

Важнейшие результаты фундаментальных и прикладных исследований  
Института им. Г.И. Будкера СО РАН в 1998 году

По разделу "Приоритетные направления фундаментальных исследований":

- Первое в мире прямое наблюдение распада нейтрального короткоживущего каона на пион, электрон и нейтрино (полулептонный распад  $K_S$  - мезона) проведено на установке со встречными электрон-позитронными пучками ВЭПП-2М с помощью детектора КМД-2 .

Аннотация:

Прямое наблюдение полулептонного распада  $K_S$  - мезона в экспериментах с рождением нейтральных каонов на мишени осложняется тем фактом, что при этом рождается чистое  $K^0$  состояние, являющееся суперпозицией  $K_S$  и  $K_L$  мезонов. В экспериментах на накопителе ВЭПП-2М рождается чистое  $K_S$   $K_L$  состояние.

В измерениях на универсальном детекторе КМД-2 использована возможность выделять распады  $K_S$ -мезона посредством фиксирования ядерного взаимодействия  $K_L$ -мезонов в калориметре детектора на больших расстояниях от места встречи электрон-позитронных пучков .

Набранный в 1993 и 1996 годах интеграл светимости  $2$  (пикобарн) $^{-1}$  позволил выделить 20 событий распада  $K_S \rightarrow \pi^0 e \nu$ . Найденное значение вероятности распада составляет  $B(K_S \rightarrow \pi^0 e \nu) = (7.8 \pm 2.7) \times 10^{-4}$ .

Этот результат согласуется с теоретическими ожиданиями на основе данных по полулептонному распаду долгоживущего каона.

(Научные руководители темы – г.н.с., академик Л.М. Барков, зав. лабораторией, к.ф.-м.н. Б.И. Хазин)

- Наблюдение эффекта  $ro$  -  $omega$  интерференции в процессе рождения 3-х  $\rho^0$ -мезонов на ВЭПП-2М.

Аннотация:

Изотопическая инвариантность сильных взаимодействий для легких кварков нарушается разницей в массах и электрических зарядах  $u$  и  $d$  - кварков. Степень ее нарушения мала ( $\sim 1\%$ ), и рассчитывается во многих моделях. Для легких мезонов ( $ro$ ,  $omega$ ) этот эффект наблюдался в процессе рождения двух  $\rho^0$ -мезонов в виде  $ro$  -  $omega$  интерференции. Более 20 лет назад группой Н.Н. Ачасова (Институт математики СО РАН) было предсказано, что  $ro$  -  $omega$  интерференция должна наблюдаться также в более редком процессе рождения 3-х  $\rho^0$ -мезонов на встречных  $e^+e^-$  пучках. В 1998 году в ИЯФ СО РАН в эксперименте на ВЭПП-2М с детектором СНД этот эффект был обнаружен, и его величина согласуется с расчетом. Полученные данные будут в дальнейшем использоваться для изучения механизмов нарