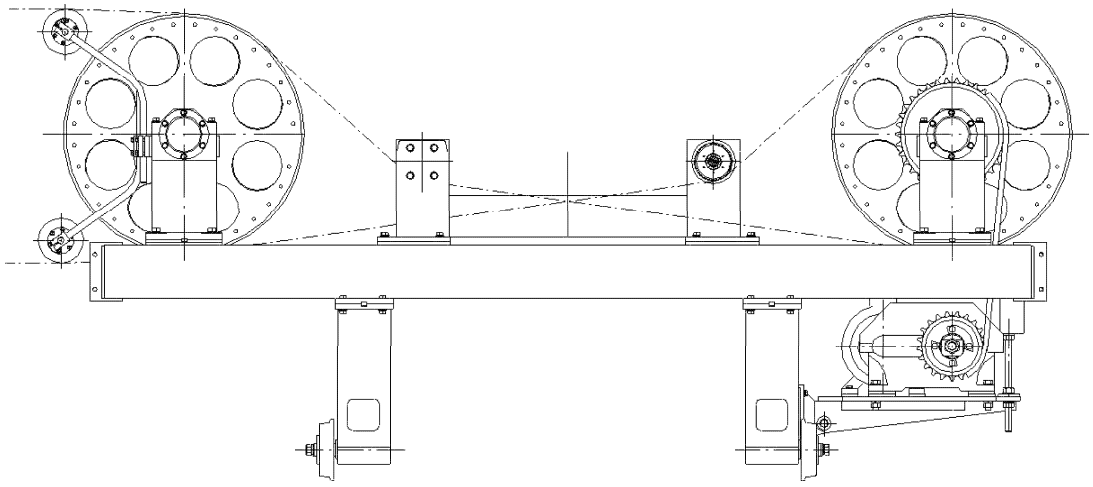


Рис. 4: Схематический чертеж ПТС.

ПТС содержит 2 барабана, один из которых является ведущим, а другой – ведомым. Это снижает риск вытяжки обрабатываемого изделия и препятствует уменьшению диаметра жилы кабеля. Большие диаметры барабанов (900 мм) позволяют обрабатывать одножильный кабель сечением до 36 мм^2 (Рис. 5), а сменные направляющие ролики позволяют обрабатывать многожильные кабели диаметром до 42 мм. Минимальный расчетный диаметр обрабатываемого провода для данного устройства составляет 1 мм, но в ходе испытаний мы успешно облучали провода сечением 0.12 мм^2 (Рис.6).

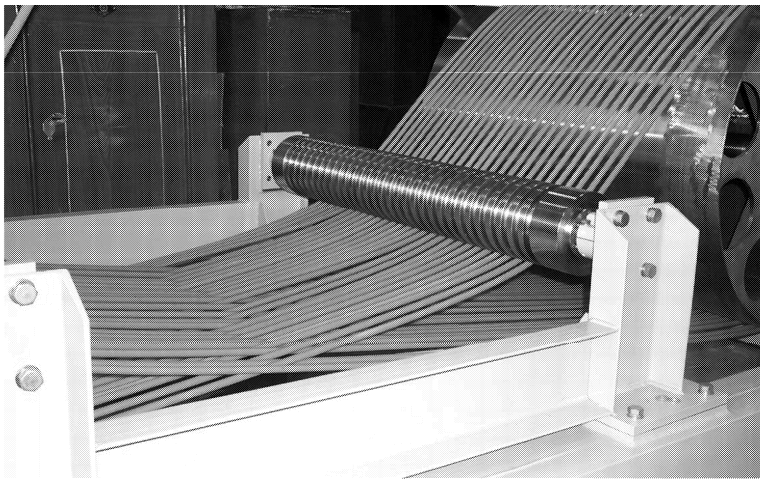


Рис. 5: Кабельная заготовка с сечением жилы 0.12 мм^2.

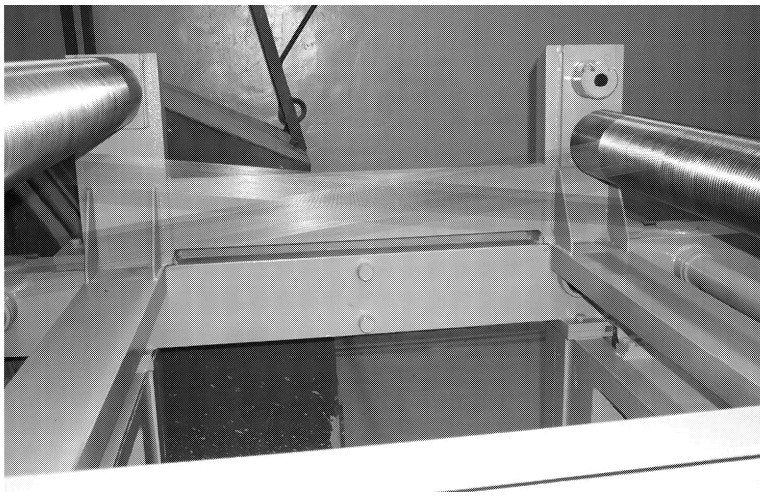


Рис. 6: Кабельная заготовка с сечением жилы 36 мм^2.

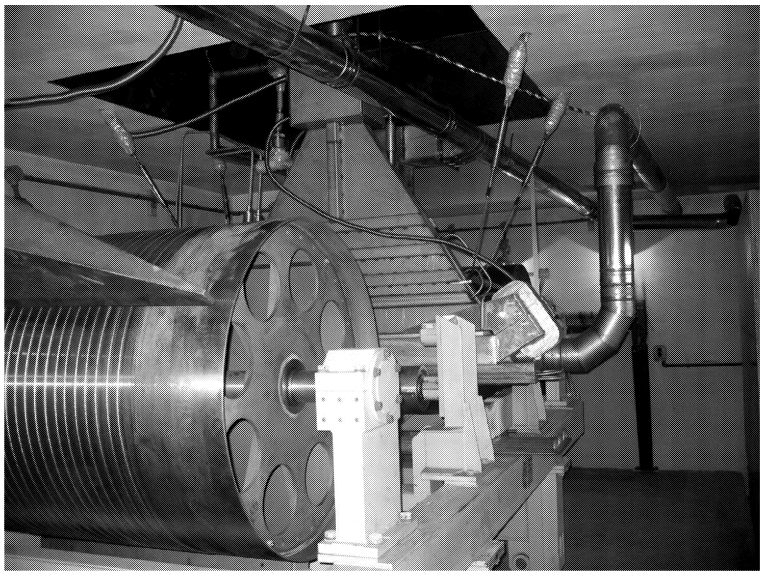


Рис. 7: Камера облучения ОАО “Росскат”.

Камера облучения с ПТС, выпускным устройством, системой 4-стороннего облучения ОАО “Росскат” показана на Рис 7. В ПТС мы используем асинхронный двигатель с частотным приводом. Частота вращения определяется системой управления ускорителем. Используемый привод имеет большой динамический диапазон, то есть пропорциональность между скоростью протяжки и током пучка сохраняется в большом диапазоне скоростей. Это позволяет осуществлять плавный пуск технологии и отказаться от подвижной мишени. Неравномерность поглощенной дозы при разгоне ПТС от 0 вплоть 250 м/мин не превышает 5%.

Приемно-отдающие устройства

К сожалению, приемно-отдающие устройства кабельной промышленности не являются универсальными для широкой номенклатуры диаметров обрабатываемых кабелей (проводов), поэтому в процессе облучения при переходе от одного типа обрабатываемого кабеля к другому необходимо заменять приемно-отдающее оборудование. Так в ОАО “Подольсккабель” для 2-х ускорителей предусмотрены 6 приемно-отдающих устройств, производства ОАО “ВНИИКПМАШ”. Они позволяют обрабатывать 3 группы кабелей размерами от 42 до 1 мм в диаметре. Каждый ускоритель может работать одновременно с любыми двумя приемно-отдающими устройствами. Управление всеми узлами оборудования (ускоритель, ПТС, приемно-отдающие устройства) автоматизировано. Причем ведущей является система управления ускорителем, а системы транспортировки кабеля являются ведомыми. Данный подход позволяет сравнительно простыми программно-аппаратными средствами осуществить полную автоматизацию всего комплекса оборудования для облучения и транспортировки обрабатываемого провода. В ОАО “Росскат” ускоритель сопряжен с приемно-отдающими устройствами фирмы “Розендаль”, Австрия.



Рис. 8: Приемно-отдающие устройства в компании “Salipt” г. Донггуан, Китай.

Принципиальной особенностью этого комплекса является отсутствие компенсаторов-накопителей перед приемно-отдающими устройствами, а необходимые параметры системы регулирования обеспечиваются электронными методами. ЗАО “Кавказкабель” использует приемно-отдающие устройства и компенсаторы-накопители собственного производства, которые также удачно сопряжены с системой управления ускорителем. Наиболее впечатляющим является ускоритель ЭЛВ-4 в компании

“Salipt” г. Донгуан, Китай, где в технологической линии с одним ускорителем установлено 6 приемно-отдающих устройств (Рис 8).

Информационно-измерительная система

Информация по обработке высвечивается на световом табло (Рис.9).

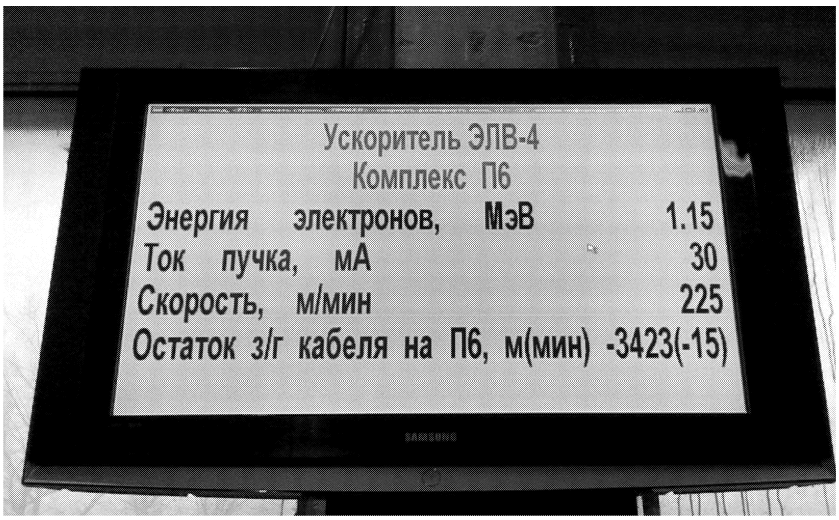


Рис. 9: Информационное табло.

Его размеры позволяют читать информацию из любой точки рабочего зала. Непрерывно отображаются следующие параметры: энергия, ток пучка, скорость линии, количество оставшегося кабеля на отдающем барабане, время, необходимое для обработки этого остатка кабеля. Автоматизированная система управления позволяет свести к минимуму, а иногда и исключить простои оборудования, связанные со сменой обработанных барабанов.

Высокое качество обработки изоляции, подтвержденное длительной надежной эксплуатацией кабелей в экстремальных условиях нефтяной промышленности, позволяет утверждать, что метод 4-х стороннего облучения в совокупности с данным составом оборудования и принципами построения управляющей системы будет востребован, как сегодня, так и в будущем.

В работе принимали участие:
М.Э. Вейс, Н.К. Куксанов, Р.А. Салимов, П.И. Немытов, Ю.И. Голубенко, А.И. Корчагин, С.Н. Фадеев, А.В. Лаврухин, Д.А. Когут, И.К. Чакин.

8.2 Ускорители электронов типа ИЛУ и их применение

8.2.1 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 "RadPol", г. Члухов, Польша, был смонтирован и запущен в работу ускоритель ИЛУ-10 с энергией 5 МэВ и током пучка до 10 мА, являющийся основой комплекса по облучению пластиковых изделий. Отработаны технологии четырёхстороннего облучения толстостенных полиэтиленовых труб, а также соединительных манжет для высоковольтных кабелей.

По контракту с заводом "Чувашкабель", г. Чебоксары, изготовлен, собран и запущен в работу ускоритель ИЛУ-8. В 2009 году планируется отправка этого ускорителя заказчику, монтаж и запуск установки для облучения проводов. Местная биологическая защита для этой установки спроектирована и запущена в производство.

По договору с Сибирским центром фармакологии и биотехнологии (СЦФБ) изготовлен и сдан ускоритель ИЛУ-10 с энергией 5 МэВ и током пучка до 10 мА.

8.2.2 Разработка новой системы развёртки пучка для ускорителей ИЛУ

Разработана, изготовлена, собрана и налажена новая активная система развёртки электронного пучка для ускорителей ИЛУ. Система запущена в работу в составе нового ускорителя ИЛУ-10, запущенного в эксплуатацию в Польше в 2008 году. В новой системе развёртки питание электромагнитов, осуществляющих сканирование пучка вдоль выпускного окна, осуществляется от отдельного источника питания, независимого от модулятора ускорителя. Импульс тока сканирующего магнита формируется разрядом накопительной ёмкости на индуктивность обмотки через корректирующую LC цепь. Новая система развёртки позволила обеспечить равномерность дозного поля вдоль выпускного окна на уровне $\pm 5\%$ при изменении импульсного тока пучка в широких пределах и частотах повторения импульсов до 50 Гц.

8.2.3 Разработка модульного промышленного линейного ускорителя электронов ИЛУ-14

Линейный ускоритель электронов ИЛУ-14 является новой машиной в линейке ИЛУ. Это мощная (до 100 кВт) многозазорная многорезонаторная машина для диапазона энергии 7,5-10 МэВ. В ускорителе ИЛУ-14 реализован модульный подход к созданию серийных промышленных ускорителей. Ускоритель собирается из отдельных модулей ускоряющей структуры и модулей усилительных ВЧ каскадов на вакуумных триодах ГИ-50А. Каждый модуль представляет собой устройство, серийное производство которого налажено в Экспериментальном производстве ИЯФ. Выходные параметры ускорителя определяются его комплектацией в зависимости от пожеланий заказчика. Следует отметить, что в модулях ВЧ усилителей используются компоненты отечественного производства, в частности, мощные импульсные триоды ГИ-50А.

Наиболее перспективным вариантом комплектации на сегодняшний день выглядит ускоритель на энергию электронов 7,5-10 МэВ со средней мощностью в пучке 100 кВт. Ускоритель может работать как в электронной моде, так и в режиме генерации тормозного излучения (гамма-моде). Рабочие параметры ускорителя приведены в Таблице 8.1.

Таблица 8.1: Параметры ускорителя ИЛУ-14.

Энергия электронов МэВ	7.5÷10
Рабочая частота, МГц	176
Энергетический разброс (r.m.s.),%	3.5
КПД ускоряющей структуры,%	72
КПД от розетки, %	~ 30
Габариты ускорителя, м	8x2x2

Блок-схема ускорителя ИЛУ-14 приведена на Рис.1.

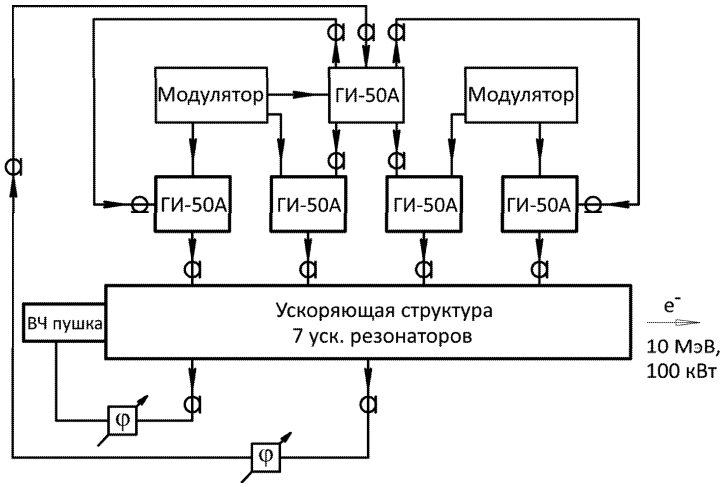


Рис. 1: Блок-схема ускорителя ИЛУ-14 на энергию 10 МэВ и мощность 100 кВт.

Основными элементами являются:

– биперiодическая ускоряющая структура с резонаторами связи на оси, состоящая из семи ускоряющих ячеек;

– автогенератор, состоящий из пяти каскадов на триодах ГИ-50А;

– четыре ввода ВЧ мощности;

– триодная ВЧ пушка с возможностью подачи дополнительного ВЧ напряжения на зазор сетка-катод;

– два модулятора.

Модульная структура ускорителя позволила провести испытания всех основных узлов ускорителя на специальном стенде в радиационно-защищенном бункере. Блок-схема стенда приведена на Рис.2.

Стенд состоит из модуля ускоряющей структуры, автогенератора на двух триодах ГИ-50А и модулятора, используемого для ускорителя ИЛУ-8. Все компоненты стенда (за исключением модулятора) являются модулями ускорителя ИЛУ-14. Ускоряющая структура (Рис.3) представляет собой цепочку связанных резонаторов.

ВЧ мощность от автогенератора (Рис. 4) подается через две фидерные линии длиной 2λ на два ввода мощности и суммируется в ускоряющей структуре. Петля обратной связи забирает часть мощности (около 300 кВт) из структуры для обеспечения положительной обратной связи в генераторах. Мощность через коаксиальную фазосдвигающую линию поступает на 3 дБ мост, где делится пополам и подается на усилительные каскады на триодах ГИ-50А. В настоящее время возможностей ис-

пользуемого модулятора ускорителей ИЛУ-8 хватает для обеспечения работы стенда при частоте следования импульсов до 35 Гц.

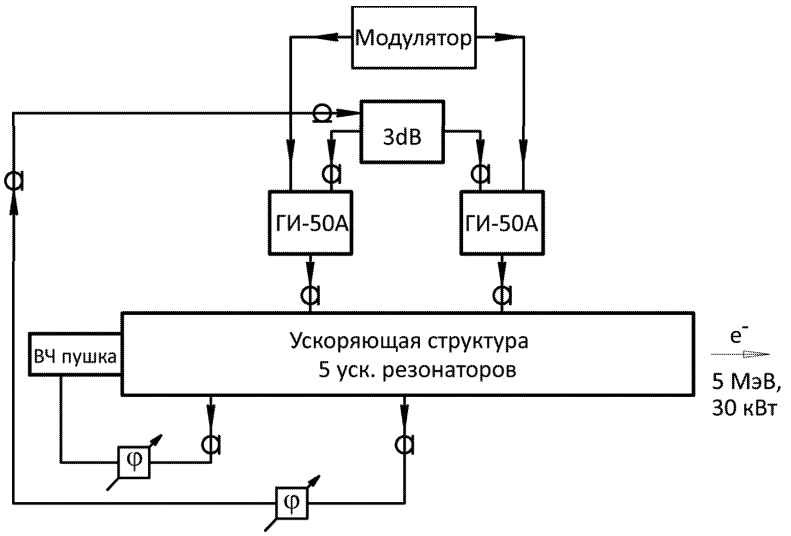


Рис. 2: Блок-схема испытательного стенда.

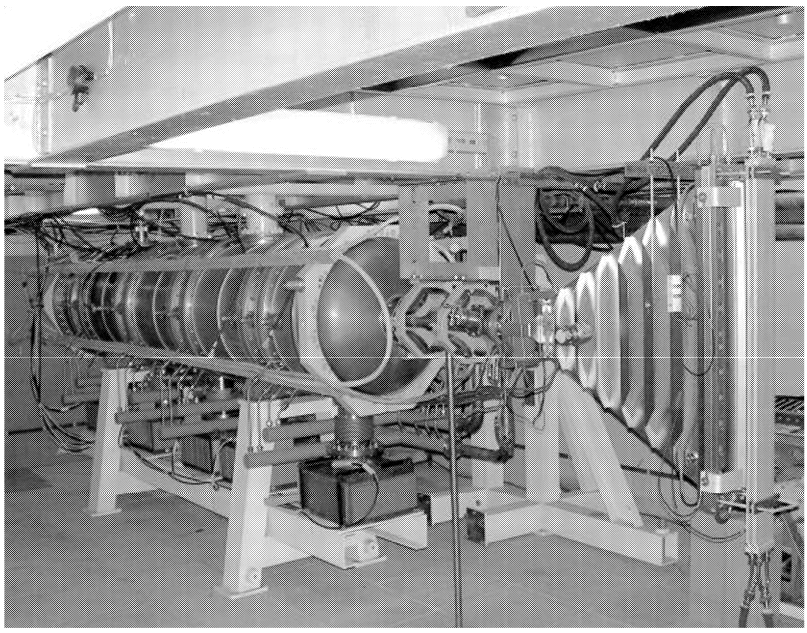


Рис. 3: 5 МэВ модуль ускоряющей структуры на стенде.

Эксперименты позволили проверить:

- электрическую прочность ускоряющей структуры при темпе ускорения, соответствующего работе ускорителя ИЛУ-14 (7,5 МэВ и 10 МэВ);
- эффективность охлаждения ускоряющей структуры;
- получение необходимой величины импульсного тока пучка ВЧ пушки;
- коэффициент прохождения тока пучка через структуру и его спектр;
- работоспособность узлов ВЧ системы (вводов мощности, фидера и т.д.)

В ходе экспериментов на стенде получены следующие параметры:

- Максимальная энергия – 7.5 МэВ

- Максимальный импульсный ток пучка – 600 мА при энергии 5 МэВ
- Максимальное токопрохождение – 96%
- Импульсная мощность в пучке – 2.9 МВт
- Электронный КПД структуры – 73% при энергии электронов 5 МэВ
- Средняя мощность пучка – 33 кВт при частоте повторения импульсов 35 Гц.

Совместная работа сектора 6-21, лаборатории 6-2 и лаборатории 6-0 по созданию промышленного ускорителя ИЛУ-14 будет продолжена 2009 году.



Рис. 4: Автогенератор на триодах ГИ50А.

8.2.4 Разработка новых технологий

Проводились работы по радиационно-термическому синтезу сложных оксидных соединений. Проводились поисковые работы по облучению нефтепродуктов. Продолжались хоздоговорные работы по стерилизации различных медицинских изделий. Работы проводились на действующих ускорителях ИЛУ- 6 и ИЛУ-10.

В работах принимали участие:
А.А. Брязгин, В.В. Безуглов, 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:
[169], [170],[171], [172], [239], [389], [394], [395],[396], препринты 4, 10, 11.

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.

Схема тандема приведена в отчёте ИЯФ за 2001 году, а схема комплекса для нейтронной терапии и для поиска азотосодержащих веществ методом резонансного поглощения γ- квантов — в отчёте за 2004 год.

9.1.1 Результаты, полученные в 2008 году

В стандартном режиме работы ионный источник обеспечивал генерацию пучка ионов H^- энергией от 17 кВ до 21 кВ и с током от 1 мА до 5 мА на входе в низкоэнергетичный канал. На выходе из канала зафиксирован ток ионов от 0.2 до 2 мА.

С целью модернизации источника:

• неразборный металлокерамический узел ионно-оптической системы заменён на разборный;

• внутри системы установлены дополнительные термостойкие экраны и усилено охлаждение платформы высоковольтного ускоряющего электрода источника;

• изготовлена новая система разводки и контроля подачи охлаждающего дистиллята в различные узлы источника.

Для повышения надежности работы системы питания ВВ элементов источника проведена проверка возможности заменены изоляция в баках ВВ выпрямителей. Кремнийорганическая жидкость (Софексил-ТСЖ) может успешно заменить элегазовую изоляцию.

Подготовлен проект по замене системы откачки источника на более производительные дуговые титановые насосы.

Для увеличения тока отработана новая конструкция ионного источника. На экспериментальном стенде источник испытан в сильноточном 15 мА режиме в течение цикла продолжительностью более 160 часов.

Для улучшения фокусировки пучка на вход низкоэнергетичного тракта и увеличения тока формируемого пучка рассчитана, разработана и изготовлена одиночная электростатическая линза (рис.1). Линза подготовлена к испытаниям и исследованиям на экспериментальном стенде.

Тандем отработал без разборки $\approx$ 2 лет, причем в холостом режиме на напряжении 1 МВ время между пробоями составляло часы.

С целью модернизации тандема разработана и изготовлена модернизированная верхняя часть силового узла проходного изолятора, существенно облегчающая работу тарельчатых пружин, обеспечивающих постоянное усилие на индиевые уплотнители стеклянно металлических секций изолятора.

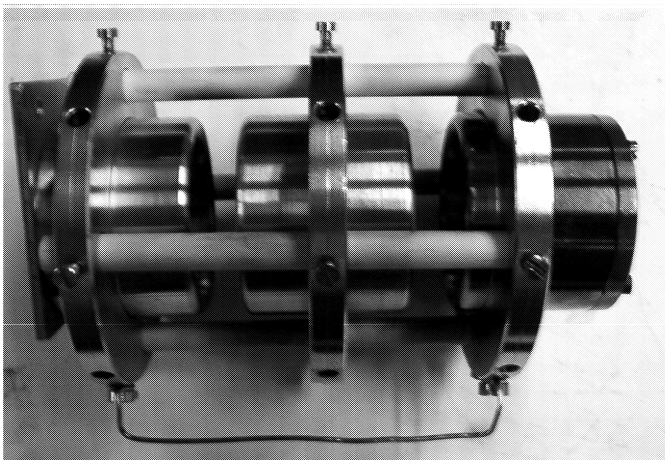


Рис. 1: Одиночная электростатическая линза.

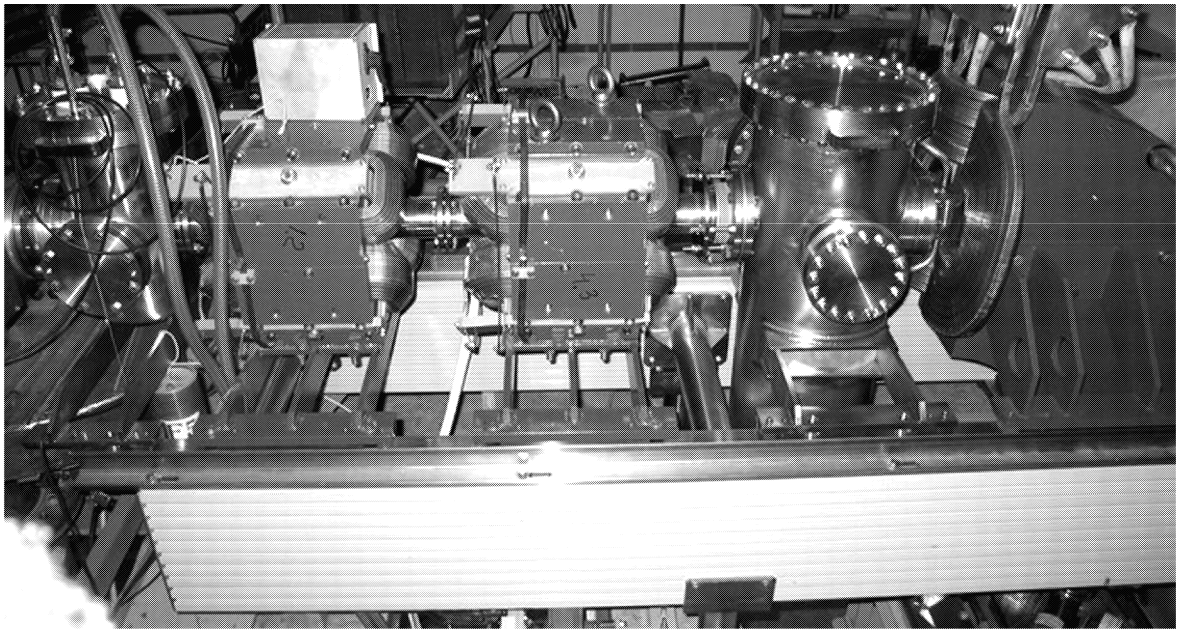


Рис. 2: Горизонтальная часть высокоэнергетического тракта. В центре – пара квадрупольных линз, справа – поворотный магнит.

Для увеличения скорости откачки газа ионного источника изготовлен и испытан распылительный титановый насос. Начаты эксперименты по исследованию радиационных полей установки.

Закончена выставка элементов высокоэнергетического тракта (рис.2) с помощью лазерного луча, направленного вдоль геометрической оси тракта. Элементы тракта выставлены с точностью $\sim$ 1мм.

Проведены эксперименты по изучению прохождения пучка протонов с энергией 1.84 МэВ и малым током (100-200) мкА через высокоэнергетический тракт. Измеренный по следу на мишени из нержавеющей стали диаметр пучка перед входом в магнит составлял $\sim$ 15 мм. Ток протонного пучка измерялся вторично-эмиссионными детекторами перед входом в поворотный магнит, после выхода из магнита и в камере

литиевой мишени. Величины токов совпали с точностью до коэффициентов ионно-электронной эмиссии, что свидетельствует о полном прохождении пучка через высокоэнергетический тракт. Экспериментальная зависимость тока поворотного магнита от энергии пучка хорошо согласуется с расчетной.

Фокусируемый горизонтальным дублетом квадрупольных линз, пучок хорошо сводился в пятно с размером несколько миллиметров на графитовой мишени, установленной перед входом в поворотный магнит. Экспериментальные значения токов в линзах согласуются с расчетными значениями.

Собран новый, усовершенствованный гамма-детектор на основе большого кристалла BGO диаметром 80 мм и длиной 100 мм. Использование такого кристалла позволило увеличить эффективность регистрации гамма-квантов до ~96%.

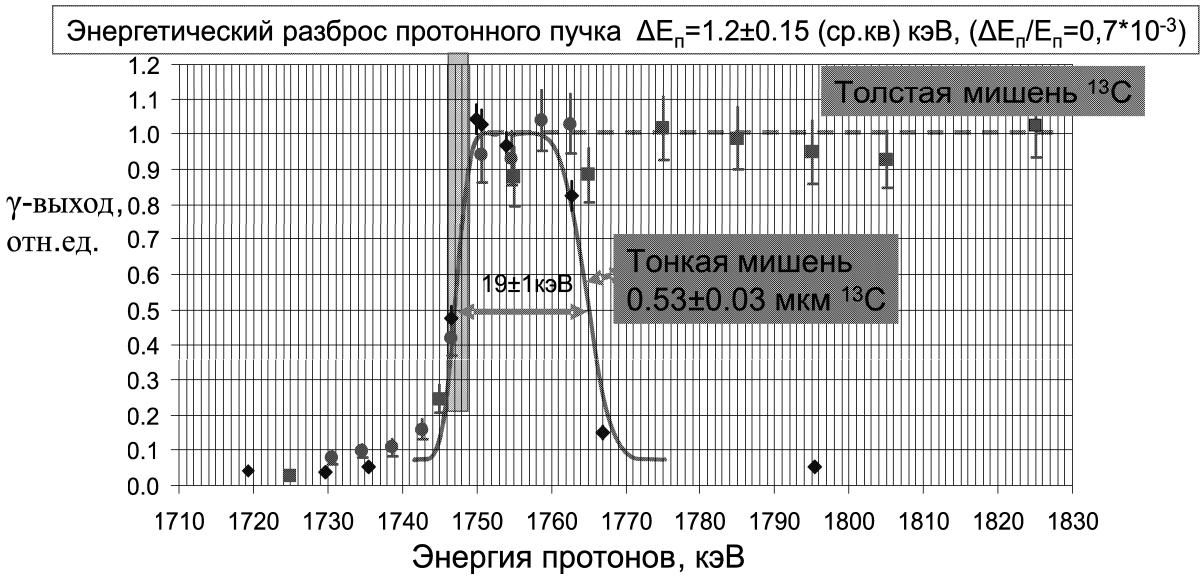


Рис. 3: Кривые возбуждения для толстой и тонкой мишени.

При помощи усовершенствованной гамма-диагностики проведены эксперименты по генерации и резонансному поглощению в азоте гамма-квантов с энергией 9,17 МэВ.

В ходе экспериментов предложен новый метод нормировки измеряемых данных – по нерезонансной спектральной линии с энергией квантов 8,06 МэВ. Благодаря тому, что проникающая способность таких гамма-квантов близка к проникающей способности резонансных квантов, удаётся проводить более аккуратные измерения.

В экспериментах по генерации гамма-квантов была испытана тонкая мишень, представляющая собой танталовую фольгу толщиной 5 мкм со слоем ^{13}C толщиной 0,53 мкм, напылённым на тантал при помощи лазерной абляции. В ходе экспериментов были измерены кривые возбуждения гамма-квантов с энергией 9,17 МэВ, что позволило уточнить данные о нестабильности энергии протонного пучка на комплексе. Определённая “мгновенная” нестабильность энергии составляет 0,07% от энергии пучка.

Эксперименты по поглощению гамма-квантов в азоте показали, что резонансное ослабление потока гамма-квантов мишенями из азотосодержащей субстанции – меламина различной толщины, существенно превышает погрешность измерения, что позволяет надёжно обнаруживать азотосодержащие вещества в лабораторных условиях.

Также собрана и подготовлена к испытаниям подвижная мишень, рассчитанная на работу с протонным пучком с увеличенной плотностью мощности: до 2,5 кВт/см^2. Использование такой мишени позволит перейти к экспериментам по обнаружению азотосодержащих веществ в реальном масштабе времени.

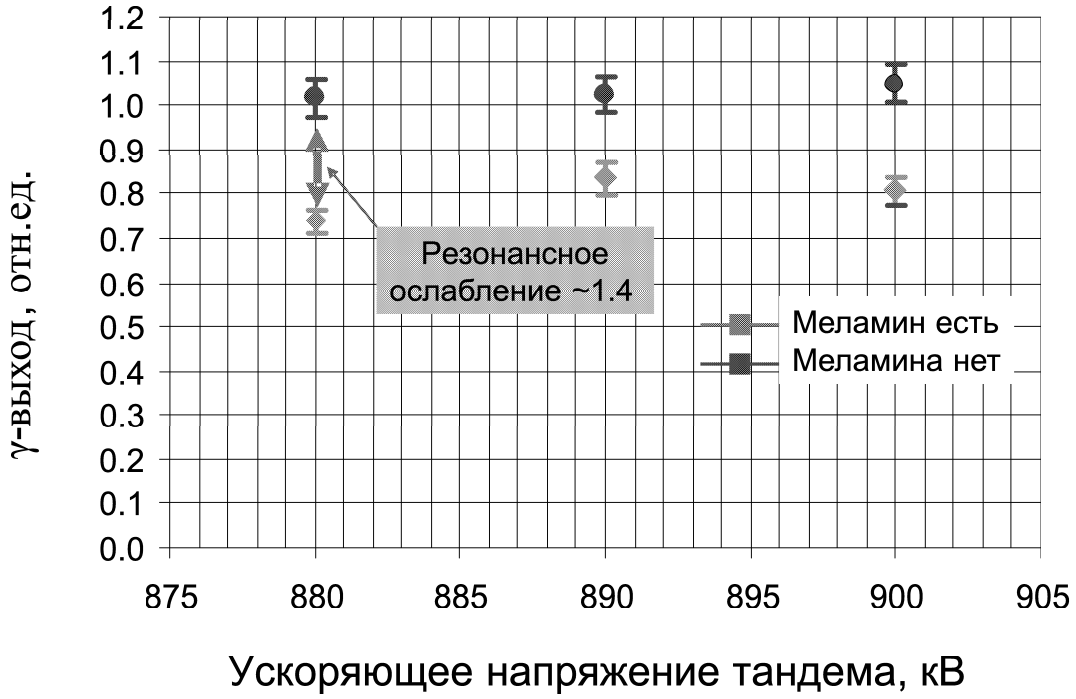


Рис. 4: Резонансное ослабление потока γ-квантов в мишени из меланина толщиной 38 мм.

Впервые на комплексе БНЗТ при сбросе ускоренного до 1.92 МэВ протонного пучка на литиевую мишень осуществлена генерация нейтронов. Ограничение в начальных экспериментах величины тока пучка до $\sim$ 100 мкА обусловлено отсутствием при малых токах проблем с радиационной безопасностью активированной нейтронообразующей мишени.

Для регистрации возникающего при сбросе пучка на мишень γ-излучения был изготовлен и откалиброван детектор на основе кристалла NaI диаметром 6 см и длиной 6 см и фотоумножителя Photonis XP3312B, снабженный быстродействующим спектрометрическим АЦП, коллиматором и специальным программным обеспечением для анализа спектра γ-квантов.

На рис. 5 приведены измеренные спектры γ-квантов при энергии протонов 1.7 МэВ (ниже порога реакции с выходом нейтронов) и при пороговой энергии реакции (1.92 МэВ). На спектре допорогового режима видна яркая спектральная линия с энергией 477 кэВ, связанная с возбуждением ядер лития протонами. В режиме генерации нейтронов дополнительно появляются γ-кванты от поглощения нейтронов конструкционными материалами установки, но, в основном, – от поглощения нейтронов иодом в сцинтилляторе детектора.

Высокая чувствительность детектора NaI к нейтронам позволила использовать его и в качестве активационного детектора. Образующийся в результате захвата нейтрона изотоп ^{128}I в 93.6% случаев распадается с испусканием электрона с энергией до 2.12 МэВ.

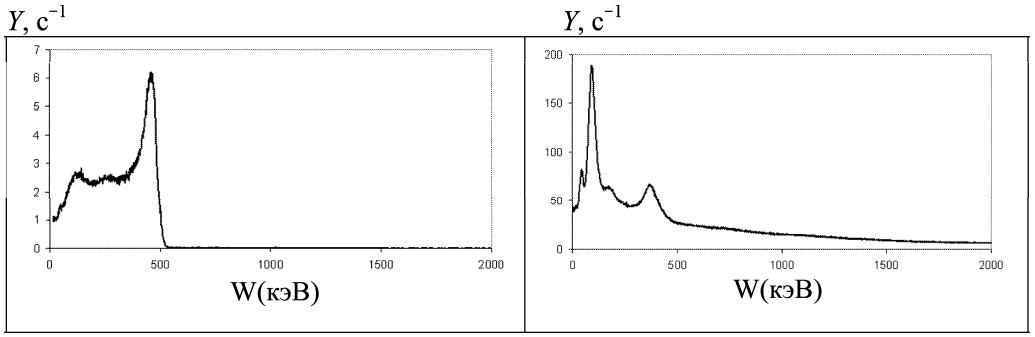


Рис. 5а. Гамма-спектр при энергии протонов 1.7 МэВ (a).

Рис. 5б. Гамма-спектр при энергии протонов 1.92 МэВ (b).

Помимо радиоизотопа ^{128}I в сцинтилляторе также появляется радиоизотоп ^{24}Na со скоростью на уровне 2% от скорости появления ^{128}I. На рис. 6 приведен спектр, регистрируемый активированным детектором после генерации нейтронов. Такой спектр характерен для β^- распада. Из скорости счета и времени генерации нейтронов была определена скорость активации детектора, а с помощью расчета, выполненного методом Монте-Карло, – ток протонного пучка, который получился равным 140 мкА, что хорошо совпадает с измеренным значением.

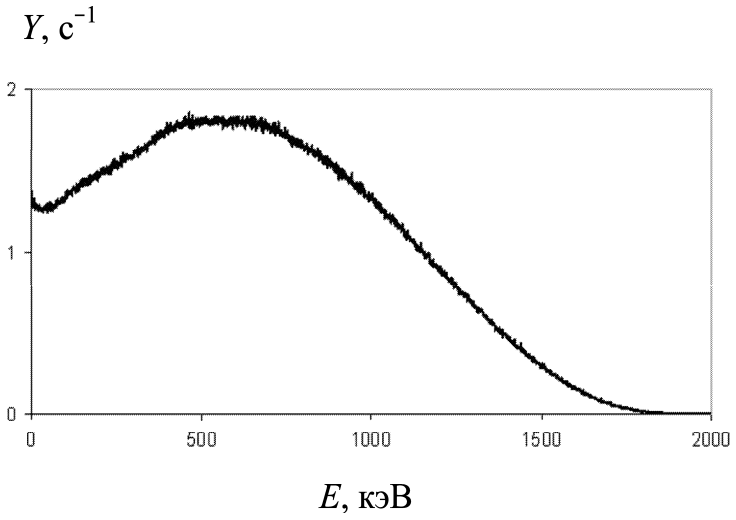


Рис. 6: γ-спектр активированного детектора.

Поскольку получение каждого нейтрона в результате реакции $^7Li(p,n)^7$Be сопровождается появлением радиоактивного ядра ^{7}Be с периодом полураспада 53 дня, то по остаточной активности литиевой мишени был определен полный выход нейтронов. Измеренная и расчётная активности мишени в данном эксперименте совпали с точностью 4%, а полный выход нейтронов в этом эксперименте составил $2{\cdot}10^{12}$.

Для первичного анализа спектра генерируемых нейтронов мы использовали пузырьковые детекторы BDT и BD100R (Bubble Technology Industries, Canada). Детектор BDT представляет собой прозрачную колбу, заполненную полимером с вкраплениями перегретой жидкости, состав которой подобран так, что детектор имеет максимальную чувствительность в области нейтронов тепловых энергий: $\sim 10^{-3}$ пузырьков /нейтрон·см^2. Детектор BD100R, наоборот, чувствителен к нейтронам с энергией более 100 кэВ. В проведенных экспериментах в детекторе BDT образовывалось в 15-20

раз больше пузырьков, чем в детекторе BD100R. Такое соотношение соответствует расчетному спектру со средней энергией 40 кэВ, реализуемому в припороговом режиме.

Работа отражена в публикациях: [168], [175], [176], [177], [178],[173], [174], [196], [397], [398], [399], [400], preprint 14.

9.2 Детекторы рентгеновского излучения для медицины и досмотра людей

9.2.1 Медицинская рентгенография

В 2008 году разработан проект медицинской рентгенографической установки МАРК (Малодозовый Аппарат Рентгенографический Комбинированный), позволяющей получать снимок всего тела пациента (в положении лежа) размером 2000х660 мм^2 с разрешением 250 мкм (размер пикселя) с малой дозой облучения. После получения обзорного снимка и его анализа в установке предусмотрена возможность дообследования подозрительных мест с помощью небольшого детектора с высоким разрешением 50 мкм (размер пикселя). Разработана конструкция детектора для этой установки и ведется изготовление опытного образца. Проведена работа по усовершенствованию детектора для установки МЦРУ “Сибирь”. Установка с новым детектором на 1536 каналов запущена в эксплуатацию в поликлинике Томского научного центра. С целью улучшения качества изображения в установке МЦРУ “Сибирь” проведено измерение фона, возникающего от рассеянного излучения. В конструкцию установки внесены изменения, позволяющие уменьшить влияние фона от рассеянного излучения на качество изображения. Для ЗАО “Научприбор” (г. Орел) произведены и поставлены 5 экземпляров 1024-канальных детектора и 4 экземпляра 1536-канальных детектора для комплектации флюорографов ФМЦ-МП-О (модификация установки МЦРУ “Сибирь”).

9.2.2 Система Рентгеновского Контроля (СРК) “Сибскан” для досмотра людей

Разработан эскизный проект для производства модифицированной установки СРК Сибскан, предназначенной для использования в СИЗО. Ведутся работы по созданию конструкторской документации для производства данной установки. Первая система рентгеновского контроля, произведенная по лицензии ИЯФ в КНР фирмой “Nuctech”, установлена и успешно работает в аэропорту г. Пекина. В рамках лицензионного договора фирма “Nuctech” произвела и поставила 5 детекторов Д768 для комплектации СРК “Сибскан”.

Публикации:
[137], [138], [139], [140], [141], [142], [143], [370], [144], [145], [146], [147], [148], [149].

Библиография

Список публикаций

[1] *Meshkov O.I., Glukhov S.A., Gurko V.F., Khilchenko A.D., Kiselev V.A., Levichev E.B., Muchnoi N.Yu., Piminov P.A., Smaluk V.V., Zhuravlev A.N.* New optical diagnostics of the VEPP-4M collider. // Phys. Part. Nucl. Lett., 2008, v.5, p.601-604.

[2] *Анашин В.В., Аульченко В.М., Балдин Е.М., Барладян А.К., Барняков А.Ю., Барняков М.Ю., Бару С.Е., Бедный И.В., Белобородова О.Л., Блинов А.Е., Блинов В.Е., Бобров А.В., Бобровников В.С., Богомяков А.В., Бондарь А.Е., Бондарев Д.В., Бузыкаев А.Р., Воробьев А.И., Грошев В.Р., Гулевич В.В., Глуховченко Ю.М., Жилич В.Н., Жуланов В.В., Журавлев А.Н., Карнаев С.Е., Карпов Г.В., Карпов С.В., Киселев В.А., Козлова Т.А., Кононов С.А., Котов К.Ю., Кравченко Е.А., Куликов В.Ф., Куркин Г.Я., Купер Э.А., Левичев Е.Б., Максимов Д.А., Малышев В.М., Масленников А.Л., Медведко А.С., Мешков О.И., Мишнев С.Е., Морозов И.И., Мучной Н.Ю., Нейфельд В.В., Никитин С.А., Николаев И.Б., Окунев И.Н., Онучин А.П., Орешкин С.Б., Орлов И.О., Осипов А.А., Пелеганчук С.В., Петров В.В., Петросян С.С., Пивоваров С.Г., Пиминов П.А., Полуэктов А.О., И.Н. Попков, Поспелов Г.Е., Присекин В.Г., Рубан А.А., Савинов Г.А., Сандырев В.К., Симонов Е.А., Синяткин С.В., Сковпень Ю.И., Скринский А.Н., Смалюк В.В., Старостина Е.В., Стручалин М.В., Сухарев А.М., Талышев А.А., Таюрский В.А., Тельнов В.И., Тихонов Ю.А., Тодышев К.Ю., Тумайкин Г.М., Усов Ю.В., Цыганков Д.А., Черепанов В.П., Шамов А.Г., Шатилов Д.Н., Шварц Б.А., Шубин Е.И., Эйдельман С.И., Юшков А.Н. (KEDR Collab.).* Изучение процесса ($J/\psi \to e^+ - e^-$) на детекторе КЕДР. // Ядерная Физика, 2008, 71, т.12.

[3] *Мешков О.И., Нестеренко И.Н. и др.* Атомная физика. // Методическое пособие для атомного практикума НГУ. Ч.1. - Новосибирск, НГУ, 2008.

[4] *Мешков О.И., Карпов Г.В., Нестеренко И.Н. и др.* Атомная физика. // Методическое пособие для атомного практикума НГУ. Ч.2. - Новосибирск, НГУ, 2008.

[5] *Мешков О.И. и др.* Атомная физика. // Методическое пособие для атомного практикума НГУ. Ч.3. - Новосибирск, НГУ, 2008.

[6] *Мешков О.И., Поступаев В.В. и др.* Атомная физика. Методическое пособие для атомного практикума НГУ. Ч.4. // Новосибирск, НГУ, 2008.

[7] *Мешков О.И., Топорков Д.К., Нестеренко И.Н. и др.* Атомная физика. // Методическое пособие для атомного практикума НГУ. Ч.5. - Новосибирск, НГУ, 2008.

[8] *Мешков О.И. и др.* Атомная физика. // Методическое пособие для атомного практикума НГУ. Ч.6. - Новосибирск, НГУ, 2008.

[9] *Старостина Е.В. и др.* Атомная физика. // Методическое пособие для атомного практикума НГУ. - Спектр атома водорода. - Новосибирск, НГУ, 2008.

[10] *Смалюк В.В.* Диагностика пучка в ускорителях заряженных частиц. // Учеб. пособие. - Новосибирск, НГУ, 2008, 257с.

[11] *Smaluk V., Wanzenberg R.* Geometrical impedance of the PETRA III damping. // Wiggler Section, ICFA Beam Dynamics Newsletter, 2008, N45.

[12] *Anchugov O.V., Matveev Yu.G., Shvedov D.A., Bochkov V.D., Bochkov D.V., Dyagilev V.M., Ushich V.G., Mikhailov S.F., Popov V.G.* Pulse generators with nanosecond leading edge duration based on TPI-type pseudospark switches for FEL complex. // ВАНТ. - Сер.: Ядер. физ. исслед., 2008, N5, с.60-63.

[13] *Arbuzov V., Chernov K., Chernyakin A., Churkin I., Dovzhenko B., Gorniker E., Kondakov A., Kozak V., Krutikhin S., Kulipanov G., Kuper E., Kuptsov I., Kurkin G., Medvedko A., Ostreiko G., Petrov V., Philipchenko A., Pilan A., Sedlyarov I., Serdobintsev G., Sinyatkin S., Steshov A., Tararyshkin S., Vasichev S., Veremeenko V., Ushakov V., Shvedov D., Yudin V., Valentinov A., Korchuganov V., Krylov Yu., Kusnetsov K., Odintsov D., Yupinov Yu., Grachev N., Khramtsov V., Mishachev V., Spinko N.* Status of "ZELENOGRAD" storage ring. // ВАНТ. - Сер.: Ядер. физ. исслед., 2008, N5, с.3-7.

[14] *Князев Б.А., Коренанов А.А., Кудрявцев А.С., Морозов И.И.* Электрический ток в газах и жидкостях. // Лабораторный практикум "Электричество и магнетизм", 2008, Новосибирск. - изд. НГУ, 2008.

[15] *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. // Journal of Physics: Conference Series, 2008, v.100, p.092027.

[16] *Hedlund E., Westerberg L., Malyshev O.B., Leandersson M., Friden C-J., Edqvist E., Kollmus H., Bellachioma M.C., Reich-Sprenger H., Krasnov A.* A new test stand for heavy ion induced gas desorption measurements at TSL. // NIM A, 2008, v.586, N3, p.377-381.

[17] *Семенов А.М.* Напыление тонкопленочных геттерных покрытий в узкоапертурных камерах. // Конкурс молодых ученых ИЯФ СО РАН. - секция: Физика ускорителей, 2008.

[18] *Aubert B., ..., Bukin A.D., Buzykaev A.R., 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 the radiative charm decays $D^0 \to \bar{K}^{*0}\gamma$ and $D^0 \to \phi\gamma$. // Phys. Rev D, 2008, v.78, N7, p.071101-1-9.

[19] *Aubert B., ..., Blinov V.E., Bukin A.D., Buzykaev A.R., 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 B0 —> chi(c0) K*0 and evidence for B+ —> chi(c0) K*+. // Phys. Rev. D, 2008, v.8, N9, p.091101-1-8.

[20] *Aubert B., ..., Blinov V.E., Bukin A.D., Buzykaev A.R., 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 —> K* nu anti-nu decays. // Phys. Rev D, 2008, v.78, N7, p.072007-1-11.

[21] *Aubert B., ..., Blinov V.E., Bukin A.D., Buzykaev A.R., 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 highly suppressed decays $B^- \to K^+\pi^-\pi^-$ and $B^- \to K^-K^-\pi^+$. // Phys. Rev. D , 2008, v.78, N9, p.091102-1-9.

[22] *Aubert B., ..., Blinov V.E., Bukin A.D., Buzykaev A.R., 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 and time-integrated angular analysis of $B \to \phi K^0_S \pi^0$ and $\phi K^\pm \pi^\mp$. Phys. Rev. D, 2008, v.78, N9, p.092008-1-27.

[23] *Aubert B., ..., Blinov V.E., Bukin A.D., Buzykaev A.R., 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 fraction, polarization, and CP asymmetries in $B^0 \to \rho^0\rho^0$ decay, and implications for the CKM angle α. // Phys. Rev D, 2008, v.78, N7, p.071104-1-8.

[24] *Aubert B., ..., Blinov V.E., Bukin A.D., Buzykaev A.R., 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.).* Searches for B meson decays to $\phi\phi$, $\phi\rho$, $\phi f_0(980)$, and $f_0(980)f_0(980)$ final states. // Phys. Rev. Lett., 2008, v.101, N20, p.201801-1-7.

[25] *Aubert B., ..., Blinov V.E., Bukin A.D., Buzykaev A.R., 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 time-dependent CP asymmetry in $B^0 \to K^0_S \pi^0 \gamma$ decays. // Phys. Rev. D, 2008, v.78, N7, p.071102-1-8.

[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.).* Measurement of ratios of branching fractions and CP-violating asymmetries of $B^\pm \to D^* K^\pm$ decays. // Phys. Rev. D, 2008, v.78, N9, p.092002-1-13.

[27] *Aubert B., ..., Blinov V.E., Bukin A.D., Buzykaev A.R., 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 Bottomonium Ground State in the Decay $Y(3S) \to \gamma\eta_b$. // Phys. Rev. Lett., 2008, v.101, N7, p.071801-1-7.

[28] *Aubert B., ..., Blinov V.E., Bukin A.D., Buzykaev A.R., 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 and polarization measurements of $B^\pm \to \phi K^\pm_1$ and $B^\pm \to \phi K^{*\pm}_2$. // Phys. Rev. Lett., 2008, v.101, N16, p.161801-1-7.

[29] *Aubert B., ..., Blinov V.E., Bukin A.D., Buzykaev A.R., 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 e+e- —> rho+ rho- near s**(1/2) = 10.58 GeV. // Phys. Rev D, 2008, v.78, N7, p.071103-1-9.

[30] *Aubert B., ..., Blinov V.E., Bukin A.D., Buzykaev A.R., 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 in $b \to s\gamma$ using a sum of exclusive final states. // Phys. Rev. Lett, 2008, v.101, N17, p.171804-1-7.

[31] *Aubert B., ..., Blinov V.E., Bukin A.D., Buzykaev A.R., 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 $B \to \{\pi, \eta, \eta'\}\ell\nu_\ell$ branching fractions and determination of $|V_{ub}|$ with semileptonically tagged B mesons. Phys. Rev. Lett, 2008, v.101, N8, p.081801-1-7.

[32] *Aubert B., ..., Blinov V.E., Bukin A.D., Buzykaev A.R., 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 $B^+ \to b_1^+ K^0$ and search f or B-meson decays to $b_1^0 K^0$ and $b_1\pi^0$. // Phys. Rev. D, 2008, v.78, N1, p.011104-1-8.

[33] *Aubert B., ..., Blinov V.E., Bukin A.D., Buzykaev A.R., 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 mass difference $m(B^0) - m(B^+)$. // Phys. Rev. D, 2008, v.78, N1, p.011103-1-8.

[34] *Aubert B., ..., Blinov V.E., Bukin A.D., Buzykaev A.R., 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 $B^+ \to \eta\rho^+$ and search for B^0 decays to $\eta'\eta$, $\eta\pi^0$, $\eta'\pi^0$, and $\omega\pi^0$. // Phys. Rev.D, 2008, v.78, N1, p.011107-1-8.

[35] *Aubert B., ..., Blinov V.E., Bukin A.D., Buzykaev A.R., 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 the CKM angle γ in $B^\mp \to D^{(*)}K^{(*)\mp}$ anti K(*)+ decays with a Dalitz plot analysis of D decays to $K^0_S\pi^+\pi^-$ and $K^0_S K^+ K^-$. // Phys. Rev. D, 2008, v.78, N3, p.034023-1-23.

[36] *Aubert B., ..., Blinov V.E., Bukin A.D., Buzykaev A.R., 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-meson decays to $\eta_c K^{(*)}$, $\eta_c(2S)K^{(*)}$ and $\eta_c\gamma K^{(*)}$. // Phys. Rev. D, 2008, v.78, N1, p.012006-1-9.

[37] *Aubert B., ..., Blinov V.E., Bukin A.D., Buzykaev A.R., 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 CP violation in $B^0 \to J/\psi\pi^0$ decays. // Phys. Rev. Lett, 2008, v.101, N2, p.021801-1-7.

[38] *Aubert B., ..., Blinov V.E., Bukin A.D., Buzykaev A.R., 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 meson decays with excited η and η' mesons. // Phys. Rev. Lett, 2008, v.101, N9, p.091801-1-7.

[39] *Aubert B., ..., Blinov V.E., Bukin A.D., Buzykaev A.R., 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 direct CP violation from Dalitz-plot analysis of $B^\pm \to K^\pm\pi^\mp\pi^\pm$. // Phys. Rev. D, 2008, v.8, N1, p.012004-1-13.

[40] *Aubert B., ..., Blinov V.E., Bukin A.D., Buzykaev A.R., 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 the rare decays $B_0 \to D_s^{(*)+}\pi^-$, $B^0 \to D_s^{(*)+}\rho^-$, and $B^0 \to D_s^{(*)-}K^{(*)+}$. // Phys. Rev. D, 2008, v.78, N3, p.032005-1-14.

[41] *Aubert B., ..., Blinov V.E., Bukin A.D., Buzykaev A.R., 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 $B \to X(3872)K$, with $X(3872) \to J/\psi\pi^+\pi^-$. // Phys. Rev. D, 2008, v.77, N11, p.111101-1-7.

[42] *Aubert B., ..., Blinov V.E., Bukin A.D., Buzykaev A.R., 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 spin of the $\Xi(1530)$ resonance. // Phys. Rev. D, 2008, v.78, N3, p.034008-1-14.

[43] *Aubert B., ..., Blinov V.E., Bukin A.D., Buzykaev A.R., 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 $\tau^- \to \eta\pi^-\pi^+\pi^-\nu_\tau$ branching fraction and a search for a second-class current in the $\tau^- \to \eta'(958)\pi^-\nu_\tau$ decay. // Phys. Rev. D, 2008, v.77, N11, p.112002-1-9.

[44] *Aubert B., ..., Blinov V.E., Bukin A.D., Buzykaev A.R., 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 neutral D meson Cabibbo-suppressed three-body decays. // Phys. Rev. D, 2008, v.78, p.051102.

[45] *Aubert B., ..., Blinov V.E., Bukin A.D., Buzykaev A.R., 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.).* Searches for the decays $B^0 \to \ell^\pm\tau^\mp$ and $B^+ \to \ell^+\nu$ ($\ell = e, \mu$) using hadronic tag reconstruction. // Phys. Rev. D, 2008, v.77, N9, p.091104-1-9.

[46] *Dmitry Toporkov.* Basic limitation on polarized atomic beam intensity. // AIP Conf. Proc., 2008, v.980, p.135.

[47] *Захаров М.И., Ступак М.Ф., Топорков Д.К.* Поляризация света. // Сборник лабораторных работ по физической оптике. - Новосибирск, изд. НГУ, 2008.

[48] *Топорков Д.К.* Определение энергии альфа-частицы по ее пробегу в воздухе. // Атомная физика. Методическое пособие к лабораторным работам. Часть 5. Радиоактивность. - Новосибирский государственный университет, Новосибирск, изд. НГУ, 2008, с.4-22.

[49] *Ачасов М.Н., Белобородов К.И., Бердюгин А.В., Богданчиков А.Г., Букин А.Д., Васильев А.В., Голубев В.Б., Димова Т.В., Дружинин В.П., Кооп И.А., Король А.А., Кошуба С.В., Пахтусова Е.В., Переведенцев Е.А., Середняков С.И., Силагадзе З.К., Скринский А.Н., Шатунов Ю.М.* Измерение вероятности распадов $\omega, \rho \to \pi^0 e^+ e^-$. // ЖЭТФ, 2008, т.134, N1, с.80-88.

[50] *Beloborodov K.I., Berdyugin A.V., Golubev V.B., Druzhinin V.P., Kharlamov A.G., Pakhtusova E.V., Serednyakov, S.I.* SND: New results and opportunities. // Progress in Particle and Nuclear Physics, 2008, v.61, N1, p.325-327.

[51] *Chashchina O.I.,Silagadze Z.K.* Remark on orbital precession due to central-force perturbations. // Phys. Rev. D, 2008, v.77, p.107502.

[52] *Silagadze Z.K.* Relativity without tears. // Acta Phys. Polon. B, 2008, v.39, p.811-885.

[53] *Aubert B., ..., Blinov V.E., Bukin A.D., Buzykaev A.R., 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 $B \to K^*\nu\bar{\nu}$ decays. // Phys. Rev. D, 2008, v.78, p.072007.

[54] *Aubert B., ..., Bukin A.D., Buzykaev A.R., 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 the radiative charm decays $D^0 \to \bar{K}^{*0}\gamma$ and $D^0 \to \phi\gamma$. // Phys. Rev. D, 2008, v.78, p.071101.

[55] *Aubert B., ..., Blinov V.E., Bukin A.D., Buzykaev A.R., 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 branching fractions for $B^+ \to \rho^+\gamma$, $B^0 \to \rho^0\gamma$, and $B^0 \to \omega\gamma$. Phys. Rev. D, 2008, v.78, p.112001.

[56] *Aubert B., ..., Blinov V.E., Bukin A.D., Buzykaev A.R., 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 hadronic transitions between Υ states and observation of $\Upsilon(4S) \to \eta\Upsilon(1S)$ decay. Phys. Rev. D, 2008, v.78, p.112002.

[57] *Aubert B., ..., Blinov V.E., Bukin A.D., Buzykaev A.R., 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 $B^0 \to K^{*+}K^{*-}$. // Phys. Rev. D, 2008, v.78, p.051103.

[58] *Aubert B., ..., Blinov V.E., Bukin A.D., Buzykaev A.R., 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 $e^+e^- \to \rho^+\rho^-$ near $\sqrt{s} = 10.58$GeV. // Phys. Rev. D, 2008, v.78, 2008, p.071103.

[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.)*. Measurements of $\mathcal{B}(\bar{B}^0 \to \Lambda_c^+\bar{p})$ and $\mathcal{B}(B^- \to \Lambda_c^+\bar{p}\pi^-)$ and studies of $\Lambda_c^+\pi^-$ resonances. // Phys. Rev. D, v.78, p.112003.

[60] *Aubert B., ..., Blinov V.E., Bukin A.D., Buzykaev A.R., 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 the decay $D_s^+ \to K^+K^-e^+\nu_e$. // Phys. Rev. D, 2008, v.78, p.051101.

[61] *Aubert B., ..., Blinov V.E., Bukin A.D., Buzykaev A.R., 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 observables in $B^\pm \to D^0_{CP}K^\pm$ decays. // Phys. Rev. D, 2008, v.77, N11, p.111102-1-8.

[62] *Aubert B., ..., Blinov V.E., Bukin A.D., Buzykaev A.R., 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 $\bar{B} \to D^{(*)}(\pi)\ell^-\bar{\nu}_\ell$ decays in events with a fully reconstructed B meson. // Phys. Rev. Lett, 2008, v.100, N15, p.151802-1-8.

[63] *Aubert B., ..., Blinov V.E., Bukin A.D., Buzykaev A.R., 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 $B^- \to D^{*0}e^-\bar{\nu}_e$. // Phys. Rev. Lett., 2008, v.100, N23, p.231803-1-7.

[64] *Aubert B., ..., Blinov V.E., Bukin A.D., Buzykaev A.R., 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 D^0-$\bar{D}^0$ mixing using the ratio of lifetimes for the decays $D^0 \to K^-\pi^+$, K^-K^+, and $\pi^-\pi^+$. // Phys. Rev. D, 2008, v.78, N1, p.011105-1-9.

[65] *Aubert B., ..., Blinov V.E., Bukin A.D., Buzykaev A.R., 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 $B \to X_s\gamma$ branching fraction and photon energy spectrum using the recoil method. // Phys. Rev. D, 2008, v.77, N5, p.051103-1-8.

[66] *Aubert B., ..., Blinov V.E., Bukin A.D., Buzykaev A.R., 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.)*. Dalitz plot analysis of the decay $B^0(\bar{B}^0) \to K^\pm\pi^\mp\pi^0$. // Phys. Rev. D, 2008, v.78, p.052005.

[67] *Aubert B., ..., Blinov V.E., Bukin A.D., Buzykaev A.R., 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 $B^0 \to D^{\mp}K^0\pi^{\pm}$ decays. // Phys. Rev. D, 2008, v.77, N7, 071102-1-9.

[68] *Aubert B., ..., Blinov V.E., Bukin A.D., Buzykaev A.R., 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 $\tau^{\pm} \to \ell^{\pm}\omega(\ell = e, \mu)$. // Phys. Rev. Lett, 2008, v.100, N7, p.071802-1-7.

[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.).* Search for CPT and Lorentz violation in B^0-$\bar{B}^0$ oscillations with dilepton events. // Phys. Rev. Lett, 2008, v.100, N13, p.131802-1-7.

[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 semileptonic decays $B \to D^*\tau^-\bar{\nu}_\tau$ and evidence for $B \to D\tau^-\bar{\nu}_\tau$. // Phys. Rev. Lett., 2008, v.100, N2, p.021801-1-7.

[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 CP violation in the decays $D^0 \to K^-K^+$ and $D^0 \to \pi^-\pi^+$. // Phys. Rev. Lett, 2008, v.100, N6, p.061803-1-7.

[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.).* Search for decays of B^0 mesons into e^+e^-, $\mu^+\mu^-$, and $e^{\pm}\mu^{\mp}$ final states. // Phys. Rev. D, 2008, v.77, N3, p.032007-1-8.

[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.).* Observation of $B^+ \to a_1^+(1260)K^0$ and $B^0 \to a_1^-(1260)K^+$. // Phys. Rev. Lett, 2008, v.100, N5, p.051803-1-7.

[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.).* Study of $\bar{B} \to \Xi_c\bar{\Lambda}_c^-$ and $\bar{B} \to \Lambda_c^+\bar{\Lambda}_c^-\bar{K}$ decays at BABAR. // Phys. Rev. D, v.77, p.031101.

[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.).* Measurements of $e^+e^- \to K^+K^-\eta$, $K^+K^-\pi^0$ and $K_S^0K^{\pm}\pi^{\mp}$ cross sections using initial state radiation events. // Phys. Rev. D, 2008, v.77, N9, p.092002-1-29.

[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.).* Measurements of partial branching fractions for $\bar{B} \to X_u\ell\bar{\nu}$ and determination of $|V_{ub}|$. // Phys. Rev. Lett, 2008, v.100, N17, p.171802-1-7.

[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.).* // Observation of $B^0 \to K^{*0}\bar{K}^{*0}$ and search for $B^0 \to K^{*0}K^{*0}$. // Phys. Rev. Lett, 2008, v.100, N8, p.081801-1-7.

[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.).* Study of resonances in exclusive B decays to $\bar{D}^{(*)}D^{(*)}K$.. // Phys. Rev. D, 2008, v.77, N1, p.011102-1-8.

[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.).* Search for $B^+ \to \tau^+\nu$ decays with hadronic B tags. // Phys. Rev. D, 2008, v.77, N1, p.011107-1-9.

[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.).* Observation of $Y(3940) \to J/\psi\omega$ in $B \to J/\psi\omega K$ at BABAR. // Phys. Rev. Lett., 2008, v.101, N8, p.082001-1-7.

[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.).* Study of excited charm-strange baryons with evidence for new baryons $\Xi_c(3055)^+$ and $\Xi_c(3123)^+$. // Phys. Rev. D, 2008, v.77, N1, p.012002-1-12.

[82] *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-violating asymmetries in $B^0 \to K^0_S\pi^0$ and of the branching fraction $B^0 \to K^0\pi^0$. // Phys. Rev. D, 2008, v.77, N1, p.012003-1-9.

[83] *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 $B^+ \to a_0^+\pi^0$. // Phys. Rev. D, 2008, v.77, N1, p.011101-1-8.

[84] *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 $B^0 \to e^+e^-\gamma$ and $B^0 \to \mu^+\mu^-\gamma$. // Phys. Rev. D, 2008, v.77, N1, p.011104-1-7.

[85] *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 $B^- \to D_s^{(*)+}K^-\pi^-$ and $\bar{B}^0 \to D_s^+K^0_S\pi^-$ and search for $\bar{B}^0 \to D_s^{*+}K^0_S\pi^-$ and $B^- \to D_s^{(*)+}K^-K^-$. // Phys. Rev. Lett., 2008, v.100, p.171803.

[86] *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 absolute branching fraction of $D^0 \to K^-\pi^+$. // Phys. Rev. Lett, 2008, v.100, N5, p.051802-1-7.

[87] *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 $B^0 \to D^{*-}\ell^+\nu_\ell$ and of the CKM matrix element $|V_{cb}|$. // Phys. Rev. D, 2008, v.77, N3, p.032002-1-18.

[88] *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.).* Exclusive branching-fraction measurements of semileptonic τ decays into three charged hadrons, $\phi\pi^-\nu_\tau$, and $\phi K^-\nu_\tau$. // Phys. Rev. Lett, 2008, v.100, N1, p.011801-1-7.

[89] *Barnyakov A.Yu., Barnyakov M.Yu., Bobrovnikov V.S., Buzykaev A.R., Danilyuk A.F., Gulevich V.V., Kirillov V.L., Kononov S.A., Kravchenko E.A., Onuchin*

A.P., Porosev V.V. Focusing aerogel RICH optimization. // NIM A, 2008, v.595, N1, p.100-103.

[90] *Telnov V.I.* Introduction to the photon linear collider. // Nuclear Physics B (Proc. Suppl.), 2008, v.184, p.271-286.

[91] *Hayasaka K., ..., Arinstein K., Aulchenko V., Bedny I., Bondar A., Eidelman S., Epifanov D., Gabyshev N., Garmash A., Krokovny P., Kuzmin A., Poluektov A., Shebalin V., Shwartz B., Usov Y., Vinokurova A., Zhilich V., Zhulanov V., Zyukova O., et al. (Belle Collab.).* New search for $\tau \to \mu\gamma$ and $\tau \to e\gamma$ decays at Belle. // Phys. Lett. B, 2008, v.666, p.16.

[92] *Lin S.-W., ..., Arinstein K., Aulchenko V., Bedny I., Bondar A., Eidelman S., Epifanov D., Gabyshev N., Garmash A., Krokovny P., Kuzmin A., Poluektov A., Shebalin V., Shwartz B., Usov Y., Vinokurova A., Zhilich V., Zhulanov V., Zyukova O., et al. (Belle Collab.).* Observation of direct CP violation in $B \to K\pi$ decays. Nature, 2008, v.452, p.332.

[93] *Uehara S., ..., Arinstein K., Aulchenko V., Bedny I., Bondar A., Eidelman S., Epifanov D., Gabyshev N., Garmash A., Krokovny P., Kuzmin A., Poluektov A., Shebalin V., Shwartz B., Usov Y., Vinokurova A., Zhilich V., Zhulanov V., Zyukova O., et al. (Belle Collab.).* High-statistics measurement of neutral pion-pair production in two-photon collisions. // Phys. Rev. D, 2008, v.78, p.052004.

[94] *Wei J.-T., Arinstein K., Aulchenko V., Bedny I., Bondar A., Eidelman S., Epifanov D., Gabyshev N., Garmash A., Krokovny P., Kuzmin A., Poluektov A., Shebalin V., Shwartz B., Usov Y., Vinokurova A., Zhilich V., Zhulanov V., Zyukova O., et al. (Belle Collab.).* Study of the decay mechanism for $B^+ \to p\bar{p}K^+$ and $B^+ \to p\bar{p}\pi^+$. Phys. Lett. B, 2008, v.659, p.80.

[95] *Wicht J., Arinstein K., ..., Aulchenko V., Bedny I., Bondar A., Eidelman S., Epifanov D., Gabyshev N., Garmash A., Krokovny P., Kuzmin A., Poluektov A., Shebalin V., Shwartz B., Usov Y., Vinokurova A., Zhilich V., Zhulanov V., Zyukova O. (Belle Collab.).* Search for resonant $B^\pm \to K^\pm h \to K^\pm\gamma\gamma$ decays at Belle. Phys. Lett. B, 2008, v.662, p.323.

[96] *Pakhlova G., ..., Arinstein K., Aulchenko V., Bedny I., Bondar A., Eidelman S., Epifanov D., Gabyshev N., Garmash A., Krokovny P., Kuzmin A., Poluektov A., Shebalin V., Shwartz B., Usov Y., Vinokurova A., Zhilich V., Zhulanov V., Zyukova O., et al. (Belle Collab.).* Measurement of the near-threshold $e^+e^- \to D\bar{D}$ cross section using initial-state radiation. // Phys. Rev. D, 2008, v.77, N1, p.011103-1-5.

[97] *Yuan C.Z., ..., Arinstein K., Aulchenko V., Bedny I., Bondar A., Eidelman S., Epifanov D., Gabyshev N., Garmash A., Krokovny P., Kuzmin A., Poluektov A., Shebalin V., Shwartz B., Usov Y., Vinokurova A., Zhilich V., Zhulanov V., Zyukova O., et al. (Belle Collab.).* Observation of e+e- —> K+K-J/psi via initial-state radiation at Belle. // Phys. Rev. D, 2008, v.77, N1, p.011105-1-6.

[98] *Balagura V., Arinstein K., Aulchenko V., Bondar A., Eidelman S., Epifanov D., Gabyshev N., Kuzmin A., Usov Y., Zhilich V., Zhulanov V., Zyukova O., et al. (BABAR Collab.).* Observation of $D_{s1}(2536)^+ \to D^+\pi^-K^+$ and angular decomposition of $D_{s1}(2536)^+ \to D^{*+}K^0_S$. // Phys. Rev. D, 2008, v.77, N3, p.032001-1-10.

[99] *Uchida Y., ..., Arinstein K., Aulchenko V., Bedny I., Bondar A., Eidelman S., Epifanov D., Gabyshev N., Garmash A., Krokovny P., Kuzmin A., Poluektov A., Shebalin V., Shwartz B., Usov Y., Vinokurova A., Zhilich V., Zhulanov V., Zyukova

O., et al. (Belle Collab.). Search for $\bar{B}^0 \to \Lambda_c^+ \Lambda_c^-$ decay at Belle.
Phys. Rev. D, 2008, v.77, N5, p.051101-1-6.

[100] *Ushiroda Y., ..., Arinstein K., Aulchenko V., Bedny I., Bondar A., Eidelman S., Epifanov D., Gabyshev N., Garmash A., Krokovny P., Kuzmin A., Poluektov A., Shebalin V., Shwartz B., Usov Y., Vinokurova A., Zhilich V., Zhulanov V., Zyukova O., et al. (Belle Collab.).* Time-dependent CP-violating asymmetry in $B^0 \to \rho^0\gamma$ decays. // Phys. Rev. Lett., 2008, v.100, N2, p.021602-1-5.

[101] *Pakhlova G., ..., Arinstein K., Aulchenko V., Bedny I., Bondar A., Eidelman S., Epifanov D., Gabyshev N., Garmash A., Krokovny P., Kuzmin A., Poluektov A., Shebalin V., Shwartz B., Usov Y., Vinokurova A., Zhilich V., Zhulanov V., Zyukova O., et al. (Belle Collab.).* Observation of the $\psi(4415) \to D\bar{D}_2^*(2460)$ decay using initial-state radiation. // Phys. Rev. Lett, 2008, v.100, N6, p.062001-1-6.

[102] *Brodzicka J., ..., Arinstein K., Aulchenko V., Bedny I., Bondar A., Eidelman S., Epifanov D., Gabyshev N., Garmash A., Krokovny P., Kuzmin A., Poluektov A., Shebalin V., Shwartz B., Usov Y., Vinokurova A., Zhilich V., Zhulanov V., Zyukova O., et al. (Belle Collab.).* Observation of a new D_{sJ} in $B^+ \to \bar{D}^0 D^0 K^+$ decays. // Phys. Rev. Lett., 2008, v.100, N9, p.092001-1-6.

[103] *Pakhlov P., ..., Arinstein K., Aulchenko V., Bedny I., Bondar A., Eidelman S., Epifanov D., Gabyshev N., Garmash A., Krokovny P., Kuzmin A., Poluektov A., Shebalin V., Shwartz B., Usov Y., Vinokurova A., Zhilich V., Zhulanov V., Zyukova O., et al. (Belle Collab.).* Production of new charmonium-like states in $e^+e^- \to J/\psi D^{(*)}\bar{D}^{(*)}$ at madrigal $s = 10.6$ GeV. // Phys. Rev. Lett., 2008, v.100, N20, p.202001-1-5.

[104] *Kusaka A., ..., Arinstein K., Aulchenko V., Bedny I., Bondar A., Eidelman S., Epifanov D., Gabyshev N., Garmash A., Krokovny P., Kuzmin A., Poluektov A., Shebalin V., Shwartz B., Usov Y., Vinokurova A., Zhilich V., Zhulanov V., Zyukova O., et al. (Belle Collab.).* Measurement of CP asymmetries and branching fractions in a time-dependent Dalitz analysis of $B^0 \to (\rho\pi)^0$ and a constraint on the quark mixing angle ϕ_2. // Phys. Rev. D, 2008, v.77, N7, 072001-1-25.

[105] *Miyazaki Y., ..., Arinstein K., Aulchenko V., Bedny I., Bondar A., Eidelman S., Epifanov D., Gabyshev N., Garmash A., Krokovny P., Kuzmin A., Poluektov A., Shebalin V., Shwartz B., Usov Y., Vinokurova A., Zhilich V., Zhulanov V., Zyukova O., et al. (Belle Collab.).* Search for lepton flavor-violating τ decays into three leptons.
Phys. Lett. B, 2008, v.660, p.154.

[106] *Liventsev D., ..., Arinstein K., Aulchenko V., Bedny I., Bondar A., Eidelman S., Epifanov D., Gabyshev N., Garmash A., Krokovny P., Kuzmin A., Poluektov A., Shebalin V., Shwartz B., Usov Y., Vinokurova A., Zhilich V., Zhulanov V., Zyukova O., et al. (Belle Collab.).* Study of $B \to D^{(*)}l\nu$ upsilon with full reconstruction tagging. // Phys. Rev. D, 2008, v.77, N9, p.091503-1-7.

[107] *Chen K, F., ..., Arinstein K., Aulchenko V., Bedny I., Bondar A., Eidelman S., Epifanov D., Gabyshev N., Garmash A., Krokovny P., Kuzmin A., Poluektov A., Shebalin V., Shwartz B., Usov Y., Vinokurova A., Zhilich V., Zhulanov V., Zyukova O., et al. (Belle Collab.).* Observation of anomalous $\pi^+\pi^-\Upsilon(1S)$ and $\pi^+\pi^-\Upsilon(2S)$ production near the $\Upsilon(5S)$ resonance. // Phys. Rev. Lett, 2008, v.100, N11, p.112001-1-6.

[108] *Wicht J., ..., Arinstein K., Aulchenko V., Bedny I., Bondar A., Eidelman S., Epifanov D., Gabyshev N., Garmash A., Krokovny P., Kuzmin A., Poluektov A., Shebalin V., Shwartz B., Usov Y., Vinokurova A., Zhilich V., Zhulanov V., Zyukova O., et al. (Belle Collab.).* Observation of $B_S^0 \to \phi\gamma$ and search for $B_S^0 \to \gamma\gamma$ decays at Belle. // Phys. Rev. Lett, 2008, v.100, N12, p.121801-1-6.

[109] *Nakahama Y., ..., Arinstein K., Aulchenko V., Bedny I., Bondar A., Eidelman S., Epifanov D., Gabyshev N., Garmash A., Krokovny P., Kuzmin A., Poluektov A., Shebalin V., Shwartz B., Usov Y., Vinokurova A., Zhilich V., Zhulanov V., Zyukova O., et al. (Belle Collab.).* Measurement of time-dependent CP-violating parameters in $B^0 \to K_S^0 K_S^0$ decays. // Phys. Rev. Lett, 2008, v. 100, N12, p.121601-1-5.

[110] *Choi S.K., ..., Arinstein K., Aulchenko V., Bedny I., Bondar A., Eidelman S., Epifanov D., Gabyshev N., Garmash A., Krokovny P., Kuzmin A., Poluektov A., Shebalin V., Shwartz B., Usov Y., Vinokurova A., Zhilich V., Zhulanov V., Zyukova O., et al. (Belle Collab.).* Observation of a resonance like structure in the $\pi^{\pm}\psi'$ mass distribution in exclusive $B \to K\pi^{\pm}\psi'$ decays. // Phys. Rev. Lett., 2008, v.100, N14, p.142001-1-6.

[111] *Widhalm L., ..., Arinstein K., Aulchenko V., Bedny I., Bondar A., Eidelman S., Epifanov D., Gabyshev N., Garmash A., Krokovny P., Kuzmin A., Poluektov A., Shebalin V., Shwartz B., Usov Y., Vinokurova A., Zhilich V., Zhulanov V., Zyukova O., et al. (Belle Collab.).* Measurement of $\mathcal{B}(D_s^+ \to \mu^+\nu_\mu)$. // Phys. Rev. Lett., 2008, v.100, N24, p.241801-1-6.

[112] *Bitenc U., ..., Arinstein K., Aulchenko V., Bedny I., Bondar A., Eidelman S., Epifanov D., Gabyshev N., Garmash A., Krokovny P., Kuzmin A., Poluektov A., Shebalin V., Shwartz B., Usov Y., Vinokurova A., Zhilich V., Zhulanov V., Zyukova O., et al. (Belle Collab.).* Improved search for $D^0 - \bar{D}^0$ mixing using semileptonic decays at Belle. // Phys. Rev. D, 2008, v.77, N11, p.112003-1-20.

[113] *Schwanda C., ..., Arinstein K., Aulchenko V., Bedny I., Bondar A., Eidelman S., Epifanov D., Gabyshev N., Garmash A., Krokovny P., Kuzmin A., Poluektov A., Shebalin V., Shwartz B., Usov Y., Vinokurova A., Zhilich V., Zhulanov V., Zyukova O., et al. (Belle Collab.).* Measurement of the moments of the photon energy spectrum in $|V_{cb}|$ gamma decays and determination of $|V_{cb}|$ and m_b at Belle. // Phys. Rev. D, 2008, v.78, N3, p.032016-1-13.

[114] *Arinstein K., Aulchenko V., Bedny I., Bondar A., Eidelman S., Epifanov D., Gabyshev N., Garmash A., Krokovny P., Kuzmin A., Poluektov A., Shebalin V., Shwartz B., Usov Y., Vinokurova A., Zhilich V., Zhulanov V., Zyukova O., et al. (Belle Collab.).* Measurement of the ratio $B(D^0 \to \pi^+\pi^-\pi^0)/B(D^0 \to K^-\pi^+\pi^0)$ and the time-integrated CP asymmetry in $D^0 \to \pi^+\pi^-\pi^0$, Phys. Lett. B, 2008, v.662, p.102.

[115] *Nishio Y., ..., Arinstein K., Aulchenko V., Bedny I., Bondar A., Eidelman S., Epifanov D., Gabyshev N., Garmash A., Krokovny P., Kuzmin A., Poluektov A., Shebalin V., Shwartz B., Usov Y., Vinokurova A., Zhilich V., Zhulanov V., Zyukova O. (Belle Collab.).* Search for lepton-flavor-violating $\tau \to lV^0$ decays at Belle. Phys. Lett. B, 2008, v.664, p.35.

[116] *Adachi I., ..., Arinstein K., Aulchenko V., Bedny I., Bondar A., Eidelman S., Epifanov D., Gabyshev N., Garmash A., Krokovny P., Kuzmin A., Poluektov A., Shebalin V., Shwartz B., Usov Y., Vinokurova A., Zhilich V., Zhulanov V., Zyukova O., et al. (Belle Collab.).* Measurement of the branching fraction and charge

asymmetry of the decay $B^+ \to D^+\bar{D}^0$ and search for $B^0 \to D^0\bar{D}^0$. // Phys. Rev. D, 2008, v.77, N9, p.091101-1-5.

[117] *Chen J.H., ..., Arinstein K., Aulchenko V., Bedny I., Bondar A., Eidelman S., Epifanov D., Gabyshev N., Garmash A., Krokovny P., Kuzmin A., Poluektov A., Shebalin V., Shwartz B., Usov Y., Vinokurova A., Zhilich V., Zhulanov V., Zyukova O., et al. (Belle Collab.).* Observation of $B^0 \to p\bar{p}K^{*0}$ with a large K^{*0} polarization. // Phys. Rev. Lett., 2008, v.100, N25, p.251801-1-5.

[118] *Sahoo H., Arinstein K., Aulchenko V., Bedny I., Bondar A., Eidelman S., Epifanov D., Gabyshev N., Garmash A., Krokovny P., Kuzmin A., Poluektov A., Shebalin V., Shwartz B., Usov Y., Vinokurova A., Zhilich V., Zhulanov V., Zyukova O., et al. (Belle Collab.).* Measurements of time-dependent CP violation in $B^0 \to \psi(2S)K^0_S$ decays. // Phys. Rev. D, 2008, v.77, N9, p.091103-1-6.

[119] *Lesiak T., Arinstein K., ..., Aulchenko V., Bedny I., Bondar A., Eidelman S., Epifanov D., Gabyshev N., Garmash A., Krokovny P., Kuzmin A., Poluektov A., Shebalin V., Shwartz B., Usov Y., Vinokurova A., Zhilich V., Zhulanov V., Zyukova O., et al. (Belle Collab.).* Measurement of masses of $\Xi_c(2645)$ and $\Xi_c(2815)$ baryons and observation of $\Xi_c(2980) \to \Xi_c(2645)\pi$. // Phys. Lett. B, 2008, v.665, p.9.

[120] *Horii Y., ..., Arinstein K., Aulchenko V., Bedny I., Bondar A., Eidelman S., Epifanov D., Gabyshev N., Garmash A., Krokovny P., Kuzmin A., Poluektov A., Shebalin V., Shwartz B., Usov Y., Vinokurova A., Zhilich V., Zhulanov V., Zyukova O., et al. (Belle Collab.).* Study of the suppressed B meson decay $B^- \to DK^-$, $D \to K^+\pi^-$. // Phys. Rev. D, 2008, v.78, N7, p.071901-1-7.

[121] *Iwabuchi M., ..., Arinstein K., Aulchenko V., Bedny I., Bondar A., Eidelman S., Epifanov D., Gabyshev N., Garmash A., Krokovny P., Kuzmin A., Poluektov A., Shebalin V., Shwartz B., Usov Y., Vinokurova A., Zhilich V., Zhulanov V., Zyukova O., et al. (Belle Collab.).* Search for $B^+ \to D^{*+}\pi^0$ decay. // Phys. Rev. Lett., 2008, v.101, N4, p.041601-1-5.

[122] *Wei J.T., ..., Arinstein K., Aulchenko V., Bedny I., Bondar A., Eidelman S., Epifanov D., Gabyshev N., Garmash A., Krokovny P., Kuzmin A., Poluektov A., Shebalin V., Shwartz B., Usov Y., Vinokurova A., Zhilich V., Zhulanov V., Zyukova O., et al. (Belle Collab.).* Search for $B \to \pi l^+ l^-$ decays at Belle. // Phys. Rev. D, 2008, v.78, N1, p.011101-1-6.

[123] *Taniguchi N., ..., Arinstein K., Aulchenko V., Bedny I., Bondar A., Eidelman S., Epifanov D., Gabyshev N., Garmash A., Krokovny P., Kuzmin A., Poluektov A., Shebalin V., Shwartz B., Usov Y., Vinokurova A., Zhilich V., Zhulanov V., Zyukova O., et al. (Belle Collab.).* Improved measurements of $B \to \rho\gamma$ and $B \to \omega\gamma$. Phys. Rev. Lett., 2008, v.101, p.111801.

[124] *Seidl R., ..., Arinstein K., Aulchenko V., Bedny I., Bondar A., Eidelman S., Epifanov D., Gabyshev N., Garmash A., Krokovny P., Kuzmin A., Poluektov A., Shebalin V., Shwartz B., Usov Y., Vinokurova A., Zhilich V., Zhulanov V., Zyukova O., et al. (Belle Collab.).* Measurement of azimuthal asymmetries in inclusive production of hadron pairs in e^+e^- annihilation at radical $s = 10.58$ GeV. // Phys. Rev. D, 2008, v.78, N3, p.032011-1-24.

[125] *Liu Y., ..., Arinstein K., Aulchenko V., Bedny I., Bondar A., Eidelman S., Epifanov D., Gabyshev N., Garmash A., Krokovny P., Kuzmin A., Poluektov A., Shebalin V., Shwartz B., Usov Y., Vinokurova A., Zhilich V., Zhulanov V., Zyukova O., et al.*

(Belle Collab.). Search for $B \to J/\psi\phi$ decays. // Phys. Rev. D, 2008, v.78, N1, p.011106-1-5.

[126] *Fujikawa M., ..., Eidelman S., Arinstein K., Aulchenko V., Bedny I., Bondar A., Epifanov D., Gabyshev N., Kuzmin A., Poluektov A., Shebalin V., Shwartz B., Usov Y., Vinokurova A., Zhilich V., Zhulanov V., Zyukova O., et al. (Belle Collab.)*. High-statistics study of the $\tau \to \pi\pi^0\nu$ decay. // Phys. Rev. D, 2008, v.78, N7, p.072006-1-22.

[127] *Bhardwaj V., ..., Arinstein K., Aulchenko V., Bedny I., Bondar A., Eidelman S., Epifanov D., Gabyshev N., Garmash A., Krokovny P., Kuzmin A., Poluektov A., Shebalin V., Shwartz B., Usov Y., Vinokurova A., Zhilich V., Zhulanov V., Zyukova O., et al. (Belle Collab.)*. Observation of $B^{\pm} \to \psi(2S)\pi^{\pm}$ and search for direct CP-violation.
Phys. Rev. D(RC), 2008, v.78, p,051104.

[128] *Staric M., ..., Arinstein K., Aulchenko V., Bedny I., Bondar A., Eidelman S., Epifanov D., Gabyshev N., Garmash A., Krokovny P., Kuzmin A., Poluektov A., Shebalin V., Shwartz B., Usov Y., Vinokurova A., Zhilich V., Zhulanov V., Zyukova O., et al. (Belle Collab.)*. Measurement of CP asymmetry in Cabibbo-suppressed D^0 decays. // Phys. Lett. B, 2008, v.670, p.190.

[129] *Li J., ..., Arinstein K., Aulchenko V., Bedny I., Bondar A., Eidelman S., Epifanov D., Gabyshev N., Garmash A., Krokovny P., Kuzmin A., Poluektov A., Shebalin V., Shwartz B., Usov Y., Vinokurova A., Zhilich V., Zhulanov V., Zyukova O., et al. (Belle Collab.)*. Measurement of the time-dependent CP asymmetries in $B^0 \to K^0_S\rho^0\gamma$ decays. // Phys. Rev. Letters, 2008, v.101, N25, p.251601-1-6.

[130] *Kim H.O., ..., Arinstein K., Aulchenko V., Bedny I., Bondar A., Eidelman S., Epifanov D., Gabyshev N., Garmash A., Krokovny P., Kuzmin A., Poluektov A., Shebalin V., Shwartz B., Usov Y., Vinokurova A., Zhilich V., Zhulanov V., Zyukova O., et al. (Belle Collab.)*. Study of intermediate two-body decays in $\bar{B}^0 \to \Sigma_c(2455)^0\bar{p}\pi^+$. // Phys. Lett. B, 2008, v.669, p.287.

[131] *Mizuk R., ..., Arinstein K., Aulchenko V., Bedny I., Bondar A., Eidelman S., Epifanov D., Gabyshev N., Garmash A., Krokovny P., Kuzmin A., Poluektov A., Shebalin V., Shwartz B., Usov Y., Vinokurova A., Zhilich V., Zhulanov V., Zyukova O., et al. (Belle Collab.)*. Observation of two resonance like structures in the $\pi^+\chi_{c1}$ mass distribution in exclusive anti $\overline{B^0} \to K^-\pi^+\chi_{c1}$ decays. // Phys. Rev. D, 2008, v.78, N7, p.072004-1-14.

[132] *Kumar R., ..., Arinstein K., Aulchenko V., Bedny I., Bondar A., Eidelman S., Epifanov D., Gabyshev N., Garmash A., Krokovny P., Kuzmin A., Poluektov A., Shebalin V., Shwartz B., Usov Y., Vinokurova A., Zhilich V., Zhulanov V., Zyukova O., et al. (Belle Collab.)*. Evidence for $B^0 \to \chi_{c1}\pi^0$ at Belle. // Phys. Rev. D, 2008, v.78, N9, p.091104-1-6.

[133] *Goldenzweig P., ..., Arinstein K., Aulchenko V., Bedny I., Bondar A., Eidelman S., Epifanov D., Gabyshev N., Garmash A., Krokovny P., Kuzmin A., Poluektov A., Shebalin V., Shwartz B., Usov Y., Vinokurova A., Zhilich V., Zhulanov V., Zyukova O., et al. (Belle Collab.)*. Evidence for neutral B meson decays to ωK^{*0}. // Phys. Rev. Letters, 2008, v.101, N23, p.231801-1-6.

[134] *Chiang C.-C., ..., Arinstein K., Aulchenko V., Bedny I., Bondar A., Eidelman S., Epifanov D., Gabyshev N., Garmash A., Krokovny P., Kuzmin A., Poluektov A., Shebalin V., Shwartz B., Usov Y., Vinokurova A., Zhilich V., Zhulanov V., Zyukova*

O., et al. (Belle Collab.). Measurement of $B^0 \to \pi^+\pi^-\pi^+\pi^-$ decays and search for $B^0 \to \rho^0\rho^0$. // Phys. Rev. D, 2008, v.78, p.111102(R).

[135] *Pakhlova G., ..., Arinstein K., Aulchenko V., Bedny I., Bondar A., Eidelman S., Epifanov D., Gabyshev N., Garmash A., Krokovny P., Kuzmin A., Poluektov A., Shebalin V., Shwartz B., Usov Y., Vinokurova A., Zhilich V., Zhulanov V., Zyukova O., et al. (Belle Collab.).* Observation of a near-threshold enhancement in the $e^+e^- \to \Lambda_c^+\Lambda_c^-$ cross section using initial-state radiation. // Phys. Rev. Lett., 2008, v.101, N17, p.172001-1-6.

[136] *Amsler C., ..., Eidelman S., et al. (Particle Data Group).* Review of Particle Physics. // Phys. Lett. B, 2008, v.667, N1/5, 1340p.

[137] *Korkin R., Baru S.E., Porosev V.V., Savinov G.A.* Application of gas-filled detectors for well logging. // Journal of Instrumentation, 2008, N3, p.06001.

[138] *Aulchenko V.M., Papushev P.A., Sharafutdinov M.R., Shekhtman L.I., Titov V.M., Tolochko B.P., Zhulanov V.V.* Development of a one-coordinate gaseous detector for wide angle diffraction studies. // Journal of Instrumentation, 2008, v.3, April, p.04008-04019.

[139] *Aulchenko V.M., Evdokov O.V., Shekhtman L.I., Ten K.A., Tolochko B.P., Zhogin I.L., Zhulanov V.V.* Detector for imaging of explosions: present status and future prospects with higher energy X-rays. // Journal of Instrumentation, 2008, v.3, May, p05004-05020.

[140] *A. Augusto Alves Jr, Shekhtman L.I., et al (The LHCb Collaboration).* The LHCb detector at the LHC. // Journal of Instrumentation (JINST), 2008, N3, S08005.

[141] *Shamov A.G., 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.V., Bobrovnikov V.S., Bogomyagkov A.V., Bondar A.E., Bondarev D.V., Buzykaev A.R., Eidelman S.I., Glukhovchenko Yu.M., Groshev V.R.,Gulevich V.V., Karnaev S.E., Karpov G.V., Karpov S.V., Kiselev V.A., Kononov S.A., Kozlova T.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.I., Morozov I.I., Muchnoi N.Yu., Neufeld V.V., Nikitin S.A., Nikolaev I.B., Okunev I.N., 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., Popkov I.N., Pospelov G.E., Prisekin V.G., Ruban A.A., Sandyrev V.K., Savinov G.A., Shatilov D.N., Shwartz B.A., Simonov E.A., Sinyatkin S.V., Skovpen Yu.I., Skrinsky A.N., Smaluk V.V., Soukharev A.M., 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., Zhulanov V.V., Zhuravlev A.N. (KEDR Collaboration).* Results on J/ψ, $\psi(2S)$, $\psi(3770)$ from KEDR. // Nuclear Phys. B (Proc. Suppl.), 181-182 (2008) 353-357.

[142] *Shamov A.G., 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.V., Bobrovnikov V.S., Bogomyagkov A.V., Bondar A.E., Bondarev D.V., Buzykaev A.R., Eidelman S.I., Glukhovchenko Yu.M., Gulevich V.V., Karnaev S.E., Karpov G.V., Karpov S.V., Kiselev V.A., Kononov S.A., Kozlova T.A., Kotov K.Yu., Kravchenko E.A., 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.I., Morozov I.I., Muchnoi N.Yu., Neufeld V.V., Nikitin S.A., Nikolaev I.B., Okunev I.N., 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., Popkov I.N., Pospelov G.E., Prisekin V.G., Ruban A.A., Sandyrev V.K., Savinov G.A., Shatilov D.N., Shwartz B.A., Simonov E.A., Sinyatkin S.V., Skovpen Yu.I., Skrinsky A.N., Smaluk V.V., Soukharev A.M., Starostina E.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., Zhulanov V.V., Zhuravlev A.N. (KEDR Collaboration). Tau mass measurement at KEDR. // Nuclear Phys. B (Proc. Suppl.), 181-182 (2008) 311-313.

[143] *Бару С.Е.* Эффективный персональный досмотр - противодействие терроризму. // Вопросы оборонной техники, 2008, сер.16, вып.1-2, с.10-13.

[144] *Руднева Т.В., Неустроев В.А., Украинцев Ю.Г.* Применение малодозной цифровой рентгенографической установки в акушерской практике. // Медицинский бизнес, 2008, v.165, N3, с.38.

[145] *Бабичев Е.А., Украинцев Ю.Г., Раевский И.В.* Цифровой микродозовый сканер для рентгенодиагностики в оториноларингологии. // Медицинский алфавит, 2008, N1, с.34.

[146] *Бабичев Е.А., Украинцев Ю.Г., Борисенко А.П., Юрченко Ю.Б.* Возможности сканирующего метода медицинской визуализации. // Радиология - Практика, 2008, N3, с.36-41.

[147] *Bennett G.W., ..., Druzhinin V.P., Fedotovich G.V., Grigoriev D., Khazin B.I., Logashenko I., Redin S.I., Ryskulov N., Shatunov Yu.M., Solodov E., et al. (Muon g-2 Collaboration).* Search for Lorentz and CPT violation effects in muon spin precession. // Phys. Rev. Lett., 2008, v.100, N9, p.091602-1-5.

[148] *Akhmetshin R.R., Aulchenko V.M., Banzarov V.Sh., Barko L.M., Baru S.E., Bashtovoy N.S., Bondar A.E., Bondarev D.V., Bragin A.V., Eidelman S.I., Epifanov D.A., Fedotovich G.V., Gabyshev N.I., Grebeniuk A.A., Grigoriev D.N., Ignatov F.V., Karpov S.V., Kazanin V.F., Khazin B.I., Koop I.A., Krokovny P.P., Kuzmin A.S., Logashenko I.B., P.A.Lukin, Lysenko A.P., Mikhailov K.Yu., Okhapkin V.S., Perevedentsev E.A., Popov A.S., Redin S.I., Ruban A.A., Ryskulov N.M., Shatunov Yu.M., Shwartz B.A., Sibidanov A.L., Snopkov I.G., Solodov E.P., Yudin Yu.V. (CMD-2 Collaboration).* Measurement of $e^+e^- \to \phi \to K^+K^-$ cross section with the CMD-2 detector at VEPP-2M collider. // Phys. Lett. B, 2008, v.669, p.217-222.

[149] *Аульченко В.М., Ахметшин Р.Р., Банзаров В.Ш., Барков Л.М., Баштовой Н.С., Бондарь А.Е., Брагин А.В., Гребенюк А.А., Григорьев Д.Н., Епифанов Д.А., Зайцев А.С., Игнатов Ф.В., Казанин В.Ф., Карпов С.В., Кооп И.А., Кроковный П.П., Кузьмин А.С., Логашенко И.Б., Лукин П.А., Михайлов К.Ю., Нестеренко И.Н., Отбоев А.В., Охапкин В.С., Переведенцев Е.А., Попов А.С., Редин С.И., Рубан А.А., Рыскулов Н.М., Сибиданов А.Л., Смахтин В.П., Снопков И.Г., Солодов Е.П., Федотович Г.В., Хазин Б.И., Шатунов Ю.М., Шварц Б.А., Эйдельман С.И., Юдин Ю.В.* Поиск распадов phi —> pi+ pi- gamma gamma и pi+ pi- eta с детектором КМД-2. // Письма в ЖЭТФ, 2008, т.88, с.93-98.

[150] *Pestrikov D.V.* Landau anti-damping of the coherent beam-beam instability. // NIM A, 2008, v.588, N3, p.336-346.

[151] *Avilov M. and Tecchio L.B.* Design of high power neutron converter for the SPIRAL-2 facility. // NIM B, 2008, v.266, p.4308-4313.

[152] *Pestrikov D.V.* Landau anti-damping of the coherent beam-beam instability. // NIM in Physics Research, A, 2008, v.588, N3, p.338.

[153] *Alyakrinskiy O., Gubin K., Martyshkin P., Tecchio L.* Influence of powder target grain size and porosity on release efficiency. // NIM in Physics Research, Section A: Accelerators, Spectrometers, Detectors and Associated Equipment (in press).

[154] *Astrelina K.V., Blinov M.F., Vsevolozhskaya T.A., Dikanskii N.S., Emanov F.A., Lapik R.M., Logachev P.V., Martyshkin P.V., Petrenko A.V., Rybitskaya T.V., Skrinskii A.N., Shiyankov S.V., Yaskina T.A.* Production of intense positron beams at the VEPP-5 injection complex. // JETP, 2008, v.106, N1, p.77-93.

[155] *Логачев П.В., Малютин Д.А., Старостенко А.А.* Применение электронного пучка низкой энергии как средства неразрушающей диагностики интенсивных пучков заряженных частиц. // ПТЭ, 2008, N1, с.5-33.

[156] *Бак П.А., Болховитянов Д.Ю., Логачев П.В., Малютин Д.А., Старостенко А.А., Цыганов А.С.* Измерение асимметрии продольного распределения заряда в электронном сгустке на коллайдере ВЭПП-4М. // ПТЭ, 2008, N6, с.92-98.

[157] *Variale Vincenzo, Valentino Vincenzo, Bak Petr A., Kuznetsov Gennady I., Skarbo Boris, Tiunov Michael A., Clauser Tarcisio, Boggia Antonio, Raino Antonio C.* Selective containment in EBIS for charge breeding applications. // NIMethods in Physics Research, Section A, v.592, N1-2, 11 July 2008, p.9-15.

[158] *Алиновский Н.И., Гончаров А.Д., Клюев В.Ф., Константинов С.Г., Константинов Е.С., Крючков А.М., Пархомчук В.В., Петриченков М.В., Растигеев С.А., Рева В.Б.* Ускорительный масс-спектрометр СО РАН. // послано в ЖТФ.

[159] *Пархомчук В.В., Растигеев С.А.* Исследование ионного фона в ускорительном масс-спектрометре СО РАН. // послано в ЖТФ.

[160] *Клюев В.Ф., Пархомчук В.В., Растигеев С.А.* Перезарядная мишень на парах магния для ускорительного масс-спектрометра. // послано в ПТЭ.

[161] *Алиновский Н.И., Константинов Е.С., Пархомчук В.В., Петрожицкий А.В., Растигеев С.А., Рева В.Б.* Времяпролетный детектор ионов малой энергии для ускорительного масс-спектрометра. // послано в ПТЭ.

[162] *Брызгунов М.И., Гончаров А.Д., Рева В.Б., Скоробогатов Д.Н.* Определение передаточной функции регулируемого объекта по характеристикам замкнутой системы с обратной связью. // Вестник НГУ. - Сер.: Физика, 2008, том 3, N3, с.104-113.

[163] *Parkhomchuk V.V., Skrinsky A.N.* Cooling methods for charged particle beams. // Review of Accelerator Science and Technology. - New Jersey: World Sci., 2008, v.1, p.237-257.

[164] *Козырев Е.В., Запрягаев И.А., Чернов К.Н.* Лабораторные работы по электродинамике СВЧ: специальный радиофизический практикум. // Новосибирск. - НГУ, 2008, 96с.

[165] *Иванов А.В., Тиунов М.А.* Применение метода граничных интегральных уравнений при моделировании формирования и динамики пучка в установках электронного охлаждения. // Вестник НГУ. - Серия: Физика, 2008, том 3, выпуск 1, с.56-61.

[166] *Иванов А.В., Тиунов М.А.* Расчет адиабатического инварианта для замагниченных интенсивных релятивистских пучков. // Вестник НГУ. - Серия: Физика, 2008, том 3, выпуск 2, с.76-79.

[167] *Федотов М.Г.* Конспекты ряда лекций к курсу "Основы радиоэлектроники". Дополнения. // 2008. - http://www.inp.nsk.su/ fedotov/lectures/.

[168] *Belchenko Yu., Sanin A., Gusev I., Khilchenko A., Kvashnin A., Rashchenko V., Savkin V., Zubarev P.* Direct current H^- source for boron neutron capture therapy tandem accelerator. // RSI, 2008, v.79, N2, pt.II, p.02A521-1-3.

[169] *Anchugov O.V., Chernov K.N., Filiptchenko A.V., Gudkov B.A., Kokin E.N., Matyash N.V., Medvedko A.S., Ostreiko G.N., Ruvinsky S.I., Serdobintsev G.V., Ushakov V.A., Grachev N.N., Khramtsov V.P., Spinko N.V., Dolgov A.M., Kil'disheva O.E., Korchuganov V.N., Krylov Yu.V., Odintsov D.G., Valentinov A.G., Yupinov Yu.L.* Status of the linear accelerator-injector at the TNK facility. // ВАНТ. - Сер.: Ядер. физ. исслед., 2008, N3, с.3-5. - http://vant.kipt.kharkov.ua.

[170] *Auslender V.L., Bryazgin A.A., Chernov K.N., Cheskidov V.G., Factorovich B.L., Gorbunov V.A., Gornakov I.V., Korobejnikov M.V., Kuznetsov G.I., Lukin A.N., Makarov I.G., Matyash N.V., Ostreiko G.N., Panfilov A.D., Serdobintsev G.V., Tarnetsky V.V., Tiunov M.A., Tkachenko V.O., Tuvik A.A.* ILU-12 commissioning. // ВАНТ. - Сер.: Ядер. физ. исслед., 2008, N3, с.20-24. - http://vant.kipt.kharkov.ua.

[171] *Auslender V.L., Gornakov I.V., Kuznetsov G.I., Makarov I.G., Matyash N.V., Ostreiko G.N., Panfilov A.D., Serdobintsev G.V., Tarnetsky V.V., Tiunov M.A.* RF gun for ILU-12 accelerator. // ВАНТ. - Сер.: Ядер. физ. исслед., 2008, N3, с.78-81. - http://vant.kipt.kharkov.ua.

[172] *Auslender V.L., Chernov K.N., Gornakov I.V., Kazarezov I.V., Makarov I.G., Matyash N.V., Ostreiko G.N., Panfilov A.D., Serdobintsev G.V., Tarnetsky V.V., Tiunov M.A., Shachkov V.E.* Coaxial pulsed 3 MW RF power input for 176 MHz accelerating structure. // ВАНТ. - Сер.: Ядер. физ. исслед., 2008, N5, с.43-45. - http://vant.kipt.kharkov.ua.

[173] *Баянов Б.Ф., Журов Е.В., Таскаев С.Ю.* Измерение толщины литиевого слоя. // ПТЭ, 2008, N1, с.160-162.

[174] *Баянов Б.Ф., Таскаев С.Ю., Ободников В.И., Тишковский Е.Г.* Влияние остаточного газа на литиевый слой нейтроногенерирующей мишени. // ПТЭ, 2008, N3, с.119-123.

[175] *Jongen Y., Stichelbaut F., Cambriani A., Lucas S., Bodart F., Burdakov A.* Neutron generating device for boron neutron capture therapy. // Патент WO/2008/025737 (06.03.2008).

[176] *Смирнов Г.Н., Таскаев С.Ю., Сильвестров Г.И., Кононов В.Н.* Нейтронопродуцирующий мишенный узел. // Патент РФ 2326513 (06.10.2008).

[177] *Кривенко А.С., Салимов Р.А.* Компрессионная газовая мишень. // Патент WO/2008/147238 (04.12.2008).

[178] *Баянов Б.Ф., Таскаев С.Ю.* Литиевый контейнер. // Патент WO/2008/147239 (04.12.2008).

[179] *Chaschin M.S. and Kotelnikov I.A.* On interpreting the diamagnetism of a compact plasmoid. // Fusion Science and Technology (in print).

[180] *Беклемишев А.Д. и Чащин М.С.* Влияние вращения на устойчивость плазмы в ГДЛ. // Физика плазмы, 2008, т.34, N5, с.463.

[181] *Beklemishev A.D.* Shear flow effects in open traps. // Theory of Fusion Plasmas. - AIP Conf. Proc., 2008, 1069, p.3-14.

[182] *Kabantsev A.A., O'Neil T.M., Tsidulko Yu.A., Driscoll C.F.* Resonant drift-wave coupling modified by nonlinear separatrix dissipation. // Phys. Rev. Lett., 2008, v.101, p.065002.

[183] *Kotelnikov I.A., Davydenko V.I., Ivanov A.A., Tiunov M.A.* Formation of an ion beam in an elementary cell with inhomogeneous emission current density. // RSI, 2008, v.79, N2, pt.II, p.02B702-1-3.

[184] *Kotelnikov I., Romé M., Pozzoli R.* On the relativistic cold fluid radial equilibrium of a nonneutral plasma. // Phys. Lett. A, 2008, v.372, p.1445-1450.

[185] *Kotelnikov I.A., Romé M., Pozzoli R.* Relativistic cold fluid radial equilibrium of an annular nonneutral plasma. // Phys. Lett. A, 2008, v.72, p.2450-2458.

[186] *Kotelnikov I., Romé M.* Admissible equilibria of non-neutral plasmas in a Malmberg-Penning trap. // Phys. Rev. Lett, 2008, v.101, N8, p.085006-1-4.

[187] *Kotelnikov I., Romé M.* Equilibrium of non-neutral plasmas in a Malmberg-Penning trap with a weakly tilted magnetic field. // Phys. of Plasmas, 2008, v.15, N7, p.072118-1-23.

[188] *Котельников И.А.* Генезис плазмы, или история одного слова. // Вестник НГУ. - Сер.: Физика, 2008, т.3, N2, р.108-117.

[189] *Лотов К.В., Тимофеев И.В.* Переходный режим одномерной двухпотоковой неустойчивости. // Вестник НГУ, - Сер.: Физика, 2008, т.3, N1, с.62-65.

[190] *Солдаткина Е.И., Багрянский П.А., Соломахин А.Л.* Влияние радиального профиля электрического потенциала на удержание двухкомпонентной плазмы с высоким бета в газодинамической ловушке. // Физика плазмы, 2008, т.34, N4, с.291-296.

[191] *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, 2008, v.35, p.1216-1222.

[192] *Полосаткин С.В., Аржанников А.В., Астрелин В.Т., Бурдаков А.В., Зубаиров Э.Р., Иванов И.А., Иванцивский М.В., Куклин К.Н., КузнецовА.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 на установке ГОЛ-3 взаимодействия мощного плазменного потока с твердым телом. // ПТЭ, 2008, N2, с.100-107.

[193] *Поступаев В.В., Бурдаков А.В., Иванов И.А., Куклин К.Н., Полосаткин С.В.* Исследование инжекционного метода создания плазмы для многопробочной ловушки ГОЛ-3. // Вестник НГУ. - Серия: Физика. 2008. Том 3, вып.1. с.66-69.

[194] *Aznabet M., Navarro-Cia M., Kuznetsov S.A., Gelfand A.V., Fedorinina N.I., Goncharov Yu.G., Beruete M., Mrabet O.El, and Sorolla M.* Polypropylene-substrate-based SRR- and CSRR-metasurfaces for submillimeter waves. // Optics Express, 2008, v.16, N.22, p.18312-18319.

[195] *Попов С.С., Бурдаков А.В., Вячеславов Л.Н., Иванцивский М.В., Овчар В.К., Полосаткин С.В., Ровенских А.Ф., Федотов М.Г.* Измерение энергетического спектра электронов методом малоуглового томсоновского рассеяния. // Физика плазмы, т.34, N3, 2008, с.240-243.

[196] *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., Tiunov M.* First experimental results from 2 MeV proton tandem accelerator for neutron production. // RSI, 2008, v.79, N2, ptII, p.02C709-4 (RScI Homepage).

[197] *Аржанников А.В., Гинзбург Н.С., Заславский В.Ю., Иваненко В.Г., Иванов И.А., Калинин П.В., Кузнецов А.С., Кузнецов С.А., Песков Н.Ю., Сергеев А.С., Синицкий С.Л., Степанов В.Д.* Генерация пространственно-когерентного излучения в лазере на свободных электронах с двумерной распределенной обратной связью. // Письма в ЖЭТФ, 2008, т.87, N11, с.715-719.

[198] *Ginzburg N.S., Peskov N.Yu., Sergeev A.S., Denisov G.G., Kuzikov S.V., Zaslavsky V.Yu., Arzhannikov A.V., Kalinin P.V., Sinitsky S.L., Thumm M.* Observation of the high-Q modes inside the resonance zone of two-dimensional Bragg structures. // Applied Physics Letters, 2008, v.92, p.103512-1-103512-3.

[199] *Астрелин В.Т., Дейчули П.П., Краснов А.А., Кубарев В.В., Смирных Л.Н., Шестаков Ю.В.* Физические явления в вакуумном диоде. // Лабораторный практикум "Электричество и магнетизм", 2008, вып.2, Новосибирск. - изд. НГУ, 2008, вып.2, 47с.

[200] *Alasini D., .., Koop I., Levichev E., Piminov P., Shatilov D., Smaluk V., et al.* DAFNE upgrade status. // Nucl. Phys. Proc. Suppl., 2008, 181-182, p.385-389.

[201] *Koop I.* VEPP collider facilities in Novosibirsk: status and plan. // Nucl. Phys. Proc. Suppl., 2008, 181-182, p.371-375.

[202] *Biagini M.E., ..., Bogomyagkov A., Koop I., Levichev E., Nikitin S., Piminov P., Shatilov D., et al.* An introduction to the SuperB accelerator project. // ICFA Beam Dyn. Newslett., 2008, 46: p.193-201.

[203] *Shatunov Yu.M., et al.* Analysis of data for stored polarized beams using a spin flipper. // Phys. Rev. ST Accel. Beams, 2008, 11: 094002, 6p.

[204] *Terekhov V.A., Kashkarov V.M., Turishchev S.Yu., Pankov K.N., Volodin V.A., Efremov M.D., Marin D.V., Cherkov A.G., Goryainov S.V., Korchagin A.I., Cherepkov V.V., Lavrukhin A.V., Fadeev S.N., Salimov R.A., Bardakhanov S.P.* Structure and optical properties of silicon nanopowders. // Materials Science and Engineering B, Elsevier-2008, 2008, v.147, p.222-225.

[205] *Bardakhanov S.P., Volodin V.A., Efremov M.D., Cherepkov V.V., Fadeev S.N., Korchagin A.I., Marin D.V., Golkovskiy M.G., Tanashev Y.Yu., Lysenko V.I., Nomoev A.V., Buyantuev M.D. and Sangaa D.* High volume synthesis of silicon nanopowder by electron beam ablation of silicon ingot at atmospheric pressure. // Japanese Journal of Applied Physics, 2008, v.47, N9, p.7019-7022. - http://jjap.ipap.jp/link?JJAP/47/7019/.

[206] *Терехов В.А., Кашкаров В.М., Турищев С.Ю., Панков К.Н., Володин В.А., Ефремов М.Д., Марин Д.В., Черков А.Г., Горяйнов С.В., Корчагин А.И., Черепков В.В., Лаврухин А.В., Фадеев С.Н., Салимов Р.А., Бардаханов С.П.* Структура, фазовый состав и оптические свойства нанопорошков кремния. // Известия РАН: Сер. Физика, 2008, т.72, N4, с.532-535.

[207] *Полетика И.М., Крылова Т.А., Перовская М.В., Иванов В.Ф., Гнюсов С.Ф., Голковский М.Г.* Структура и механические свойства металлов вневакуумной электронно-лучевой наплавки до и после термической обработки. // Упрочняющие технологии и покрытия, 2008, N4, с.44-53.

[208] *Milstein A.I., Salnikov S.G., Strakhovenko V.M.* Polarization effects in non-relativistic *ep* scattering. // NIM B, 2008, v.266, N15, p.3453-3457.

[209] *Artru X., Chehab R., Chevallier M., Strakhovenko V.M., Variola A., Vivoli A.* Polarized and unpolarized positron sources for electron-positron colliders. // NIM B, 2008, v.266, N17, p.3868-3875.

[210] *Dmitriev V.F., Milstein A.I., Strakhovenko V.M.* Spin effects in $p\bar{p}$ interaction and their possible use to polarize antiproton beams. // NIM B, 2008, v.266, v. 266, N7, p.1122.

[211] *Di Piazza A., Milstein A.I.* Delbruck scattering in combined Coulomb and laser fields. // Phys. Rev. A, 2008, v.77, N4, p.042102-1-10.

[212] *Milstein A.I., Sushkov Oleg P.* Effective action, magnetic excitations and quantum fluctuations in lightly doped single layer cuprates. // Phys. Rev. B, 2008, v.78, p.014501.

[213] *Terekhov Ivan S., Milstein Alexander I., Kotov Valeri N., Sushkov Oleg P.* Screening of Coulomb Impurities in Graphene. // Physical Review Letters, 2008, v.100, p.076803.

[214] *Jentschura U.D., Milstein A.I., Terekhov I.S., Boie H., Scheit H., Schwalm D.* Quasiclassical description of bremsstrahlung accompanying alpha decay including quadrupole radiation. // Phys. Rev. C, 2008, v.77, p.014611.

[215] *Grozin A.G., Marquard P., Piclum J.H., Steinhauser M.* Three-loop chromomagnetic interaction in HQET. // Nucl. Phys., 2008, v.B789, p.277-293.

[216] *Grozin A.G.* Three-loop results in HQET. // Nucl. Phys. (Proc. Suppl.), 2008, v.183, p.302-307. - [arXiv: 0805.1474].

[217] *Lee R.N.* Group structure of the integration-by-part identities and its application to the reduction of multiloop integrals. // JHEP, 2008, 031.

[218] *Sokolov Valentin V., Zhirov Oleg V.* How well a quantum system can retain memory of its initial state? // Europhys. Lett., 2008, v.84, p.30001. -

[219] *Sokolov Valentin V., Zhirov Oleg V., Benenti Giuliano, and Casati Giulio.* Complexity of quantum states and reversibility of quantum motion. // Phys. Rev. E, 2008, v.78, p.046212. -

[220] *Zhirov O.V., Shepelyansky D.L.* Synchronization and bistability of a qubit coupled to a driven dissipative oscillator. // Phys. Rev. Lett, 2008, v.100, N1, p.014101-1-4.

[221] *Бибердорф Э.А., Блохин А.М., Попова Н.И., Трахинин Ю.Л.* Система кровообращения и артериальная гипертония: биофизические и генетико-физиологические механизмы, математическое и компьютерное моделирование.

Глава 4: Формальное описание и моделирование сердечно-сосудистой системы. // Новосибирск: Издательство СО РАН, 2008 (монография).

[222] *Baier V.N. and Katkov V.M.* Spectrum and polarization of coherent and incoherent radiation and the LPM effect in oriented single crystal. // NIM B, 2008, v.266, N17, p.3828-3834.

[223] *Baier V.N. and Katkov V.M.* Opportunity to study the LPM effect in oriented crystal at GeV energy. // Physics Letters A, 2008, v.372, p.2904-2910.

[224] *Baier V.N., Katkov V.M.* Electroproduction of electron-positron pair in a medium. // Письма в ЖЭТФ, 2008, v.88, N1/2, c.88-92.

[225] *Khriplovich I.B.* Spinning relativistic particles in external fields. // Acta Physica Polonica B, Proceedigs Supplement, 1 (2008) 197. - arXiv: 0801.1881.

[226] *Хриплович И.Б.* Общая теория относительности. // Регулярная хаотическая динамика, Ижевск-Москва. - Сдано в печать второе, дополненное изд. книги.

[227] *Fadin V.S., Fiore R.* The dipole form of the BFKL kernel in supersymmetric Yang–Mills theories. // Phys. Lett. B, 2008, v.661, p.139-144.

[228] *Fadin V.S.* Basics of BFKL approach. // Acta Physica Polonica, B, 2008, v.39, N9, p.2193-2212.

[229] *Gerasimov R.E., Fadin V.S.* Scalar contribution to the BFKL kernel. // Submitted to "Yadernaya Fizika".

[230] *Fadin V.S., Fiore R., Grabovsky A.V.* On the discrepancy of the low-x evolution kernels. // Submitted to Phys. Rev. D.

[231] *Khriplovich I.B., Pomeransky A.A.* Does cosmological term influence gravitational lensing? // International Journal of Modern Physics D, 2008, 17, p.2255-2259.

[232] *Толочко Б.П., Чернышев А.П., Тен К.А., Прууэл.Р., Жогин И.Л., Зубков Н.И., Ляхов Н.З., Лукьянчиков Л.А., Шеромов М.А.* Физика металлов и металловедение. // 2008, т.105, N2, с.145-151.

[233] *Пархомчук В.В.* О возможностях мазерного циклотронного охлаждения. // Письма в ЖЭТФ, 2008, т.87, N3/4, с.210.

[234] *Батраков А.М., Воблый П.Д., Стешов А.Г., Чуркин И.Н.* Измерения магнитных параметров мультиполей специализированного ис точника синхротронного излучения MLS. // ПТЭ, 2008, N1, с.131-135.

[235] *Астрелина К.В., Блинов М.Ф., Всеволожская Т.А., Диканский Н.С., Еманов Ф.А., Лапик Р.М., Логачев П.В., Мартышкин П.В., Петренко А.В., Рыбицкая Т.В., Скринский А.Н., Шиянков С.В., Яскина Т.А.* Получение интенсивных позитронных пучков на инжекционном комплексе ВЭПП-5. // ЖЭТФ, 2008, Т.133, N1, с.94-114.

[236] *Корнеев В.Н., Шлектарев В.А., Аульченко В.М., Шарафутдинов М.Р., Толочко Б.П., Забелин А.В., Найда О.В., Вазина А.А.* Рентгенографическая аппаратура с высоким временным разрешением для изучения наноструктур с использованием синхротронного излучения. // Известия РАН. - Сер.: Физ., 2008, т.72, N2, с.214-217.

[237] *Александров Е., Алфёров Ж., Абелев Г., Барков Л., Воробьёв А., Гинзбург В., Инге-Вечтомов С., Кругляков Э., Садовский М., Черепащук А.* /В.Л. Гинзбург. Об атеизме,религии и светском гуманизме. // М: РГО, 2008, с.138-142.

[238] *Александров Е.Б., Бородин П.М., Гинзбург В.Л., Деревянко А.П., Захаров И.К., Инге-Вечтомов С.Г., Каныгин А.В., Капица С.П., Кругляков Э.П., Молодин В.П., Пармон В.Н., Садовский М.В., Спирин А.С., Чарушин В.Н., Шумный В.К.* /В.Л.Гинзбург. Об атеизме,религии и светском гуманизме. // М: МГО, 2008, с.143-14.

[239] *Кулипанов Г., Бекарев А.* СО РАН: от идеи - к инновационному прорыву. // Промышленник России, 2008, N1, с.24-25.

[240] *Киреенко А.В., Мурахтин С.В.* Проволочный калориметр для измерения энергосодержания мощных атомарных пучков. // ВАНТ, Сер.: Термоядер. синтез, 2008, N1, С.26-30.

[241] *Волосов В.И.* Безнейтронный резонансный синтез (необходимость, принципы, проблемы, пути реализации). // ВАНТ. Сер.: Термоядер. синтез, 2008, N1, с.31-39. (Отзыв на работу В.И.Волосова: Кукушкин А.Б, там же, с.39-40. Ответ автора на отзыв, там же, с.40).

[242] *Барков Л.М., Бондарь А.Е., Диканский Н.С., Димов Г.И., Кругляков Э.П., Кулипанов Г.Н., Мешков И.Н., Пархомчук В.В., Скринский А.Н., Соколов В.В., Фадин В.С., Хриплович И.Б.* Памяти Бориса Валериановича Чирикова. // УФН, 2008, Т.178, N4, с.447-448.

[243] *Баткин В.И.* Ионная эмиссия во влажном воздухе. // ЖТФ, 2008, т.78, N4, с.61-64.

[244] *Арбузов В.С., Бирючевский Ю.А., Волобуев С.В., Горникер Э.И., Крутихин С.А., Купцов И.В., Куркин Г.Я., Мотыгин С.В., Петров В.М., Попов А.М., Седляров И.К.* Модернизация ВЧ-системы накопителя "Сибирь-1" в Курчатовском центре синхротронного излучения. // ВАНТ, Сер.: Ядер, физ. исслед, 2008. - N3, с.73-74.

[245] *Кузнецов А.С., Бельченко Ю.И., Бурдаков А.В., Давыденко В.И., Донин А.С., Иванов А.А., Константинов С.Г., Кривенко А.С., Кудрявцев А.М., Меклер К.И., Санин А.Л., Сорокин И.Н., Суляев Ю.С., Широков В.В., Эйдельман Ю.И.* Эксперименты по генерации и поглощению гамма-квантов на протонном ускорителе-тандеме. // ВАНТ, Сер.: Ядер, физ. исслед, 2008, N3, с.187-190.

[246] *Бузулуцков А.Ф.* Газовые фотодетекторы с твердыми фотокатодами. // ФЭЧАЯ, 2008, т.39, N3, с.813-869.

[247] *Золотарев К.В.* Основные свойства синхротронного излучения и способы генерации и вывода излучения из накопительных колец. // Синхротронное излучение в современных технологиях: Школа по подготовке специалистов, 12 октября 2008: программа и сб. лекций, Новосибирск. - ИЯФ СО РАН; СЦСТИ, 2008, с.3.

[248] *Купер К.Э.* Методы рентгеновской микроскопии и микротомографии с использованием синхротронного излучения. // Синхротронное излучение в современных технологиях: Школа по подготовке специалистов, 6-12 октября 2008: программа и сб. лекций, Новосибирск. - ИЯФ СО РАН, СЦСТИ, 2008, с.4-7.

[249] *Князев Б.А.* Терагерцовое излучение и его применение. // Синхротронное излучение в современных технологиях: Школа по подготовке специалистов, 6-12 октября 2008: программа и сб. лекций, Новосибирскю - ИЯФ СО РАНб СЦСТИ, 2008, с.8-9.

[250] *Шапоренко А.Д.* Основы рентгеноспектрального флуоресцентного анализа с использованием синхротронного излучения. Обзор существующих станций РФА

в мировых центрах СИ. // Синхротронное излучение в современных технологиях: Школа по подготовке специалистов,6-12 октября 2008: программа и сб. лекций, Новосибирск. - ИЯФ СО РАН, СЦСТИ, 2008, с.36-37.

[251] *Левичев Е.Б.* Новые задачи - новые перспективы. // Энергия-Импульс. /Беседу вела И.Онучина/, сентябрь 2008, N12/13, с.1-3.

[252] *Мелик-Пашаева А.* Андрей Будкер, физик: Девяносто лет со дня рождения А.М.Будкера. // Энергия-Импульс, сентябрь 2008, N12/13, с.4-5.

[253] *Кругляков Э.П.* Страхи возникновения чёрной дыры сильно преувеличены. // Энергия-Импульс. /Беседу вёл А.Надточий/, сентябрь 2008, N12/13, с.6-8.

[254] *Балдин Е.* Компьютерная типография LATEX. // СПб: БХВ-Петербург, 2008, 304с. - ISBN:978-5-9775-0230-6, ISSN (Биб-ка Линуксцентра).

[255] *Мигинский С.В.* Эффект собственного заряда, когерентность зарядовых колебаний и эмиттанс. // ЖТФ, 2008, т.78, N9, с.96-106.

[256] *Сербо В.Г., Хриплович И.Б.* Квантовая механика. // Учеб. пособие, Новосибирск. - НГУ, 2008, 273с.

[257] *Кругляков Э.П.* Штрихи к портрету "академика" Акимова. // В защиту науки. Бюллетень. - М: Наука, 2008, N3, с.77-82.

[258] *Пельтек С.Е., Горячковская Т.Н., Попик В.М., Пиндюрин В.Ф., Елисеев В.С., Гольденберг Б.Г., Щеглов М.А., Тикунова Н.В., Хлебодарова Т.М., Рубцов Н.Б., Кулипанов Г.Н., Колчанов Н.А.* Микрофлюидные системы в биологии и конструирование геносенсоров. // Российские нанотехнологии, 2008, т.3, N9/10, с.136-145.

[259] *Бузулуцков А.Ф.* Физические основы работы каскадных газовых электронных умножителей (обзор). // Вестник НГУ. - Сер.: Физика, 2008, т.3, N3, с.59-73.

[260] *Мигинский С.В.* Колебания эмиттанса в локально холодном пучке. // Вестник НГУ. - Сер.: Физика, 2008, т.3, N3, с.74-80.

[261] *Бардаханов С.П., Корчагин А.И., Куксанов Н.К., Лаврухин А.В., Салимов Р.А., Фадеев С.Н., Черепков В.В., Вейс М.Е.* Применение мощных ускорителей электронов типа ЭЛВ для получения нанопорошков. // ВАНТ. - Сер.: Ядер, физ. исслед, 2008, N5, с.165-168.

[262] *Гольденберг Б.Г., Горячковская Т.Н., Елисеев В.С., Колчанов Н.А., Кондратьев В.И., Кулипанов Г.Н., Попик В.М., Пельтек С.Е., Петрова Е.В., Пиндюрин В.Ф.* Изготовление LIGA-шаблонов для создания микрофлюидных аналитических систем. // Поверхность, 2008, N8, с.61-64.

[263] *Винокуров Н.А., Голубев П.А., Колобанов Е.И., Крутихин С.А., Куркин Г.Я., Овчар В.К., Середняков С.С., Тарарышкин С.В.* Источник коротких электронных сгустков для инжекции в ускорители. // ПТЭ, 2008, N6, с.88-91.

[264] *Толочко Б.П., Чернышев А.П., Тен К.А., Прууэл Э.Р., Жогин И.Л., Зубков Н.И., Ляхов Н.З., Лукьянчиков Л.А., Шеромов М.А.* Физико-химическая модель детонационного синтеза наночастиц из карбоксилатов металлов. // Физика металлов и металловедение, 2008, т.105, N2, с.145-151.

[265] *Аржанников А.В.* От квантовой точки до живой клетки. // Наука из первых рук, 2008, N3(21), с.6-9.

[266] *Khriplovich I.B.* Theoretical kaleidoscope. // New York: Springer Science-Business Media, 2008, 96p (Lect. Notes in Phys, 747).

[267] *Grupen C., Shwartz B.* Particle detectors. // 2nd ed, Cambridge: Cambridge Univ. Press, 2008, 651p.

[268] *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 anti B —> xi/sab c/ anti lambda-/sub c/ and anti B —> lambda+/sub c/ anti lambda-/sub c/ anti K decays at BABAR. // Phys. Rev. D, 2008, v.77, N3, p.031101-1-8.

[269] *Arinstein K., ..., Aulchenko V., Bondar A., Eidelman S., Epifanov D., Gabyshev N., Kuzmin A., Usov Y., Zhilich V., Zhulanov V., Zyukova O., et al. (BABAR Collab.).* Observation of D/sub sl/(2536)+ —> D+pi-K+ and angular decomposition of D/sub sl/(2536)+ —> D*+ K/sab o;sub S. // Phys. Rev. D, 2008, v.77, N3, p.032001-1-10.

[270] *Berlowski M, ..., Bondar A., Kuzmin A., Shwartz B., et al. (CELSIUS/WASA Collab.).* Measurement of eta meson decays into lepton-antilepton pair. // Phys. Rev. D, 2008, v.77, N3, p.032004-1-8.

[271] *Dem'yanenko M.A., Esaev D.G., Knyazev B.A., Kulipanov G.N., Vinokurov N.A.* Imaging with a 90 frames/s microbolometer focal plane array and high-power terahertz free electron laser. // Appl. Phys. Lett, 2008, v.92, N13, p.131116-1-3.

[272] *Khriplovich I.B.* Quantized black holes, their spectrum and radiation. // Ядер. физика, 2008, v.71, N4, c.695-704.

[273] *Chirikov Boris.* 1928-2008. // CERN Courier, 2008, v.48, N4, p.31.

[274] *Khriplovich I.B., Pomeransky A.A., Produit N., Ruban G.Yu.* Can one detect passage of a small black hole through the Earth? // Phys. Rev. D, 2008, v.77, N6, p.064017-1-5.

[275] *Kirilin G.G., Terekhov I.S.* Coulomb corrections to the Delbruck scattering amplitude at low energies. // Phys. Rev. A, 2008, v.77, N3, p.032118-1-8.

[276] *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 CPT and Lorentz violation in B/sab o/ - anti B/sab o/ oscillations with dilepton events. // Phys. Rev. Lett, 2008, v.100, N13, p.131801-1-7.

[277] *Wicht J., Arinstein K., ..., Aulchenko V., Bondar A., Eidelman S., Gabyshev N., Shwartz B., Usov Y., Zhilich V., et al. (Belle Collab.).* Observation of B(sab o,sub s) —> phi gamma and search for B(sab o,sub s) —> gamma gamma decays at Belle. // Phys. Rev. Lett, 2008, v.100, N12, p.121801-1-6.

[278] *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 tree-level B decays with s anti s production from gluon radiation. // Phys. Rev. Lett, 2008, v.100, N17, p.171803-1-7.

[279] *Aubert B., ..., Blinov V.E., Bukin A.D., Buzykaev A.R., 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 $\bar{B} \to D^{(*)}(\pi)\ell^-\bar{\nu}_\ell$ decays in events with a fully reconstructed B meson. // Phys. Rev. Lett, 2008, v.100, N15, p.151802-1-8.

[280] *Bragin A.V., Barkov L.M., Karpov S.V., Okhapkin V.S., Popov Yu.S., Ruban A.A., Smakhtin V.P.* Test results of the thin superconducting solenoid for the CMD-3 detector. // IEEE Trans. on Appl. Superconductivity, 2008, v.18, N2, p.399-402.

[281] *Sokolov V.V.* Decay rates statistics of unstable classically chaotic systems. // Nuclei and Mesoscopic Physics: Workshop on Nuclei and Mesoscopic Physics (WNMP 2007), AIP, 2008, p.85-91 (AIP Conference Proceedings, v.995).

[282] *Sloggett C., Milstein A.I., Sushkov O.P.* Electron correlations and the conductance of a quantum point contact at finite temperature, // Nuclei and Mesoscopic Physics: Workshop on Nuclei and Mesoscopic Physics (WNMP 2007), AIP, 2008, p.122-129 (AIP Conference Proceedings, v.995).

[283] *Arbuzov V.S., Biruchevsky Yu.A., Gorniker E.I., Kruchkov Ya.G., Krutikhin S.A., Kurkin G.Ya., Osipov V.N., Petrov V.M., Pilan A.M.* Project of RF station for "FAIR" accelerator facility, GSI, Germany. // ВАНТ. - Сер.: Ядер. физ. исслед., 2008, N3, с.113-115.

[284] *Biryuchevsky Yu.A., Bushuev A.A., Deichuli O.I., Kendjebulatov E.K., Mityanina N.V., Petrov V.M., Rotov E.A.* Project of 181 MHz cavity with higher order modes damping. // ВАНТ. - Сер.: Ядер. физ. исслед., 2008, N3, с.116-118.

[285] *Akimov A.V., Logachev P.V., Bochkov V.D., Dyagilev V.M., Ushich V.G.* Application of TPI1-10k/50 thyratrons for building a modulator, intended for supply of inductive-resistive load in double-pulse mode. // ВАНТ. - Сер.: Ядер. физ. исслед., 2008, N3, с.132-135.

[286] *Eidelman S.* Tests of standard model in leptonic sector and R*. // Acta Physica Polonica B, Proc. Suppl, 2008, v.1, N2.

[287] *Uehara S., ..., Aulchenko V., Bondar A., Eidelman S., Epifanov D., Gabyshev N., Kuzmin A., Shwartz B., Usov Y., Vinokurova A., Zhilich V., et al. (Belle Collab.).* Study of charmonia in four-meson final states produced in two-photon collisions. // Eur. Phys. J. C, 2008, v.53, N1, p.1-14.

[288] *Sen'kov R.A., Auerbach N., Flambaum V.V., Zelevinsky V.G.* Reexamination of the Schiff theorem. // Phys. Rev. A, 2008, v.77, N1-B, p.014101-1-3.

[289] *Aubert B., ..., Blinov V.E., Bukin A.D., Buzykaev A.R., 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 observables in $B^{\pm} \to D^0_{CP}K^{\pm}$ decays. // Phys. Rev. D, 2008, v.77, N11, p.111102-1-8.

[290] *Deichuli P.P., Ivanov A.A., Stupishin N.V.* Long-pulse arc-discharge plasma source with cold cathode for diagnostic neutral beam injector. // RSI, 2008, v.79, N2, pt.II, p.02C106-1-3.

[291] *Davydenko V.I., Ivanov A.A., Shikhovtsev I.V., Sorokin A.V., Uhlemann R.* Beam formation by ion optical system with slit finite length apertures. // RSI, 2008, v.79, N2, pt.II, p.02B720-1-4.

[292] *Belchenko Yu., Sanin A., Gusev I., Khilchenko A., Kvashnin A., Rashchenko V., Savkin V., Zubarev P.* Direct current H-source for boron neutron capture therapy tandem accelerator. // RSI, 2008, v.79, N2, pt.II, p.02A521-1-3.

[293] *Ivanov A.A., Davydenko V.I., Deichuli P.P., Shulzhenko G.I., Stupishin N.V.* Ion sources with arc-discharge plasma box driven by directly heated LaB/sub 6/ electron emitter or cold cathode (invited). // RSI, 2008, v.79, N2, pt.II, p.02C103-1-4.

[294] *Parkhomchuk V., Papash A.* Feasibility study of 8 MeV H- cyclotron to charge the electron cooling system for HESR. // Письма в ЭЧАЯ, 2008, v.5, N2, с.189-201.

[295] *Bargholtz Chr., Bondar A., Chilingarov A., Kolachev G., Kuzmin A., Pivovarov A., Shwartz B., Sidorov V., Sukhanov A., et al. (CELSIUS/WASA Collab.).* The WASA detector facility at CELSIUS. // NIM. A, 2008, v.594, N3, p.339-350.

[296] *Taniguchi N., Arinstein K., ..., Bondar A., Eidelman S., Kuzmin A., Shwartz B., Zhilich V., Zhulanov V., Zyukova O., et al. (Belle Collab.).* Measurement of branching fractions, isospin, and CP-violating asymmetries for exclusive b —> d gamma modes. // Phys. Rev. Lett., 2008, v.101, N11, p.111801-1-6.

[297] *Бондарь А.Е., Эйдельман С.И.* Tau-2008. // Энергия-импульс, 2008, N14/15, с.1-3.

[298] *Kotelnikov I., Rome M.* Admissible equilibria of non-neutral plasmams in a Malmberg-Penning trap. // Phys. Rev. Lett., 2008, v.101, N8, p.085006-1-4.

[299] *Kulipanov G.N., Gavrilov N.G., Knyazev B.A., Kolobanov E.I., Kotenkov V.V., Kubarev V.V., Matveenko A.N., Medvedev L.E., Miginsky S.V., Mironenko L.A., 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., Demyanenko M.A., Esaev D.G., Naumova E.V., Prinz V.Y., Fedin V.P., Gonchar A.M., Peltek S.E., Petrov A.K., Merzhievsky L.A., Cherkassky V.S.* Research highlights from the Novosibirsk 400 W average power THz FEL. // Terahertz Science and Technology, 2008, v.1, N2, p.107-125.

[300] *Anchugov O.V., Matveev Yu.G., Shvedov D.A., Bochkov V.D., Bochkov D.V., Dyagilev V.M., Ushich V.G., Mikhailov S.F., Popov V.G.* Pulse generators with nanosecond leading edge duration based on TPI-type pseudospark switches for FEL complex. // ВАНТ. - Сер.: Ядер. физ. исслед., 2008, N5, с.60-63.

[301] *Rastigeev S.A., Alinovsky N.I., Goncharov A.D., Klyuev V.F., Konstantinov S.G., Kryuchkov A.M., Parhomchuk V.V., Petrichenkov M.V., Reva V.B.* Recent results in accelerator mass-spectrometer construction at BINP. // ВАНТ. - Сер.: Ядер. физ. исслед., 2008, N5, с.8-11.

[302] *Tsyganov E., Antich P., Parkey R., Seliounine S., Golovatyuk V., Lobastov S., Zhezher V., Buzulutskov A.* Gas electron multiplying detectors for medical applications. // NIM A, 2008, v.597, N2/3, p.257-265.

[303] *Terekhov I.S., Milstein A.I., Kotov V.N., Sushkov O.P.* Screening of Coulomb impurities in Graphene. // Phys. Rev. Lett, 2008, v.100, N7, p.076803-1-4.

[304] *Bondar A., Poluektov A.* The use of quantum-correlated D/sab o/ decays for ф/sab 3/ measurement. // Eur. Phys. J. C, 2008, v.55, N1, p.51-56.

[305] *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 ДИКСИ в КЦСИиНТ. // Поверхность, 2008, N12, с.61-68.

[306] *Li J., Arinstein K., ..., Bedny I., Eidelman S., Gabyshev N., Kuzmin A., Shwartz B., Usov Y., Vinokurova A., Zhilich V., Zyukova O., et al. (Belle Collab.).* Measurement of the time-dependent CP asymmetries in B/sab 0/ —> K/sab 0,sub S/ p/sab 0/ gamma decays. // Phys. Rev. Letters, 2008, v.101, N25, p.251601-1-6.

[306a] *Bondar A., Buzulutskov A., Grebenuk A., Pavluchenko D., Tikhonov Y., Breskin A.* Thick GEM versus thin GEM in two-phase argon avalanche detectors. // Journal of Instrumentation, 2008, v.3, Paper P07001, p.1-21.

ДОКЛАДЫ НА КОНФЕРЕНЦИЯХ

[307] *Okunev I., Levichev E., Vobly P., Bogomyagkov A., Sinyatkin S., Piminov P.* Final focus quadrupole for the Crab-Waist Tau-Charm Factory. // Proc. of 11th European Particle Accelerator Conference (EPAC'08), Genoa, Italy, 23-27 June, 2008, WEPP046, p.2623-2625.

[308] *Sinyatkin S.V., Kiselev V.A., Levichev E.B., Parkhomchuk V.V., Reva V.B., Vostrikov V.A.* Lattice study for the carbon ion synchrotron for therapy with electron cooling. // In the Proc. of 11th European Particle Accelerator Conference (EPAC'08), Magazzini del Cotone, Genoa, Italy, 23-27 June, 2008. - EPAC08-MOPC123, June 23, 2008. 3p, p.MOPC123.

[309] *Levichev E.B., Piminov P.A. (Novosibirsk, BINP), Einfeld D. (CELLS - ALBA, LLS).* Influence of insertion devices on the ALBA dynamic aperture. // Proc. of 11th European Particle Accelerator Conference (EPAC'08), Magazzini del Cotone, Genoa, 23-27 June 2008, Italy. - p.WEPC117. - EPAC08-WEPC117, June 25, 2008. 3p.

[310] *Piminov P.A., Levichev E.B. (Novosibirsk, BINP), Einfeld D. (CELLS - ALBA, LLS).* ALBA dynamic aperture optimization. // Proc. of 11th European Particle Accelerator Conference (EPAC'08), Magazzini del Cotone, Genoa, Italy, 23-27 June, 2008. - p.THPC067. - EPAC08-THPC067, Jun 26, 2008. 3p.

[311] *Piminov P.A., Levichev E.B. (Novosibirsk, BINP), Einfeld D. (CELLS - ALBA, LLS).* Effect of magnetic multipoles on the ALBA dynamic. // Proc. of 11th European Particle Accelerator Conference (EPAC'08), Magazzini del Cotone, Genoa, Italy, 23-27 June, 2008. - p.THPC068. - EPAC08-THPC068, June 26, 2008. 3p.

[312] *Raimondi P., Zobov M., Shatilov D.* Suppression of beam-beam resonances in crab waist collisions. // Proc. of 11th European Particle Accelerator Conference (EPAC'08), Magazzini del Cotone, Genoa, Italy, 23-27 June, 2008.

[313] *Piminov P.A., Kiselev V.A., Levichev E.B., Meshkov O.I., Nikitin S.A.* Study of beam dynamics during the crossing of resonances in the VEPP-4M storage ring. // Proc. of 11th European Particle Accelerator Conference (EPAC'08), Magazzini del Cotone, Genoa, Italy, 23-27 Jun 2008, - p.TUOBG02. - EPAC08-TUOBG02, June 24, 2008. 3p.

[314] *Meshkov O.I., Zhilich V.N., Zhuravlev A.N., Kiselev V.A., Muchnoi N.Yu., Smalyuk V.V., Sinyatkin S.V.* Development of the methods of beam energy spread determination in the VEPP-4M collider, Novosibirsk, IYF. // Proc. of 11th European Particle Accelerator Conference (EPAC'08), Magazzini del Cotone, Genoa, 23-27 June, 2008, Italy. - p.TUPC067. - EPAC08-TUPC067, June 24, 2008, 3p.

[315] *Zhuravlev A.N., Kiselev V.A., Levichev E.B., Meshkov O.I., Piminov P.A., Shatilov D.N., Smalyuk V.V.* The VEPP-4M dynamic aperture determination with beam-beam effects. // Proc. of 11th European Particle Accelerator Conference (EPAC'08), Magazzini del Cotone, Genoa, 23-27 June, 2008, Italy,. - p.THPC080. - EPAC08-THPC080, June 26, 2008, 3p.

[316] *Smalyuk V. (for the VEPP-4 team)*, Status of VEPP-4M Collider at BINP. // XXI Russian Conference on Charged Particles Accelerators (RuPAC-2008), September 28 - October 3, 2008, Zvenigorod, Russia.

[317] *Meshkov O.I., Zhuravlev A.N.* Multi-pinhole camera for beam position and vertical angle stabilization. // Russian Conference on Charged Particles Accelerators (RuPAC-2008), 2008, Dubna.

[318] *Ancharov A.I., Aulchenko V.M., Baryshev V.B., Churkin I.N., Gavrilov N.G., Goldenberg B.G., Knyazev B.A., Kochubei D.I., Kubarev V.V., Kulipanov G.N., Kuper K.E., Kuper E.A., Kuzin M.V., Kuzminykh V.S., Levichev E.B., Medvedko A.S., Mezentsev N.A., Mironenko L.A., Mishnev S.I., Nikolenko A.D., Panchenko V.E., Peltek S.E., Petrov A.K., Philipchenko A.V., Pindyurin V.F., Popik V.M., Shaporenko A.D., Sharafutdinov M.R., Sheglov M.A., Sheromov M.A., Shiyankov S.V., Shmakov A.N., Skrinsky A.N., Smalyuk V.V., Ten K.A., Tolochko B.P., Ushakov V.A., Utkin A.V., Zolotarev K.V.* "Siberian synchrotron and terahertz radiation center"as a center of collective using in the field of fundamental and applied research. // Strategy of development of large-scale research infrastructures of the Russian Federation and cooperation with the European Union: Intern. Workshop-Exhibition, October 20-21, 2008, Athens, Greece. - Moscow: MISaA publ. House press, 2008. - p.35-36.

[319] *Anchugov O., Arbusov V., Belikov O., Chernov K., Chernyakin A., Dovzhenko B., Gorniker E., Karpov G., Kiselev V., Kondakov A., Kozak V., Krutikhin S., Kulipanov G., Kuper E., Kuptsov V.I., Kurkin G., Medvedko A., Ostreiko G., Petrov V., Philipchenko A., Pilan A., Schegolev L., Sedlyarov I., Serdobintsev G., Shvedov D., Sinyatkin S., Steshov A., Tararyshkin S., Vasichev S., Veremeenko V., Ushakov V., Yudin V., et al.* Status of "ZELENOGRAD" storage ring. // Digest reports of the XVII Intern. Synchrotron Radiation Conf. (SR-2008), June 15-20, 2008, Novosibirsk, Russia. /Ed. by M.V.Kuzin, A.D.Nikolenko. - Novosibirsk: BINP SB RAS, 2008, p.8.

[320] *Bogomyagkov A. and Nikitin S.* Longitudinal polarization insertion in the Super Tau-Charm factory. // Talk at the Satellite Meeting: On the Need for a Super-Tau-Charm Factory (Tau-08), 10th International Workshop on Tau-Lepton Physics (Tau-2008), BINP, Novosibirsk, September 22-25, 2008.

[321] *Nikitin S.* Problem of the beam-beam depolarization effect in super dense colliding beams. // 40th ICFA Advanced Beam Dynamics Workshop on High Luminosity e+e- Factories, April 14-16, 2008, BINP, Novosibirsk.

[322] *Shatilov D.* Luminosity of the Super-tau-charm factory with crab waist. // Satellite Meeting: On the Need for a Super-Tau-Charm Factory (Tau-08), BINP, Novosibirsk, September 26-27, 2008.

[323] *Nikitin S.* Longitudinal polarization at the tau-charm factory. // Satellite Meeting: On the Need for a Super-Tau-Charm Factory (Tau-08), BINP, Novosibirsk, September 26-27, 2008.

[324] *Blinov A., Bogomyagkov A., Kiselev V., Levichev E., Nikitin S., Okunev I., Piminov P., Pupkov Yu., Sinyatkin S., Skrinsky A., Shatilov D., Smalyuk V., Vobly P., et al.* The project of Super-ct-factory with crab waist in Novosibirsk. // Satellite Meeting: On the Need for a Super-Tau-Charm Factory (Tau-08), BINP, Novosibirsk, September 26-27, 2008. - Physics of Particles and Nuclei Letters, 2008, v.5, N7, p.554-559.

[325] *Bogomyagkov Anton.* Interaction region of c-tau project. // Satellite Meeting: On the Need for a Super-Tau-Charm Factory (Tau-08), BINP, Novosibirsk, September 26-27, 2008.

[326] *Alasini D., ..., Piminov P., et al.* DAFNE upgrade status. // International Workshop on e^+e^- Collisions from ϕ to ψ, Laboratori Nazionali di Frascati, 7-10 April, 2008, Frascati, Italy. - Nuclear Physics B (Proc Suppl.), September 2008, p.181-182.

[327] *Alesini D., Babusci D., Koop I., Levichev E., Nikitin S., Piminov P., Shatilov D., Smalyuk V., et al.* Overview of beam dynamics studies at DAFNE. // 40th ICFA Advanced Beam Dynamics Workshop on High Luminosity e+e- Factories, April 14-16, 2008, BINP, Novosibirsk, Russia.

[328] *Levichev E., Piminov P.* Dynamic aperture optimization. // 40th ICFA Advanced Beam Dynamics Workshop on High Luminosity e+e- Factories, April 14-16, 2008, BINP, Novosibirsk, Russia.

[329] *Muchnoi N.* High precision beam energy measurement at VEPP-4M. // 40th ICFA Advanced Beam Dynamics Workshop on High Luminosity e+e- Factories, April 14-16, 2008, BINP, Novosibirsk, Russia.

[330] *Achasov M.N., Blinov V.E., Bogomyagkov A.V., Fu ChengDong, Harris F.A., Kaminsky V.V., Liu Q., Mo Xiaohu, Nikitin S.A., Nikolaev I.B.,Qin Qing, Qu Huamin, Olsen S.L., Pyata E.E., Shamov A.G., Shen C.P., Varner G.S., Wang Yifang, Xu Jinqiang, Zhilich V.N.* Energy determination at BEPC-II. // 10th International Workshop on Tau Lepton Physics, September 22-25, 2008, Novosibirsk, Russia.

[331] *Aubert B., ..., Blinov V.E., Bukin A.D., Buzykaev A.R., 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 B0 —> chi(c0) K*0 and evidence for B+ —> chi(c0) K*+. // 34th International Conference on High Energy Physics (ICHEP 2008), 30 July - 5 August, 2008, Philadelphia, Pennsylvania.

[332] *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 semileptonic decays into the charmed baryon Lambda(c)+. // 34th International Conference on High Energy Physics (ICHEP 2008), Philadelphia, Pennsylvania, 30 July - 5 August 2008.

[333] *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 second-class currents in tau- —> omega pi- nu(tau). // 34th International Conference on High Energy Physics (ICHEP 2008), 30 July - 5 August, 2008, Philadelphia, Pennsylvania.

[334] *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 fractions of B0 decays to K(1)(1270)+ pi- and K(1)(1400)+ pi-. // 34th International Conference on High Energy Physics (ICHEP 2008), 30 July - 5 August, 2008, Philadelphia, Pennsylvania.

[335] *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 B0 —> K+ pi- pi0. // 34th International

Conference on High Energy Physics (ICHEP 2008), 30 July - 5 August, 2008, Philadelphia, Pennsylvania.

[336] *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 and branching fractions in B0 -> —> pi+ pi-, B0 —> K+ pi-, B0 —> pi0 pi0, B0 —> K0 pi0 and isospin analysis of B —> pi pi decays. // 34th International Conference on High Energy Physics (ICHEP 2008), 30 July - 5 August, 2008, Philadelphia, Pennsylvania.

[337] *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+ —> mu+ nu mu with inclusive reconstruction at BaBar. // 34th International Conference on High Energy Physics (ICHEP 2008), 30 July - 5 August, 2008, Philadelphia, Pennsylvania.

[338] *Aubert B., ..., Blinov V.E., Bukin A.D., Buzykaev A.R., 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 observables in $B^{\pm} \to D^0_{CP}K^{\pm}$ decays. // 22nd Les Rencontres de Physique de la Vallee d'Aoste, 24 February - 1 March, 2008, Aosta Valley, Italy.

[339] *Барков Л.М., Гаузштейн В.В., Дмитриев В.Ф., Лазаренко Б.А., Логинов А.Ю., Мишнев С.И., Николенко Д.М., Осипов А.В., Сидоров А.А., Стибунов В.Н., Рачек И.А., Топорков Д.К., Шестаков Ю.В., Зеваков С.А.* Исследование высокоимпульсной части волновой функции дейтрона в реакции d(гамма, pp)пи-минус. // 58 Международное совещание по ядерной спектроскопии и структуре атомного ядра (ЯДРО 2008), 23-27 июня 2008, Москва. - Тезисы докладов, с.116.

[340] *Барков Л.М., Гаузштейн В.В., Дмитриев В.Ф., Лазаренко Б.А., Логинов А.Ю., Мишнев С.И., Николенко Д.М., Осипов А.В., Сидоров А.А., Стибунов В.Н., Рачек И.А., Топорков Д.К., Шестаков Ю.В., Зеваков С.А.* T21-компонента тензорной анализирующей способности эксклюзивного фотообразования пи-мезонов на поляризованных дейтронах. // 58 Международное совещание по ядерной спектроскопии и структуре атомного ядра (ЯДРО 2008), 23-27 июня 2008, Москва. - Тезисы докладов, с.117.

[341] *Beloborodov K.I., Bukin A.D., Golubev V.B.,Druzhinin V.P., Pakhtusova E.V., Serednyakov S.I.* CVC test in $e^+e^- \to K\bar{K}$ and $\tau \to K^-K^0\nu_\tau$ processes. // Intern. Workshop on e+e- Collisions from Phi to Psi, LNF, 7-10 April, 2008, Frascati, Italy. - Nuclear Physics B (Proc. Suppl), 181-182 (2008) 306-310.

[342] *Obrazovsky A.E.* Conversion decays of light vector mesons and QED process $e^+e^- \to e^+e^-\gamma\gamma$ at 2E $\sim$ 1 GeV. // Intern. Workshop on e+e- collisions from Phi to Psi, LNF, 7-10 April, 2008, Frascati, Italy. - Nuclear Physics B (Proc. Suppl), 181-182 (2008) 243-247.

[343] *Dimova T.V.* Radiative and other rare ρ, ω, ϕ-decays from VEPP-2M. // Intern. Workshop on e+e- collisions from Phi to Psi. - LNF, 7-10 April, 2008, Frascati, Italy. - Nuclear Physics B (Proc. Suppl), 181-182 (2008) 204-209.

[344] *Muchnoi N.Yu., Blinov V.E., Bogomyagkov A.V., Nikitin S.A., Nikolaev I.B., Shamov A.G., Zhilich V.N.* Review of beam energy measurements at VEPP-4M collider KEDR/VEPP-4M. // 10th Intern. Conf. on Instrumentation for Colliding Beam Physics (INSTR'08), February 28 - March 5, 2008, BINP, Novosibirsk.

[345] *Barnyakov A.Yu., Barnyakov M.Yu., Barutkin V.V., Bobrovnikov V.S., Buzykaev A.R., Tsigankov D.A., Kononov S.A., Kravchenko E.A., Onuchin A.P. (BINP), Inami K., Mori T., Kurimoto K., Yurikusa Y., Ohshima T. (Nagoya University, Japan).* Development of microchannel plate phototubes in Novosibirsk. // 10th International Conference on Instrumentation for Colliding Beam Physics (INSTR'08), February 28 - March 5, 2008, BINP, Novosibirsk.

[346] *Barnyakov A.Yu., Barnyakov M.Yu., Barutkin V.V., Bobrovnikov V.S., Buzykaev A.R., Danilyuk A.F., Kirilov V.A., Kononov S.A., Kravchenko E.A., Onuchin A.P.* Influence of water absorbed in aerogel on light absorption length of aerogel. // 10th International Conference on Instrumentation for Colliding Beam Physics (INSTR'08), February 28 - March 5, 2008, BINP, Novosibirsk.

[347] *Kononov S., Barnyakov A.Yu., Barnyakov M.Yu., Bobrovnikov V.S., Buzykaev A.R., Danilyuk A.F., Kirillov V.L., Kravchenko E.A., Onuchin A.P., Todyshev K.Yu.* FARICH optimization for precise velocity measurement. // 10th Intern. Conf. on Instrumentation for Colliding Beam Physics (INSTR'08), February 28 - March 5, 2008, BINP, Novosibirsk.

[348] *Shamov A.G, 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.V., Bobrovnikov V.S., Bogomyagkov A.V., Bondar A.E., Bondarev D.V., Buzykaev A.R., Eidelman S.I., Glukhovchenko Yu.M., Gulevich V.V., Karnaev S.E., Karpov G.V., Karpov S.V., Kiselev V.A., Kononov S.A., Kozlova T.A., Kotov K.Yu., Kravchenko E.A., 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.I., Morozov I.I., Muchnoi N.Yu., Neufeld V.V., Nikitin S.A., Nikolaev I.B., Okunev I.N., 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., Popkov I.N., Pospelov G.E., Prisekin V.G., Ruban A.A., Sandyrev V.K., Savinov G.A., Shatilov D.N., Shwartz B.A., Simonov E.A., Sinyatkin S.V., Skovpen Yu.I., Skrinsky A.N., Smalyuk V.V., Soukharev A.M., Starostina E.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., Zhulanov V.V., Zhuravlev A.N. (KEDR Collaboration).* τ mass measurement at KEDR. // International Workshop on e^+e^- Collisions from ϕ to ψ, 7-10 April, 2008, Laboratori Nazionali di Frascati, Italy.

[349] *Baldin E.M., Anashin V.V., Aulchenko V.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.V., Bobrovnikov V.S., Bogomyagkov A.V., Bondar A.E., Bondarev D.V., Buzykaev A.R., Eidelman S.I., Glukhovchenko Yu.M., Gulevich V.V., Karnaev S.E., Karpov G.V., Karpov S.V., Kiselev V.A., Kononov S.A., Kozlova T.A., Kotov K.Yu., Kravchenko E.A., 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.I., Morozov I.I., Muchnoi N.Yu., Neufeld V.V., Nikitin S.A., Nikolaev I.B., Okunev I.N., 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., Popkov I.N., Pospelov G.E., Prisekin V.G., Ruban A.A., Sandyrev V.K., Savinov G.A., Shamov A.G., Shatilov D.N., Shwartz B.A., Simonov E.A., Sinyatkin S.V., Skovpen Yu.I., Skrinsky A.N., Smaluk V.V., Soukharev A.M., Starostina E.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., Zhulanov V.V., Zhuravlev A.N. (KEDR Collaboration). Results on (J/ψ), (ψ'), (ψ'') spectroscopy and other results from KEDR. // τ mass measurement at KEDR. // International Workshop on e^+e^- Collisions from ϕ to ψ, 7-10 April, 2008, Laboratori Nazionali di Frascati, Italy.

[350] *Peleganchuk S.V., 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.V., Bobrovnikov V.S., Bogomyagkov A.V., Bondar A.E., Bondarev D.V., Buzykaev A.R., Eidelman S.I., Glukhovchenko Yu.M., Gulevich V.V., Karnaev S.E., Karpov G.V., Karpov S.V., Kiselev V.A., Kononov S.A., Kozlova T.A., Kotov K.Yu., Kravchenko E.A., 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.I., Morozov I.I., Muchnoi N.Yu., Neufeld V.V., Nikitin S.A., Nikolaev I.B., Okunev I.N., Onuchin A.P., Oreshkin S.B., Orlov I.O., Osipov A.A., Petrosyan S.S., Pivovarov S.G., Piminov P.A., Petrov V.V., Poluektov A.O., Popkov I.N., Pospelov G.E., Prisekin V.G., Ruban A.A., Sandyrev V.K., Savinov G.A., Shamov A.G., Shatilov D.N., Shwartz B.A., Simonov E.A., Sinyatkin S.V., Skovpen Yu.I., Skrinsky A.N., Smaluk V.V., Soukharev A.M., Starostina E.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., Zhulanov V.V., Zhuravlev A.N. (KEDR Collaboration).* Liquid noble gas calorimeters at BINP. // 10th Intern. Conf. on Instrumentation for Colliding Beam Physics (INSTR'08), February 28 - March 5, 2008, BINP, Novosibirsk.

[351] *Eidelman S.I.* Lepton universality and determination of tau-lepton mass. // DESY Conference, 1 July, 2008, Hamburg.

[352] *Eidelman S.I.* Lepton universality and determination of tau-lepton mass. // DESY Conference, 2 July, 2008, Zeuthen.

[353] *Shamov A.G, 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.V., Bobrovnikov V.S., Bogomyagkov A.V., Bondar A.E., Bondarev D.V., Buzykaev A.R., Eidelman S.I., Glukhovchenko Yu.M., Gulevich V.V., Karnaev S.E., Karpov G.V., Karpov S.V., Kiselev V.A., Kononov S.A., Kozlova T.A., Kotov K.Yu., Kravchenko E.A., 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.I., Morozov I.I., Muchnoi N.Yu., Neufeld V.V., Nikitin S.A., Nikolaev I.B., Okunev I.N., 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., Popkov I.N., Pospelov G.E., Prisekin V.G., Ruban A.A., Sandyrev V.K., Savinov G.A., Shatilov D.N., Shwartz B.A., Simonov E.A., Sinyatkin S.V., Skovpen Yu.I., Skrinsky A.N., Smaluk V.V., Soukharev A.M., Starostina E.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., Zhulanov V.V., Zhuravlev A.N. (KEDR Collaboration).* Tau mass measurement at KEDR. // 10th International Workshop on τ Lepton Physics, 22-25 September, 2008, BINP, Novosibirsk.

[354] *Eidelman S.I., 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.V., Bobrovnikov V.S., Bogomyagkov A.V., Bondar A.E., Bondarev D.V., Buzykaev A.R., Glukhovchenko Yu.M., Gulevich V.V., Karnaev S.E., Karpov G.V., Karpov S.V., Kiselev V.A., Kononov S.A., Kozlova T.A., Kotov K.Yu., Kravchenko E.A., 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.I., Morozov I.I., Muchnoi N.Yu., Neufeld V.V., Nikitin S.A., Nikolaev I.B., Okunev I.N., 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., Popkov I.N., Pospelov G.E., Prisekin V.G., Ruban A.A., Sandyrev V.K., Savinov G.A., Shamov A.G., Shatilov D.N., Shwartz B.A., Simonov E.A., Sinyatkin S.V., Skovpen Yu.I., Skrinsky A.N., Smaluk V.V., Soukharev A.M., Starostina E.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., Zhulanov V.V., Zhuravlev A.N. (KEDR Collaboration). D meson masses and psi leptonic widths at KEDR. // International Workshop on Heavy Quarkonium (QWG2008), 2-5 December 2008, Nara, Japan.

[355] *Todyshev K.Yu., 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.V., Bobrovnikov V.S., Bogomyagkov A.V., Bondar A.E., Bondarev D.V., Buzykaev A.R., Eidelman S.I., Glukhovchenko Yu.M., Gulevich V.V., Karnaev S.E., Karpov G.V., Karpov S.V., Kiselev V.A., Kononov S.A., Kozlova T.A., Kotov K.Yu., Kravchenko E.A., 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.I., Morozov I.I., Muchnoi N.Yu., Neufeld V.V., Nikitin S.A., Nikolaev I.B., Okunev I.N., 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., Popkov I.N., Pospelov G.E., Prisekin V.G., Ruban A.A., Sandyrev V.K., Savinov G.A., Shamov A.G., Shatilov D.N., Shwartz B.A., Simonov E.A., Sinyatkin S.V., Skovpen Yu.I., Skrinsky A.N., Smaluk V.V., Soukharev A.M., Starostina E.V., Talyshev A.A., Tayursky V.A., Telnov V.I., Tikhonov Yu.A., Tumaikin G.M., Usov Yu.V., Vorobiov A.I., Yushkov A.N., Zhilich V.N., Zhulanov V.V., Zhuravlev A.N. (KEDR Collaboration).* High-precision mass measurements of charmonium states and τ lepton. // International Workshop on Heavy Quarkonium (QWG2008), 2-5 December 2008, Nara, Japan.

[356] *Тихонов Ю.А., Анашин В.В., Аульченко В.М., Балдин Е.М., Барладян А.К., Барняков А.Ю., Барняков М.Ю., Бару С.Е., Бедный И.В., Белобородова О.Л., Блинов А.Е., Блинов В.Е., Бобров А.В., Бобровников В.С., Богомяков А.В., Бондарь А.Е., Бондарев Д.В., Бузыкаев А.Р., Воробьев А.И., Гулевич В.В., Глуховченко Ю.М., Жилич В.Н., Жуланов В.В., Журавлев А.Н., Карнаев С.Е., Карпов Г.В., Карпов С.В., Киселев В.А., Козлова Т.А., Кононов С.А., Котов К.Ю., Кравченко Е.А., Куликов В.Ф., Куркин Г.Я., Купер Э.А., Левичев Е.Б., Максимов Д.А., Малышев В.М., Масленников А.Л., Медведко А.С., Мешков О.И., Мишнев С.Е., Морозов И.И., Мучной Н.Ю., Нейфельд В.В., Никитин С.А., Николаев И.Б., Окунев И.Н., Онучин А.П., Орешкин С.Б., Орлов И.О., Осипов А.А., Пелеганчук С.В., Петров В.В., Петросян С.С., Пивоваров С.Г., Пиминов П.А., Полуэктов А.О., И.Н. Попков, Поспелов Г.Е., Присекин В.Г., Рубан А.А., Савинов Г.А., Сандырев В.К., Симонов Е.А., Синяткин С.В., Сковпень Ю.И., Скринский А.Н., Смалюк В.В., Старостина Е.В., Стручалин

М.В., Сухарев А.М., Талышев А.А., Таюрский В.А., Тельнов В.И., Тодышев К.Ю., Тумайкин Г.М., Усов Ю.В., Цыганков Д.А., Черепанов В.П., Шамов А.Г., Шатилов Д.Н., Шварц Б.А., Шубин Е.И., Эйдельман С.И., Юшков А.Н. (KEDR Collab.). Эксперименты с детектором КЕДР на ВЭПП-4М. // Научная сессия-конференция секции ядерной физики ОФН РАН 2008, 22-25 декабря 2008, Институт физики высоких энергий, Протвино.

[357] *Балдин Е.М., Анашин В.В., Аульченко В.М., Барладян А.К., Барняков А.Ю., Барняков М.Ю., Бару С.Е., Бедный И.В., Белобородова О.Л., Блинов А.Е., Блинов В.Е., Бобров А.В., Бобровников В.С., Богомяков А.В., Бондарь А.Е., Бондарев Д.В., Бузыкаев А.Р., Воробьев А.И., Гулевич В.В., Глуховченко Ю.М., Жилич В.Н., Жуланов В.В., Журавлев А.Н., Карнаев С.Е., Карпов Г.В., Карпов С.В., Киселев В.А., Козлова Т.А., Кононов С.А., Котов К.Ю., Кравченко Е.А., Куликов В.Ф., Куркин Г.Я., Купер Э.А., Левичев Е.Б., Максимов Д.А., Малышев В.М., Масленников А.Л., Медведко А.С., Мешков О.И., Мишнев С.Е., Морозов И.И., Мучной Н.Ю., Нейфельд В.В., Никитин С.А., Николаев И.Б., Окунев И.Н., Онучин А.П., Орешкин С.Б., Орлов И.О., Осипов А.А., Пелеганчук С.В., Петров В.В., Петросян С.С., Пивоваров С.Г., Пиминов П.А., Полуэктов А.О., И.Н. Попков, Поспелов Г.Е., Присекин В.Г., Рубан А.А., Савинов Г.А., Сандырев В.К., Симонов Е.А., Синяткин С.В., Сковпень Ю.И., Скринский А.Н., Смалюк В.В., Старостина Е.В., Стручалин М.В., Сухарев А.М., Талышев А.А., Таюрский В.А., Тельнов В.И., Тихонов Ю.А., Тодышев К.Ю., Тумайкин Г.М., Усов Ю.В., Цыганков Д.А., Черепанов В.П., Шамов А.Г., Шатилов Д.Н., Шварц Б.А., Шубин Е.И., Эйдельман С.И., Юшков А.Н. (KEDR Collab.).* Измерение $\Gamma_{e^+e^-} \times \Gamma_{e^+e^-}(\Gamma_{\mu^+\mu^-})/\Gamma_{J/\psi}$. // Научная сессия-конференция секции ядерной физики ОФН РАН 2008, 22-25 декабря 2008, Институт физики высоких энергий, Протвино.

[358] *Малышев В.М., Анашин В.В., Аульченко В.М., Балдин Е.М. Барладян А.К., Барняков А.Ю., Барняков М.Ю., Бару С.Е., Бедный И.В., Белобородова О.Л., Блинов А.Е., Блинов В.Е., Бобров А.В., Бобровников В.С., Богомяков А.В., Бондарь А.Е., Бондарев Д.В., Бузыкаев А.Р., Воробьев А.И., Гулевич В.В., Глуховченко Ю.М., Жилич В.Н., Жуланов В.В., Журавлев А.Н., Карнаев С.Е., Карпов Г.В., Карпов С.В., Киселев В.А., Козлова Т.А., Кононов С.А., Котов К.Ю., Кравченко Е.А., Куликов В.Ф., Куркин Г.Я., Купер Э.А., Левичев Е.Б., Максимов Д.А., Масленников А.Л., Медведко А.С., Мешков О.И., Мишнев С.Е., Морозов И.И., Мучной Н.Ю., Нейфельд В.В., Никитин С.А., Николаев И.Б., Окунев И.Н., Онучин А.П., Орешкин С.Б., Орлов И.О., Осипов А.А., Пелеганчук С.В., Петров В.В., Петросян С.С., Пивоваров С.Г., Пиминов П.А., Полуэктов А.О., И.Н. Попков, Поспелов Г.Е., Присекин В.Г., Рубан А.А., Савинов Г.А., Сандырев В.К., Симонов Е.А., Синяткин С.В., Сковпень Ю.И., Скринский А.Н., Смалюк В.В., Старостина Е.В., Стручалин М.В., Сухарев А.М., Талышев А.А., Таюрский В.А., Тельнов В.И., Тихонов Ю.А., Тодышев К.Ю., Тумайкин Г.М., Усов Ю.В., Цыганков Д.А., Черепанов В.П., Шамов А.Г., Шатилов Д.Н., Шварц Б.А., Шубин Е.И., Эйдельман С.И., Юшков А.Н. (KEDR Collab.).* Измерение $\mathrm{Br}(J/\psi \to \gamma\eta_c)$. // Научная сессия-конференция секции ядерной физики ОФН РАН 2008, 22-25 декабря 2008, Институт физики высоких энергий, Протвино.

[359] *Сухарев А.М., Анашин В.В., Аульченко В.М., Балдин Е.М. Барладян А.К., Барняков А.Ю., Барняков М.Ю., Бару С.Е., Бедный И.В., Белобородова О.Л.,*

Блинов А.Е., Блинов В.Е., Бобров А.В., Бобровников В.С., Богомяков А.В., Бондарь А.Е., Бондарев Д.В., Бузыкаев А.Р., Воробьев А.И., Гулевич В.В., Глуховченко Ю.М., Жилич В.Н., Жуланов В.В., Журавлев А.Н., Карнаев С.Е., Карпов Г.В., Карпов С.В., Киселев В.А., Козлова Т.А., Кононов С.А., Котов К.Ю., Кравченко Е.А., Куликов В.Ф., Куркин Г.Я., Купер Э.А., Левичев Е.Б., Максимов Д.А., Малышев В.М., Масленников А.Л., Медведко А.С., Мешков О.И., Мишнев С.Е., Морозов И.И., Мучной Н.Ю., Нейфельд В.В., Никитин С.А., Николаев И.Б., Окунев И.Н., Онучин А.П., Орешкин С.Б., Орлов И.О., Осипов А.А., Пелеганчук С.В., Петров В.В., Петросян С.С., Пивоваров С.Г., Пиминов П.А., Полуэктов А.О., И.Н. Попков, Поспелов Г.Е., Присекин В.Г., Рубан А.А., Савинов Г.А., Сандырев В.К., Симонов Е.А., Синяткин С.В., Сковпень Ю.И., Скринский А.Н., Смалюк В.В., Старостина Е.В., Стручалин М.В., Талышев А.А., Таюрский В.А., Тельнов В.И., Тихонов Ю.А., Тодышев К.Ю., Тумайкин Г.М., Усов Ю.В., Цыганков Д.А., Черепанов В.П., Шамов А.Г., Шатилов Д.Н., Шварц Б.А., Шубин Е.И., Эйдельман С.И., Юшков А.Н. (KEDR Collab.). Измерение $\Gamma_{e^+e^-} \times \Gamma_{\mu^+\mu^-}/\Gamma_{\psi(2S)}$. // Научная сессия-конференция секции ядерной физики ОФН РАН 2008, 22-25 декабря 2008, Институт физики высоких энергий, Протвино.

[360] *Тодышев К.Ю., Анашин В.В., Аульченко В.М., Балдин Е.М. Барладян А.К., Барняков А.Ю., Барняков М.Ю., Бару С.Е., Бедный И.В., Белобородова О.Л., Блинов А.Е., Блинов В.Е., Бобров А.В., Бобровников В.С., Богомяков А.В., Бондарь А.Е., Бондарев Д.В., Бузыкаев А.Р., Воробьев А.И., Гулевич В.В., Глуховченко Ю.М., Жилич В.Н., Жуланов В.В., Журавлев А.Н., Карнаев С.Е., Карпов Г.В., Карпов С.В., Киселев В.А., Козлова Т.А., Кононов С.А., Котов К.Ю., Кравченко Е.А., Куликов В.Ф., Куркин Г.Я., Купер Э.А., Левичев Е.Б., Максимов Д.А., Малышев В.М., Масленников А.Л., Медведко А.С., Мешков О.И., Мишнев С.Е., Морозов И.И., Мучной Н.Ю., Нейфельд В.В., Никитин С.А., Николаев И.Б., Окунев И.Н., Онучин А.П., Орешкин С.Б., Орлов И.О., Осипов А.А., Пелеганчук С.В., Петров В.В., Петросян С.С., Пивоваров С.Г., Пиминов П.А., Полуэктов А.О., И.Н. Попков, Поспелов Г.Е., Присекин В.Г., Рубан А.А., Савинов Г.А., Сандырев В.К., Симонов Е.А., Синяткин С.В., Сковпень Ю.И., Скринский А.Н., Смалюк В.В., Сухарев А.М., Старостина Е.В., Стручалин М.В., Талышев А.А., Таюрский В.А., Тельнов В.И., Тихонов Ю.А., Тумайкин Г.М., Усов Ю.В., Цыганков Д.А., Черепанов В.П., Шамов А.Г., Шатилов Д.Н., Шварц Б.А., Шубин Е.И., Эйдельман С.И., Юшков А.Н. (KEDR Collab.).* Измерение масс $\psi(2S)$ и $\psi(3770)$. // Научная сессия-конференция секции ядерной физики ОФН РАН 2008, 22-25 декабря 2008, Институт физики высоких энергий, Протвино.

[361] *Полуэктов А.О., Анашин В.В., Аульченко В.М., Балдин Е.М. Барладян А.К., Барняков А.Ю., Барняков М.Ю., Бару С.Е., Бедный И.В., Белобородова О.Л., Блинов А.Е., Блинов В.Е., Бобров А.В., Бобровников В.С., Богомяков А.В., Бондарь А.Е., Бондарев Д.В., Бузыкаев А.Р., Воробьев А.И., Гулевич В.В., Глуховченко Ю.М., Жилич В.Н., Жуланов В.В., Журавлев А.Н., Карнаев С.Е., Карпов Г.В., Карпов С.В., Киселев В.А., Козлова Т.А., Кононов С.А., Котов К.Ю., Кравченко Е.А., Куликов В.Ф., Куркин Г.Я., Купер Э.А., Левичев Е.Б., Максимов Д.А., Малышев В.М., Масленников А.Л., Медведко А.С., Мешков О.И., Мишнев С.Е., Морозов И.И., Мучной Н.Ю., Нейфельд В.В., Никитин С.А., Николаев И.Б., Окунев И.Н., Онучин А.П., Орешкин С.Б., Орлов И.О.,*

Осипов А.А., Пелеганчук С.В., Петров В.В., Петросян С.С., Пивоваров С.Г., Пиминов П.А., И.Н. Попков, Поспелов Г.Е., Присекин В.Г., Рубан А.А., Савинов Г.А., Сандырев В.К., Симонов Е.А., Синяткин С.В., Сковпень Ю.И., Скринский А.Н., Смалюк В.В., Сухарев А.М., Старостина Е.В., Стручалин М.В., Талышев А.А., Таюрский В.А., Тельнов В.И., Тихонов Ю.А., Тодышев К.Ю., Тумайкин Г.М., Усов Ю.В., Цыганков Д.А., Черепанов В.П., Шамов А.Г., Шатилов Д.Н., Шварц Б.А., Шубин Е.И., Эйдельман С.И., Юшков А.Н. (KEDR Collab.). Измерение массы D-мезонов. // Научная сессия-конференция секции ядерной физики ОФН РАН 2008, 22-25 декабря 2008, Институт физики высоких энергий, Протвино.

[362] *Белобородова О.Л., Анашин В.В., Аульченко В.М., Балдин Е.М. Барладян А.К., Барняков А.Ю., Барняков М.Ю., Бару С.Е., Бедный И.В., Блинов А.Е., Блинов В.Е., Бобров А.В., Бобровников В.С., Богомяков А.В., Бондарь А.Е., Бондарев Д.В., Бузыкаев А.Р., Воробьев А.И., Гулевич В.В., Глуховченко Ю.М., Жилич В.Н., Жуланов В.В., Журавлев А.Н., Карнаев С.Е., Карпов Г.В., Карпов С.В., Киселев В.А., Козлова Т.А., Кононов С.А., Котов К.Ю., Кравченко Е.А., Куликов В.Ф., Куркин Г.Я., Купер Э.А., Левичев Е.Б., Максимов Д.А., Малышев В.М., Масленников А.Л., Медведко А.С., Мешков О.И., Мишнев С.Е., Морозов И.И., Мучной Н.Ю., Нейфельд В.В., Никитин С.А., Николаев И.Б., Окунев И.Н., Онучин А.П., Орешкин С.Б., Орлов И.О., Осипов А.А., Пелеганчук С.В., Петров В.В., Петросян С.С., Пивоваров С.Г., Пиминов П.А., Полуэктов А.О., И.Н. Попков, Поспелов Г.Е., Присекин В.Г., Рубан А.А., Савинов Г.А., Сандырев В.К., Симонов Е.А., Синяткин С.В., Сковпень Ю.И., Скринский А.Н., Смалюк В.В., Сухарев А.М., Старостина Е.В., Стручалин М.В., Талышев А.А., Таюрский В.А., Тельнов В.И., Тихонов Ю.А., Тодышев К.Ю., Тумайкин Г.М., Усов Ю.В., Цыганков Д.А., Черепанов В.П., Шамов А.Г., Шатилов Д.Н., Шварц Б.А., Шубин Е.И., Эйдельман С.И., Юшков А.Н. (KEDR Collab.).* Изучение двухфотонных процессов на детекторе КЕДР. // Научная сессия-конференция секции ядерной физики ОФН РАН 2008, 22-25 декабря 2008, Институт физики высоких энергий, Протвино.

[363] *Barnyakov A.Yu., Barnyakov M.Yu., Barutkin V.V., Bobrovnikov V.S., Buzykaev A.R., Inami K., Kononov S.A., Kravchenko E.A., Kurimoto K., Mori T., Ohshima T., Onuchin A.P., Tsygankov D.A., Yurikusa Y.* Photomultiplier tubes with three MCPs. // Proc. of the 10th Intern. Conf. on Instrumentation for Colliding Beam Physics (INSTR'08), February 28 - March 5, 2008, BINP, Novosibirsk. /Ed by. A.Buzulutskov.

[364] *Barnyakov A.Yu., Barnyakov M.Yu., Barutkin V.V., Bobrovnikov V.S., Buzykaev A.R., Daniluk A.F., Kononov S.A., Kirillov V.L., Kravchenko E.A., Onuchin A.P.* Influence of water on optical parameters of aerogel. // Proc. of the 10th Intern. Conf. on Instrumentation for Colliding Beam Physics (INSTR'08), February 28 - March 5, 2008, Novosibirsk, BINP, Russia, /Ed by. A.Buzulutskov.

[365] *Telnov V.I.* The photon collider at ILC. // Invited talk at the International Workshop on High Energy Photon Collisions at the LHC, April 22-25, 2008, CERN. - Nucl. Phys. Suppl. B, 2008, v.179, p.81.

[366] *Telnov V.I.* Laser cooling of electron beams. // Invited talk at International Advanced Beam Dynamics Workshop (Nanobeams2008), May 25-30, 2008, BINP, Novosibirsk. - verbhttp://ilcagenda. linearcollider. org/materialDisplay. py?contribId=6& verbsessionId = 3& materialId = slides& confId = 2320.

[367] *Telnov V.I.* Status of the photon collider at ILC. // The talk at ECFA Workshop on Linear Colliders, June 9-12, 2008, Warsaw. - verbhttp://ilcagenda. linearcollider. org/materialDisplay.py?contribId = 70& verbsessionId = 49&materialId = slides&confId = 2642.

[368] *Telnov V.I.* High energy photon colliders. // Invited talk at the Intern. Workshop on Ultra High-Intensity Lasers in Nuclear and Particle Physics, ECT, Trento, June 23-27, 2008, Italy. verbhttp://www.tech.plym.ac.uk /Research/ applied mathematics/.

[369] *Telnov V.I.* Photon collider before e+e-, has it sense? // Proc. of the Intern. Workshop on Linear Colliders (ILC2008, LCWS08), Chicago, November 16-21, 2008, USA.

[370] *Бару С.Е.* Эффективный персональный досмотр - эффективное противодействие терроризму. // Труды конгрессной части 4-го специализированного форума: Современные системы безопасности - Антитеррор. - Сиб ЮИ МВД России, 2008, Красноярск, с.138-144.

[371] *Antoshin A., Avilov M., Blinov M., Bolkhovityanov D., Golikov V., Gubin K., Kholopov M., Lebedev N., Logachev P., Popov V., Shiyankov S., Tsyganov A., Zhul I.* High power neutron converter for low energy proton/deuteron beams: test facility. // Proc. of 11th European Particle Accelerator Conference (EPAC'08), June 23-27, 2008, Genoa, Italy.

[372] *Blinov M., Golikov V., Gubin K., Kholopov M., Logachev P., Popov V., Shiyankov S., Zhul I.* High power neutron converter for low energy proton/deuteron beams: liquid metal driving system. // Proc. of 11th European Particle Accelerator Conference (EPAC'08), Proc., June 23-27, 2008, Genoa, Italy.

[373] *Alinovsky N.I., Goncharov A.D., Klyuev V.F., Konstantinov S.G., Konstantinov E.S., Kryuchkov A.M., Parkhomchuk V.V., Petrichenkov M.V., Rastigeev S.A., Reva V.B.* Radiocarbon measurements and background investigation at SD RAS accelerator mass spectrometer. // XXI Russian Conference on Charged Particles Accelerators (RuPAC-2008), September 28 - October 3, 2008, Zvenigorod, Russia. - http://accelconf.web.cern.ch/AccelConf/r08/papers/THBAU03.pdf.

[374] *Dietrich J. (FZJ, Juelich), Bryzgunov M.I., Goncharov A.D., Parkhomchuk V.V., Reva V.B., Skorobogatov D.N.* Prototype of the high voltage section for the 2 MeV electron cooler at COSY-Juelich. // Proc. of 11th European Particle Accelerator Conference (EPAC'08), 23-27 June, 2008, Magazzini del Cotone, Genoa, Italy. - p.3467.

[375] *Parkhomchuk V., Vostrikov V., Levichev E., Kisilev V., Shvedov D.A, Reva V.B., Medvedko A.S., Gorchakov K.V., Belikov O.V., Kurkin G.Ya., Pupkov Yu.A., Kuper E.A., Karnaev S.E., Mamkin V.P., Shiyankov S.V., Bulygin A.N., Karpov G.V., Cherepsnov V.P., Churkin I.N., Morozov A.A., Mezentsev N.A., Zolotarev K.V., Porosev V.V., Chudaev V.Ya., Cherepkov V.G., Konstantinov S.G.* Radiation therapy facility based on carbon ion cooler synchrotron. // Report at XXI Russian Particle Accelerator Conference (RuPAC-2008), September 28 - October 3, 2008, Zvenigorod, Russia, p.313. - http://accelconf.web.cern.ch/AccelConf/r08/papers/THBAU01.pdf.

[376] *Tischer M., Balewski K., (DESY, Hamburg), Batrakov A.M., Ilyin I.V., Shichkov D., Utkin A.V., Vagin P.V., Vobly P., (BINP SB RAS, Novosibirsk).* Damping wigglers at the PETRA III light source. // Proc. of 11th European Particle Accelerator Conference (EPAC'08), June 23-27, 2008, Genoa, Italy. - p.2317.

[377] *Semenov Yu.I., Akimov V.E., Batazova M.A., Dovzhenko B.A., Ershov V.V., Frolov A.R., Gusev I.A., Gusev E.A., Konstantinov V.M., Kot N.Kh., Kozak V.R., Kuper E.A., Kuznetsov G.I., Logachev P.V., Mamkin V.R., Medvedko A.S., Nikolaev I.V., Protopopov A.Yu., Pureskin D.N., Repkov V.V., Selivanov A.N., Senkov D.V., Tsyganov A.S., Zharikov A.A.* 60 keV 30 kW electron beam facility for electron beam technology. // Proc. of 11th European Particle Accelerator Conference (EPAC'08), June 23-27, 2008, Genoa, Italy. - p.1887-1889.

[378] *Volkov V., Kendjebulatov E., Krutikhin S.A., Kurkin G.Y., Petrov V.M., Sedlyarov I.K., Vinokurov N.* Thermo-cathode RF gun for BINP race-track microtron-recuperator. // Proc. of 11th European Particle Accelerator Conference (EPAC'08), June 23-27, 2008, Genoa, Italy. - p.2213.

[379] *Sedlyarov I.K., Arbuzov V.S., Gorniker E.I., Kondakov A.A., Krutikhin S.A., Kurkin G.Ya., Kuptsov I.V., Motygin S.V., Osipov V.N., Petrov V.M., Philipchenko A.V., Pilan A.M., Tribendis A.G., Ushakov V.A.* Project of RF system for 2.2 GeV electron storage ring - Zelenograd SR source. // Report at XXI Russian Particle Accelerator Conference (RuPAC-2008), September 28 - October 3, 2008, Zvenigorod, Russia, p.295. - http://accelconf.web.cern.ch /AccelConf/r08/papers/THBAU03.pdf.

[380] *Bekhtenev E.A., Dementev E.N., Karpov G.V., Rogovsky Yu.A.* Beam position measurement system for theVEPP-2000 collider. // Report at XXI Russian Particle Accelerator Conference (RuPAC-2008), September 28 - October 3, 2008, Zvenigorod, Russia, p.250. - http://accelconf.web.cern.ch/AccelConf/r08 /papers /THBAU03.pdf.

[381] *Berkaev D., Belikov O., Kozak V., Shatunov P., Medvedko A.* System of power supples ripples measurement for VEPP-2000 collider. // Report at XXI Russian Particle Accelerator Conference (RuPAC-2008), September 28 - October 3, 2008, Zvenigorod, Russia, p.178. - http://accelconf.web.cern.ch/AccelConf/r08 /papers/THBAU03.pdf.

[382] *Belikov O.V., Chernyakin A.D., Kozak V.R., Medvedko A.S.* Bypass system for shunting of electromagnets for accelerators and storage rings. // Report at XXI Russian Particle Accelerator Conference (RuPAC-2008), September 28 - October 3, 2008, Zvenigorod, Russia, p.171. - http://accelconf.web.cern.ch/AccelConf/r08 /papers/THBAU03.pdf.

[383] *Belikov O.V., Kozak V.R., Medvedko A.S.* Four-quadrant power supplies for steering electromagnets for electron-positron collider. // Report at XXI Russian Particle Accelerator Conference (RuPAC-2008), September 28 - October 3, 2008, Zvenigorod, Russia. - p.244. - http://accelconf.web.cern.ch/AccelConf/r08/papers /THBAU03.pdf.

[384] *Berkaev D., Ostanin I., Kozak V., Cherepanov V., Repkov V., Bykov E.* Beam measurement system of VEPP-2000 injection channels. // Report at XXI Russian Particle Accelerator Conference (RuPAC-2008), September 28 - October 3, 2008, Zvenigorod, Russia, p.276. - http://accelconf.web.cern.ch/AccelConf/r08/papers /THBAU03.pdf.

[385] *Bryazgin A.A., Auslender V.L., Chernov K.N., Cheskidov V.G., Factorovich B.L., Gorbunov V.A., Gornakov I.V., Kuznetsov G.I., Makarov I.G., Matyash N.V., Ostreiko G.N., Panfilov A.D., Serdobintsev G.V., Tarnetsky V.V., Tiunov M.A., Tuvik A.A.* 100 kW modular linear accelerator for industrial applications with

electron energy of 7.5-10 MeV. // Report at XXI Russian Particle Accelerator Conference (RuPAC-2008), September 28 - October 3, 2008, Zvenigorod, Russia, p.379. - http://accelconf.web.cern.ch/AccelConf/r08/papers/THBAU03.pdf.

[386] *Vinokurov N.A., Dementjev E.N., Dovzhenko B.A., Gavrilov N.G., Knyazev B.A., Kolobanov E.I., Kubarev V.V., Kulipanov G.N., Matveenko A.N., Medvedev L.E., Miginsky S.V., Mironenko L.A., Ovchar V.K., Popik V.M., Salikova T.V., Scheglov M.A., Serednyakov S.S., Shevchenko O.A., Skrinsky A.N., Cheskidov V.G., Tokarev Yu.F., Vobly P.D.* Novosibirsk free electron laser: operation and second stage commissioning. // Report at XXI Russian Particle Accelerator Conference (RuPAC-2008), September 28 - October 3, 2008, Zvenigorod, Russia, p.181. - http://accelconf.web.cern.ch/AccelConf/r08/papers/THBAU03.pdf.

[387] *Gorchakov K.M., Vasichev S.S., Veremeenko V.F., Kozak V.R., Medvedko A.S., Pronik R.Z., Prosvetov V.P., Proskurina O.A.* Power supplies for the bending magnets of the VEP and VEPP-2000 storage ring. // Report at XXI Russian Particle Accelerator Conference (RuPAC-2008), September 28 - October 3, 2008, Zvenigorod, Russia, p.156. - http://accelconf.web.cern.ch/AccelConf/r08 /papers /THBAU03.pdf.

[388] *Gusev I.A., Medvedko A.S., Protopopov A.Yu., Pureskin D.N., Senkov D.V.* High-voltage source with output voltage up to 60 kV with output current up to 500 mA. // Report at XXI Russian Particle Accelerator Conference (RuPAC-2008), September 28 - October 3, 2008, Zvenigorod, Russia, p.168. - http://accelconf.web.cern.ch /AccelConf/r08 /papers /THBAU03.pdf.

[389] *Auslender V.L., Bezuglov V.V., Bryazgin A.A., Gorbunov V.A., Faktorovich B.L., Kokin E.N., Korobeynikov M.V., Lukin A.N., Makarov I.G., Tiunov M.A., Nekhaev V.E., Panfilov A.D., Radchenko V.M., Sidorov A.V., Shtarklev E.A., Tarnetcski V.V., Tkachenko V.O., Voronin L.A.* Industrial high energy electron accelerators type ILU. // Report at XXI Russian Particle Accelerator Conference (RuPAC-2008), September 28 - October 3, 2008, Zvenigorod, Russia, p.367. - http://accelconf.web.cern.ch/AccelConf/r08/papers/THBAU03.pdf.

[390] *Chupyra A.G., Gusev G.A., Kondaurov M.N., Medvedko A.S., Pilipenko R.V., Singatulin Sh.R.* BINP capacitive and ultrasonic hydrostatic level sensors. // 10th International Workshop on Accelerator Alignment, KEK, February 11-15, 2008, Tsukuba, Japan, 35p. - http://www.slac.stanford.edu/econf/C0802113 /papers/024.pdf.

[391] *Volk J.T., LeBrun P., Shiltsev V., Singatulin S.* Ground motion data for international collider models. // 10th International Workshop on Accelerator Alignment, KEK, February 11-15, 2008, Tsukuba, Japan, 5p. - http://www.slac.stanford.edu/econf/C0802113 /papers/P048.pdf.

[392] *Erokhin A., Medvedko A., Coelingh G. J., Dahlerup-Petersen K.* Design and commissioning of the energy extraction systems for the LHC corrector magnets circuits. // International Power Modulator Conference, May 2008, Las Vegas.

[393] *Erokhin A., Coelingh G. J., Dahlerup-Petersen K.* Results from commissioning of the energy extraction facilities of the LHC machine. // International Power Modulator Conference, May 2008, Las Vegas.

[394] *Bryazgin A.A., Auslender V.L., Chernov K.N., Cheskidov V.G., Factorovich B.L., Kuznetsov G.I., Makarov I.G., Ostreiko G.N., Panfilov A.D., Serdobintsev G.V.,*

Tarnetsky V.V., Tiunov M.A. Latest experiments on 5 MeV section for high-power modular accelerator for e-beam and X-ray processing. // Intern. Meeting of Radiation Processing, September 21-25, 2008, London.

[395] *Bryazgin A.A., Maximov S.A., Nekhaev V.E., Panfilov A.D., Tkachenko V.O., Tuvik A.F., Voronin L.A., Gorbunov V.L., Shtarklev E., Korobeinikov M.V.* Application of ILU-type accelerators for sterilization purposes. // XXI Russian Conference on Charged Particles Accelerators (RuPAC-2008), September 28 - October 3, 2008, Zvenigorod, Russia.

[396] *Auslender V.L., Bezuglov V.V., Bryazgin A.A., Korobeynikov M.V., Sidorov A.V., Shtarklev E.A.* Electron beam treatment Line with ILU-6 machine for medicinal raw decontamination. // Report at XXI Russian Particle Accelerator Conference (RuPAC-2008), September 28 - October 3, 2008, Zvenigorod, Russia.

[397] *Bayanov B., Burdakov A., Ivanov A., Konstantinov S., Kuznetsov A., Makarov A., Malyshkin G., Mekler K., Sorokin I., Sulyaev Yu., Taskaev S.* Results of first experiments on neutron generation in the VITA neutron source. // 2nd International Conference on Current Problems in Nuclear Physics and Atomic Energy, June 9-15, 2008, Kiev, Ukraine. - Book of Abstract, p.90.

[398] *Bayanov B., Burdakov A., Davydenko V., Ivanov A., Kudryavtsev A., Malyshkin G., Shirokov V., Taskaev S.* Innovative accelerator based neutron source. // 2nd International Conference on Current Problems in Nuclear Physics and Atomic Energy, June 9-15, 2008, Kiev, Ukraine. - Book of Abstract, p.136.

[399] *Bayanov B., Burdakov A., Chudaev V., Ivanov A., Konstantinov S., Kuznetsov A., Makarov A., Malyshkin G., Mekler K., Sorokin I., Sulyaev Yu., and Taskaev S.* First neutron generation in the BINP accelerator based neutron source. // Proc. 13th Intern. Congress on Neutron Capture Therapy, 2-7 November 2008, Florence. /Edited by A.Zonta, S.Altieri, L.Roveda and R.Barth, p.514-517.

[400] *Bayanov B., Kashaeva E., Makarov A., Malyshkin G., Samarin S., and Taskaev S.* A neutron producing target for BINP accelerator-based neutron source. // Proc. 13th Intern. Congress on Neutron Capture Therapy, 2-7 November 2008, Florence. /Edited by A.Zonta, S.Altieri, L.Roveda and R.Barth, p.490-493.

[401] *Chaschin M.S. and Kotelnikov I.A.* On interpreting the diamagnetism of a compact plasmoid. // 7th Intern. Conf. on Open Magnetic Systems, July 15-18, 2008, Daejeon, Korea. - Abstracts, P44.

[402] *Беклемишев А.Д., Чащин М.С.* Баллистическая желобковая мода. // Тез. докл. XXXV Междунар. Звенигородской конф. по физике плазмы и УТС, 11-15 февраля 2008, Звенигород. - М: ЗАОНТЦ "ПЛАЗМАИОФАН", 2008, с.77.

[403] *Beklemishev A.D., Chaschin M.S.* Shear-flow modification of interchange. // Abstracts of 35th EPS Conference on Plasma Physics, 9-13 June, 2008, Hersonissos. ECA, 2008, v.32, P-4.052. - http://elise.epfl.ch/eps2008/pdf/P4_052.pdf.

[404] *Beklemishev A.D., Chaschin M.S.* Suppression of flute modes by biasing plasma in axially symmetric open traps. - 7th Intern. Conf. on Open Magnetic Systems, July 15-18, 2008, Daejeon, Korea. - Abstracts, P28.

[405] *Beklemishev A.D.* Correlation of parallel and transverse transport in Langmuir turbulence. // Abstracts of 35th EPS Conference on Plasma Physics, Hersonissos, 9-13 June 2008. - ECA, 2008, v.32, P-1.047. - http://elise.epfl.ch/eps2008/pdf/P1_047.pdf.

[406] *Driscoll C.F., Kabantsev A.A., O'Neil T.M., Dubin D.H.E., Tsidulko Yu.A.* Trapped-particle-mediated asymmetry induced transport and damping. // APS Meeting, November 17-21, 2008, USA. - CP6.00029.

[407] *Kabantsev A.A., Tsidulko Yu.A., Driscoll C.F.* Asymmetry-induced transport with azimuthal perturbations at the trapping separatrix. // APS Meeting, November 17-21, 2008. - CP6.00030.

[408] . *Dubin D.H.E, Tsidulko Yu.A.* Enhanced neoclassical transport caused by chaos near an asymmetric separatrix. // APS Meeting, November 17-21, 2008. - CP6.00031.

[409] *Черноштанов И.С.* Нелинейная стадия Альфвеновской ионно-циклотронной неустойчивости. // XLVI Международная научная студенческая конференция, НГУ, 6-14 апреля 2008, Новосибирск.

[410] *Kotelnikov I.A., Romé M., Pozzoli R.* Relativistic effects on the radial equilibrium of nonneutral plasmas. - The 9th International Workshop on Non-Neutral Plasmas, Columbia University, June 16-20, 2008, New York. - Abstracts, p.10.

[411] *Kotelnikov I.A., Pozzoli R.* Effect of a weakly tilted magnetic field on the equilibrium of nonneutral plasmas in a Malmberg-Penning trap. - The 9th International Workshop on Non-Neutral Plasmas, Columbia University, June 16-20, 2008, New York. - Abstracts, p.22.

[412] *Kotelnikov I., Romé M.* Relativistic effects on the equilibrium of electron plasmas. // 7th Intern. Conf. on Open Magnetic Systems for Plasma Confinement, Daejeon, Korea, 2008. - Abstracts, P22.

[413] *Kotelnikov I., Romé M.* Equilibrium of nonneutral plasmas in a Malmberg-Penning trap with a tilted magnetic field. // 7th Intern. Conf. on Open Magnetic Systems for Plasma Confinement, Daejeon, Korea, 2008. - Abstracts, P45.

[414] *Лотов К.В., Терехов А.В., Тимофеев И.В.* Двумерная численная модель плазмы для изучения пучково-плазменного взаимодействия. // Тез. докл. XXXV Междунар. Звенигородской конф. по физике плазмы и УТС, 11-15 февраля 2008, Звенигород. - М: ЗАОНТЦ "ПЛАЗМАИОФАН", 2008, с.137.

[415] *Лотов К.В., Терехов А.В., Тимофеев И.В.* О насыщении двухпотоковой неустойчивости электронного пучка в плазме. // Тез. докл. XXXV Междунар. Звенигородской конф. по физике плазмы и УТС, 11-15 февраля 2008, Звенигород. - М: ЗАОНТЦ "ПЛАЗМАИОФАН", 2008, с.297.

[416] *Timofeev I.V., Terekhov A.V., Lotov K.* Exact growth rates of the relativistic electron beam instability in a magnetized plasma. // 7th Intern. Conf. on Open Magnetic Systems for Plasma Confinement, Daejeon, Korea, 2008. - Abstracts, P20.

[417] *Timofeev I.V., Terekhov A.V., Lotov K.* Computer simulation of relativistic electron beam relaxation in plasma. // 7th Intern. Conf. on Open Magnetic Systems for Plasma Confinement, Daejeon, Korea, 2008. - Abstracts, P21.

[418] *Аникеев А.В., Багрянский П.А., Донин А.С., Кириенко А.В., Киррилов К.Ю., Коржавина М.С., Лизунов А.А., Максимов В.В., Мурахтин С.В., Инженин Е.И., Приходько В.В., Солдаткина Е.И., Соломахин А.Л.* Стационарное удержание анизотропной горячей плазмы в газодинамической ловушке. // Тез. докл. XXXV Междунар. Звенигородской конф. по физике плазмы и УТС, 11-15 февраля 2008, Звенигород. - М: ЗАОНТЦ "ПЛАЗМАИОФАН", 2008, с.32.

[419] *Аникеев А.В., Багрянский П.А., Беклемишев А.Д., Киреенко А.В., Лизунов А.А., Максимов В.В., Мурахтин С.В., Приходько В.В., Солдаткина Е.И., Соломахин А.Л., Чащин М.С.* Методы МГД-стабилизации двухкомпонентной плазмы в газодинамической ловушке. // Тез. докл. XXXV Междунар. Звенигородской конф. по физике плазмы и УТС, 11-15 февраля 2008, Звенигород. - М: ЗАОНТЦ "ПЛАЗМАИОФАН", 2008, с.33.

[420] *Аникеев А.В., Багрянский П.А., Иванов А.А., Киреенко А.В., Лизунов А.А., Максимов В.В., Мурахтин С.В., Приходько В.В., Соломахин А.Л., Сорокин А.В.* Накопление и удержание горячей анизотропной плазмы в компактном пробкотроне. // Тез. докл. XXXV Междунар. Звенигородской конф. по физике плазмы и УТС, 11-15 февраля 2008, Звенигород. - М: ЗАОНТЦ "ПЛАЗМАИОФАН", 2008, с.45.

[421] *Аникеев А.В., Багрянский П.А., Коржавина М.С., Приходько В.В.* Изучение микронеустойчивостей в плазмоиде анизотропных ионов с термоядерными энергиями. // Тез. докл. XXXV Междунар. Звенигородской конф. по физике плазмы и УТС, 11-15 февраля 2008, Звенигород. - М: ЗАОНТЦ "ПЛАЗМАИОФАН", 2008, с.53.

[422] *Аникеев А.В., Багрянский П.А., Максимов В.В., Пинженин Е.И., Приходько В.В., Пчеляков О.П., Тишковский Е.Г., Чистохин И.Б.* Регистрация выхода DD реакции на установке газодинамическая ловушка. // Тез. докл. XXXV Междунар. Звенигородской конф. по физике плазмы и УТС, 11-15 февраля 2008, Звенигород. - М: ЗАОНТЦ "ПЛАЗМАИОФАН", 2008, с.67.

[423] *Астрелин В.Т., Баткин В.И., Бурдаков А.В., Гарифов С.С., Иванов И.А., Меклер К.И., Полосаткин С.В., Поступаев В.В., Ровенских А.Ф., Синицкий С.Л., Суляев Ю.С., Сорокина Н.В.* Первые эксперименты по атомарной инжекции на установке ГОЛ-3. // Тез. док. XXXV Международной (Звенигородской) конференции по физике плазмы и УТС, 11-15 февраля 2008, Звенигород. - Москва: ЗАО НТЦ"ПЛАЗМАИОФАН", 2008. - с.35.

[424] *Поступаев В.В., Бурдаков А.В., Иванов И.А., Куклин К.Н., Полосаткин С.В.* Исследование инжекционного метода создания плазмы для многопробочной ловушки ГОЛ-3. // Тез. док. XXXV Международной (Звенигородской) конференции по физике плазмы и УТС, 11-15 февраля 2008, Звенигород. - Москва: ЗАО НТЦ"ПЛАЗМАИОФАН", 2008. - с.76.

[425] *Полосаткин С.В., Гришняев Е.С., Иванов И.А., Подыминогин А.А., Шиховцев И.В.* Оптическая спектроскопия плазмы ВЧ эмиттера мощного инжектора быстрых нейтралов. // Тез. док. XXXV Международной (Звенигородской) конференции по физике плазмы и УТС, 11-15 февраля 2008, Звенигород. - Москва: ЗАО НТЦ"ПЛАЗМАИОФАН", 2008. - с.211.

[426] *Аржанников А.В., Астрелин В.Т., Калинин П.В., Синицкий С.Л., Степанов В.Д.* Одновременная генерация и транспортировка двух ленточных микросекундных РЭП для использования в многоканальном МСЭ. // Тез. док. XXXV Международной (Звенигородской) конференции по физике плазмы и УТС, 11-15 февраля 2008, Звенигород. - Москва: ЗАО НТЦ"ПЛАЗМАИОФАН", 2008. - с.296.

[427] *Аржанников А.В., Астрелин В.Т., Белых В.В., Иваненко В.Г., Иванов И.А., Макаров М.А., Синицкий С.Л., Степанов В.Д.* Эксперименты по удлинению импульса мощного микросекундного РЭП для развития исследований по нагре-

ву плазмы в гофрированной ловушке ГОЛ-3. // Тез. док. XXXV Международной (Звенигородской) конференции по физике плазмы и УТС, 11-15 февраля 2008, Звенигород. - Москва: ЗАО НТЦ"ПЛАЗМАИОФАН", 2008. - с.298.

[428] *Postupaev V.V., Arzhannikov A.V., Astrelin V.T., Batkin V.I., Burdakov A.V., Burmasov V.S., Ivanov I.A., Ivantsivsky M.V., Kuklin K.N., Mekler K.I., Polosatkin S.V., Popov S.S., Rovenskikh A.F., Shoshin A.A., Sorokina, N.V. Sinitsky S.L., Sulyaev Yu.S., Trunev Yu.A., Vyacheslavov L.N., Zubairov Ed.R.* First experiments on neutral injection in multimirror trap GOL-3. // 35th EPS Conference on Plasma Phys., Hersonissos, 2008. - Contributed papers: CD-ROM, ECA, v.32D, P-4.103.

[429] *Postupaev V.V., Arzhannikov A.V., Astrelin V.T., Belykh V.V., Burdakov A.V., Burmasov V.S., Ivanov I.A., Ivantsivsky M.V., Kolosov M.V., Krygina A.S., Kuklin K.N., Mekler K.I., Polosatkin S.V., Popov S.S., Rovenskikh A.F., Shoshin A.A., Sorokina, N.V. Sinitsky S.L., Sulyaev Yu.S., Trunev Yu.A., Vyacheslavov L.N., Zubairov Ed.R.* Dynamics of electron distribution function in multiple mirror trap GOL-3. // 35th EPS Conference on Plasma Phys., Hersonissos, 2008. - Contributed papers: CD-ROM, ECA, Vol.32D, P-5.098.

[430] *Arzhannikov A.V., Kalinin P.V., Kuznetsov, A.S., Kuznetsov S.A., Sinitsky S.L., Stepanov V.D., Ginzburg N.S., Peskov N.Yu., Sergeev A.S., Zaslavsky V.Yu., Zotova I.V.* Experiments for realizing of two-stage scheme of sub-mm generation at ELMI-device. // 35th IEEE Intern. Conf. on Plasma Science (ICOPS 2008), Karlsruhe, June 15-19, 2008, Germany. - Abstracts, p.115.

[431] *Arzhannikov A.V., Astrelin V.T., Belykh V.V., Ivanenko V.G., Ivanov I.A., Makarov M.A., Sinitsky S.L., Stepanov V.D.* Experiments on pulse elongation of high-power microsecond E-beam for plasma heating in multimirror trap GOL-3. // 35th IEEE Intern. Conf. on Plasma Science (ICOPS 2008), Karlsruhe, June 15-19, 2008, Germany. - Abstracts, p.223.

[432] *Kuznetsov Sergei A., Arzhannikov Andrei V., Gelfand Alexandr V., Fedorinina Nina I.* Four-channel spectral system for submm-wave radiometry of hot plasma. // 35th IEEE Intern. Conf. on Plasma Science (ICOPS 2008), Karlsruhe, Germany, June 15-19 2008. - Abstracts, p.351.

[433] *Kuznetsov S.A., Goncharov Yu.G., Gorshunov B.P., Spektor I.E., Gelfand A.V., Fedorinina N.I.* Double effective band-pass submm-filters based on anisotropic resonant meshes. // Conference Guide of Intern. Conf. on Infrared, Millimeter, and Terahertz Waves (IRMMW-THz 2008), Pasadena, California, September 15-19, 2008, USA. - Paper M3B4.1743.

[434] *Kuznetsov Sergei A., Kalinin Petr V.* Theoretical optimization of metal mesh THz-filters for selecting harmonics of NovoFEL radiation. // Conference Guide of Intern. Conf. on Infrared, Millimeter, and Terahertz Waves (IRMMW-THz 2008), Pasadena, California, September 15-19, 2008, USA. - Paper T5D21.1727.

[435] *Kuznetsov Sergei A., Kubarev Vitaly V., Kalinin Petr V.* Electroformed metal mesh THz-filters for selecting harmonics of NovoFEL radiation. // Conference Guide of Intern. Conf. on Infrared, Millimeter, and Terahertz Waves (IRMMW-THz 2008), Pasadena, California, September 15-19, 2008, USA. - Paper W3B3.1726.

[436] *Kuznetsov S.A., Kubarev V.V., Gelfand A.V., Navarro-Cia M., Beruete M., Campillo I., Sorolla M.* Millimeter and THz extraordinary transmission hole arrays. // Conference Guide of Intern. Conf. on Infrared, Millimeter, and Terahertz Waves

(IRMMW-THz 2008), Pasadena, California, September 15-19, 2008, USA. - Paper R5D24.1563.

[437] *Sorolla M., Beruete M., Navarro-Cia M., Campillo I., Aznabet M., Mrabet O. El, Falcone F., Kuznetsov S.A., Gelfand A.V., Fedorinina N.I.* Negative refraction route by stacked subwavelength hole arrays at millimeter wave and THz frequencies (Invited talk). // Proc. of 2nd Intern. Congress on Advanced Electromagnetic Materials in Microwaves and Optics, Pamplona, September 21-26, 2008, Spain.

[438] *Sorolla M., Kuznetsov S.A., Gelfand A.V., Fedorinina N.I., Navarro M., Beruete M., Campillo I.* 220 GHz and 2.3 THz subwavelength double periodic hole array exhibiting extraordinary transmission. // Proc. of 2nd Intern. Congress on Advanced Electromagnetic Materials in Microwaves and Optics, Pamplona, September 21-26, 2008, Spain.

[439] *Sorolla M., Kuznetsov S.A., Gelfand A.V., Fedorinina N.I., Aznabet M., Navarro M., Mrabet O. El, Beruete M., Falcone F.* SRR and CSRR millimeter wave metasurfaces. // Proc. of 2nd Int. Congress on Advanced Electromagnetic Materials in Microwaves and Optics, Pamplona, September 21-26, 2008, Spain.

[440] *Arzhannikov A.V., Kuznetsov S.A., Kubarev V.V., Kalinin P.V., Gelfand A.V., Goldenberg B.G., Sorolla M.* Metal mesh based quasi-optical selective components for THz-, submm-wave and microwave applications. // Proc. of 7th International Workshop: Strong Microwaves - Sources and Applications, July 27 - August 2, 2008, Nizhny Novgorod, Russia.

[441] *Примак М.А., Щудло И.М.* Изучение пространственного распределения пучка по тормозному излучению на многопробочной ловушке ГОЛ-3. // Сборник тез. докладов Новосибирской межвузовской научной студенческой конференции "Интеллектуальный потенциал Сибири", Новосибирск, 2008, часть 3, с.15-16.

[442] *Astrelin V., Burdakov A., Derevyankin G., Ivanov V., Kandaurov I., Synitsky S., Trunev Yu.* Numerical simulation of diodes with plasma electrodes. // 15th International Symposium on High Current Electronics, Tomsk, Russia, 21-26 September, 2008: Proc. /Ed. by B.Kovalchuk, G.Remnev. - Tomsk: IAO SB RAS, 2008. p.11-15.

[443] *Astrelin V.T., Arzhannikov A.V., Bobylev V.B., Burdakov A.V., and Synitsky S.L.* High current source of relativistic ribbon electron beam with small angle divergence. // 15th International Symposium on High Current Electronics, Tomsk, Russia, 21-26 September, 2008: Proc. /Ed. by B.Kovalchuk, G.Remnev. - Tomsk: IAO SB RAS, 2008. p.69-72.

[444] *Kandaurov I.V., Astrelin V.T., Burdakov A.V., Derevyankin G.E., and Trunev Yu.A.* Study of intensive long-pulse electron beam generation in a source with arc plasma emitter operated in a external magnetic field. // 15th International Symposium on High Current Electronics, Tomsk, Russia, 21-26 September, 2008: Proc. /Ed. by B.Kovalchuk, G.Remnev. - Tomsk: IAO SB RAS, 2008. - p.121-124.

[445] *Trunev Yu.A., Kandaurov I.V., and Burdakov A.V.* Magnetic compression of a long pulse electron beam produced with an arc plasma emitter. // 15th International Symposium on High Current Electronics, Tomsk, Russia, 21-26 September, 2008: Proc. /Ed. by B.Kovalchuk, G.Remnev. - Tomsk: IAO SB RAS, 2008. - p.125-127.

[446] *Polosatkin S.V., Astrelin V.T., Burdakov A.V., Bykov P.V., Ivanov I.A., Jongen Y., Konstantinov S.G., Kudryavtsev A.M., Kuklin K.N., Mekler K.I., Postupaev*

V.V., Rovenskikh A.F., Sinitsky S.L., and Zubairov E.R. Experimental studies of blistering of targets irradiated by intense 200 keV proton beam. // 9th International Conference on Modification of Materials with Particle Beams and Plasma Flows, Tomsk, Russia, 21-26 September, 2008: Proc. /Ed. by N.Koval, A.Ryabchikov. - Tomsk: IAO SB RAS, 2008. - p.131-134.

[447] *Ivanov I.A., Burdakov A.V., Kuklin K.N., Polosatkin S.V., Postupaev V.V., Raspopin K.S., Simonov P.A., Snytnikov V.N., and Shoshin A.A.* Structure modification of surface of fine-grained graphite and glassy carbon under high-power action by hydrogen plasma. // 9th International Conference on Modification of Materials with Particle Beams and Plasma Flows, Tomsk, Russia, 21-26 September, 2008: Proc. /Ed. by N.Koval, A.Ryabchikov. - Tomsk: IAO SB RAS, 2008. - p.196-199.

[448] *Shoshin A.A., Burdakov A.V., Bayanov B.F., Ivanov I.A., Kuklin K.N., Simonov P.A., Snytnikov V.N., Polosatkin S.V., and Postupaev V.V.* Study of interaction of high power plasma stream with lithium-carbon composites. // 9th International Conference on Modification of Materials with Particle Beams and Plasma Flows, Tomsk, Russia, 21-26 September, 2008: Proc. /Ed. by N.Koval, A.Ryabchikov. - Tomsk: IAO SB RAS, 2008. - p.200-203.

[449] *Burdakov A., Arzhannikov A., Astrelin V., Batkin V., Burmasov V., Derevyankin G., Ivanenko V., Ivanov I., Ivantsivsky M., Kandaurov I., Konyukhov V., Kuklin K., Kuznetsov S., Makarov A., Makarov M., Mekler K., Polosatkin S., Popov S., Postupaev V., Rovenskikh A., Shoshin A., Sinitsky S., Stepanov V., Sulyaev Yu., Trunev Yu., Vyacheslavov L., Zubairov Ed.* Prospects of GOL-3 multiple mirror trap. // Alushta-2008 International Conference and School on Plasma Physics and Controlled Fusion & 3rd Alushta International Workshop on the Role of Electric Fields in Plasma Confinement in Stellarators and Tokamaks, Alushta (Crimea), Ukraine, September 22-27, 2008: Book of Abstr. - Харьков: ННЦХФТИ,2008. - p.27.

[450] *Sinitsky S.L., Arzhannikov A.V., Astrelin V.T., Batkin V.I., Belykh V.V., Burdakov A.V., Burmasov V.S., Ivanenko V.G., Ivanov I.A., Ivantsivsky M.V., Konyukhov V.V., Kuklin K.N., Kuznetsov S.A., Makarov A.G., Makarov M.A., Mekler K.I., Polosatkin S.V., Popov S.S., Postupaev V.V., Rovenskikh A.A., Shoshin A.A., Stepanov V.D., Sulyaev Yu.S., Vyacheslavov L.N.* Heating the plasma in multimirror trap GOL-3. // 17th Intern. Conf. on High-Power Particle BEAMS (BEAMS'2008), Xi'an, China, 2008. - Abstracts, p.32-33.

[451] *Sinitsky S.L., Arzhannikov A.V., Astrelin V.T., Kalinin P.V., Stepanov V.D.* Simultaneous generation and transport of two microsecond sheet REBs for FEM application. // 17th Intern. Conf. on High-Power Particle BEAMS (BEAMS'2008), Xi'an, China, 2008. - Abstracts, p.37.

[452] *Burdakov A., Arzhannikov A., Astrelin V., Batkin V., Beklemishev A., Burmasov V., Derevyankin G., Ivanenko V., Ivanov I., Ivantsivsky M., Kandaurov I., Konyukhov V., Kotelnikov I., Kuklin K., Kuznetsov S., Lotov K., Timofeev I., Makarov A., Makarov M., Mekler K., Polosatkin S., Popov S., Postupaev V., Rovenskikh A., Shoshin A., Shvab I., Sinitsky S., Stepanov V., Sulyaev Yu., Trunev Yu., Vyacheslavov L., Zhukov V., Zubairov Eh.* Status and prospects of GOL-3 multiple mirror trap. // 7th Intern. Conf. on Open Magnetic Systems for Plasma Confinement, Daejeon, Korea, 2008. - Abstracts, P02.

[453] *Arzhannikov A.V., Astrelin V.T., Belykh V.V., Burdakov A.V., Burmasov V.S., Ivanov I.A., Ivantsivsky M.V., Kolosov M.V., Krygina A.S., Kuklin K.N., Mekler K.I., Polosatkin S.V., Popov S.S., Postupaev V.V., Rovenskikh A.F., Shoshin A.A., Sorokina N.V., Sinitsky S.L., Sulyaev Yu.S., Trunev Yu.A., Vyacheslavov L.N., Zubairov Ed.R.* Dynamics of electron distribution function in multiple mirror trap GOL-3. // 7th Intern. Conf. on Open Magnetic Systems for Plasma Confinement, Daejeon, Korea, 2008. - Abstracts, P23.

[454] *Arzhannikov A.V., Astrelin V.T., Beklemishev A.D., Burdakov A.V., Burmasov V.S., Ivanov I.A., Ivantsivsky M.V., Kuklin K.N., Mekler K.I., Polosatkin S.V., Popov S.S., Postupaev V.V., Rovenskikh A.F., Shoshin A.A., Sinitsky S.L., Suliaev Yu.S., Vyacheslavov L.N., Zubairov Ed.R.* Experiment with large-mirror-ratio corrugation at multiple mirror trap GOL-3. // 7th Intern. Conf. on Open Magnetic Systems for Plasma Confinement, Daejeon, Korea, 2008. - Abstracts, P24.

[455] *Arzhannikov A.V., Astrelin V.T., Beklemishev A.D., Burdakov A.V., Burmasov V.S., Ivanov I.A., Ivantsivsky M.V., Kuklin K.N., Mekler K.I., Polosatkin S.V., Popov S.S., Postupaev V.V., Rovenskikh A.F., Shoshin A.A., Sinitsky S.L., Suliaev Yu.S., Vyacheslavov L.N., Zubairov Ed.R.* First experiments on neutral injection in multimirror trap GOL-3. // 7th Intern. Conf. on Open Magnetic Systems for Plasma Confinement, Daejeon, Korea, 2008. - Abstracts, P25.

[456] *Иванцивский М.В., Бурдаков А.В., Вячеславов Л.Н., Поступаев В.В., Попов С.С., Ровенских А.Ф., Хильченко А.Д.* Система Томсоновского рассеяния на установке ГОЛ-3. // Материалы VI Российского семинара: Современные средства диагностики плазмы и их применение для контроля веществ и окружающей среды, Москва, МИФИ, 22-24 октября 2008, Москва. - М: МИФИ, 2008, с.7-9.

[457] *Burdakov A.V., Arzhannikov A.V., Astrelin V.T., Batkin V.I., Burmasov V.S., Derevyankin G.E., Ivanenko V.G., Ivanov I.A., Ivantsivsky M.V., Kandaurov I.V., Kuklin K.N., Kuznetsov S.A., Makarov A.G., Makarov M.A., Mekler K.I., Polosatkin S.V., Popov S.S., Postupaev V.V., Rovenskikh A.F., Shoshin A.A., Sinitsky S.L., Stepanov V.D., Sulyaev Yu.S., Trunev Yu.A., Vyacheslavov L.N., Zubairov Ed.R.* Advances in plasma heating and confinement in the GOL-3 multiple mirror trap. // 22nd IAEA Fusion Energy Conference, Geneva, 2008, Swissland. - Book of Abstracts, 2008, Report EX/P5-27, p.59.

[458] *Кузнецов А.С., Бурдаков А.В., Григорьев Д.Н., Суляев Ю.С., Таскаев С.Ю., Чудаев В.Я.* Использование сцинтилляционных детекторов в экспериментах по генерации монохроматических гамма-квантов и эпитепловых нейтронов на ускорителе-тандеме VITA. // Международная конференция: Инженерия сцинтилляционных материалов и радиационные технологии (ИСМАРТ-2008), Харьков, 2008, Украина. - Тезисы докладов, с.43.

[459] *Romanov A.L., Berkaev D.E., Kirpotin A.N., Koop I., Perevedentsev E., Rogovsky Yu.A., Shatunov P.Yu., Shwartz D.B.* Correction the round beam lattice of VEPP-2000 collider using orbit response technique. // Proc. of 11th European Particle Accelerator Conference (EPAC'08), Magazzini del Cotone, Genoa, 23-27 June, 2008, Italy. - p.THPC034.

[460] *Bogomyagkov A., Koop I., Levichev E.B., Nikitin S.A., Piminov P.A., Shatilov D.N., et al.* New low emittance lattices for the SuperB accelerator project. // Proc. of 11th European Particle Accelerator Conference (EPAC'08), Magazzini del Cotone, Genoa, 23-27 June, 2008, Italy. - p.WEPP040.

[461] *Koop I., Levichev E.B., Piminov P.A., Shatilov D.N., Smaluk V.V., et al.* Crabbed waist collisions in DAFNE and Super-B design. // Proc. of 11th European Particle Accelerator Conference (EPAC'08), Magazzini del Cotone, Genoa, 23-27 June 2008, Italy. - p.WEXG02.

[462] *Shatunov Y.M., Berkaev D.E., Koop I., Lysenko A.P., Perevedentsev E., Romanov A.L., Shatunov P.Yu., Shwartz D.B., Skrinsky A.N.* VEPP-2000 electron-positron collider commissioning and first results of round colliding beam tests. // Proc. of 11th European Particle Accelerator Conference (EPAC'08), Magazzini del Cotone, Genoa, 23-27 June, 2008, Italy. - p.TUOAG01.

[463] *Bogomyagkov A., Koop I., Levichev E., Nikitin S., Piminov P., Shatilov D., et al.* Design of a 10^{36} cm^{-2} s^{-1} Super-B factory. // Proc. of 11th European Particle Accelerator Conference (EPAC'08), Magazzini del Cotone, Genoa, 23-27 June 2008, Italy. - p.WEPP039.

[464] *Bogomyagkov A., Koop I., Levichev E., Nikitin S., Piminov P., Shatilov D., et al.* New low emittance lattice for the Super-B accelerator. // Proc. of 11th European Particle Accelerator Conference (EPAC'08), Magazzini del Cotone, Genoa, 23-27 June 2008, Italy. - p.2608-2610.

[465] *C. Milardi, ..., Koop I., Levichev E., Piminov P., Shatilov D., Smaluk V., et al.* DAFNE setup and operation with the crab-waist collision scheme. // Proc. of 11th European Particle Accelerator Conference (EPAC'08), Magazzini del Cotone, Genoa, 23-27 June, 2008, Italy. - p.WEPP036.

[466] *Perevedentsev E., Romanov A.L.* Eddy-current effect on field multipoles arising in dipole magnets with elliptic and rectangular beam pipe. // Proc. of 11th European Particle Accelerator Conference (EPAC'08), Magazzini del Cotone, Genoa, 23-27 June 2008, Italy. - p.WEPC160.

[467] *Perevedentsev E., Shatilov D.N., et al.* Performance of KEKB with crab cavities. // Proc. of 11th European Particle Accelerator Conference (EPAC'08), Magazzini del Cotone, Genoa, 23-27 June 2008, Italy. - p.WEXG01.

[468] *Бардаханов С.П., Голковский М.Г., Корчагин А.И., Куксанов Н.К., Лаврухин А.В., Салимов Р.А., Фадеев С.Н., Черепков В.В.* Получение нанодисперсных порошков испарением из конденсированной фазы с помощью мощного электронного пучка, выпущенного в атмосферу. // Презентация на XIV Международной конференции по методам аэрофизических исследований (ICMAR-2008), 30 июня - 6 июля 2008, Академгородок, Новосибирск.

[469] *Bardakhanov S.P., Korchagin A.I., Kuksanov N.K., Lavrukhin A.V., Salimov R.A., Fadeev S.N., Cherepkov V.V., Veis M.E., Nomoev A.V., Bazarova D.Zh., Lysenko V.I., Sangaa D.* The possibilities of production of nanopowders with high power ELV electron accelerator. // Intern. Meeting of Radiation Processing, London, September 21-25, 2008: Abstracts. - London, 2008 (Poster report).

[470] *Kuksanov N.K., Salimov R.A., Nemytov P.I., Lavruchin A.V., Golubenko Yu.I., Fadeev S.N. (BINP), Gromov N.I., Vankin V.G., Roikh A.I., Lystchikov S.P., Stepanov M.N. (Podolskcabel)* The installation for EB processing of cables and wires at "Podolskkabel" plant. // International Meeting of Radiation Processing, London, September 21-25, 2008: Abstracts, London, 2008.

[471] *Бардаханов С.П., Корчагин А.И.* Получение нанопорошков в больших масштабах на мощном ускорителе электронов при атмосферном давлении. // Доклад

на Международном форуме по нанотехнологиям, 3-5 декабря 2008, Москва (уст. доклад).

[472] *Krilova T.A., Poletika I.M., Golkovski M.G., Perovskaya M.V.* Forming of multifunctional coats by vacuum-free electron beam surfacing and thermal treatment of this coats. // 9th Intern.Conf.on Modification of Materials with Particle Beams and Plasma Flows, Tomsk, Russia, 21-26 September 2008. - Proceedings. /Ed. by N.Koval, A.Ryabchikov. - Tomsk: IAO SB RAS, 2008, p.254-256.

[473] *Golkovski M.G., Poletika I.M., Salimov R.A., Lukin A.N.* Forming of tungsten containing coats on the substrates from aluminum and copper by method of vacuum-free electron beam surfacing. // 9th Intern. Conf. on Modification of Materials with Particle Beams and Plasma Flows, Tomsk, Russia, 21-26 September 2008. - Proceedings. /Ed. by N.Koval, A.Ryabchikov, Tomsk: IAO SB RAS, 2008, p.471-474.

[474] *Golkovski M.G., Bardakhanov S.P., Korchagin A.I., Fadeev S.N., Kuksanov N.K., Lavrukhin A.V., Salimov R.A., Cherepkov V.V.* Evaluation of evaporation chamber heat transfer parameters for producing of nanoparticle powders by focused electron beam evaporation in atmospheric pressure medium. // 9th Intern. Conf. on Modification of Materials with Particle Beams and Plasma Flows, Tomsk, Russia, 21-26 September 2008. - Proceedings. /Ed. by N.Koval, A.Ryabchikov, Tomsk: IAO SB RAS, 2008, p.676-679.

[475] *Golkovsky M., Gubin K., Alyakrinsky O., Bardakhanov S.* About carbides-made nanoceramics fission target for RIB production. // Proc. of 11th European Particle Accelerator Conference (EPAC'08), June 23-27, 2008, Genoa, Italy. - (Poster report). - http: //accelconf.web.cern.ch /AccelConf/ e08 /html/ auth0200.htm.

[476] *Бардаханов С.П., Голковский М.Г., Корчагин А.И., Куксанов Н.К., Лаврухин А.В., Салимов Р.А., Фадеев С.Н., Черепков В.В.* Получение нанодисперсных порошков испарением из конденсированной фазы с помощью мощного электронного пучка, выпущенного в атмосферу. // Сообщение на XXIII Международной конференции: Уравнения состояния вещества (доклад и постер), 1-6 марта 2008, п.Эльбрус. - Институт проблем химфизики РАН, 2008, Черноголовка. - http: //www.ihed.ras.ru /elbrus08/ ru/program/ restore.php?id=230.

[477] *Гончаров В.Б., Сукнёв А.П., Гуляева Ю.К., Черепков В.В., Корчагин А.И., Куксанов Н.К., Бальжинимаев Б.С.* Физико-химические и каталитические свойства нанопорошков серебра, полученных методом испарения электронным пучком. // XX симпозиуме: Современная химическая физика, 15-26 сентября 2008, пансионат МГУ "Буревестник", Туапсе (устный доклад).

[478] *Korchagin A.I., Cherepkov V.V., Fadeev S.N., Golkovskiy M.G., Lavrukhin A.V., Bardakhanov S.P., Lysenko V.I., Nomoev A.V.* Production of nanopowders using high power electron accelerator. // XXI Russian Conference on Charged Particles Accelerators (RuPAC-2008), September 28 - October 3, 2008, Zvenigorod, Russia (Poster report). - http://cern.ch/AccelConf/r08/papers/THBPH05.pdf.

[479] *Golubenko Yu.I., Kuksanov N.K., Nemytov P.I., Chakin I.K.* Direct methods of measuring and stabilization of DC accelerating voltage in ELV accelerators designed on the basis of cascade generators. // XXI Russian Conference on Charged Particles Accelerators (RuPAC-2008), September 28 - October 3, 2008, Zvenigorod, Russia. - http://cern.ch/AccelConf/r08/papers/.

[480] *Kuksanov N.K., Salimov R.A., Nemytov P.I., Lavrukhin A.V., Golubenko Yu.I., Fadeev S.N. (BINP), Gromov N.I., Vankin V.G., Roikh A.I., Lyschikov S.P., Stepanov M.N. (Podolskcabel).* Automated complex for E-B treatment of cable and wire insulation. // XXI Russian Conference on Charged Particles Accelerators (RuPAC-2008), September 28 - October 3, 2008, Zvenigorod, Russia. - http://cern.ch/AccelConf/r08/papers/.

[481] *Nemytov P.I., Golubenko Yu.I., Kuksanov N.K.* Powerful electron accelerator ELV-12 for ecological applications. // XXI Russian Conference on Charged Particles Accelerators (RuPAC-2008), September 28 - October 3, 2008, Zvenigorod, Russia. - http://cern.ch/AccelConf/r08/papers/.

[482] *Скринский А.Н., Салимов Р.А., Бардаханов С.П., Корчагин А.И.* Модернизация пилотной установки для производства наноразмерных порошков на базе промышленного ускорителя электронов. // Государственный контракт от 4 августа 2008, №02.513.12.0041 (отчет о научно-исследовательской работе).

[483] *Strakhovenko V.* Understanding of FILTEX results. // Invited talk given at the Heraeus-Seminar: Polarized Antiprotons, Bad Honnef, June 23-25, 2008, Germany. - http://www.fe.infn.it/heraeus.

[484] *Grozin A.G.* Higher radiative corrections in HQET. // II Helmholtz International Summer School: Heavy Quark Physics, August 11-21, 2008, Dubna. - Proc. of DESY Conference Proceedings. - arXiv: 0809.4540, 33p.

[485] *Sokolov Valentin V., Zhirov Oleg V., et al.* Degree of reversibility of quantum dynamics of classically chaotic systems. // International Conference: Chaotic Modeling and Simulation (Chaos2008), June 3-6, 2008, Chania, Crete, Greece.

[486] *Бибердорф Э.А., Попова Н.И.* Контроль точности метода ортогональной прогонки. // Международная конференция, посвященная 100-летию С.Л. Соболева: Дифференциальные уравнения. Функциональные пространства. Теория приближений, 5-12 октября 2008, Институт математики СО РАН, Новосибирск. - Тезисы докладов. - ИМ СО РАН, Новосибирск, 2008.

(devoted to 100 anniversary S.L. Sobolev), Thesises of reports, IM SB RAS, 2008.

[487] *Dmitriev V.F., Milstein A.I.* Constraints on $N\bar{N}$ interaction from the process $e^+e^- \to N\bar{N}$ near threshold. // International Workshop on e^+e^- Collisions from ϕ to ψ, Frascati, Italy, 7-10 April 2008. - Nucl. Phys. B, 2008, (Proc. Suppl.) v.181-182, p.66.

[488] *Fadin V.S.* Ambiguities of low-x evolution equations at NLO. // Workshop on Low x Physics, July 6-10, 2008, Crete, Greece.

[489] *Fadin V.S.* BFKL approach and dipole picture. // International Conference (DIFFRACTION 2008), September 9-14, 2008, La Londe-les-Maures, France.

[490] *Мержиевский Л.А., Князев Б.А., Кулипанов Г.Н., Лукьянчиков Л.А., Жигач С.А.* Новосибирский лазер на свободных электронах: характеристики и разработка методов визуализации оптических неоднородностей в твердых телах. Мощные лазеры и иследования физики высоких плотностей энергии. // Междунар. конф.: X Харитоновские тематические научные чтения, 11-14 марта 2008. - Сб. тез. докл, Саров: РФЯЦ-ВНИИЭФ, 2008, с.30-32.

[491] *Демьяненко М.А., Есаев Д.Г., Овсюк В.Н., Фомин Б.И., Асеев А.Л., Князев Б.А., Кулипанов Г.Н., Винокуров Н.А.* Матричные микроболометрические приемники для инфракрасного и терагерцового диапазонов. // XX Междунар. на-

уч, техн. конф. по фотоэлектронике и приборам ночного видения, 27-30 мая 2008, Москва, Россия. - Тез. докл, М: ФГУП НПО "Орион", 2008, с.16.

[492] *Демьяненко М.А., Есаев Д.Г., Марчишин И.В., Овсюк В.Н., Фомин Б.И., Князев Б.А.* Болометрические приемники терагерцового излучения. // XX Междунар. науч, техн. конф. по фотоэлектронике и приборам ночного видения, 27-30 мая 2008, Москва, Россия. - Тез. докл, М: ФГУП НПО "Орион", 2008, с.32.

[493] *Золотарев К.В., Ракшун Я.В., Чурнов В.А.* Двухкристалльный монохроматор для станции рентгенофлюоресцентного анализа (РФА) в диапазоне энергий 6-60 кэВ. // Digest Reports of the XVII Intern. Synchrotron Radiation Conf. (SR-2008), June 15-20, 2008, Novosibirsk, Russia. /Ed. by M.V.Kuzin, A.D.Nikolenko, Novosibirsk. - BINP SB RAS, 2008, p.1-5-6.

[494] *Дарьин А.В., Ракшун Я.В., Шапоренко А.Д., Золотарев К.В.* Двухкоординатный сканер для рентгенофлуоресцентного микроанализа. // Digest Reports of the XVII Intern. Synchrotron Radiation Conf. (SR-2008), June 15-20, 2008, Novosibirsk, Russia. /Ed. by M.V.Kuzin, A.D.Nikolenko, Novosibirsk. - BINP SB RAS, 2008, p.1-1.

[495] *Мезенцев Н.А., Ракшун Я.В., Холопов М.А., Чернов В.А.* Станция мягкой рентгеновской спектроскопии. // Digest Reports of the XVII Intern. Synchrotron Radiation Conf. (SR-2008), June 15-20, 2008, Novosibirsk, Russia. /Ed. by M.V.Kuzin, A.D.Nikolenko, Novosibirsk. - BINP SB RAS,2008, p.1-20.

[496] *Волков А.А., Мезенцев Н.А., Мигинская Е.Г., Репков В.В., Цуканов В.М., Шкаруба В.А.* Система обнаружения квенчей и защиты сверхпроводящих вигглеров (То же на англ.яз.). // Digest Reports of the XVII Intern. Synchrotron Radiation Conf. (SR-2008), June 15-20, 2008, Novosibirsk, Russia. /Ed. by M.V.Kuzin, A.D.Nikolenko, Novosibirsk. - BINP SB RAS, 2008, p.1-20-21.

[497] *Аруев П.Н., Забродский В.В., Колокольников Ю.М., Коваленко Н.В., Легкодымов А.А., Николенко А.Д., Лях В.В., Пиндюрин В.Ф., Суханов В.Л.* Относительная калибровка спектральной характеристики полупроводниковых детекторов. // Digest Reports of the XVII Intern. Synchrotron Radiation Conf. (SR-2008), June 15-20, 2008, Novosibirsk, Russia. /Ed. by M.V.Kuzin, A.D.Nikolenko, Novosibirsk. - BINP SB RAS, 2008, p.1-22.

[498] *Волков А.А., Мигинская Е.Г., Репков В.В., Цуканов В.М.* Система управления многополюсными сверхпроводящими магнитами на базе EPICS (То же на англ яз.). // Digest Reports of the XVII Intern. Synchrotron Radiation Conf. (SR-2008), June 15-20, 2008, Novosibirsk, Russia. /Ed. by M.V.Kuzin, A.D.Nikolenko, Novosibirsk. - BINP SB RAS, 2008, p.1-25.

[499] *Вазина А.А., Кулипанов Г.Н.* Структурная биология ткани в свете синхротронных пучков Сибири. // Digest Rports of the XVII Intern. Synchrotron Radiation Conf. (SR-2008), June 15-20, 2008, Novosibirsk, Russia. /Ed. by M.V.Kuzin, A.D.Nikolenko, Novosibirsk. - BINP SB RAS, 2008, p.2-8.

[500] *Анчаров А.И., Манаков А.Ю., Лихачева А.Ю., Щенников В.М., Пиндюрин В.Ф.* Экспериментальная станция "Дифрактометрия при высоких давлениях"СЦСТИ и работы проводимые на ней. // Digest Reports of the XVII Intern. Synchrotron Radiation Conf. (SR-2008), June 15-20, 2008, Novosibirsk, Russia. /Ed. by M.V.Kuzin, A.D.Nikolenko, Novosibirsk. - BINP SB RAS, 2008, p.2-19-20.

[501] *Юрьев Г.С., Косов А.В.* Дифракция нанокристаллов алмаз/графит. // Digest Reports of the XVII Intern. Synchrotron Radiation Conf. (SR-2008), June 15-20, 2008, Novosibirsk, Russia. /Ed. by M.V.Kuzin, A.D.Nikolenko, Novosibirsk. - BINP SB RAS, 2008, p.2-21.

[502] *Чепуров А.И., Сонин В.М., Сурков Н.В., Толочко Б.П., Анчаров А.И., Панченко В.Е., Косов А.В., Манаков А.Ю.* Проект экспериментальной станции синхротронного излучения на ВЭПП-4 для исследований при высоких давлениях и температурах на многопуансонном аппарате БАРС. // Digest Reports of the XVII Intern. Synchrotron Radiation Conf. (SR-2008), June 15-20, 2008, Novosibirsk, Russia. /Ed. by M.V.Kuzin, A.D.Nikolenko, Novosibirsk. - BINP SB RAS, 2008, p.2-25.

[503] *Анчарова У.В., Ляхов Н.З., Немудрый А.П., Савинская О.А., Цыбуля С.В.* Эффекты упорядочения в структуре нестехиометрических кислород-пр оводящих перовскитов с высокой дефектностью. // Digest Reports of the XVII Intern. Synchrotron Radiation Conf. (SR-2008), June 15-20, 2008, Novosibirsk, Russia /Ed. by M.V.Kuzin, A.D.Nikolenko, Novosibirsk. - BINP SB RAS, 2008, p.2-2.

[504] *Гольдберг Е.Л., Воробьева С.С., Шапоренко А.Д., Чебыкин Е.П., Жученко Н.А., Степанова О.Г., Калмычков Г.В., Иванов Е.В.* Свидетельства нескольких эпизодов бессточности озера Байкал в период последнего оледенения из данных сканирующего РФА-СИ, биогенных индикаторов и изотопов урана в осадках колонки из мелководного пролива. // Digest Reports of the XVII Intern. Synchrotron Radiation Conf. (SR-2008), June 15-20, 2008, Novosibirsk, Russia. /Ed. by M.V.Kuzin, A.D.Nikolenko, Novosibirsk. - BINP SB RAS, 2008, p.6-8.

[505] *Ланина Н.Ф., Вазина А.А., Колмогоров Ю.П., Папантонопуло А.Н., Кулипанов Г.Н.* Особенности элементного содержания эндотелия сосудов человека. // Digest reports of the XVII Intern. Synchrotron Radiation Conf. (SR-2008), June 15-20, 2008, Novosibirsk, Russia. /Ed. by M.V.Kuzin, A.D.Nikolenko, Novosibirsk. - BINP SB RAS, 2008, p.6-11.

[506] *Дарьин А.В., Сонин В.А., Жимулев Е.И., Чепуров А.И., Шапоренко А.Д.* Пространственное распределение примесей в образцах синтетических алмазов по данным сканирующего РФА СИ. // Digest reports of the XVII Intern. Synchrotron Radiation Conf. (SR-2008), June 15-20, 2008, Novosibirsk, Russia. /Ed. by M.V.Kuzin, A.D.Nikolenko, Novosibirsk. - BINP SB RAS, 2008, p.6-14.

[507] *Дарьин А.В., Третьяков Г.А., Гимон В.О., Калугин И.А., Шапоренко А.Д., Мельников М.Е.* Распределение микроэлементов в железомарганцевых корках Магеллановых гор (Тихий океан). // Digest reports of the XVII Intern. Synchrotron Radiation Conf. (SR-2008), June 15-20, 2008, Novosibirsk, Russia. /Ed. by M.V.Kuzin, A.D.Nikolenko, Novosibirsk. - BINP SB RAS, 2008, p.6-16.

[508] *Калугин И.А., Дарьин А.В., Бабич В.В., Птицын А.Б., Решетова С.В., Шапоренко А.Д., Овчинников Д.В., Panizzo V.* Периоды аридизации в Забайкалье за последние 1900 лет по данным сканирующего элементного анализа озерных отложений. // Digest reports of the XVII Intern. Synchrotron Radiation Conf. (SR-2008), June 15-20, 2008, Novosibirsk, Russia. /Ed. by M.V.Kuzin, A.D.Nikolenko, Novosibirsk. - BINP SB RAS, 2008, p.6-17.

[509] *Вологина Е.Г., Дарьин А.В., Игнатова Н.В., Калугин И.А., Кузьмин М.И., Осуховская Ю.Н., Радзимович Я.Б., Шапоренко А.Д., Штурм М.* Геохимические особенности современного осадконакопления в заливе Провал (оз. Байкал). // Digest reports of the XVII Intern. Synchrotron Radiation Conf. (SR-

2008), June 15-20, 2008, Novosibirsk, Russia. /Ed. by M.V.Kuzin, A.D.Nikolenko, Novosibirsk. - BINP SB RAS, 2008, p.6-18.

[510] *Дарьин А.В., Калугин И.А., Иванов Е.И., Карабанов Е.Б., Осуховская Ю.Н., Овчинников Д.В., Шапоренко А.Д.* Геохимические индикаторы климата в тонкоструктурированных осадках оз. Телмен (Северная Монголия) по данным скан РФА СИ. // Digest reports of the XVII Intern. Synchrotron Radiation Conf. (SR-2008), June 15-20, 2008, Novosibirsk, Russia. /Ed. by M.V.Kuzin, A.D.Nikolenko, Novosibirsk. - BINP SB RAS, 2008, p.6-19.

[511] *Аношин Г.Н., Жмодик С.М., Золотарев К.В., Колмогоров Ю.П., Мезенцев Н.А., Миронов А.Г., Пархоменко В.С., Спиридонов А.М., Шапоренко А.Д., Юсупов Т.С.* Разработка комплекса инструментальных ядерно-физических методов определения PGE,RE,AU,AG в трудно-вскрываемых горных породах и рудах сложного состава. // Digest reports of the XVII Intern. Synchrotron Radiation Conf. (SR-2008), June 15-20, 2008, Novosibirsk, Russia. /Ed. by M.V.Kuzin, A.D.Nikolenko, Novosibirsk. - BINP SB RAS, 2008, p.6-21-22.

[512] *Дарьин А.В., Зедгенизов Д.А., Степанов А.С., Шацкий В.С., Шапоренко А.Д.* Распределение микроэлементов в ксенолитах по данным сканирующего РФА СИ. // Digest reports of the XVII Intern. Synchrotron Radiation Conf. (SR-2008), June 15-20, 2008, Novosibirsk, Russia. /Ed. by M.V.Kuzin, A.D.Nikolenko, Novosibirsk. - BINP SB RAS, 2008, p.6-23-24.

[513] *Калугин И.А., Дарьин А.В., Бабич В.В., Смолянинова Л.Г., Маркович Т.И., Птицын А.Б., Вологина Е.Г., Шапоренко А.Д., Овчинников Д.В.* Методика палеоклиматических реконструкций высокого разрешения по данным сканирующего РФА озерных отложений. // Digest reports of the XVII Intern. Synchrotron Radiation Conf. (SR-2008), June 15-20, 2008, Novosibirsk, Russia. /Ed. by M.V.Kuzin, A.D.Nikolenko, Novosibirsk. - BINP SB RAS, 2008, p.6-24-25.

[514] *Ракшун Я.В., Чернов В.А., Салащенко Н.Н., Чхало Н.И.* Исследование короткопериодных CR/SC многослойных зеркал методом EXAFS спектроскопии. // Digest reports of the XVII Intern. Synchrotron Radiation Conf. (SR-2008), June 15-20, 2008, Novosibirsk, Russia. /Ed. by M.V.Kuzin, A.D.Nikolenko, Novosibirsk. - BINP SB RAS, 2008, p.7-7.

[515] *Михайлин В.В., Бельский А.Н., Васильев А.Н., Зинин Э.И.* Кинетика люминесценции в диэлектриках при интенсивном импульсном ВУФ и рентгеновском возбуждении. // Digest reports of the XVII Intern. Synchrotron Radiation Conf. (SR-2008), June 15-20, 2008, Novosibirsk, Russia. /Ed. by M.V.Kuzin, A.D.Nikolenko, Novosibirsk. - BINP SB RAS, 2008, p.7-16.

[516] *Генцелев А.Н., Гольденберг Б.Г., Пиндюрин В.Ф., Петрова Е.В., Козлов А.С.* Оптимизация экспонирования толстых рентгенорезистивных слоев инт енсивными пучками СИОптимизация экспонирования толстых рентгенорезистивных слоев интенсивными пучками СИ. // Digest reports of the XVII Intern. Synchrotron Radiation Conf. (SR-2008), June 15-20, 2008, Novosibirsk, Russia. /Ed. by M.V.Kuzin, A.D.Nikolenko, Novosibirsk. - BINP SB RAS, 2008, p.9.

[517] *Тен К.А., Прууэл Э.Р., Мержиевский Л.А., Лукьянчиков Л.А., Толочко Б.П., Жогин И.Л., Шехтман Л.И.* Томография поля течения продуктов детонации с использованием СИ. // Digest reports of the XVII Intern. Synchrotron Radiation Conf. (SR-2008), June 15-20, 2008, Novosibirsk, Russia. /Ed. by M.V.Kuzin, A.D.Nikolenko, Novosibirsk. - BINP SB RAS, 2008, p.9-8.

[518] *Соломахин А.Л., Багрянский П.А., Воскобойников Р.В., Лизунов А.А., Квашнин А.Н., Коваленко Ю.В., Хильченко А.Д.* Многоканальный дисперсионный интерферометр для измерения плотности и положения плазмы. // Материалы VI Рос. семинара: Современные средства диагностики плазмы и их применение для контроля веществ и окружающей среды, Москва, МИФИ, 22-24 октября 2008. - М: МИФИ, 2008, с.130-131.

[519] *Беклемишев А.Д.* Новые физические явления в плазме многопробочной ловушки и перспективы удержания. // Тез. докл. XXXV Междунар. Звенигородской конф. по физике плазмы и УТС, Звенигород, 11-15 февраля 2008. - М: ЗАОНТЦ "ПЛАЗМАИОФАН", 2008, с.17.

[520] *Беклкмишев А.Д.* Поперечный электронный перенос в турбулентном режиме ГОЛ-3. // Тез. докл. XXXV Междунар. Звенигородской конф. по физике плазмы и УТС, Звенигород, 11-15 февраля 2008. - М: ЗАОНТЦ "ПЛАЗМАИОФАН", 2008, с.34.

[521] *Юрьев Г.С., Верещагин А.Л., Косов А.В., Елисеев В.С., Гольденберг Б.Г.* SSRC: Структура модифицированных детонационных наноалмазов. // Digest reports of the XVII Intern. Synchrotron Radiation Conf. (SR-2008), June 15-20, 2008, Novosibirsk, Russia. /Ed. by M.V.Kuzin, A.D.Nikolenko. - Novosibirsk: BINP SB RAS, 2008, p.2-18.

[522] *Feshchenko R.M., Artyukov I.A., Bukreeva I.N., Chernov V.A., Vinogradov A.V., Golant K.M., Mitrofanov A.N., Lavrishchev S.V., Popov A.V., Jark W.* Zone plates for hard X-rays fabricated with SPCVD technology. // Digest reports of the XVII Intern. Synchrotron Radiation Conf. (SR-2008), June 15-20, 2008, Novosibirsk, Russia. /Ed. by M.V.Kuzin, A.D.Nikolenko. - Novosibirsk: BINP SB RAS, 2008, p.1-7.

[523] *Korneev V.N., Shlektarev V.A., Zabelin A.V., Aulchenko V.M., Tolochko B.P., Sheromov M.A., Sharafutdinov M.R., Kondratyev V.I., Medvedev B.I., Shishkov V.I., Lanina N.A., Naida O.V., Vazina A.A.* Equipment for nanoscale biological structures studies with SAXS and WAXS using SR VEPP-3 and Siberia-2. // Digest reports of the XVII Intern. Synchrotron Radiation Conf. (SR-2008), June 15-20, 2008, Novosibirsk, Russia. /Ed. by M.V.Kuzin, A.D.Nikolenko. - Novosibirsk: BINP SB RAS, 2008, p.1-8.

[524] *Aulchenko V.M., Evdokov O.V., Shekhtman L.I., Ten K.A., Tolochko B.P., Zhogin I.L., Zhulanov V.V.* Present status of DIMEX and future prospects with higher energy X-rays. // Digest reports of the XVII Intern. Synchrotron Radiation Conf. (SR-2008), June 15-20, 2008, Novosibirsk, Russia. /Ed. by M.V.Kuzin, A.D.Nikolenko. - Novosibirsk: BINP SB RAS, 2008, p.1-13-14.

[525] *Aulchenko V.M., Papushev P.A., Sharafutdinov M.R., Shekhtman L.I., Titov V.M., Tolochko B.P., Zhulanov V.V.* The detector for WAXS experiments (OD4). // Digest reports of the XVII Intern. Synchrotron Radiation Conf. (SR-2008), June 15-20, 2008, Novosibirsk, Russia. /Ed. by M.V.Kuzin, A.D.Nikolenko. - Novosibirsk: BINP SB RAS, 2008, p.1-14-15.

[526] *Titov V.M., Aulchenko V.M., Vasiljev A.V., Evdokov O.V., Zhulanov V.V., Zhogin I.A., Kutovenko V.D., Pirogov B.Ya., Tolochko B.P., Sharafutdinov M.R.* One coordinate X-ray detector OD-3M. // Digest reports of the XVII Intern. Synchrotron Radiation Conf. (SR-2008), June 15-20, 2008, Novosibirsk, Russia. /Ed. by M.V.Kuzin, A.D.Nikolenko. - Novosibirsk: BINP SB RAS, 2008, p.1-21.

[527] *Aruev P.N., Legkodymov A.A., Kolokolnikov Yu.M., Kovalenko N.V., Lyakh V.V., Nikolenko A.D., Pindyurin V.F., Sukhanov V.L., Zabrodsky V.V.* Characterization of spatial homogeneity of sensitivity and radiation resistance of semiconductor detectors in the soft X-ray range. // Digest reports of the XVII Intern. Synchrotron Radiation Conf. (SR-2008), June 15-20, 2008, Novosibirsk, Russia. /Ed. by M.V.Kuzin, A.D.Nikolenko. - Novosibirsk: BINP SB RAS, 2008, p.1-23.

[528] *Palchikov E.I., Kondratyev V.I., Golikov E.V., Cheremisin A.N.* Testing of BaFBr: Eu ImagePlate detector depending on dose, spectrum of pulse X-ray and scan number. // Digest reports of the XVII Intern. Synchrotron Radiation Conf. (SR-2008), June 15-20, 2008, Novosibirsk, Russia. /Ed. by M.V.Kuzin, A.D.Nikolenko. - Novosibirsk: BINP SB RAS, 2008, p.1-24.

[529] *Likhacheva A.Yu., Goryainov S.V., Manakov A.Yu., Ancharov A.I., Sheromov M.A.* The structure behaviour of wet NaA zeolite at O-2 GPa: connection to anomalous conductivity. // Digest reports of the XVII Intern. Synchrotron Radiation Conf. (SR-2008), June 15-20, 2008, Novosibirsk, Russia. /Ed. by M.V.Kuzin, A.D.Nikolenko. - Novosibirsk: BINP SB RAS, 2008, p.2-28.

[530] *Shmakov A.N., Ivanov M.G., Sharafutdinov M.R., Tolochko B.P., Zhogin I.L., Gavrilov N.G., Sheromov M.A.* High resolution X-ray diffraction experiments at Siberian Synchrotron and Terahertz Radiation Center. // Digest reports of the XVII Intern. Synchrotron Radiation Conf. (SR-2008), June 15-20, 2008, Novosibirsk, Russia. /Ed. by M.V.Kuzin, A.D.Nikolenko. - Novosibirsk: BINP SB RAS, 2008, p.2-30.

[531] *Vazina A.A., Vasilieva A.A., Lanina N.F., Maevsky E.I., Korneev V.N., Zabelin A.V., Nayda O.V., Trunova V.A., Kupriyanova T.A., Letyagin V.P., Kulipanov G.N.* Study of intact and tumor transformed tissues by X-ray diffraction, fluorescence and mammography. // Digest reports of the XVII Intern. Synchrotron Radiation Conf. (SR-2008), June 15-20, 2008, Novosibirsk, Russia. /Ed. by M.V.Kuzin, A.D.Nikolenko. - Novosibirsk: BINP SB RAS, 2008, p.2-9.

[532] *Miginsky S.V.* Emittance compensation of elliptical beams. // Digest reports of the XVII Intern. Synchrotron Radiation Conf. (SR-2008), June 15-20, 2008, Novosibirsk, Russia. /Ed. by M.V.Kuzin, A.D.Nikolenko. - Novosibirsk: BINP SB RAS, 2008, p.3-1.

[533] *Miginsky S.V.* Scope of the locally cold beam model. // Digest reports of the XVII Intern. Synchrotron Radiation Conf. (SR-2008), June 15-20, 2008, Novosibirsk, Russia. /Ed. by M.V.Kuzin, A.D.Nikolenko. - Novosibirsk: BINP SB RAS, 2008, p.3-1.

[534] *Shevchenko O.A., Matveenko A.N., Vinokurov N.A., Tcheskidov V.G.* Electron outcoupling scheme for the Novosibirsk FEL. // Digest reports of the XVII Intern. Synchrotron Radiation Conf. (SR-2008), June 15-20, 2008, Novosibirsk, Russia. /Ed. by M.V.Kuzin, A.D.Nikolenko. - Novosibirsk: BINP SB RAS, 2008, p.3-2.

[535] *Shevchenko O.A., Vinikurov N.A.* Numerical solution of the FEL correlation function equation. // Digest reports of the XVII Intern. Synchrotron Radiation Conf. (SR-2008), June 15-20, 2008, Novosibirsk, Russia. /Ed. by M.V.Kuzin, A.D.Nikolenko. - Novosibirsk: BINP SB RAS, 2008, p.3-2.

[536] *Shevchenko O.A., Matveenko A.N., Vinokurov N.A.* Compact ring FEL as a source of high power infrared radiation. // Digest reports of the XVII Intern. Synchrotron Radiation Conf. (SR-2008), June 15-20, 2008, Novosibirsk, Russia. /Ed. by M.V.Kuzin, A.D.Nikolenko. - Novosibirsk: BINP SB RAS, 2008, p.3-2.

[537] *Kubarev V.V., Kolobanov E.I., Kulipanov G.N., Matveenko A.N., Medvedev L.E., Salikova T.V., Scheglov M.A., Serednyakov S.S., Vinokurov N.A.* Modulation instability, three mode regimes and harmonic generation in Novosibirsk terahertz free electron laser. // Digest reports of the XVII Intern. Synchrotron Radiation Conf. (SR-2008), June 15-20, 2008, Novosibirsk, Russia. /Ed. by M.V.Kuzin, A.D.Nikolenko. - Novosibirsk: BINP SB RAS, 2008, p.3-3.

[538] *Kubarev V.V., Oovchar V.K.* Study of NovoFEL light pulse structure by ultra-fast Schottky diode detector. // Digest reports of the XVII Intern. Synchrotron Radiation Conf. (SR-2008), June 15-20, 2008, Novosibirsk, Russia. /Ed. by M.V.Kuzin, A.D.Nikolenko. - Novosibirsk: BINP SB RAS, 2008, p.3-3.

[539] *Vinokurov N.A., Gavrilov N.G., Knyazev B.A., Kolobanov E.I., Kubarev V.V., Kulipanov G.N., Matveenko A.N., Medvedev L.E., Miginsky S.V., Mironenko L.A., Ovchar V.K., Popik V.M., Salikova T.V., Scheglov M.A., Serednyakov S.S., Shevchenko O.A., Skrinsky A.N., Tcheskidov V.G.* Novosibirsk FEL: current status and prospects. // Digest reports of the XVII Intern. Synchrotron Radiation Conf. (SR-2008), June 15-20, 2008, Novosibirsk, Russia. /Ed. by M.V.Kuzin, A.D.Nikolenko. - Novosibirsk: BINP SB RAS, 2008, p.3-5.

[540] *Oleynik A., Churkin I., Pekshev D., Philipchenko A., Rouvinsky I., Steshov A., Ushakov V.* Modeling and magnetic measurements of TNK synchrotron radiation source magnets. // Digest reports of the XVII Intern. Synchrotron Radiation Conf. (SR-2008), June 15-20, 2008, Novosibirsk, Russia. /Ed. by M.V.Kuzin, A.D.Nikolenko. - Novosibirsk: BINP SB RAS, 2008, p.4-2.

[541] *Kondratjev V.I., Mezentsev N.A., Miginsky E.G., Tsukanov V.M.* Heat capacity measurements of epoxy with various fillers for production of superconducting magnets (То же на рус. яз.) Digest reports of the XVII Intern. Synchrotron Radiation Conf. (SR-2008), June 15-20, 2008, Novosibirsk, Russia. /Ed. by M.V.Kuzin, A.D.Nikolenko. - Novosibirsk: BINP SB RAS, 2008, p.4-3. (То же, см. P.4-10).

[542] *Bondarenko A.V., Vinokurov N.A.* Beam extraction from a synchrotron through a magnetic shield. // Digest reports of the XVII Intern. Synchrotron Radiation Conf. (SR-2008), June 15-20, 2008, Novosibirsk, Russia. /Ed. by M.V.Kuzin, A.D.Nikolenko. - Novosibirsk: BINP SB RAS, 2008, p.4-4.

[543] *Khrushchev S.V., Lev V.K., Mezentsev N.A., Miginsky E.G., Shkaruba V.A., Tsukanov V.M.* Optimization of wigglers side poles. // Digest reports of the XVII Intern. Synchrotron Radiation Conf. (SR-2008), June 15-20, 2008, Novosibirsk, Russia. /Ed. by M.V.Kuzin, A.D.Nikolenko. - Novosibirsk: BINP SB RAS, 2008, p.4-8.

[544] *Mezentsev N.A., Miginsky E.G., Tsukanov V.M.* Temperature probes calibration for cryogenic system of superconducting wigglers (То же на рус. яз.). // Digest reports of the XVII Intern. Synchrotron Radiation Conf. (SR-2008), June 15-20, 2008, Novosibirsk, Russia. /Ed. by M.V.Kuzin, A.D.Nikolenko. - Novosibirsk: BINP SB RAS, 2008, p.4-9.

[545] *Kondratjev V.I., Mezentsev N.A., Miginsky E.G., Tsukanov V.M.* Heat capasity measurements of epoxy with various fillers for production of superconducting magnets. (То же на рус. яз.). // Digest reports of the XVII Intern. Synchrotron Radiation Conf. (SR-2008), June 15-20, 2008, Novosibirsk, Russia. /Ed. by M.V.Kuzin, A.D.Nikolenko. - Novosibirsk: BINP SB RAS, 2008, p.4-10

[546] *Antokhin E.I., Kulipanov G.N., Mezentsev N.A., Panchenko V.E., Philipchenko A.V., Rakshun Y.V., Vinokurov N.A., Zolotarev K.V.* Project of a new hard X-ray source for Siberian Synchrotron Radiation Center. // Digest reports of the XVII Intern. Synchrotron Radiation Conf. (SR-2008), June 15-20, 2008, Novosibirsk, Russia. /Ed. by M.V.Kuzin, A.D.Nikolenko. - Novosibirsk: BINP SB RAS, 2008, p.4-11.

[547] *Chaschina O.I., Dem'yanenko M.A., Esaev D.G., Knyazev B.A., Kulipanov G.N., Vinokurov N.A.* Imaging and speckle metrology in the terahertz spectral region using a microbolometer FPA and a free electron laser. // Digest reports of the XVII Intern. Synchrotron Radiation Conf. (SR-2008), June 15-20, 2008, Novosibirsk, Russia. /Ed. by M.V.Kuzin, A.D.Nikolenko. - Novosibirsk: BINP SB RAS, 2008, p.5-1.

[548] *Cherkassky V.S., Knyazev B.A., Konysheva A.V., Vlasenko M.G.* Absolute power-density meter sensitive to ultraviolet, infrared and terahertz radiation. // Digest reports of the XVII Intern. Synchrotron Radiation Conf. (SR-2008), June 15-20, 2008, Novosibirsk, Russia. /Ed. by M.V.Kuzin, A.D.Nikolenko. - Novosibirsk: BINP SB RAS, 2008, p.5.

[549] *Cherkassky V.S., Knyazev B.A., Konyusheva A.V., Luk'yanchikov L.A., Merzhievsky L.A., Vlasenko M.G., Zhigach S.A.* Instrumentation for radioscopic study of material deformation and fracture with terahertz free electron laser as a radiation source. // Digest reports of the XVII Intern. Synchrotron Radiation Conf. (SR-2008), June 15-20, 2008, Novosibirsk, Russia. /Ed. by M.V.Kuzin, A.D.Nikolenko. - Novosibirsk: BINP SB RAS, 2008, p.5-2.

[550] *Chaschina O.I., Knyazev B.A.* Demonstrating the feasibility of speckle photography in the terahertz spectral region. // Digest reports of the XVII Intern. Synchrotron Radiation Conf. (SR-2008), June 15-20, 2008, Novosibirsk, Russia. /Ed. by M.V.Kuzin, A.D.Nikolenko. - Novosibirsk: BINP SB RAS, 2008, p.5-2.

[551] *Bogomolov G.D., Knyazev B.A., Nikitin A.K., Zhizhin G.N.* Terahertz surface plasmons' control by geodesic and mirror elements. // Digest reports of the XVII Intern. Synchrotron Radiation Conf. (SR-2008), June 15-20, 2008, Novosibirsk, Russia. /Ed. by M.V.Kuzin, A.D.Nikolenko. - Novosibirsk: BINP SB RAS, 2008, p.5-3.

[552] *Kozlov A.S., Petrov A.K., Malyshkin S.B., Unitsin A.S., Popik V.M., Scheglov M.A.* Applications of Novosibirsk free electron laser in studies on synthetic polymers and inorganic nanopowders. // Digest reports of the XVII Intern. Synchrotron Radiation Conf. (SR-2008), June 15-20, 2008, Novosibirsk, Russia. /Ed. by M.V.Kuzin, A.D.Nikolenko. - Novosibirsk: BINP SB RAS, 2008, p.5-4.

[553] *Kubarev V.V.* CVD-diamond optical properties in terahertz range. // Digest reports of the XVII Intern. Synchrotron Radiation Conf. (SR-2008), June 15-20, 2008, Novosibirsk, Russia. /Ed. by M.V.Kuzin, A.D.Nikolenko. - Novosibirsk: BINP SB RAS, 2008, p.5-4.

[554] *Kuznetsov S.A., Kubarev V.V., Kalinin P.V., Gelfand A.V.* Metal mesh THZ-filters for NovoFEL applications Digest reports of the XVII Intern. Synchrotron Radiation Conf. (SR-2008), June 15-20, 2008, Novosibirsk, Russia. /Ed. by M.V.Kuzin, A.D.Nikolenko. - Novosibirsk: BINP SB RAS, 2008, p.5.

[555] *Peltek S.E., Goryachkovskaya T.N., Dujak T.G., Mordvinov V.A., Popik V.M., Scheglov M.A., Kozlov A.S., Malyshkin S.B., Petrov A.K.* FEL radiation use for large biomacromolecules ablation. // Digest reports of the XVII Intern.

Synchrotron Radiation Conf. (SR-2008), June 15-20, 2008, Novosibirsk, Russia. /Ed. by M.V.Kuzin, A.D.Nikolenko. - Novosibirsk: BINP SB RAS, 2008, p.5-5.

[556] *Zhmodik S.M., Belyanin D.K., Phedorin M.A., Bobrov V.A., Kolmogorov Y.P., Parkhomenko V.S., Zolotarev K.V., Shaporenko A.D.* Total and local multicomponent analysis of oceanic FE-MN modules using methods of XRF-SR,INAA and autoradiography. // Digest reports of the XVII Intern. Synchrotron Radiation Conf. (SR-2008), June 15-20, 2008, Novosibirsk, Russia. /Ed. by M.V.Kuzin, A.D.Nikolenko. - Novosibirsk: BINP SB RAS, 2008, p.6-1.

[557] *Bobrov V.A., Drebuschak M.V., Fedotov A.P., Kolmogorov Y.P., Kolonin G.R., Palessky S.V., Phedorin M.A., Shaporenko A.D., Zhmodik S.M., Zolotarev K.V.* Synchrotron radiation X-ray fluorescence for studying unique geological objects and collections. // Digest reports of the XVII Intern. Synchrotron Radiation Conf. (SR-2008), June 15-20, 2008, Novosibirsk, Russia. /Ed. by M.V.Kuzin, A.D.Nikolenko. - Novosibirsk: BINP SB RAS, 2008, p.6-7.

[558] *Solotchin P.A., Sklyarov E.V., Kolmogorov Y.P., Shaporenko A.D.* X-ray fluorescent analysis of carbonate sediments from small saline lakes (Baikal region) for determination of paleoclimatic markers. // Digest reports of the XVII Intern. Synchrotron Radiation Conf. (SR-2008), June 15-20, 2008, Novosibirsk, Russia. /Ed. by M.V.Kuzin, A.D.Nikolenko. - Novosibirsk: BINP SB RAS, 2008, p.6.

[559] *Darin A.V., Kalugin I.A., Shaporenko A.D., Chen J., Xiao T.* Climate change reconstruction on central and southern Asia regions by highresolution study of mountain lakes bottom sediments of Russia and China. // Digest reports of the XVII Intern. Synchrotron Radiation Conf. (SR-2008), June 15-20, 2008, Novosibirsk, Russia. /Ed. by M.V.Kuzin, A.D.Nikolenko. - Novosibirsk: BINP SB RAS, 2008, p.6-15.

[560] *Barkhutova D.D., Bryanskaya A.V., Kolmogorov Y.P., Lazareva E.V., Shaporenko A.D., Zhmodik S.M., Zolotarev K.V.* Elements redistribution between organic and mineral parts of microbial mats: SRXFA research. // Digest reports of the XVII Intern. Synchrotron Radiation Conf. (SR-2008), June 15-20, 2008, Novosibirsk, Russia. /Ed. by M.V.Kuzin, A.D.Nikolenko. - Novosibirsk: BINP SB RAS, 2008, p.6-25-6.

[561] *Bezhanov V.A., Chernov S.P., Karimov D.N., Mikhailin V.V., Zinin E.I.* X-ray synchrotron radiation spectroscopy of broad band fluoride crystals doped with rare earth elements. // Digest reports of the XVII Intern. Synchrotron Radiation Conf. (SR-2008), June 15-20, 2008, Novosibirsk, Russia. /Ed. by M.V.Kuzin, A.D.Nikolenko. - Novosibirsk: BINP SB RAS, 2008, p.7-1.

[562] *Surdo A.I., Kortov V.S., Pustovarov V.A., Yakovlev V.Yu., Zinin E.I.* Generation of short-lived F+ -centers by X-ray synchrotron radiation and pulse electron beams in alpha Al/sub 2/ O/sub 3/ crystals. // Digest reports of the XVII Intern. Synchrotron Radiation Conf. (SR-2008), June 15-20, 2008, Novosibirsk, Russia. /Ed. by M.V.Kuzin, A.D.Nikolenko. - Novosibirsk: BINP SB RAS, 2008, p.7-3.

[563] *Kochubey V.I., Kochubey D.I., Konyukhova Yu.G., Zabenkov I.V.* The structure of nanodispersed CdS. // Digest reports of the XVII Intern. Synchrotron Radiation Conf. (SR-2008), June 15-20, 2008, Novosibirsk, Russia. /Ed. by M.V.Kuzin, A.D.Nikolenko. - Novosibirsk: BINP SB RAS, 2008, p.7-48.

[564] *Goldenberg B.G., Pindyurin V.F., Ancharova U.V., Eliseev V.S., Petrova E.V., et al.* Fabrication of microstructured optical elements for visible range by LIGA

technology. // Digest reports of the XVII Intern. Synchrotron Radiation Conf. (SR-2008), June 15-20, 2008, Novosibirsk, Russia. /Ed. by M.V.Kuzin, A.D.Nikolenko. - Novosibirsk: BINP SB RAS, 2008, p.9-1.

[565] *Kuper K.E., Zedgenizov D.A., Ragozin A.I., Shatsky V.S.* X-ray topography of natural diamonds on the VEPP-3 SR beam. // Digest reports of the XVII Intern. Synchrotron Radiation Conf. (SR-2008), June 15-20, 2008, Novosibirsk, Russia. /Ed. by M.V.Kuzin, A.D.Nikolenko. - Novosibirsk: BINP SB RAS, 2008, p.9-10.

[566] *Goldenberg B.G., Pindyurin V.F., Ancharova U.V., Eliseev V.S., Petrova E.V., Nikanorov N.Y.* Application of the deep X-ray lithography for production of grids on spherical surfaces of optical details. // Digest reports of the XVII Intern. Synchrotron Radiation Conf. (SR-2008), June 15-20, 2008, Novosibirsk, Russia. /Ed. by M.V.Kuzin, A.D.Nikolenko. - Novosibirsk: BINP SB RAS, 2008, p.9-1.

[567] *Burdakov A.V., Ivanov A.A., Kruglyakov E.P.* Axially symmetric magnetic mirror traps.Recent progress in plasma confinement and heating. // International Conference: School on Plasma Phys. and Controlled Fusion & 3rd Alushta Intern. Workshop on the Role of Electric Fields in Plasma Confinement in Stellarators and Tokamaks (Alushta-2008), Alushta (Crimea), Ukraine, September 22-27, 2008. - Book of Abstracts, Харьков: ННЦ ХФТИ, 2008, p.20.

[568] *Ivanov A.A.* Steady-state confinement of anisotropic high-beta plasma in GDT-U experiment. // International Conference: School on Plasma Phys. and Controlled Fusion & 3rd Alushta Intern. Workshop on the Role of Electric Fields in Plasma Confinement in Stellarators and Tokamaks (Alushta-2008), Alushta (Crimea),Ukraine, September 22-27, 2008. - Book of Abstracts, Харьков: ННЦ ХФТИ, 2008, p.26.

[569] *Lotov K.V., Maslov V.I., Onishchenko I.N., Svistun E.* Simulation of plasma wakefield excitation by a sequence of relativistic electron bunches. // International Conference: School on Plasma Phys. and Controlled Fusion & 3rd Alushta Intern. Workshop on the Role of Electric Fields in Plasma Confinement in Stellarators and Tokamaks (Alushta-2008), Alushta (Crimea),Ukraine, September 22-27, 2008. - Book of Abstracts, Харьков: ННЦ ХФТИ, 2008, p.148.

[570] *Lizunov A., Bagryansky P., Khilchenko A., Kovalenko Yu.V., Solomakhin A., Biel W., Lambertz H.T., Krasikov Yu., Mitri M., Schweer B., Dreier H.* Development of a multichannel dispersion interferometer at TEXTOR. // Proc. of the 17th Topical Conf.on High-Temperature Plasma Diagnostics, Albuquerque, New Mexico, 11-15 May 2008. /Ed. by R.J.Leeper. - RSI, 2008, v.79, N10, Pt.2, p.10E708-1-3.

[571] *Michael C.A., Tanaka K., Vyacheslavov L.N., Sanin A., Kharchev N.K., Akiyama T., Kawahata K., Okajima S.* Detection of high k turbulence using two dimensional phase contrast imaging on LHD. // Proc. of the 17th Topical Conf. on High-Temperature Plasma Diagnostics, Albuquerque, New Mexico, 11-15 May 2008. /Ed. by R.J.Leeper). - RSI, 2008, v.79, N10, Pt.2, p.10E724-1-5.

[572] *Tanaka K., Michael C.A., Vyacheslavov L.N., Sanin A.L., Kawahata K., Akiyama T., Tokuzawa T., Okajima S.* Two-dimensional phase contrast imaging for local turbulence measurements in large helical device (invited). // Proc. of the 17th Topical Conf. on High-Temperature Plasma Diagnostics, Albuquerque, New Mexico, 11-15 May 2008. /Ed. by R.J.Leeper). - RSI, 2008, v.79, N10, Pt.2, p.10E702-1-7.

[573] *Skrinsky A.N.* Electron-positron colliders, detectors and experiments at BINP. // Proc. of the 10th Intern. Conf. on Instrumentation for Colliding Beam Physics

(INSTR'08), February 28 - March 5, 2008, BINP, Novosibirsk, Russia. /Ed. by A.Buzulutskov.

[574] *Achasov M.N., Berkaev D.E., Bogdanchikov A.G., Bukin D.A., Koop I.A., Korol A.A., Koshuba S.V., Kovrizhin D.P., Otboev A.V., Perevedentsev E.A., Rogovsky Yu.A., Romanov A.L., Shatunov P.Yu., Shatunov Yu.M., Shwartz D.B., Valkovich A.A., Zemlyansky I.M.* First experience with SND calorimeter at VEPP-2000 collider. // Proc. of the 10th Intern. Conf. on Instrumentation for Colliding Beam Physics (INSTR'08), February 28 - March 5, 2008, BINP, Novosibirsk, Russia. /Ed. by A.Buzulutskov.

[575] *Aulchenko V.M., Bogdanchikov A.G., Botov A.A., Bukin A.D., 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., Popov V.M., Serednyakov S.I., Sirotkin A.A., Surin I.K., Tikhonov Yu.A., Tsukanova E.G., Usov Yu.V., Vasiljev A.V., Vesenev V.M.* SND tracking system - tests with cosmic muons. // Proc. of the 10th Intern. Conf. on Instrumentation for Colliding Beam Physics (INSTR'08), February 28 - March 5, 2008, BINP, Novosibirsk, Russia. /Ed. by A.Buzulutskov.

[576] *Grancagnolo F., Fiore G., Ignatov F.V., Karavdina A.V., Khazin B.I., Miccoli A., Pivovarov S.G., Popov A.S., Ruban A.A., Sibidanov A.L., Snopkov I.G.* Drift chamber for the CMD-3 detector. // Proc. of the 10th Intern. Conf. on Instrumentation for Colliding Beam Physics (INSTR'08), February 28 - March 5, 2008, BINP, Novosibirsk, Russia. /Ed. by A.Buzulutskov.

[577] *Aulchenko V.M., Bobrov A.V., Bondar A.E., Shekhtman L.I., Usov E.V., Zhilich V.N., Zhulanov V.V.* Triple-GEM detectors for KEDR tagging system. // Proc. of the 10th Intern. Conf. on Instrumentation for Colliding Beam Physics (INSTR'08), February 28 - March 5, 2008, BINP, Novosibirsk, Russia. /Ed. by A.Buzulutskov.

[578] *Bondar A., Buzulutskov A., Grebenuk A., Pavlyuchenko D., Tikhonov Y.* Recent results on the properties of two-phase argon avalanche detectors. // Proc. of the 10th Intern. Conf. on Instrumentation for Colliding Beam Physics (INSTR'08), February 28 - March 5, 2008, BINP, Novosibirsk, Russia. /Ed. by A.Buzulutskov.

[579] *Berlev A.I., Danilyuk A.F., Karavicheva T.L., Karpechev E.V., Kirillov V.L., Kononov S.A., Kravchenko E.A., Kupchinskiy Yu.V., Kurepin A.B., Kurepin A.N., Maevskaya A.I., Musienko Yu.V., Onuchin A.P., Razin V.I., Reshetin A.I., Finogeev D.A.* Development of FARICH-detector for ALICE experiment at CERN. // Proc. of the 10th Intern. Conf. on Instrumentation for Colliding Beam Physics (INSTR'08), February 28 - March 5, 2008, BINP, Novosibirsk, Russia. /Ed. by A.Buzulutskov.

[580] *Barnyakov A.Yu., Barnyakov M.Yu., Beloborodov K.I., Bobrovnikov V.S., Buzykaev A.R., Danilyuk A.F., Golubev V.B., Kirillov V.L., Kononov S.A., Kravchenko E.A., Onuchin A.P., Martin K.A., Serednyakov S.I., Vesenev V.M.* High density aerogel for ASHIPH SND - test results. // Proc. of the 10th Intern. Conf. on Instrumentation for Colliding Beam Physics (INSTR'08), February 28 - March 5, 2008, BINP, Novosibirsk, Russia. /Ed. by A.Buzulutskov.

[581] *Drozhzhin D.A., Fedotovich G.V., Kazanin V.F., Khazin B.I., Nikulin M.A., Popov A.S., Ruban A.A., Ryskulov N.M., Vidyuk S.N.* Current status of the CMD-3 time-of-flight system. // Proc. of the 10th Intern. Conf. on Instrumentation for Colliding Beam Physics (INSTR'08), February 28 - March 5, 2008, BINP, Novosibirsk, Russia. /Ed. by A.Buzulutskov.

[582] *Shwartz B.* Belle calorimeter upgrade. // Proc. of the 10th Intern. Conf. on Instrumentation for Colliding Beam Physics (INSTR'08), February 28 - March 5, 2008, BINP, Novosibirsk, Russia. /Ed. by A.Buzulutskov.

[583] *Bukin A.D., Bukin D.A., Golubev V.B., Serednyakov S.I., Skovpen K.Yu., Usov Yu.V.* The project of using the SND NaI(Tl) calorimeter as an antineutron detector. // Proc. of the 10th Intern. Conf. on Instrumentation for Colliding Beam Physics (INSTR'08), February 28 - March 5, 2008, BINP, Novosibirsk, Russia. /Ed. by A.Buzulutskov.

[584] *Anisyonkov A.V., Barkov L.M., Bashtovoy N.S., Grebenuk A.A., Khazin B.I., Kravchenko E.V., Pestov Yu.N., Priymenko L.A., Stepanov P.Yu., Zverev S.G.* Liquid xenon calorimeter for a CMD-3 detector. // Proc. of the 10th Intern. Conf. on Instrumentation for Colliding Beam Physics (INSTR'08), February 28 - March 5, 2008, BINP, Novosibirsk, Russia. /Ed. by A.Buzulutskov.

[585] *Bedny I.V., Bondar A.E., Cherepkov V.V., Epifanov D.A., Golkovsky M.G., Kuzmin A.S., Oreshkin S.B., Shebalin V.E., Shwartz B.A., Usov Yu.V.* Study of the radiation hardness of the pure CsI crystals. // Proc. of the 10th Intern. Conf. on Instrumentation for Colliding Beam Physics (INSTR'08), February 28 - March 5, 2008, BINP, Novosibirsk, Russia. /Ed. by A.Buzulutskov.

[586] *Ruban A., Aulchenko V., Kakhuta K., Kozyrev A., Selivanov A., Titov V., Yudin Yu.* The CMD-3 data acquisition and control system. // Proc. of the 10th Intern. Conf. on Instrumentation for Colliding Beam Physics (INSTR'08), February 28 - March 5, 2008, BINP, Novosibirsk, Russia. /Ed. by A.Buzulutskov.

[587] *Aulchenko V.M., Bogdanchikov A.G., Botov A.A., Bukin D.A., Bukin M.A., Chekushkin E.A., Dimova T.V., Druzhinin V.P., Korol A.A., Koshuba S.V., Tekutiev A.I., Usov Yu.V.* DAQ and electronics for SND at VEPP-2000 - first test results. // Proc. of the 10th Intern. Conf. on Instrumentation for Colliding Beam Physics (INSTR'08), February 28 - March 5, 2008, BINP, Novosibirsk, Russia. /Ed. by A.Buzulutskov.

[588] *Kakhuta K.I., Yudin Yu.V.* Signal processing module for the liquid xenon calorimeter of CMD-3 detector. // Proc. of the 10th Intern. Conf. on Instrumentation for Colliding Beam Physics (INSTR'08), February 28 - March 5, 2008, BINP, Novosibirsk, Russia. /Ed. by A.Buzulutskov.

[589] *Kozyrev A.N., Ruban A.A., Yudin Yu.V.* Signal processing in the calorimeter pre-trigger of the CMD-3 detector. // Proc. of the 10th Intern. Conf. on Instrumentation for Colliding Beam Physics (INSTR'08), February 28 - March 5, 2008, BINP, Novosibirsk, Russia. /Ed. by A.Buzulutskov.

[590] *Buzulutskov A. (speaker)*, Radiation detectors based on Gas Electron Multipliers. // 10th Intern. Conference on Instrumentation for Colliding Beam Physics (INSTR'08), Febuary 28 - March 5, 2008, Novosibirsk.

[591] Библиографический указатель публикаций сотрудников Сибирского центра синхротронного и терагерцового излучения за 2006 год. // Новосибирск, ИЯФ СО РАН, 2008, 66с.

[592] Библиографический указатель публикаций сотрудников Сибирского центра синхротронного и терагерцового излучения за 2007 год. // Новосибирск, ИЯФ СО РАН, 2008, 52с.

[593] Ежегодный отчет за 2007 год. - Новосибирск, ИЯФ СО РАН, 2008, 287с.

Препринты

1. *А.И. Ерохин, А.С. Медведко.* Компьютерное моделирование импульсной цепи управления элетромагнитным приводом размыкателя постоянного тока в системе вывода энергии из 13 кА сверпроводящих магнитов. // Новосибирск, 2008, 23с (Препринт/ИЯФ 2008-2).
2. *А.Д. Букин.* Программа кинематической реконструкции событий. // Новосибирск, 2008, 32с (Препринт/ИЯФ 2008-3).
3. *M.N. Achasov, ChengDong Fu, Xiaohu Mo, N.Yu. Muchnoi, Qing Qin, Huamin Qu, Yifang Wang, Jinqiang Xu.* The beam energy calibration system for the BEPC-II collider. // Novosibirsk, 2008, 24p (Preprint/Budker INP 2008-4).
4. *В.Л. Ауслендер, И.Г. Макаров, Г.И. Кузнецов, Г.Н. Острейко, А.Д. Панфилов, Г.В. Сердобинцев, В.В. Тарнецкий, М.А. Тиунов, К.Н. Чернов, В.Г. Ческидов.* Численные и экспериментальные исследования возможности создания промышленного 300 кВт линейного ускорителя электронов на энергию 5 МэВ. // Новосибирск, 2008, 42с (Препринт/ИЯФ 2008-8).
5. *V.N. Baier and V.M. Katkov.* Electroproduction of electron-positron pair in a medium. // Novosibirsk, 2008, 15p (Preprint/Budker INP 2008-12).
6. *Н. Митянина.* Устойчивость продольных когерентных колебаний многосгусткового пучка (для параболических сгустков). // Новосибирск, 2008, 31с (Препринт/ИЯФ 2008-14).
7. *В.Р. Козак.* Тестовое обеспечение для устройств с интерфейсом CANbus. // Новосибирск, 2008, 19с (Препринт/ИЯФ 2008-16).
8. *В.Р. Козак.* Набор устройств с интерфейсом CANbus в евромеханическом стандарте. // Новосибирск, 2008, 16с (Препринт/ИЯФ 2008-18).
9. *М.С. Чащин и И.А. Котельников.* Об измерении диамагнетизма компактного плазмоида. // Новосибирск, 2008, 24с (Препринт/ИЯФ 2008-19).
10. *В.Л. Ауслендер, А.А. Брязгин, В.А. Горбунов, И.В. Горнаков, Г.И. Кузнецов, А.Н. Лукин, И.Г. Макаров, Н.В. Матяш, Г.Н. Острейко, А.Д. Панфилов, Н.Д. Ромашко, Г.В. Сердобинцев, В.В. Тарнецкий, М.А. Тиунов, А.А. Тувик, Б.Л. Факторович, К.Н. Чернов, В.Г. Ческидов.* Стендовые испытания прототипа мощного промышленного ускорителя электронов на энергию 5 МэВ. // Новосибирск, 2008, 24с (Препринт/ИЯФ 2008-20).
11. *В.В. Безуглов, А.А. Брязгин, Л.А. Воронин, Е.Н. Кокин, А.Н. Лукин, А.М. Молокоедов, В.М. Радченко, Н.Д. Ромашко, Е.А. Штарклев.* Методика расчёта и конструирования выпускных устройств для импульсных ускорителей электронов серии ИЛУ. // Новосибирск, 2008, 34с (Препринт/ИЯФ 2008-23).
12. *Е.И. Жмуриков, К.В. Губин, Н.Х. Кот, П.В. Логачев, С.В. Цыбуля, А.Т. Титов, Tecchio Luigi.* Высокотемпературные испытания мелкозернистого плотного графита для конвертора нейтронной мишени. // Новосибирск, 2008, 15с (Препринт/ИЯФ 2008-24).
13. *А.М. Батраков, П.В. Вагин, П.Д. Воблый, В.Я. Сазанский, Д.С. Шичков.* Аппаратура для прецизионного измерения постоянных магнитных полей с помощью перемещаемых катушек. // Новосибирск, 2008, 33с (Препринт/ИЯФ 2008-26).

14. *А.С. Кузнецов, Г.Н. Малышкин, А.Н. Макаров, И.Н. Сорокин, Ю.С. Суляев, С.Ю. Таскаев.* Первые эксперименты по регистрации нейтронов на ускорительном источнике для бор-нейтронозахватной терапии. // Новосибирск, 2008, 7с (Препринт/ИЯФ 2008-27).
15. *V.N. Baier and V.M. Katkov.* Electroproduction of electron-positron pair in oriented crystal at high energy. // Novosibirsk, 2008, 18p (Preprint/Budker INP 2008-28).
16. *В.Л. Ауслендер, В.В. Безуглов, А.А. Брязгин, В.А. Горбунов, И.В. Горнаков, С.А. Максимов, А.Д. Панфилов, В.С. Подобаев, Н.Д. Ромашко, А.А. Тувик, Б.Л. Факторович, В.Г. Ческидов.* Импульсный высокочастотный линейный ускоритель электронов ИЛУ-8. // Новосибирск, 2008, 27с, (Препринт/ИЯФ 2006-6), (переиздание).
17. *К.В. Золотарёв, В.Е. Панченко, С.В. Хрущёв.* Предварительная проработка франтэндов СИ из сверхпроводящих поворотных магнитов 8.5 Тл накопителя 2.2 ГэВ. // Новосибирск, 2008, 20с, (Препринт/ИЯФ 2008-31).
18. *V.S. Fadin.* BFKL approach and dipole picture. // Novosibirsk, 2008, 11p (Preprint/Budker INP 2008-33).
19. *А.М. Батраков, П.В. Вагин, П.Д. Воблый, А.Б. Огурцов, Д.С. Шичков.* Программное обеспечение систем измерения магнитных полей с помощью перемещаемых катушек. // Новосибирск, 2008, 22с, (Препринт/ИЯФ 2008-34).
20. *В.А. Таюрский.* MC генератор тормозного излучения. // Новосибирск, 2008, 31с (Препринт/ИЯФ 2008-35).
21. *П.Е. Герасимов, В.С. Фадин.* Вклад скаляров в ядро уравнения БФЛК. // Новосибирск, 2008, (Препринт/ИЯФ 2008-36).
22. *V.N. Baier and V.M. Katkov.* Spectra of radiation and created particles at intermediate energy in oriented crystal taking into account energy loss. // Novosibirsk, 2008, 14p (Preprint/Budker INP 2008-37).
23. *В.М. Аульченко, А.Е. Бондарь, Л.В. Днепровский, Д.А. Епифанов, В.А. Игнатьев, А.Н. Козырев, П.В. Кривенький, А.С. Кузьмин, В.Д. Кутовенко, Д.А. Мильштейн, В.С. Охапкин, С.Г. Пивоваров, В.М. Титов, Б.А. Шварц, В.Е. Шебалин, Ю.В. Юдин.* Электромагнитный калориметр на основе сцинтилляционных кристаллов CsI для детектора КМД-3. // Новосибирск, 2008, 46с (Препринт/ИЯФ 2008-39).
24. *V.S. Fadin, R. Fiore, A.V. Grabovsky.* On the discrepancy of the low-x evolution kernels. // Novosibirsk, 2008, (Preprint/Budker INP 2008-40).

* * *

25. *Zobov M., Shatilov D., et al.* Crab waist collision studies for e+e- factories. // arXiv 0802.2667.
26. *Milardi C., Shatilov D., et al.* DAFNE lifetime optimization with compensating wires and octupoles. // arXiv:0803.1544.
27. *Shatilov D.* Beam-beam resonances for different collision schemes. // arXiv:0806.4070.
28. *Biagini M., Shatilov D., et al.* Design of a $10^3 6$ Super-B factory. // Proc. of 11th European Particle Accelerator Conference (EPAC08), Magazzini del Cotone, Genoa, Italy, 23-27 June, 2008.

29. *Muchnoi N. (Novosibirsk, BINP), Schreiber H.J., Viti M. (DESY, Zeuthen).* ILC beam energy measurement by means of laser Compton backscattering. // DESY-08-064, December 2008. 40p. - e-Print: arXiv:0812.0925 [physics.ins-det].

30. *Achasov M.N., Muchnoi N.Yu. (Novosibirsk, BINP), Fu ChengDong, Mo Xiaohu, Qin Qing, Qu Huamin, Wang Yifang, Xu Jinqiang (Beijing, Inst. High Energy Phys.).* The beam energy calibration system for the BEPC-II collider. // April 2008. 22p. - e-Print: arXiv:0804.0159 [physics.acc-ph].

31. *Nikitin S.A.* Radiative relaxation time of longitudinal polarization in the 2x3x5.7° central arc sheme for SuperB. // SB-NOTE-ACC-2008-001 (2008). - Preprint at LNL, Frascati.

32. *Aurand B.,Muchnoi N., et al.* Executive summary of the workshop on polarization and beam energy measurements at the ILC. // DESY-08-099, ILC-NOTE-2008-047, SLAC-PUB-13296, Jul 25, 2008, 14p. ILC Note. - e-Print: arXiv:0808.1638 [physics.acc-ph].

33. *Aubert B., ..., Blinov V.E., Bukin A.D., Buzykaev A.R., Druzhinin V.P., Golubev V.B., Onuchin A.P., Serednyakov S.I., Skovpen Yu.I., Solodov E.P., Todyshev K.Yu., (BABAR Collaboration).* Measurements of the semileptonic decays anti-B —> D l anti-nu and anti-B —> D* l anti-nu using a global fit to D X l anti-nu final states. // SLAC-PUB-13371, BABAR-PUB-08-027, September 2008, 18p. - e-Print: arXiv:0809.0828 [hep-ex].

34. *Aubert B., ..., Blinov V.E., Bukin A.D., Buzykaev A.R., Druzhinin V.P., Golubev V.B., Onuchin A.P., Serednyakov S.I., Skovpen Yu.I., Solodov E.P., Todyshev K.Yu., (BABAR Collaboration).* Measurement of the B+ —> omega l+ nu and B+ —> eta l+ nu branching fractions. // SLAC-PUB-13343, BABAR-PUB-08-038, August 2008, 8p. - e-Print: arXiv:0808.3524 [hep-ex].

35. *Aubert B., ..., Bukin A.D., Buzykaev A.R., 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 the radiative charm decays $D^0 \to \bar{K}^{*0}\gamma$ and $D^0 \to \phi\gamma$. // SLAC-PUB-13352, BABAR-PUB-08-032, August 2008. 8p. - e-Print: arXiv:0808.1838 [hep-ex].

36. *Aubert B., ..., Blinov V.E., Bukin A.D., Buzykaev A.R., 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 B0 —> chi(c0) K*0 and evidence for B+ —> chi(c0) K*+. // Presented at 34th International Conference on High Energy Physics (ICHEP 2008), Philadelphia, Pennsylvania, 30 July - 5 August 2008. SLAC-PUB-13362, BABAR-PUB-08-034, August 2008, 8p. - e-Print: arXiv:0808.1487 [hep-ex].

37. *Aubert B., ..., Blinov V.E., Bukin A.D., Buzykaev A.R., 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 —> K* nu anti-nu decays. // SLAC-PUB-13359, BABAR-PUB-08-040, August 2008. 10p. e-Print: arXiv:0808.1338 [hep-ex].

38. *Aubert B., ..., Blinov V.E., Bukin A.D., Buzykaev A.R., 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 highly suppressed decays $B^- \to K^+\pi^-\pi^-$ and $B^- \to K^-K^-\pi^+$. // SLAC-PUB-13356, BABAR-PUB-08-033, August 2008, 8p. - e-Print: arXiv:0808.0900 [hep-ex].

39. *Aubert B., ..., Blinov V.E., Bukin A.D., Buzykaev A.R., 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 and time-integrated angular analysis of $B \to \phi K^0_S \pi^0$ and $\phi K^{\pm}\pi^{\mp}$. SLAC-PUB-13337, BABAR-PUB-08-036, August 4, 2008, 30p. - e-Print: arXiv:0808.3586 [hep-ex].
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 the branching fractions of $\bar{B} \to D^{**}\ell^-\bar{\nu}_\ell$ decays in events tagged with a fully reconstructed B meson. // SLAC-PUB-13351, BABAR-PUB-08-028, August 2008, 7p. - e-Print: arXiv:0808.0528 [hep-ex].
41. *Aubert B., ..., Blinov V.E., Bukin A.D., Buzykaev A.R., 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 semileptonic B decays into orbitally-excited charmed mesons. // BABAR-PUB-08-043, SLAC-PUB-13348, August 2008, 7p. - e-Print: arXiv:0808.0333 [hep-ex].
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.).* Evidence for B semileptonic decays into the charmed baryon Lambda(c)+. // SLAC-PUB-13335, BABAR-CONF-08-010, August 2008, 16p. - e-Print: arXiv:0808.0011 [hep-ex].
43. *Aubert B., ..., Blinov V.E., Bukin A.D., Buzykaev A.R., 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 fraction, polarization, and CP asymmetries in $B^0 \to \rho^0\rho^0$ decay, and implications for the CKM angle α. // SLAC-PUB-13329, BABAR-PUB-08-031, July 2008, 7p. - e-Print: arXiv:0807.4977 [hep-ex].
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 second-class currents in tau- —> omega pi- nu(tau). // SLAC-PUB-13339, BABAR-CONF-08-015, July 2008, 5p. - e-Print: arXiv:0807.4900 [hep-ex].
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 branching fractions of B0 decays to K(1)(1270)+ pi- and K(1)(1400)+ pi-. // SLAC-PUB-13339, BABAR-CONF-08-003, July 2008, 16p. - e-Print: arXiv:0807.4760 [hep-ex].
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.).* Amplitude analysis of the decay B0 —> K+ pi- pi0. // SLAC-PUB-13331, BABAR-CONF-08-016, July 2008, 24p. - e-Print: arXiv:0807.4567 [hep-ex].
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 CP asymmetries and branching fractions in B0 -> —> pi+ pi-, B0 —> K+ pi-, B0 —> pi0 pi0, B0 —> K0 pi0 and isospin analysis of B —> pi pi decays. // BABAR-CONF-08-014, SLAC-PUB-13326, July 2008, 27p. - e-Print: arXiv:0807.4226 [hep-ex].
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.). Search for B+ —> mu+ nu mu with inclusive reconstruction at BaBar. // BABAR-CONF-08-001, SLAC-PUB-13325, July 2008, 16p. - e-Print: arXiv:0807.4187 [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.)*. Direct CP, lepton flavor and isospin asymmetries in the decays B —> K(*) l+ l-. // BABAR-PUB-08-022, SLAC-PUB-13322, July 2008, 7p. e-Print: arXiv:0807.4119 [hep-ex].
50. *Aubert B., ..., Blinov V.E., Bukin A.D., Buzykaev A.R., 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.)*. Searches for B meson decays to $\phi\phi$, $\phi\rho$, $\phi f_0(980)$, and $f_0(980)f_0(980)$ final states. // BABAR-PUB-08-23, SLAC-PUB-13317, July 2008, 7p. - e-Print: arXiv:0807.3935 [hep-ex].
51. *Aubert B., ..., Blinov V.E., Bukin A.D., Buzykaev A.R., 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 time-dependent CP asymmetry in $B^0 \to K^0_S\pi^0\gamma$ decays. // BABAR-PUB-08-025, SLAC-PUB-13316, July 2008, 7p. - e-Print: arXiv:0807.3103 [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.)*. Measurement of ratios of branching fractions and CP-violating asymmetries of $B^\pm \to D^*K^\pm$ decays. // SLAC-PUB-13305, BABAR-PUB-08-017, July 2008, 12p. - e-Print: arXiv:0807.2408 [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.)*. Study of the decay D+(s) —> K+ K- e+ nu(e). // BABAR-PUB-08-014, SLAC-PUB-13294, July 2008, 8p. - e-Print: arXiv:0807.1599 [hep-ex].
54. *Aubert B., ..., Blinov V.E., Bukin A.D., Buzykaev A.R., 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 Bottomonium Ground State in the Decay $Y(3S) \to \gamma\eta_b$. // BABAR-PUB-08-029, SLAC-PUB-13288, July 2008, 8p. - e-Print: arXiv:0807.1086 [hep-ex].
55. *Aubert B., ..., Blinov V.E., Bukin A.D., Buzykaev A.R., 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 and polarization measurements of $B^\pm \to \phi K_1^\pm$ and $B^\pm \to \phi K_2^{*\pm}$. // SLAC-PUB-13267, BABAR-PUB-08-021, Juny 2008, 7p. - e-Print: arXiv:0806.4419 [hep-ex].
56. *Aubert B., ..., Blinov V.E., Bukin A.D., Buzykaev A.R., 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 e+e- —> rho+ rho- near s**(1/2) = 10.58 GeV. // SLAC-PUB-13230, BABAR-PUB-08-018, Juny 2008, 8p. - e-Print: arXiv:0806.3893 [hep-ex].
57. *Aubert B., ..., Blinov V.E., Bukin A.D., Buzykaev A.R., 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 in $b \to s\gamma$ using a sum of exclusive final states. // SLAC-PUB-13249, BABAR-PUB-08-004, May 2008, 7p. - e-Print: arXiv:0805.4796 [hep-ex].

58. *Aubert B., ..., Blinov V.E., Bukin A.D., Buzykaev A.R., 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 $B \to \{\pi, \eta, \eta'\}\ell\nu_\ell$ branching fractions and determination of $|V_{ub}|$ with semileptonically tagged B mesons. SLAC-PUB-13215, BABAR-PUB-08-013, May 2008, 7p. - e-Print: arXiv:0805.2408 [hep-ex].

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.).* Measurement of the CKM angle gamma in B0 —> anti-D0 (D0) K*0 with a Dalitz analysis of D0 —> K(S) pi+ pi-. // BABAR-PUB-07-072, SLAC-PUB-13229, May 2008, 8p. - e-Print: arXiv:0805.2001 [hep-ex].

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.).* Branching fractions and CP-violating asymmetries in radiative B decays to eta K gamma. // BABAR-PUB-08-012, SLAC-PUB-13228, May 2008, 7p. - e-Print: arXiv:0805.1317 [hep-ex].

61. *Aubert B., ..., Blinov V.E., Bukin A.D., Buzykaev A.R., 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 $B^+ \to b_1^+ K^0$ and search f or B-meson decays to $b_1^0 K^0$ and $b_1\pi^0$. // SLAC-PUB-13231, BABAR-PUB-08-015, May 2008, 7p. - e-Print: arXiv:0805.1217 [hep-ex].

62. *Aubert B., ..., Blinov V.E., Bukin A.D., Buzykaev A.R., 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 mass difference $m(B^0) - m(B^+)$. // SLAC-PUB-13217, BABAR-PUB-08-002, May 2008, 8p. - e-Print: arXiv:0805.0497 [hep-ex].

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.).* Angular distributions in the decays B —> K* l+l-. // SLAC-PUB-13133, BABAR-PUB-08-001, April 2008, 7p. - e-Print: arXiv:0804.4412 [hep-ex].

64. *Aubert B., ..., Blinov V.E., Bukin A.D., Buzykaev A.R., 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 $B^+ \to \eta\rho^+$ and search for B^0 decays to $\eta'\eta$, $\eta\pi^0$, $\eta'\pi^0$, and $\omega\pi^0$. // BABAR-PUB-08-011, SLAC-PUB-13197, April 2008, 8p. - e-Print: arXiv:0804.2422 [hep-ex].

65. *Aubert B., ..., Blinov V.E., Bukin A.D., Buzykaev A.R., 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 the CKM angle γ in $B^\mp \to D^{(*)}K^{(*)\mp}$ anti K(*)+ decays with a Dalitz plot analysis of D decays to $K^0_S\pi^+\pi^-$ and $K^0_S K^+ K^-$. // SLAC-PUB-13209, BABAR-PUB-08-006, April 2008, 22p. - e-Print: arXiv:0804.2089 [hep-ex].

66. *Aubert B., ..., Blinov V.E., Bukin A.D., Buzykaev A.R., 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-meson decays to $\eta_c K^{(*)}$, $\eta_c(2S)K^{(*)}$ and $\eta_c\gamma K^{(*)}$. // SLAC-PUB-13198, BABAR-PUB-08-008, April 2008, 8p. - e-Print: arXiv:0804.1208 [hep-ex].

67. *Aubert B., ..., Blinov V.E., Bukin A.D., Buzykaev A.R., 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 CP violation in $B^0 \to J/\psi\pi^0$ decays. // BABAR-PUB-08-10, SLAC-PUB-13196, April 2008, 7p. - e-Print: arXiv:0804.0896 [hep-ex].

68. *Aubert B., ..., Blinov V.E., Bukin A.D., Buzykaev A.R., 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 meson decays with excited η and η' mesons. // SLAC-PUB-12840, BABAR-PUB-07-043, April 2008, 7p. - e-Print: arXiv:0804.0411 [hep-ex].
69. *Aubert B., ..., Blinov V.E., Bukin A.D., Buzykaev A.R., 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 direct CP violation from Dalitz-plot analysis of $B^\pm \to K^\pm\pi^\mp\pi^\pm$. // BABAR-PUB-08-005, SLAC-PUB-13189, March 2008, 14p. - e-Print: arXiv:0803.4451 [hep-ex]
70. *Aubert B., ..., Blinov V.E., Bukin A.D., Buzykaev A.R., 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 the rare decays $B_0 \to D_s^{(*)+}\pi^-$, $B^0 \to D_s^{(*)+}\rho^-$, and $B^0 \to D_s^{(*)-}K^{(*)+}$. // SLAC-PUB-13190, BABAR-PUB-08-009, March 2008, 15p. e-Print: arXiv:0803.4296 [hep-ex].
71. *Aubert B., ..., Blinov V.E., Bukin A.D., Buzykaev A.R., 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 $B \to X(3872)K$, with $X(3872) \to J/\psi\pi^+\pi^-$. // BABAR-PUB-08-007, SLAC-PUB-13179, March 2008, 7p. - e-Print: arXiv:0803.2838 [hep-ex].
72. *Aubert B., ..., Blinov V.E., Bukin A.D., Buzykaev A.R., 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 spin of the $\Xi(1530)$ resonance. // SLAC-PUB-13160, BABAR-PUB-07-073, March 2008, 13p. - e-Print: arXiv:0803.1863 [hep-ex].
73. *Aubert B., ..., Blinov V.E., Bukin A.D., Buzykaev A.R., 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 $\tau^- \to \eta\pi^-\pi^+\pi^-\nu_\tau$ branching fraction and a search for a second-class current in the $\tau^- \to \eta'(958)\pi^-\nu_\tau$ decay. // SLAC-PUB-13143, March 2008, 9p. - e-Print: arXiv:0803.0772 [hep-ex].
74. *Aubert B., ..., Blinov V.E., Bukin A.D., Buzykaev A.R., 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 observables in $B^\pm \to D^0_{CP}K^\pm$ decays. // SLAC-PUB-13142, BABAR-PUB-08-003, February 2008, 8p. - e-Print: arXiv:0802.4052 [hep-ex].
75. *Aubert B., ..., Blinov V.E., Bukin A.D., Buzykaev A.R., 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 neutral D meson Cabibbo-suppressed three-body decays. // SLAC-PUB-13058, BABAR-PUB-07-074, February 2008, 7p.
76. *Aubert B., ..., Blinov V.E., Bukin A.D., Buzykaev A.R., 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.)*. Searches for the decays $B^0 \to \ell^\pm\tau^\mp$ and $B^+ \to \ell^+\nu$ ($\ell = e, \mu$) using hadronic tag reconstruction. // SLAC-PUB-13066, BABAR-PUB-07-069, Jane 2008, 8p. - e-Print: arXiv:0801.0697 [hep-ex].

77. *Aubert B., ..., Blinov V.E., Bukin A.D., Buzykaev A.R., 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 the exclusive initial-state-radiation production of the D anti-D system. // SLAC-PUB-12818, BABAR-PUB-07-060, February 2008, 8p. - e-Print: arXiv:0710.1371 [hep-ex].

78. *Aubert B., ..., Blinov V.E., Bukin A.D., Buzykaev A.R., 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.).* Dalitz plot analysis of $D_s^+ \to \pi^+\pi^-\pi^+$. // SLAC-PUB-13323.

79. *Aubert B., ..., Blinov V.E., Bukin A.D., Buzykaev A.R., 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 $B^+ \to K_S^0 K_S^0 \pi^+$. // SLAC-PUB-13461.

80. *Aubert B., ..., Blinov V.E., Bukin A.D., Buzykaev A.R., 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 $Z(4430)^+$ at BABAR. // SLAC-PUB-13437.

81. *Aubert B., ..., Blinov V.E., Bukin A.D., Buzykaev A.R., 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 flavour violating decays $\tau^- \to \ell^- K_S^0$ with the BABAR experiment. // SLAC-PUB-13487.

82. *Aubert B., ..., Blinov V.E., Bukin A.D., Buzykaev A.R., 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 $e^+e^- \to b\bar{b}$ Cross Section between $\sqrt{s} = 10.54$ and 11.20 GeV. // SLAC-PUB-13397.

83. *Aubert B., ..., Blinov V.E., Bukin A.D., Buzykaev A.R., 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 time dependent CP asymmetry parameters in B^0 meson decays to ωK_S^0, $\eta' K^0$, and $\pi^0 K_S^0$. // SLAC-PUB-13380.

84. *Aubert B., ..., Blinov V.E., Bukin A.D., Buzykaev A.R., 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 time-dependent CP asymmetries in $B^0 \to D^{(*)+} D^{(*)-}$ decays. // SLAC-PUB-13327.

85. *Aubert B., ..., Blinov V.E., Bukin A.D., Buzykaev A.R., Druzhinin V.P., Golubev V.B., Onuchin A.P., Serednyakov S.I., Skovpen Yu.I., Solodov E.P., Todyshev K.Yu., (BABAR Collaboration).* Measurement of $B \to X\gamma$ decays and determination of $|V_{td}/V_{ts}|$. // SLAC-PUB-13340.

86. *Aubert B., ..., Blinov V.E., Bukin A.D., Buzykaev A.R., Druzhinin V.P., Golubev V.B., Onuchin A.P., Serednyakov S.I., Skovpen Yu.I., Solodov E.P., Todyshev K.Yu., (BABAR Collaboration).* Evidence for $X(3872) \to \psi(2S)\gamma$ in $B^\pm \to X(3872)K^\pm$ decays, and a study of $B \to c\bar{c}\gamma K$. // SLAC-PUB-13375.

87. *Aubert B., ..., Blinov V.E., Bukin A.D., Buzykaev A.R., Druzhinin V.P., Golubev V.B., Onuchin A.P., Serednyakov S.I., Skovpen Yu.I., Solodov E.P., Todyshev K.Yu., (BABAR Collaboration).* Measurements of D^0-$\bar{D}^0$ mixing from a time-dependent amplitude analysis of $D^0 \to K^-\pi^+\pi^0$ Decays. // SLAC-PUB-13320.

88. *Aubert B., ..., Blinov V.E., Bukin A.D., Buzykaev A.R., Druzhinin V.P., Golubev V.B., Onuchin A.P., Serednyakov S.I., Skovpen Yu.I., Solodov E.P., Todyshev*

K.Yu., (BABAR Collaboration). Direct CP, lepton flavor and isospin asymmetries in the decays $B \to K^{(*)}\ell^+\ell^-$. // SLAC-PUB-13322.

89. *Aubert B., ..., Blinov V.E., Bukin A.D., Buzykaev A.R., Druzhinin V.P., Golubev V.B., Onuchin A.P., Serednyakov S.I., Skovpen Yu.I., Solodov E.P., Todyshev K.Yu., (BABAR Collaboration).* Branching fractions and CP-violating asymmetries in radiative B decays to $\eta K\gamma$. // SLAC-PUB-13228.
90. *Aubert B., ..., Blinov V.E., Bukin A.D., Buzykaev A.R., Druzhinin V.P., Golubev V.B., Onuchin A.P., Serednyakov S.I., Skovpen Yu.I., Solodov E.P., Todyshev K.Yu., (BABAR Collaboration).* Angular Distributions in the Decays $B \to K^*\ell^+\ell^-$. // SLAC-PUB-13133.
91. *Aubert B., ..., Blinov V.E., Bukin A.D., Buzykaev A.R., Druzhinin V.P., Golubev V.B., Onuchin A.P., Serednyakov S.I., Skovpen Yu.I., Solodov E.P., Todyshev K.Yu., (BABAR Collaboration).* Measurement of the CKM angle γ in $B^0 \to \bar{D}^0(D^0)K^{*0}$ with a Dalitz analysis of $D^0 \to K_S\pi^+\pi^-$. // SLAC-PUB-13229.
92. *Shen Y.-T., ..., Arinstein K., Aulchenko V., Bedny I., Bondar A., Eidelman S., Epifanov D., Gabyshev N., Garmash A., Krokovny P., Kuzmin A., Poluektov A., Shebalin V., Shwartz B., Usov Y., Vinokurova A., Zhilich V., Zhulanov V., Zyukova O. (Belle Collab.).* Observation of $B \to \phi\phi K$ decays.
arXiv:0802.1547, submitted to Phys. Rev. D(RC).
93. *Akhmetshin R.R., Aulchenko V.M., Banzarov V.Sh., Barko L.M., Baru S.E., Bashtovoy N.S., Bondar A.E., Bondarev D.V., Bragin A.V., Eidelman S.I., Epifanov D.A., Fedotovich G.V., Gabyshev N.I., Grebeniuk A.A., Grigoriev D.N., Ignatov F.V., Karpov S.V., Kazanin V.F., Khazin B.I., Koop I.A., Krokovny P.P., Kuzmin A.S., Logashenko I.B., P.A.Lukin, Lysenko A.P., Mikhailov K.Yu., Okhapkin V.S., Perevedentsev E.A., Popov A.S., Redin S.I., Ruban A.A., Ryskulov N.M., Shatunov Yu.M., Shwartz B.A., Sibidanov A.L., Snopkov I.G., Solodov E.P., Yudin Yu.V. (CMD-2 Collaboration).* Measurement of $e^+e^- \to \phi \to K^+K^-$ cross section with the CMD-2 detector at VEPP-2M collider. // e-Print: arXiv:0804.0178 [hep-ex].
94. *Corti G., Shekhtman L.* Estimates of the remanent dose rates in the LHCb experimental area. // e-Print: LHCb-2008-045, CERN, Geneva, 2008.
95. *Dikansky N.S., Pestrikov D.V.* Effect of the crab waist and of the micro-beta on the beam-beam instability. // doi: 10.1016/j.nima.2008.12.066. - NIM in Physics Research A (in press).
96. *Dikansky N.S., Pestrikov D.V.* Compensations of beam-beam resonances using crabbibg schemes at large Piwinski crossing angles. // doi: 10.1016/j.nima.2008.12.211. - NIM in Physics Research A (in press).
97. *Achasov M.N., Aulchenko V.M., 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., Lysenko A.P., Pakhtusova E.V., Perevedentsev E.A., Serednyakov S.I., Shatunov Yu.M., Silagadze Z.K., Skrinsky A.N., Tikhonov Yu.A., Vasiljev A.V.* Study of the process $e^+e^- \to \mu^+\mu^-$ in the energy region 980, 1040-1380 MeV. // e-Print: arXiv: 0810.0571.
98. *Bennett G.W., ..., Druzhinin V.P., Fedotovich G.V., Khazin B.I., Logashenko I., Redin S.I., Ryskulov N., Shatunov Yu.M., Solodov E., et al. (Muon G-2 Collaboration.* An improved limit on the muon electric dipole moment. // e-Print: arXiv: 0811.1207, 19p.

99. *Grozin A.G.* Asymptotic freedom: History and interpretation. // arXiv: 0803.2589 (22p).
100. *Grozin A.G., Lee R.N.* Three-loop HQET vertex diagrams for B^0–$\bar{B}^0$ mixing. // arXiv: 0812.4522[hep-ph], 12p.
101. *Grozin A.G., Khriplovich I.B., Rudenko A.S.* Electric dipole moments, from e to τ. // arXiv: 0811.1641, 4p (to be published in Yad. Fiz.)
102. *Lee R.N. and Milstein A.I.* Correction to the Molière's formula for multiple scattering. // arXiv: 0812.2076 [physics.atom-ph].
103. *Kirilin G.G. and Lee R.N.* $(\mathbf{Z}\alpha)^4$ order of the polarization operator in Coulomb field at low energy. // arXiv: 0812.2076[physics.atom-ph].
104. *Sokolov Valentin V., Zhirov Oleg V.* How well a quantum system can retain memory of its initial state? // Preprint: arXiv:0808.3050v1[nlin.CD], 22 August, 2008.
105. *Sokolov Valentin V., Zhirov Oleg V., Benenti Giuliano, and Casati Giulio.* Complexity of quantum states and reversibility of quantum motion. // Preprint: arXiv:0807.2902v1 [nlin.CD], 18 July, 2008.
106. *Хрипловичъ И.Б.* Черенковское излучение частицы со спином. // arXiv: 0808.1500.
107. *Khatsymovsky V.M.* Barbero-Immirzi parameter in Regge calculus. // arXiv: 0804.2389[hep-th].
108. *Khatsymovsky V.M.* Gravity action on discontinuous metrics. // arXiv: 0808.1039[gr-qc].
109. *Khatsymovsky V.M.* Independent 4-tetrahedra connection representation of Regge calculus. // arXiv: 0808.1041[gr-qc].
110. *Khatsymovsky V.M.* Defining some integrals in Regge calculus. // arXiv: 0808.1042[gr-qc].
111. *Khatsymovsky V.M.* Attributing sense to some integrals in Regge calculus. // arXiv: 0810.1630[math-ph].
112. *Flambaum V.V., Auerbach N., Dmitriev V.F.* Coulomb energy contribution to the excitation energy in ^{229}Th and enhanced effect of α variation. // arXiv: 0807.3218v2.
113. *Dmitriev V.F.* α-Particle spectrum in the reaction p+^{11}B$\rightarrow \alpha +^8 Be^* \rightarrow 3\alpha$. // arXiv: 0812.2538v1.
114. *Khriplovich I.B., Pomeransky A.A., Produit N., Ruban G.Yu.* Passage of small black hole through the Earth. Is it detectable? // Preprint: arXiv:0801.4623[hep-ex].
115. *Chernyak V.L.* On mass spectrum in SQCD. Unequal quark masses. // arXiv: 0805.2299[hep-th], p.1-17 (submitted to JHEP).
116. *Chernyak V.L.* On mass spectrum in SQCD, and problems with the Seiberg duality. Another scenario. // arXiv: 0811.4283[hep-th], p.1-22 (submitted to JHEP).
117. *Bondar A., Buzulutskov A., Grebenuk A., Pavluchenko D., Snopkov R., Tikhonov Y., Breskin A.* Thick GEM versus thin GEM in two-phase argon avalanche detectors. // e-Print: arXiv:0805.2018.
118. *Bondar A., Buzulutskov A., Grebenuk A., Pavluchenko D., Tikhonov Y.* Recent results on the properties of two-phase argon avalanche detectors. // e-Print: arXiv:0807.0530.

Авторефераты

1. *Бузулуцков Алексей Фёдорович.* Детекторы ионизирующих излучений и фотодетекторы на основе газовых электронных умножителей. // 01.04.01 - приборы и методы экспериментальной физики Автореф. дисс. на соис. учен. степ. доктора физико-математических наук: Новосибирск, 2008, ИЯФ им. Г.И.Будкера СО РАН.

2. *Мигинский Сергей Владимирович.* Оптимизация электронно-оптических каналов на основе модели локально холодного пучка. // 01.04.20 - физика пучков заряженных частиц и ускорительная техника, Автореф. дисс. на соис. учен. степ. доктора физико-математических наук: Новосибирск, 2008, ИЯФ им. Г.И.Будкера СО РАН.

3. *Игнатов Фёдор Владимирович.* Измерение формфактора пиона в диапазоне энергий $1.04 - 1.38$ ГэВ с детектором КМД-2. // 01.04.16 - физика атомного ядра и элементарных частиц, Автореф. дисс. на соис. учен. степ. кандидата физико-математических наук: Новосибирск, 2008, ИЯФ им. Г.И.Будкера СО РАН.

4. *Рачек Игорь Анатольевич.* Экспериментальное изучение фотодезинтеграции тензорно-поляризованного дейтрона. // 01.04.16 - физика атомного ядра и элементарных частиц, Автореф. дисс. на соис. учен. степ. кандидата физико-математических наук: Новосибирск, 2008, ИЯФ им. Г.И.Будкера СО РАН.

5. *Сибиданов Алексей Леонидович.* Измерение сечения процесса $e^+e^- \to \pi^+\pi^-$ на детекторе КМД-2 в диапазоне энергий $370 - 520$ МэВ. // 01.04.16 - физика атомного ядра и элементарных частиц, Автореф. дисс. на соис. учен. степ. кандидата физико-математических наук: Новосибирск, 2008, ИЯФ им. Г.И.Будкера СО РАН.

6. *Иванов Андрей Вячеславович.* Расчет электронно-оптических систем новых поколений электронных охладителей. // 01.04.20 - физика пучков заряженных частиц и ускорительная техника, Автореф. дисс. на соис. учен. степ. кандидата физико-математических наук: Новосибирск, 2008, ИЯФ им. Г.И.Будкера СО РАН.

7. *Стешов Андрей Георгиевич* Элементы магнитной системы для специализированного источника. // синхротронного излучения "MLS" 01.04.20 - физика пучков заряженных частиц и ускорительная техника, Автореф. дисс. на соис. учен. степ. кандидата технических наук: Новосибирск, 2008, ИЯФ им. Г.И.Будкера СО РАН.

Участие в конференциях

1. 10th International Workshop on Accelerator Alignment, KEK, February 11-15, 2008, Tsukuba, Japan.
2. Международная конференция: X Харитоновские тематические научные чтения, 11-14 марта 2008, Саров.
3. XXXV Международная Звенигородская конференция по физике плазмы и УТС, 11-15 февраля 2008, Звенигород, Россия.
4. 22nd Les Rencontres de Physique de la Vallee d'Aoste, 24 February - 1 March, 2008, Aosta Valley, Italy.
5. 10th International Conference on Instrumentation for Colliding Beam Physics (INSTR'08), February 28 - March 5, 2008, BINP, Novosibirsk, Russia.
6. XXIII Международная конференция: Уравнения состояния вещества 1-6 марта 2008, п.Эльбрус.
7. XLVI Международная научная студенческая конференция, НГУ, 6-14 апреля 2008, Новосибирск.
8. International Workshop on e^+e^- Collisions from ϕ to ψ, Laboratori Nazionali di Frascati, 7-10 April, 2008, Frascati, Italy.
9. 40th ICFA Advanced Beam Dynamics Workshop on High Luminosity e+e- Factories, April 14-16, 2008, BINP, Novosibirsk, Russia.
10. International Workshop on High Energy Photon Collisions at the LHC, April 22-25, 2008, CERN.
11. 17th Topical Conference on High-Temperature Plasma Diagnostics, Albuquerque, 11-15 May, 2008, New Mexico.
12. International Advanced Beam Dynamics Workshop (Nanobeams2008), May 25-30, 2008, BINP, Novosibirsk, Russia.
13. XX Международная научная техническая конференция по фотоэлектронике и приборам ночного видения, 27-30 мая 2008, Москва, Россия.
14. International Power Modulator Conference, May 2008, Las Vegas, USA.
15. International Conference: Chaotic Modeling and Simulation (Chaos2008), June 3-6, 2008, Chania, Crete, Greece.
16. ECFA Workshop on Linear Colliders, June 9-12, 2008, Warsaw.
17. 35th EPS Conference on Plasma Physics, 9-13 June 2008, Hersonissos.
18. 2nd International Conference on Current Problems in Nuclear Physics and Atomic Energy, June 9-15, 2008, Kiev, Ukraine.
19. 35th IEEE Int. Conf. on Plasma Science (ICOPS 2008), Karlsruhe, June 15-19, 2008, Germany.
20. XVII Internftional Synchrotron Radiation Conference (SR-2008), June 15-20, 2008, BINP, Novosibirsk, Russia.
21. 9th International Workshop on Non-Neutral Plasmas, Columbia University, June 16-20, 2008, New York, USA.
22. Heraeus-Seminar: Polarized Antiprotons, Bad Honnef, June 23-25, 2008, Germany.

23. International Workshop on Ultra High-Intensity Lasers in Nuclear and Particle Physics, ECT, Trento, June 23-27, 2008, Italy.
24. 11th European Particle Accelerator Conference (EPAC'08), June 23-27, 2008, Genoa, Italy.
25. 58 Международное совещание по ядерной спектроскопии и структуре атомного ядра (ЯДРО 2008), 23-27 июня 2008, Москва, Россия.
26. XIV Международная конференция по методам аэрофизических исследований (ICMAR-2008), 30 июня - 6 июля 2008, Новосибирск, Россия.
27. DESY Conference, 1 July, 2008, Hamburg.
28. Workshop on Low x Physics, July 6-10, 2008, Crete, Greece.
29. 7th International Conference on Open Magnetic Systems for Plasma Confinement, July 15-18, 2008, Daejeon, Korea.
30. 7th International Workshop: Strong Microwaves - Sources and Applications, July 27 - August 2, 2008, Nizhny Novgorod, Russia.
31. 34th International Conference on High Energy Physics (ICHEP 2008), 30 July - 5 August, 2008, Philadelphia, Pennsylvania.
32. II Helmholtz International Summer School: Heavy Quark Physics, August 11-21, 2008, Dubna.
33. International Conference (DIFFRACTION 2008), September 9-14, 2008, La Londe-les-Maures, France.
34. International Conference on Infrared, Millimeter, and Terahertz Waves (IRMMW-THz 2008), Pasadena, California, September 15-19, 2008, USA.
35. XX симпозиум: Современная химическая физика, 15-26 сентября 2008, пансионат МГУ "Буревестник", Туапсе.
36. International Meeting of Radiation Processing, September 21-25, 2008, London.
37. 9th International Conference on Modification of Materials with Particle Beams and Plasma Flows, 21-26 September 2008, Tomsk, Russia.
38. 15th International Symposium on High Current Electronics, 21-26 September, 2008, Tomsk, Russia.
39. 2nd International Congress on Advanced Electromagnetic Materials in Microwaves and Optics, Pamplona, September 21-26, 2008, Spain.
40. 10th International Workshop on Tau-lepton Physics, September 22-25, 2008, Budker INP, Novosibirsk, Russia.
41. 3rd Alushta International Workshop on the Role of Electric Fields in Plasma Confinement in Stellarators and Tokamaks, Alushta (Crimea), September 22-27, 2008, Ukraine.
42. Satellite Meeting: On the Need for a Super-Tau-Charm Factory (Tau-08), September 26-27, 2008, BINP, Novosibirsk, Russia.
43. XXI Russian Conference on Charged Particles Accelerators (RuPAC-2008), September 28 - October 3, 2008, Zvenigorod, Russia.
44. Международная конференция, посвященная 100-летию С.Л. Соболева: Дифференциальные уравнения. Функциональные пространства. Теория приближений, 5-12 октября 2008, Институт математики СО РАН, Новосибирск.

45. International Workshop-Exhibition: Strategy of development of large-scale research infrastructures of the Russian Federation and cooperation with the European Union, October 20-21, 2008, Athens, Greece.
46. 7th International Workshop on Personal Computers and Particle Accelerator Controls, 20-23 October 2008, Ljublljana, Slovenia.
47. VI Российский семинар: Современные средства диагностики плазмы и их применение для контроля веществ и окружающей среды, МИФИ, 22-24 октября 2008, Москва, Россия.
48. 13th International Congress on Neutron Capture Therapy, 2-7 November 2008, Florence.
49. International Workshop on Linear Colliders (ILC2008, LCWS08), Chicago, November 16-21, USA.
50. APS Meeting, November 17-21, 2008, USA.
51. Международный форум по нанотехнологиям, 3-5 декабря 2008, Москва, Россия.
52. International Workshop on Heavy Quarkonium (QWG2008), 2-5 December 2008, Nara, Japan.
53. Научная сессия-конференция секции ядерной физики ОФН РАН 2008, 22-25 декабря 2008, Институт физики высоких энергий, Протвино.
54. 4-ый специализированный форум: Современные системы безопасности - Антитеррор, Сиб ЮИ МВД России, 2008, Красноярск
55. Новосибирская межвузовская научная студенческая конференция "Интеллектуальный потенциал Сибири", 2008, Новосибирск, Россия.
56. 17th International Conference on High-Power Particle BEAMS (BEAMS'2008), Xi'an, 2008, China.
57. 22nd IAEA Fusion Energy Conference, Geneva, 2008, Swissland.
58. Международная конференция: Инженерия сцинтилляционных материалов и радиационные технологии (ИСМАРТ-2008), Харьков, 2008, Украина.

Соглашения о сотрудничестве между ИЯФ и зарубежными лабораториями

Название лаборатории		**Область сотрудничества**	**Дата**	**Координаторы**
N°	1	2	3	4
1.	CERN Швейцария	1. Научно-исследовательские и конструкторские работы по детекторам для большого адронного коллайдера LHC	1992	А. Бондарь, Ю. Тихонов (ИЯФ), Т. Накада, П. Йенни (CERN)
		2. Создание элементов комплекса LHC	1996	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)	1. Исследования, разработка линейных коллайдеров и финальная фокусировка пучков	1992	Д. Дорфан (SLAC), А. Скринский (ИЯФ)
	США	2. Детектор для B-фабрики	1993	А. Онучин (ИЯФ), Д. Хитлин (SLAC)
		3. Электрон-позитронные встречные пучки (B-фабрика)	1995	Д. Симан (SLAC) А. Скринский (ИЯФ)
4.	BNL (Брукхевен)	1. Измерение магнитной аномалии мюона	1991	Дж. Банс (BNL), Л. Барков (ИЯФ)
	США	2. Совместные работы по спину	1993	С. Озаки (BNL), Ю. Шатунов (ИЯФ)
5.	ANL (Аргонн)	1. Эксперименты с поляризованной газовой мишенью	1988	Р. Холт (ANL), Л. Барков (ИЯФ)
	США	2. Аппаратура для синхротронного излучения (СИ)	1993	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)

N°	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 ускорителея - 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.	KEK (Япония)	1. Эксперименты на B-фабрике с детектором BELLE 2. Электрон-позитронные фабрики (B-,ϕ-фабрики)	1992 1995	А. Бондарь (ИЯФ), Ф. Такасаки (KEK) Ш. Курокава (KEK) Е. Переведенцев (ИЯФ)
15.	RIKEN Spring-8 (Япония)	Сотрудничество в области физики ускорителей и синхротронного излучения	1996	Х. Камицубо (Япония), Г. Кулипанов (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

Члены-корреспонденты:

Бондарь Александр Евгеньевич
Диканский Николай Сергеевич
Димов Геннадий Иванович
Пархомчук Василий Васильевич
Хриплович Иосиф Бенционович
Шатунов Юрий Михайлович

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: *Васильев Алексей Владимирович*

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	Васильев А.В.
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	Бурдаков А.В.
13.	Доктор физ.-мат. наук, профессор	Винокуров Н.А.

14.	Член-корр. РАН	Диканский Н.С.
15.	Член-корр. РАН	Димов Г.И.
16.	Доктор физ.-мат. наук	Дружинин В.П.
17.	Доктор физ.-мат. наук	Кооп И.А.
18.	Академик, советник РАН	Кругляков Э.П.
19.	Доктор технических наук	Купер Э.А.
20.	Кандидат физ.-мат. наук	Логачев П.В.
21.	Кандидат технических наук	Медведко А.С.
22.	Доктор физ.-мат. наук	Мезенцев Н.А.
23.	Член-корр. РАН	Пархомчук В.В.
24.	Доктор технических наук, профессор	Салимов Р.А.
25.	Доктор физ.-мат. наук, профессор	Середняков С.И.
26.	Доктор физ.-мат. наук, профессор	Фадин В.С.
27.	Доктор физ.-мат. наук	Хазин Б.И.
28.	Член-корр. РАН	Хриплович И.Б.
29.	Член-корр. РАН	Шатунов Ю.М.
30.	Кандидат технических наук	Шиянков С.В.
31.	Кандидат физ.-мат. наук	Таскаев С.Ю. – представитель профсоюзной организации
32.	Кандидат физ.-мат. наук	Старостенко А.А. – представитель Совета молодых ученых

Секции учёного совета по направлениям

“Ускорители для прикладных целей”

Кулипанов Г.Н. (предс.)
Горбунов В.А. (секр.)
Мигинский С.В. (секр.)
Анашин В.В.
Антохин Е.И.
Брязгин А.А.
Вейс М.Э.
Гаврилов Н.Г.
Гольденберг Б.Г.
Диканский Н.С.
Золотарев К.В.
Иванов А.А.
Князев Б.А.
Кузнецов Г.И.
Куксанов Н.К.
Купер Э.А.
Куркин Г.Я.
Левичев Е.Б.
Медведко А.С.
Мезенцев Н.А.
Немытов П.И.
Пархомчук В.В.
Петриченков М.В.
Петров В.М.
Пиндюрин В.Ф.
Салимов Р.А.
Скринский А.Н.
Сухина Б.Н.
Ткаченко В.О.
Трибендис А.Г.
Тувик А.Ф.
Тумайкин Г.М.
Ушаков В.А.
Чернякин А.Д.
Ческидов В.Г.
Чуркин И.Н.
Шатунов Ю.М.
Шевченко О.А.
Шеромов М.А.
Широков В.В.
Шкаруба В.А.

“Физика плазмы и проблемы УТС”

Иванов А.А. (предс.)
Багрянский П.А. (секр.)
Аникеев А.В.
Аржанников А.В.
Астрелин В.Т.
Беклемишев А.Д.
Бельченко Ю.И.
Бурдаков А.В.
Бурмасов В.С.
Волосов В.И.
Вячеславов Л.Н.
Димов Г.И.
Давыденко В.И.
Иванов И.А.
Кандауров И.В.
Капитонов В.А.
Князев Б.А.
Константинов С.Г.
Котельников И.А.
Кругляков Э.П.
Кудрявцев А.М.
Лизунов А.А.
Лотов К.В.
Меклер К.И.
Мурахтин С.В.
Полосаткин С.В.
Попов С.С.
Поступаев В.В.
Приходько В.В.
Санин А.Л.
Синицкий С.Л.
Скринский А.Н.
Соломахин А.Л.
Сорокин А.В.
Суляев Ю.С.
Таскаев С.Ю.
Тимофеев И.В.
Хильченко А.Д.
Широков В.В.
Шиянков С.В.
Чащин М.С.

“Встречные пучки”

Пархомчук В.В. (предс.)
Петров В.В. (секр.)
Анашин В.В.
Барков Л.М.
Беркаев Д.Е.
Бондарь А.Е.
Винокуров Н.А.
Воблый П.Д.
Горникер Э.И.
Гуров С.М.
Диканский Н.С.
Кооп И.А.
Киселев В.А.
Краснов А.А.
Кулипанов Г.Н.
Купер Э.А.
Куркин Г.Я.
Левичев Е.Б.
Логачев П.В.
Медведко А.С.
Мезенцев Н.А.
Мишнев С.И.
Нестеренко И.Н.
Никитин С.А.
Онучин А.П.
Острейко Г.Н.
Переведенцев Е.А.
Пестриков Д.В.
Петров В.М.
Подгорный Ф.В.
Рева В.Б.
Салимов Р.А.
Симонов Е.А.
Скринский А.Н.
Смалюк В.В.
Солодов Е.П.
Старостенко А.А.
Тихонов Ю.А.
Тумайкин Г.М.
Хазин Б.И.
Чириков Б.В.
Шатилов Д.Н.
Шатунов Ю.М.
Шатунов П.Ю.
Шварц Д.Б.
Шиянков С.В.
Эйдельман Ю.И.

“Физика элементарных частиц”

Бондарь А.Е. (предс.)
Страховенко В.М. (секр.)
Аульченко В.М.
Ачасов М.Н.
Байер В.Н.
Барков Л.М.
Бару С.Е.
Блинов А.Е.
Блинов В.Е.
Бузулуцков А.Ф.
Букин А.Д.
Васильев А.В.
Воробьев А.И.
Голубев В.Б.
Гребенюк А.А.
Григорьев Д.Н.
Грозин А.Г.
Грошев В.Р.
Димова Т.В.
Дмитриев В.Ф.
Дружинин В.П.
Жилич В.Н.
Игнатов Ф.В.
Катков В.М.
Кирилин Г.Г.
Кооп И.А.
Кравченко Е.А.
Кузьмин А.С.
Левичев Е.Б.
Ли Р.Н.
Логашенко И.Б.
Лукин П.А.
Малышев В.М.
Масленников А.Л.
Мильштейн А.И.
Мучной Н.Ю.
Николенко Д.М.
Онучин А.П.
Пархомчук В.В.
Пахтусова Е.В.
Пелеганчук С.В.
Пестов Ю.Н.
Пивоваров С.Г.
Померанский А.А.
Рачек И.А.
Редин С.И.
Рыскулов Н.М.
Середняков С.И.
Сибиданов А.Л.
Силагадзе З.К.
Сковпень Ю.И.
Скринский А.Н.
Солодов Е.П.
Соколов В.В.
Таюрский В.А.
Тельнов В.И.
Тихонов Ю.А.
Топорков Д.К.
Фадин В.С.
Федотович Г.В.
Хазин Б.И.
Хриплович И.Б.
Черняк В.Л.
Чириков Б.В.
Шамов А.Г.
Шатунов Ю.М.
Шварц Б.А.
Шехтман Л.И.
Эйдельман С.И.

“Автоматизация”

Тихонов Ю.А. (предс.)
Купер Э.А. (зам. предс.)
Балдин Е.М. (секр.)
Дубров С.В. (секр.)
Алешаев А.Н.
Амосов С.А.
Аульченко В.М.
Банзаров В.Ш.
Бару С.Е.
Белов С.Д.
Беркаев Д.Е.
Богданчиков А.Г.
Болховитянов Д.Ю.
Бузыкаев А.Р.
Букин А.Д.
Грозин А.Г.
Егорычев М.Н.
Зайцев А.С.
Каплин В.И.
Карнаев С.Е.
Квашнин А.Н.
Коваленко Ю.В.
Козак В.Р.
Кооп И.А.
Король А.А.
Кузин М.В.
Купчик В.И.
Курилин О.Ю.
Левичев Е.Б.
Логашенко И.Б.
Максимова С.В.
Медведко А.С.
Мезенцев Н.А.
Неханевич Э.Л.
Солодов Е.П.
Сухарев А.М.
Тарарышкин С.В.
Факторович Б.И.
Фроловская Н.Н.
Хильченко А.Д.
Цуканов В.М.
Шатунов Ю.М.
Шувалов Б.Н.
Шукаев А.Н.

Научные сотрудники и их публикации

Скринский А.Н. 2, 49, 141, 142, 154, 163, 235, 242, 299, 318, 324, 348, 349, 350, 353, 354, 355, 356, 357, 358, 359, 360, 361, 362, 386, 462, 482, 539, 573, 97п

Анашин В.В. 15, 141, 142, 348, 349, 350, 353, 354, 355, 356, 357, 358, 359, 360, 361, 362

Иванов А.А. 183, 191, 196, 245, 290, 291, 293, 397, 398, 399, 420, 567, 568

Кругляков Э.П. 191, 237, 238, 242, 253, 257, 567

Кудрявцев А.М. 196, 245, 398, 446

Кулипанов Г.Н. 239, 242, 258, 262, 271, 299, 318, 319, 386, 490, 491, 499, 505, 531, 537, 539, 546, 547

Левичев Е.Б. 1, 2, 141, 142, 200, 202, 251, 307, 308, 309, 310, 311, 313, 315, 318, 324, 327, 328, 348, 349, 350, 353, 354, 355, 356, 357, 358, 359, 360, 361, 362, 375, 460, 461, 463, 464, 465

Тихонов Ю.А. 2, 141, 142, 306а, 348, 349, 350, 353, 354, 355, 356, 357, 358, 359, 360, 361, 362, 575, 578, 97п, 117п, 118п

Абдрашитов Г.Ф.

Абдульманов В.Г.

Авербух И.И.

Авилов М.С. 151, 371

Акбердин Р.Р.

Акимов А.В. 285

Акимов В.Е. 377

Алешаев А.Н.

Алиновский Н.И. 158, 161, 301, 373

Аникеев А.В. 191, 418, 419, 420, 421, 422

Антохин Е.И. 546

Антошин А.В. 371

Анчарова У.В. 503, 564, 566

Анчугов О.В. 12, 169, 300, 319

Арапов Л.Н.

Арбузов В.С. 13, 244, 283, 319, 379

Аржанников А.В. 192, 197, 198, 265, 426, 427, 428, 429, 430, 431, 432, 440, 443, 449, 450, 451, 452, 453, 454, 455, 457

Аринштейн К.Э. 91, 92, 93, 94, 95, 96, 97, 98, 99, 100, 101, 102, 103, 104, 105, 106, 107, 108, 109, 110, 111, 112, 113, 114, 115, 116, 117, 118, 119, 120, 121, 122, 123, 124, 125, 126, 127, 128, 129, 130, 131, 132, 133, 134, 135, 269, 277, 296, 306, 92п

Астрелин В.Т. 192, 199, 423, 426, 427, 428, 429, 431, 442, 443, 444, 446, 449, 450, 451, 452, 453, 454, 455, 457

Астрелина К.В. 154, 235

Аульченко В.М. 2, 91, 92, 93, 94, 95, 96, 97, 98, 99, 100, 101, 102, 103, 104, 105, 106, 107, 108, 109, 110, 111, 112, 113, 114, 115, 116, 117, 118, 119, 120, 121, 122, 123, 124, 125, 126, 127, 128, 129, 130, 131, 132, 133, 134, 135, 138, 139, 141, 142, 148, 149, 236, 269, 277, 287, 305, 318, 348, 349, 350, 353, 354, 355, 356, 357,

	358, 359, 360, 361, 362, 523, 524, 525, 526, 575, 577, 586, 587, 23и, 92и, 93и, 97п
Ахметов Т.Д.	
Ахметшин Р.Р.	148, 149, 93п
Ачасов М.Н.	49, 330, 574, 3п, 30п, 97п
Бабичев Е.А.	145, 146
Багрянский П.А.	190, 418, 419, 420, 421, 422
Байер В.Н.	222, 223, 224, 5п, 15п, 22п
Бак П.А.	
Балдин Е.М.	2, 141, 142, 254, 348, 349, 350, 353, 354, 355, 356, 357, 358, 359, 360, 361, 362
Банзаров В.Ш.	148, 149, 93п
Барков Л.М.	149, 237, 242, 280, 339, 340, 584, 93п
Барладян А.К.	141, 142, 348, 349, 350, 353, 354, 355, 356, 357, 358, 359, 360, 361, 362
Барняков А.Ю.	2, 89, 141, 142, 345, 346, 347, 348, 349, 350, 353, 354, 355, 356, 357, 358, 359, 360, 361, 362, 363, 364, 580
Барняков А.М.	
Барняков М.Ю.	2, 89, 141, 142, 345, 346, 347, 348, 349, 350, 353, 354, 355, 356, 357, 358, 359, 360, 361, 362, 363, 364, 580
Бару С.Е.	2, 137, 141, 142, 143, 148, 348, 349, 350, 353, 354, 355, 356, 357, 358, 359, 360, 361, 362, 370, 93п
Баруткин В.В.	345, 346, 363, 364
Барышев В.Б.	318
Батазова М.А.	377
Баткин В.И.	243, 423, 428, 449, 450, 452, 457
Батраков А.М.	234, 376, 13п, 19п
Баштовой Н.С.	148, 149, 584, 93п
Баянов Б.Ф.	173, 174, 178, 397, 398, 399, 400, 448
Бедный И.В.	2, 91, 92, 93, 94, 95, 96, 97, 99, 100, 101, 102, 103, 104, 105, 106, 107, 108, 109, 110, 111, 112, 113, 114, 115, 116, 117, 118, 119, 120, 121, 122, 123, 124, 125, 126, 127, 128, 129, 130, 131, 132, 133, 134, 135, 141, 142, 306, 348, 349, 350, 353, 354, 355, 356, 357, 358, 359, 360, 361, 362, 585, 92п
Безуглов В.В.	389, 396, 11п, 16п
Беклемишев А.Д.	180, 181, 402, 403, 404, 405, 419, 452, 454, 455, 519, 520
Беликов О.В.	319, 375, 381, 382, 383
Белобородов К.И.	49, 50, 341, 580, 97п
Белобородова О.Л.	2, 141, 142, 348, 349, 350, 353, 354, 355, 356, 357, 358, 359, 360, 361, 362
Белов С.Д.	
Белых В.В.	427, 429, 431, 450, 453
Бельченко Ю.И.	168, 196, 245, 292
Бердюгин А.В.	49, 50, 97п
Беркаев Д.Е.	381, 384, 459, 462, 574
Бехтенев Е.А.	380
Бирючевский Ю.А.	244, 283, 284
Блинов А.Е.	2, 141, 142, 324, 348, 349, 350, 353, 354, 355, 356, 357, 358, 359, 360, 361, 362
Блинов В.Е.	2, 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, 53, 55, 56, 57, 58, 59, 60, 61, 62, 63, 64, 65, 66, 67, 68, 69, 70, 71, 72, 73, 74, 75,

	76, 77, 78, 79, 80, 81, 82, 83, 84, 85, 86, 87, 88, 141, 142, 268, 276, 278, 279, 289, 330, 331, 332, 333, 334, 335, 336, 337, 338, 344, 348, 349, 350, 353, 354, 355, 356, 357, 358, 359, 360, 361, 362, 33п, 34п, 36п-40п, 41п-50п, 51п-60п, 61п-70п, 71п-80п, 81п-91п
Блинов М.Ф.	154, 235, 371, 372
Бобров А.В.	2, 141, 142, 348, 349, 350, 353, 354, 355, 356, 357, 358, 359, 360, 361, 362, 577
Бобровников В.С.	2, 89, 141, 142, 345, 346, 347, 348, 349, 350, 353, 354, 355, 356, 357, 358, 359, 360, 361, 362, 363, 364, 580
Богданчиков А.Г.	49, 574, 575, 587, 97п
Богомягков А.В.	2, 141, 142, 202, 307, 320, 324, 325, 330, 344, 348, 349, 350, 353, 354, 355, 356, 357, 358, 359, 360, 361, 362, 460, 463, 464
Боймельштейн Ю.М.	
Болховитянов Д.Ю.	371
Бондарев Д.В.	2, 141, 142, 148, 348, 349, 350, 353, 354, 355, 356, 357, 358, 359, 360, 361, 362, 93п
Бондаренко А.В	542
Бондарь А.Е.	2, 91, 92, 93, 94, 95, 96, 97, 98, 99, 100, 101, 102, 103, 104, 105, 106, 107, 108, 109, 110, 111, 112, 113, 114, 115, 116, 117, 118, 119, 120, 121, 122, 123, 124, 125, 126, 127, 128, 129, 130, 131, 132, 133, 134, 135, 141, 142, 148, 149, 242, 269, 270, 277, 287, 295, 296, 297, 304, 306а, 348, 349, 350, 353, 354, 355, 356, 357, 358, 359, 360, 361, 362, 577, 578, 585, 23п, 92п, 93п, 117п, 118п
Борисов А.А.	
Ботов А.А.	575, 587
Бочаров В.Н.	
Брагин А.В.	148, 149, 280, 93п
Брызгунов М.И.	162, 374
Брязгин А.А.	170, 385, 389, 394, 395, 396, 10п, 11п, 16п
Бузулуцков А.Ф.	246, 259, 302, 306а, 578, 590, 117п, 118п, 1А
Бузыкаев А.Р.	2, 18, 19, 20, 21, 22, 23, 24, 25, 27, 28, 29, 30, 31, 32, 33, 34, 35, 36, 37, 38, 39, 40, 41, 42, 43, 44, 45, 53, 54, 55, 56, 57, 58, 60, 61, 62, 63, 64, 65, 66, 67, 68, 89, 141, 142, 279, 289, 331, 338, 345, 346, 347, 348, 349, 350, 353, 354, 355, 356, 357, 358, 359, 360, 361, 362, 363, 364, 580, 33п-39п, 41п, 43п, 50п, 51п, 54п-58п, 61п, 62п, 64п-91п
Букин А.Д.	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, 49, 53, 54, 55, 56, 57, 58, 59, 60, 61, 62, 63, 64, 65, 66, 67, 68, 69, 70, 71, 72, 73, 74, 75, 76, 77, 78, 79, 80, 81, 82, 83,

	84, 85, 86, 87, 88, 268, 276, 278, 279, 289, 331, 332, 333, 334, 335, 336, 337, 338, 341, 575, 583, 2п, 33п-91п, 97п
Букин Д.А.	574, 583, 587, 97п
Бурдаков А.В.	175, 192, 193, 195, 196, 245, 397, 398, 399, 423, 424, 428, 429, 442, 443, 444, 445, 446, 447, 448, 449, 450, 452, 453, 454, 455, 456, 457, 458, 567
Бурмасов В.С.	428, 429, 449, 450, 452, 453, 454, 455, 457
Быков Е.В.	384
Быков П.В.	446
Вагин П.В.	376, 13п, 19п
Васильев А.В.	49, 526, 575, 97п
Васичев С.С.	13, 319, 387
Вейс М.Э.	261, 469
Веремеенко В.Ф.	13, 319, 387
Весенев В.М.	575, 580
Видюк С.Н.	581
Винокуров Н.А.	263, 271, 299, 378, 386, 491, 534, 535, 536, 537, 539, 542, 546, 549
Винокурова А.Н.	91, 92, 93, 94, 95, 96, 97, 98, 99, 100, 101, 102, 103, 104, 105, 106, 107, 108, 109, 110, 111, 112, 113, 114, 115, 116, 117, 118, 119, 120, 121, 122, 123, 124, 125, 126, 127, 128, 129, 130, 131, 132, 133, 134, 135, 287, 306, 92п
Воблый П.Д.	234, 307, 324, 376, 386, 13п, 19п
Волков В.Н.	378
Волобуев С.В.	244
Волосов В.И.	241
Воробьев А.И.	2, 141, 142, 237, 348, 349, 350, 353, 354, 355, 356, 357, 358, 359, 360, 361, 362
Воронин Л.А.	389, 395, 11п
Воскобойников Р.В.	518
Востриков В.А.	308, 375
Вячеславов Л.Н.	195, 428, 429, 449, 450, 452, 453, 454, 455, 456, 457, 571, 572
Габышев Н.И.	91, 92, 93, 94, 95, 96, 97, 98, 99, 100, 101, 102, 103, 104, 105, 106, 107, 108, 109, 110, 111, 112, 113, 114, 115, 116, 117, 118, 119, 120, 121, 122, 123, 124, 125, 126, 127, 128, 129, 130, 131, 132, 133, 134, 135, 148, 269, 277, 287, 306, 92п, 93п
Гаврилов Н.Г.	299, 318, 386, 539
Гарифов С.С.	423
Гармаш А.Ю.	91, 92, 93, 94, 95, 96, 97, 98, 99, 100, 101, 102, 103, 104, 105, 106, 107, 108, 109, 110, 111, 112, 113, 114, 115, 116, 117, 118, 119, 120, 121, 122, 123, 124, 125, 127, 128, 129, 130, 131, 132, 133, 134, 135, 92п
Гвоздев А.А.	
Генцелев А.Н.	516
Глаголев Г.Б.	
Глухов С.А.	1
Глуховченко Ю.М.	2, 141, 142, 348, 349, 350, 353, 354, 355, 356, 357, 358, 359, 360, 361, 362
Голиков В.А.	371, 372
Голковский М.Г.	205, 207, 468, 472, 473, 474, 475, 476, 478, 585
Голубев В.Б.	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, 49, 50, 53, 54, 55, 56, 57, 58, 59, 60, 61, 62,

	63, 64, 65, 66, 67, 68, 69, 70, 71, 72, 73, 74, 75, 76, 77, 78, 79, 80, 81, 82, 83, 84, 85, 86, 87, 88, 268, 276, 278, 279, 289, 331, 332, 333, 334, 335, 336, 337, 338, 341, 575, 580, 583, 33п-91п, 97п
Голубев П.А.	263
Голубенко Ю.И.	470, 479, 480, 481
Гольденберг Б.Г.	258, 262, 318, 440, 516, 521, 564, 566
Гончаров А.Д.	158, 162, 301, 373, 374
Горбунов В.А.	170, 385, 389, 395, 10п, 16п
Горбунова Н.А.	
Горнаков И.В.	170, 171, 172, 385, 10п, 16п
Горникер Э.И.	13, 244, 283, 319
Горчаков К.М.	375, 387
Грабовский А.В.	230, 24п,
Гребенюк А.А.	148, 149, 306а, 578, 584, 93п, 117п, 118п
Григорьев Д.Н.	147, 148, 149, 458, 93п
Грозин А.Г.	215, 216, 484, 99п, 100п, 101п
Грошев В.Р.	2, 141
Губин К.В.	153, 371, 372, 475, 12п
Гудков Б.А.	169
Гулевич В.В.	2, 89, 141, 142, 348, 349, 350, 353, 354, 355, 356, 357, 358, 359, 360, 361, 362
Гурко В.Ф.	1
Гуров Д.С.	
Гуров С.М.	
Гусев Г.А.	390
Гусев Е.А.	377
Гусев И.А.	168, 292, 377, 388
Давидовский В.Г	
Давыденко В.И.	183, 196, 245, 291, 293, 398
Данилюк А.Ф.	89, 346, 347, 364, 579, 580
Дейчули П.П.	199, 290, 293
Дейчули О.И.	284
Дементьев Е.Н.	380, 386
Деревянкин Г.Е.	442, 444, 449, 452, 457
Диканский Н.С.	154, 235, 242, 95п, 96п
Димов Г.И.	242
Димова Т.В.	49, 343, 575, 587, 97п
Дмитриев В.Ф.	210, 339, 340, 487, 112п, 113п
Днепровский Л.В.	23п
Довженко Б.А.	13, 319, 377, 386
Долгов А.М.	169
Донин А.С.	245, 418
Достовалов Р.В.	15
Дружинин В.П.	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, 49, 50, 53, 54, 55, 56, 57, 58, 59, 60, 61, 62, 63, 64, 65, 66, 67, 68, 69, 70, 71, 72, 73, 74, 75, 76, 77, 78, 79, 80, 81, 82, 83, 84, 85, 86, 87, 88, 147, 268, 276, 278, 279, 289, 331, 332, 333, 334, 335, 336, 337, 338, 341, 575, 587, 33п-91п, 97п, 98п
Дубровин А.Н.	
Дюг М.В.	
Евтушенко Ю.А.	
Елисеев В.С.	258, 262, 521, 564, 566
Еманов Ф.А.	154, 235
Епифанов Д.А.	91, 92, 93, 94, 95, 96, 97, 98, 99, 100, 101, 102, 103, 104, 105, 106, 107, 108, 109, 110, 111, 112, 113, 114, 115, 116, 117, 118, 119, 120, 121, 122, 123, 124, 125, 126, 127, 128, 129, 130, 131, 132, 133, 134, 135, 148, 149, 269, 287, 585, 23п, 92п, 93п

Ерохин А.И. 392, 393, 1п
Ершов В.В. 377
Жариков А.А. 377
Жигач С.А. 490, 549
Жилич В.Н. 2, 91, 92, 93, 94, 95, 96, 97, 98, 99, 100 101, 102, 103, 104, 105, 106, 107, 108, 109, 110, 111, 112, 113, 114, 115, 116, 117, 118, 119, 120, 121, 122, 123, 124, 125, 126, 127, 128, 129, 130, 131, 132, 133, 134, 135, 141, 142, 269, 277, 287, 296, 306, 314, 330, 344, 348, 349, 350, 353, 354, 355, 356, 357, 358, 359, 360, 361, 362, 577, 92п
Жиров О.В. 218, 219, 220, 485, 104п, 105п
Жмуриков Е.И. 12п
Жогин И.Л. 139, 232, 264
Жуланов В.В. 2, 91, 92, 93, 94, 95, 96, 97, 98, 99, 100 101, 102, 103, 104, 105, 106, 107, 108, 109, 110, 111, 112, 113, 114, 115, 116, 117, 118, 119, 120, 121, 122, 123, 124, 125, 126, 127, 128, 129, 130, 131, 132, 133, 134, 135, 138, 139, 141, 142, 269, 296, 348, 349, 350, 353, 354, 355, 356, 357, 358, 359, 360, 361, 362, 524, 525, 526, 577, 92п
Журавлев А.Н. 1, 2, 141, 142, 269, 296, 314, 315, 317, 348, 349, 350, 353, 354, 355, 356, 357, 358, 359, 360, 361, 362
Зайцев А.С. 149
Запрягаев И.А. 164
Захваткин М.Н.
Зверев С.И.
Зеваков С.А. 339, 340
Землянский И.М. 574
Зинин Э.И. 515, 561, 562
Золотарев К.В. 247, 318, 375, 493, 494, 511, 546, 556, 557, 560, 17п
Зубаиров Э.Р. 192, 428, 429, 446, 449, 452, 453, 454, 455, 457
Зубарев П.В. 168, 292
Зюкова О.А. 92п
Иваненко В.Г. 197, 427, 431, 449, 450, 452, 457
Иванов А.В. 165, 166, 6А
Иванов И.А. 192, 193, 197, 423, 424, 425, 427, 428, 429, 431, 446, 447, 448, 449, 450, 452, 453, 454, 455, 457
Иванцивский М.В. 193, 195, 428, 429, 449, 450, 452, 453, 454, 455, 456, 457
Игнатов Ф.В. 148, 149, 576, 93п, 3А
Игнатьев В.А. 23п
Ильин И.В. 376
Казанин В.Ф. 148, 149, 581, 93п
Кайран Д.А.
Калинин П.В. 197, 198, 426, 430, 434, 435, 440, 451, 554
Кандауров И.В. 442, 444, 445, 449, 452, 457
Каплин В.И.
Каравдина А.В. 576
Кармакулов К.Г.
Карнаев С.Е. 2, 141, 142, 348, 349, 350, 353, 354, 355, 356, 357, 358, 359, 360, 361, 362, 375
Карпов Г.В. 2, 4, 141, 142, 319, 348, 349, 350, 353, 354, 355, 356, 357, 358, 359, 360, 361, 362, 375, 380
Карпов С.В. 2, 141, 142, 148, 149, 280, 348, 349, 350, 353, 354, 355, 356, 357, 358, 359, 360, 361, 362, 93п
Касаев А.С.
Катков В.М. 222, 223, 224, 5п, 15п, 22п
Кахута К.И. 586, 588

Квашнин А.Н. 168, 292, 518
Кенжебулатов Е.К. 284, 378
Кириенко А.В. 240, 418, 419, 420
Кирилин Г.Г. 275, 103п
Кирпотин А.Н. 459
Киселев А.В.
Киселев В.А. 1, 2, 141, 142, 308, 313, 314, 315, 319, 324, 348, 349, 350, 353, 354, 355, 356, 357, 358, 359, 360, 361, 362, 375
Клюев В.Ф. 158, 160, 301, 373
Князев Б.А. 14, 249, 271, 299, 318, 386, 490, 491, 492, 539, 547, 548, 549, 550, 551
Коваленко Н.В. 497, 527
Коваленко Ю.В. 518, 570
Коврижин Д.П. 574
Козак В.Р. 13, 319, 377, 381, 382, 383, 384, 387, 7п. 8п
Козырев А.Н. 586, 589, 23п
Козырев Е.В. 164
Кокин Е.Н. 169, 389, 11п
Колесников Е.Ю.
Коллегов М.В.
Колмогоров В.В.
Колобанов Е.И. 263, 299, 386, 537, 539
Колокольников Ю.М. 497, 527
Кондаков А.А. 13, 319, 379
Кондауров М.Н. 390
Кондратьев В.И. 262, 523, 541, 545
Кононов С.А. 2, 89, 141, 142, 345, 346, 347, 348, 349, 350, 353, 354, 355, 356, 357, 358, 359, 360, 361, 362, 363, 364, 579, 580
Константинов В.М. 377
Константинов Е.С. 158, 161, 373
Константинов С.Г. 158, 196, 245, 301, 373, 375, 397, 399, 446
Конюхов В.В. 449, 450, 452
Кооп И.А. 49, 148, 149, 200, 201, 202, 327, 459, 460, 461, 462, 463, 464, 465, 574, 93п, 97п
Корепанов А.А. 14
Коробейников М.В. 170, 389, 395, 396
Король А.А. 49, 574, 575, 587, 97п
Корчагин А.И. 204, 205, 206, 261, 468, 469, 471, 474, 476, 477, 478, 482
Косов А.В. 501, 502, 521
Кот Н.Х. 377, 12п
Котельников И.А. 179, 183, 184, 185, 186, 187, 188, 401, 410, 411, 412, 413, 452, 9п
Котенков В.В. 299
Котов К.Ю. 2, 141, 142, 348, 349, 350, 353, 354, 355, 356, 357, 358, 359, 360, 361, 362
Кошуба С.В. 49, 574, 575, 587, 97п
Кравченко Е.А. 2, 89, 141, 142, 345, 346, 347, 348, 349, 350, 353, 354, 355, 356, 357, 358, 359, 360, 361, 362, 363, 364, 579, 580
Кравченко Е.В. 584
Краснов А.А. 15, 16, 199
Кривенко А.С. 177, 196, 245
Крутихин С.А. 13, 244, 263, 283, 319, 378, 379
Крючков А.М. 158, 301, 373
Крючков Я.Г. 283
Кубарев В.В. 199, 299, 318, 386, 435, 436, 440, 537, 538, 539, 553, 554
Кузин М.В. 318
Кузнецов А.С. 192, 196, 197, 245, 397, 399, 430, 458, 14п
Кузнецов Г.И. 157, 170, 171, 172, 377, 385, 394, 4п, 10п
Кузнецов С.А. 194, 197, 430, 432, 433, 434, 435, 436, 437, 438, 439, 440, 449, 450, 452, 457, 554
Кузьмин А.С. 91, 92, 93, 94, 95, 96, 97, 98, 99, 100, 101, 102, 103, 104, 105, 106, 107, 108, 109, 110, 111, 112, 113, 114, 115, 116,

	117, 118, 119, 120, 121, 122, 123, 124, 125, 126, 127, 128, 129, 130, 131, 132, 133, 134, 135, 148, 149, 269, 270, 287, 295, 296, 306, 585, 23п. 92п, 93п
Кузьминых В.С.	318
Куклин К.Н.	192, 193, 424, 428, 429, 446, 447, 448, 449, 450, 452, 453, 454, 455, 457
Куксанов Н.К.	261, 468, 469, 470, 474, 476, 477, 479, 480, 481
Куленко Я.В.	
Куликов В.Ф.	2, 141, 142, 348, 349, 350, 353, 354, 355, 356, 357, 358, 359, 360, 361, 362
Купер К.Э.	248, 318, 565
Купер Э.А.	2, 13, 141, 142, 318, 319, 348, 349, 350, 353, 354, 355, 356, 357, 358, 359, 360, 361, 362, 375, 377
Купцов И.В.	13, 244, 379
Курилин О.Ю.	
Куркин Г.Я.	2, 13, 141, 142, 244, 263, 283, 319, 348, 349, 350, 353, 354, 355, 356, 357, 358, 359, 360, 361, 362, 375, 378, 379
Кутовенко В.Д.	526, 23п
Лаврухин А.В.	204, 206, 261, 468, 469, 470, 474, 476, 478
Лазаренко Б.А.	339, 340
Лапик Р.М.	154, 235
Лебедев Н.Н.	371
Лев В.Х.	543
Легкодымов А.А.	497, 527
Ли Р.Н.	217, 100п, 102п, 103п
Лизунов А.А.	418, 419, 420, 518, 570
Логачев П.В.	154, 155, 156, 235, 285, 371, 372, 377, 12п
Логашенко И.Б.	147, 148, 149, 93п, 98п
Лотов К.В.	189, 414, 415, 416, 417, 452, 569
Лукин А.Н.	170, 389, 473, 10п, 11п
Лукин П.А.	148, 149, 93п
Лысенко А.П.	148, 462, 93п, 97п
Лях В.В.	497, 527
Макаров А.Г.	397, 399, 400, 449, 450, 452, 457
Макаров А.Н.	14п
Макаров И.Г.	170, 171, 172, 385, 389, 394, 4п, 10п
Макаров М.А.	427, 431, 449, 450, 452, 457
Максимов В.В.	418, 419, 420, 422
Максимов Д.А.	2, 141, 142, 348, 349, 350, 353, 354, 355, 356, 357, 358, 359, 360, 361, 362
Максимов С.А.	395, 16п
Малышев В.М.	2, 141, 142, 348, 349, 350, 353, 354, 355, 356, 357, 358, 359, 360, 361, 362
Малютин Д.А.	155, 156
Мамкин В.Р.	375, 377
Мартышкин П.В.	153, 154, 235
Масленников А.Л.	2, 141, 142, 348, 349, 350, 353, 354, 355, 356, 357, 358, 359, 360, 361, 362
Матвеенко А.Н.	386, 534, 536, 537, 539
Матяш Н.В.	169, 170, 171, 172, 385, 10п
Медведев Л.Э.	299, 386, 537, 539
Медведко А.С.	2, 13, 141, 142, 169, 318, 319, 348, 349, 350, 353, 354, 355, 356, 357, 358, 359, 360, 361, 362, 375, 377, 381, 382, 383, 387, 388, 390, 392, 1п
Мезенцев Н.А.	318, 375, 495, 496, 511, 541, 543, 544, 545, 546
Меклер К.И.	192, 196, 245, 397, 399, 423, 428, 429, 446, 449, 450, 452, 453, 454, 455, 457

Мешков О.И. 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 141, 142, 313, 314, 315, 317, 348, 349, 350, 353, 354, 355, 356, 357, 358, 359, 360, 361, 362
Мигинская Е.Г. 496, 498
Мигинский С.В. 255, 260, 299, 386, 532, 533, 539, 513, 544, 545, 2А
Мильштейн А.И. 208, 210, 211, 212, 213, 214, 282, 303, 487, 23п, 102п
Мироненко Л.А. 299, 318, 386, 539
Митянина Н.В. 284, 6п
Михайлов К.Ю. 148, 149, 93п
Мишнев С.И. 2, 141, 142, 318, 339, 340, 348, 349, 350, 353, 354, 355, 356, 357, 358, 359, 360, 361, 362
Молокоедов А.М. 11п
Морозов А.А. 375
Морозов И.И. 2, 14, 141, 142, 348, 349, 350, 353, 354, 355, 356, 357, 358, 359, 360, 361, 362
Морозов С.Н.
Мотыгин С.В. 244, 379
Мурахтин С.В. 240, 418, 419, 420
Мучной Н.Ю. 1, 2, 141, 142, 314, 329, 344, 348, 349, 350, 353, 354, 355, 356, 357, 358, 359, 360, 361, 362, 3п, 29п, 30п, 32п
Нейфельд В.В. 2, 348, 349, 350, 353, 354, 355, 356, 357, 358, 359, 360, 361, 362
Немытов П.И. 470, 479, 480, 481
Нестеренко И.Н. 3, 4, 7, 149
Неустроев В.А. 144
Нехаев В.Е. 389, 395
Неханевич Э.Л.
Никитин С.А. 2, 141, 142, 202, 313, 320, 321, 323, 324, 327, 330, 344, 348, 349, 350, 353, 354, 355, 356, 357, 358, 359, 360, 361, 362, 460, 463, 464, 31п
Николаев И.Б. 2, 141, 142, 330, 344, 348, 349, 350, 353, 354, 355, 356, 357, 358, 359, 360, 361, 362
Николенко А.Д. 318, 497, 527
Николенко Д.М. 339, 340
Нифонтов В.И.
Образовский А.Е. 342, 575
Овчар В.К. 195, 263, 299, 386, 538, 539
Огурцов А.Б. 19п
Окунев И.Н. 2, 141, 142, 307, 324, 348, 349, 350, 353, 354, 355, 356, 357, 358, 359, 360, 361, 362
Онучин А.П. 2, 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, 53, 54, 55, 56, 57, 58, 59, 60, 61, 62, 63, 64, 65, 66, 67, 68, 69, 70, 71, 72, 73, 74, 75, 76, 77, 78, 79, 80, 81, 82, 83, 84, 85, 86, 87, 88, 89, 268, 276, 278, 279, 289, 331, 332, 333, 334, 335, 336, 337, 338, 345, 346, 347, 348, 349, 350, 353, 354, 355, 356, 357, 358, 359, 360, 361, 362, 363, 364, 579, 580, 33п-40п, 41п-70п, 71п-91п,
Орешкин С.Б. 2, 141, 142, 348, 349, 350, 353, 354, 355, 356, 357, 358, 359, 360, 361, 362, 585
Орлов И.О. 2, 141, 142, 348, 349, 350, 353, 354, 355, 356, 357, 358, 359, 360, 361, 362
Осипов А.А. 2, 141, 142, 348, 349, 350, 353, 354, 355, 356, 357, 358, 359, 360, 361, 362

Осипов В.Н. 283, 379
Останин И.А. 384
Острейко Г.Н. 13, 169, 170, 171, 172, 319, 385, 394, 4и, 10и
Отбоев А.В. 149, 574
Охапкин В.С. 148, 149, 280, 23п, 93п
Павлов В.М.
Павлюченко Д.В. 306а, 578, 117п, 118п
Пальчиков В.Е.
Панасюк В.М.
Панфилов А.Д. 170, 171, 172, 385, 389, 394, 395, 4п, 10п, 16п
Панченко В.Е. 318, 502, 546, 17п
Папушев П.А. 138, 525
Пархомчук В.В. 158, 159, 160, 161, 163, 233, 242, 294, 301, 302, 373, 374, 375
Пахтусова Е.В. 49, 50, 341, 575, 97п
Пачков А.А.
Пелеганчук С.В. 2, 141, 142, 348, 349, 350, 353, 354, 355, 356, 357, 358, 359, 360, 361, 362
Переведенцев Е.А. 49, 148, 149, 459, 462, 466, 467, 574
Персов Б.З.
Пестов Ю.Н. 584
Пестриков Д.В. 150, 152, 95п, 96п
Петренко А.В. 154, 235
Петриченков М.В. 158, 301, 373
Петров В.В. 2, 13, 141, 142, 348, 349, 350, 353, 354, 355, 356, 357, 358, 359, 360, 361, 362
Петров В.М. 244, 283, 284, 319, 378, 379
Петрова Е.В. 516, 564, 566
Петросян С.С. 2, 141, 142, 348, 349, 350, 353, 354, 355, 356, 357, 358, 359, 360, 361, 362
Петрожицкий А.В. 161
Пивоваров И.Л.
Пивоваров С.Г. 2, 141, 142, 348, 349, 350, 353, 354, 355, 356, 357, 358, 359, 360, 361, 362, 576, 23п
Пилан А.М. 13, 283, 319, 379
Пилипенко Р.В. 390
Пиминов П.А. 1, 2, 141, 142, 200, 202, 307, 309, 310, 311, 313, 315, 324, 326, 327, 328, 348, 349, 350, 353, 354, 355, 356, 357, 358, 359, 360, 361, 362, 460, 461, 463, 464, 465
Пиндюрин В.Ф. 258, 262, 318, 497, 500, 516, 527, 564, 566
Пищенюк С.М.
Подгорный Ф.В.
Подобаев В.С. 16п
Подыминогин А.А. 425
Полосаткин С.В. 192, 193, 195, 423, 424, 425, 428, 429, 446, 447, 448, 449, 450, 452, 453, 454, 455, 457
Полуэктов А.О. 2, 91, 92, 93, 94, 95, 96, 97, 99, 100, 101, 102, 103, 104, 105, 106, 107, 108, 109, 110, 111, 112, 113, 114, 115, 116, 117, 118, 119, 120, 121, 122, 123, 124, 125, 126, 127, 128, 129, 130, 131, 132, 133, 134, 135, 141, 142, 304, 348, 349, 350, 353, 354, 355, 356, 357, 358, 359, 360, 361, 362, 92п
Померанский А.А. 231, 274, 114п
Попик В.М. 258, 262, 299, 318, 386, 539, 552, 555
Попков И.Н. 2, 141, 142, 348, 349, 350, 353, 354, 355, 356, 357, 358, 359, 360, 361, 362
Попов А.С. 148, 149, 576, 581, 93п
Попов А.М. 244
Попов В.Г. 12, 300, 371, 372
Попов В.М. 575
Попов Д.С.

Попов С.С. 192, 195, 428, 429, 449, 450, 452, 453, 454, 455, 456, 457
Попов Ю.С. 280
Попова Н.И. 221, 486
Поросев В.В. 89, 137, 375
Поступаев В.В. 6, 192, 193, 423, 424, 428, 429, 446, 447, 448, 449, 450, 452, 453, 454, 455, 456, 457
Присекин В.Г. 2, 141, 142, 348, 349, 350, 353, 354, 355, 356, 357, 358, 359, 360, 361, 362
Приходько В.В. 418, 419, 420, 421, 422
Проник Р.З. 387
Просветов В.П. 387
Проскурина О.А. 387
Протопопов А.Ю. 377, 388
Пупков Ю.А. 324, 375
Пурескин Д.Н. 377, 388
Пята Е.Э. 330
Радченко В.М. 389, 11п
Разоренов В.В.
Ракшун Я.В. 493, 494, 495, 514, 546
Растигеев С.А. 158, 159, 160, 161, 301, 373
Рачек И.А. 339, 340, 4А
Ращенко В.В. 168, 292
Рева В.Б. 158, 161, 162, 301, 308, 373, 374, 375
Редин С.И. 147, 148, 149, 93п, 98п
Репков В.В. 377, 384, 496, 498
Ровенских А.Ф. 192, 195, 423, 428, 429, 446, 449, 450, 452, 453, 454, 455, 456, 457
Роговский Ю.А. 380, 459, 574
Романов А.Л. 459, 462, 466, 571
Ромашко Н.Д. 10п, 11п, 16п
Роот Н.И.
Ротов Е.А. 284
Рубан А.А. 2, 141, 142, 148, 149, 280, 348, 349, 350, 353, 354, 355, 356, 357, 358, 359, 360, 361, 362, 576, 581, 586, 589, 93п
Рубан Г.Ю. 274, 114п
Руденко А.С. 101п
Рувинский С.И. 169
Рыбицкая Т.В. 235
Рыскулов Н.М. 147, 148, 149, 581, 93п, 98п
Савинов Г.А. 2, 137, 141, 142, 348, 349, 350, 353, 354, 355, 356, 357, 358, 359, 360, 361, 362
Савкин В.Я. 168, 292
Сазанский В.Я. 13п
Саликова Т.В. 299, 386, 537, 539
Салимов Р.А. 177, 204, 206, 261, 468, 469, 470, 473, 474, 476, 480, 482
Сандырев В.К. 2, 141, 142, 348, 349, 350, 353, 354, 355, 356, 357, 358, 359, 360, 361, 362
Санин А.Л. 168, 196, 245, 292, 571, 572
Седляров И.К. 13, 244, 319, 378, 379
Селиванов А.Н. 377, 586
Селиванов П.А. 192
Семенов А.М. 17
Семенов Ю.И. 377
Сеньков Д.В. 377, 388
Сеньков Р.А. 288
Сербин В.И.
Сердобинцев Г.В. 13, 169, 170, 171, 172, 319, 385, 394
Середняков С.И. 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, 49, 50, 53, 54, 55, 56, 57, 58, 59, 60, 61, 62, 63, 64, 65, 66, 67, 68, 69, 70, 71, 72, 73, 74, 75, 76, 77, 78, 79, 80, 81, 82, 83, 84, 85, 86, 87, 88, 268, 276, 278, 279, 289, 331, 332, 333, 334, 335, 336, 337, 338, 341, 575, 580, 583, 33п-40п, 41п-50п, 51п-80п, 81п-91п, 97п

Середняков С.С. 263, 299, 386, 537, 539
Сибиданов А.Л. 148, 149, 576, 93п, 5А
Сидоров А.В. 389, 396
Силагадзе З.К. 49, 51, 52, 97п
Симонов Е.А. 2, 348, 349, 350, 353, 354, 355, 356, 357, 358, 359, 360, 361, 362, 447, 448
Сингатулин Ш.Р. 390, 391
Синицкий С.Л. 423, 426, 427, 428, 429, 430, 431, 442, 443, 446, 449, 450, 451, 452, 453, 454, 455, 457
Синяткин С.В. 2, 13, 307, 308, 314, 319, 324, 348, 349, 350, 353, 354, 355, 356, 357, 358, 359, 360, 361, 362
Сковпень К.Ю. 583
Сковпень Ю.И. 2, 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, 53, 54, 55, 56, 57, 58, 59, 60, 61, 62, 63, 64, 65, 66, 67, 68, 69, 70, 71, 72, 73, 74, 75, 76, 77, 78, 79, 80, 81, 82, 83, 84, 85, 86, 87, 88, 268, 276, 278, 279, 289, 331, 332, 333, 334, 335, 336, 337, 338, 348, 349, 350, 353, 354, 355, 356, 357, 358, 359, 360, 361, 362, 33п-40п, 41п-60п, 61п-70п, 71п-80п, 81п-91п
Скоробогатов Д.Н. 374
Смалюк В.В. 1, 2, 10, 11, 141, 142, 200, 314, 315, 316, 318, 324, 327, 348, 349, 350, 353, 354, 355, 356, 357, 358, 359, 360, 361, 362, 461, 465
Снопков И.Г. 148, 149, 576, 93п
Снопков Р.Г. 117п
Соколов В.В. 218, 219, 242, 281, 485, 104п, 105п
Солдаткина Е.И. 190, 418, 419
Солодов Е.П. 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, 53, 54, 55, 56, 57, 58, 59, 60, 61, 62, 63, 64, 65, 66, 67, 68, 69, 70, 71, 72, 73, 74, 75, 76, 77, 78, 79, 80, 81, 82, 83, 84, 85, 86, 87, 88, 147, 148, 149, 268, 276, 278, 279, 289, 331, 332, 333, 334, 335, 336, 337, 338, 33п-50п, 51п-80п, 81п-91п, 93п, 98п
Соломахин А.Л. 190, 418, 419, 420, 518, 570
Сорокин А.В. 291, 420
Сорокин И.Н. 196, 245, 397, 399, 14п
Сорокина Н.В. 423, 428, 429, 453
Старостенко А.А. 155, 156
Старостина Е.В. (Кремянская Е.В.) 2, 9, 141, 348, 349, 350, 353, 354, 355, 356, 357, 358, 359, 360, 361, 362
Степанов В.Д. 192, 197, 426, 427, 430, 431, 449, 450, 451, 452, 457
Степанов Д.Н.
Стешов А.Г. 13, 234, 319, 540, 7А
Страховенко В.М. 208, 209, 210, 483
Ступишин Н.В. 290, 293
Суляев Ю.С. 192, 196, 245, 397, 399, 423, 428, 429, 449, 450, 452, 453, 454, 455, 457, 458, 14п
Суханов А.В. 295
Суханов Д.П.
Сухарев А.М. 2, 141, 142, 348, 349, 350, 353, 354, 355, 356, 357, 358, 359, 360, 361, 362

Сухина Б.Н.
Талышев А.А. 2, 141, 142, 348, 349, 350, 353, 354, 355, 356, 357, 358, 359, 360, 361, 362
Тарарышкин С.В. 13, 263, 319
Тарнецкий В.В. 170, 171, 172, 385, 389, 394, 4п, 10п
Таскаев С.Ю. 173, 174, 176, 178, 397, 398, 399, 400, 458, 14п
Таюрский В.А. 2, 141, 142, 348, 349, 350, 353, 354, 355, 356, 357, 358, 359, 360, 361, 362, 20п
Текутьев А.И. 587
Тельнов В.И. 2, 90, 141, 142, 348, 349, 350, 353, 354, 355, 356, 357, 358, 359, 360, 361, 362, 365, 366, 367, 368, 369
Терехов А.В. 415, 416, 417
Терехов И.С. 213, 214, 275, 303
Тимофеев И.В. 189, 415, 416, 417, 452
Титов В.М. 138, 525, 526, 586, 23п
Тиунов М.А. 157, 165, 166, 170, 171, 172, 183, 196, 385, 389, 394, 4п, 10п
Ткаченко В.О. 170, 389, 395
Тодышев К.Ю. 2, 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, 53, 54, 55, 56, 57, 58, 59, 60, 61, 62, 63, 64, 65, 66, 67, 68, 69, 70, 71, 72, 73, 74, 75, 76, 77, 78, 79, 80, 81, 82, 83, 84, 85, 86, 87, 88, 141, 142, 268, 276, 278, 279, 289, 331, 332, 333, 334, 335, 336, 337, 338, 347, 348, 349, 350, 351, 352, 353, 354, 355, 356, 357, 358, 359, 360, 361, 362, 33п-50п, 51п-70п, 71п-80п, 81п-91п
Токарев Ю.Ф. 386
Толочко Б.П. 138, 139, 232, 236, 264, 305, 318, 502, 517, 523, 524, 525, 526, 530
Топорков Д.К. 7, 46, 47, 48, 339, 340
Трибендис А.Г. 379
Трунев Ю.А. 192, 428, 429, 442, 444, 445, 449, 452, 453, 457
Тувик А.А. 170, 385, 395, 10п, 16п
Тумайкин Г.М. 2, 141, 142, 348, 349, 350, 353, 354, 355, 356, 357, 358, 359, 360, 361, 362
Украинцев Ю.Г. 144, 145, 146
Усов Э.В. 577
Усов Ю.В. 2, 91, 92, 93, 94, 95, 96, 97, 98, 99, 100, 101, 102, 103, 104, 105, 106, 107, 108, 109, 110, 111, 112, 113, 114, 115, 116, 117, 118, 119, 120, 121, 122, 123, 124, 125, 126, 127, 128, 129, 130, 131, 132, 133, 134, 135, 141, 142, 269, 277, 287, 306, 348, 349, 350, 353, 354, 355, 356, 357, 358, 359, 360, 361, 362, 575, 583, 585, 587, 92п
Уткин А.В. 318, 376
Ушаков В.А. 13, 169, 318, 319, 379, 540
Фадеев С.Н. 204, 205, 206, 261, 468, 469, 470, 474, 476, 478, 480
Фадин В.С. 227, 228, 229, 230, 242, 488, 489, 18п, 21п, 24п
Факторович Б.Л. 170, 385, 389, 394, 10п, 16п
Федотов М.Г. 167, 192, 195

Федотович Г.В. 147, 148, 149, 581, 93п, 98п
Филатов П.В. 575
Филипченко А.В. 13, 169, 318, 319, 379, 540, 546
Фролов А.Р. 377
Хавин Н.Г.
Хазин Б.И. 147, 148, 149, 576, 581, 584, 93п, 98п
Харламов А.Г. 50, 575
Хацимовский В.М. 107п, 108п, 109п, 110п
Хильченко А.Д. 1, 168, 196, 292, 456, 518, 570
Холопов М.А. 371, 372, 495
Хриплович И.Б. 225, 226, 231, 242, 256, 266, 272, 274, 101п, 106п, 114п
Хрущев С.В. 543, 17п
Цидулко Ю.А. 182, 191, 406, 407, 408
Цуканов В.М. 496, 498, 541, 543, 544, 545
Цыганков Д.А. 2, 345, 359, 360, 361, 362, 363
Цыганов А.С. 156, 371, 377
Чащин М.С. 179, 180, 401, 402, 403, 404, 419, 9п
Чекушкин Е.А. 587
Черепанов В.П. 2, 359, 360, 361, 362, 384
Черепков В.Г. 261, 375
Черепков В.В. 204, 205, 206, 468, 469, 474, 476, 477, 478, 585
Чернов В.А. 495, 514, 522
Чернов К.Н. 13, 164, 169, 170, 172, 319, 385, 394, 4п, 10п
Черняк В.Л. 115п, 116п
Чернякин А.Д. 13, 319, 382
Ческидов В.Г. 170, 299, 385, 386, 394, 534, 539, 4п, 10п, 16п
Чириков Б.В. 273
Чудаев В.Я. 375, 399, 458
Чупыра А.Г. 390
Чуркин И.Н. 13, 234, 318, 375, 540
Шамов А.Г. 2, 141, 142, 330, 344, 348, 349, 350, 353, 354, 355, 356, 357, 358, 359, 360, 361, 362
Шапоренко А.Д. 250, 318, 494, 504, 506, 507, 508, 509, 510, 511, 512, 513, 556, 557, 558, 559, 560
Шарафутдинов М.Р. 138, 236, 305, 318
Шатилов Д.Н. 2, 141, 142, 200, 202, 312, 315, 322, 324, 327, 348, 349, 350, 353, 354, 355, 356, 357, 358, 359, 360, 361, 362, 460, 461, 463, 464, 465, 466, 467, 25п, 26п, 27п, 28п
Шатунов П.Ю. 381, 574
Шатунов Ю.М. 49, 147, 148, 149, 203, 459, 93п, 97п, 98п
Шачков В.Е. 172
Шварц Б.А. 2, 91, 92, 93, 94, 95, 96, 97, 99, 100, 101, 102, 103, 104, 105, 106, 107, 108, 109, 110, 111, 112, 113, 114, 115, 116, 117, 118, 119, 120, 121, 122, 123, 124, 125, 126, 127, 128, 129, 130, 131, 132, 133, 134, 135, 141, 142, 148, 149, 267, 270, 277, 287, 295, 296, 306, 348, 349, 350, 353, 354, 355, 356, 357, 358, 359, 360, 361, 362, 582, 585, 23п, 92п, 93п
Шварц Д.Б. 459, 574
Шведов Д.А. 12, 13, 300, 319, 375
Шебалин В.Е. 91, 92, 93, 94, 95, 96, 97, 99, 100, 101, 102, 103, 104, 105, 106, 107, 108, 109, 110, 111, 112, 113, 114, 115, 116, 117, 118, 119, 120, 121, 122, 123, 124, 125, 126, 127, 128, 129, 130, 131, 132,

	133, 134, 135, 585, 23п, 92п
Шевченко О.А.	386, 534, 535, 536, 539
Шеромов М.А.	232, 264, 318, 523, 529, 530
Шестаков Ю.В.	199, 339, 340
Шехтман Л.И.	138, 139, 140, 517, 524, 525, 577, 94п
Широков В.В.	196, 245, 398
Шиховцев И.В.	291, 425
Шичков Д.С.	376, 13п, 19п
Шиянков С.В.	154, 235, 318, 371, 372, 375
Шкаруба В.А.	496, 543
Шошин А.А.	428, 429, 447, 448, 449, 450, 451, 452, 453, 454, 455, 457
Штарклев Е.А.	389, 395, 396, 11п
Шубин Е.И.	2, 356, 357, 358, 359, 360, 361, 362
Шульженко Г.И.	293
Щеголев Л.М.	319
Эйдельман С.И.	2, 91, 92, 93, 94, 95, 96, 97, 98, 99, 100, 101, 102, 103, 104, 105, 106, 107, 108, 109, 110, 111, 112, 113, 114, 115, 116, 117, 118, 119, 120, 121, 122, 123, 124, 125, 126, 127, 128, 129, 130, 131, 132, 133, 134, 135, 136, 141, 142, 148, 149, 269, 277, 286, 287, 296, 297, 306, 348, 349, 350, 351, 352, 353, 354, 355, 356, 357, 358, 359, 360, 361, 362, 92п, 93п
Эйдельман Ю.И.	245
Юдин В.Д.	319
Юдин Ю.В.	13, 148, 149, 586, 588, 589, 23п, 93п
Юшков А.Н.	2, 141, 142, 348, 349, 350, 353, 354, 355, 356, 357, 358, 359, 360, 361, 362
Яскина Т.А.	154, 235

Сибирское отделение Российской Академии наук

ИНСТИТУТ ЯДЕРНОЙ ФИЗИКИ им. Г.И. Будкера

ЕЖЕГОДНЫЙ ОТЧЕТ

2008

Обложка Е.Д. Бендер
Рисунки на шмуцтитулах А.С. Попов

Ответственный за выпуск А.В. Васильев
Работа поступила 21.12. 2008 г.

Сдано в набор 10.02. 2009 г.
Подписано в печать 27.03. 2009 г.
Формат бумаги 60×90 1/8 Объем 21,3 печ.л., 17,0 уч.-изд.л.
Тираж 100 экз. Бесплатно. Заказ № 8

Обработано на PC и отпечатано на
ротапринте "ИЯФ им. Г.И. Будкера" СО РАН,
Новосибирск, 630090, пр. академика Лаврентьева, 11.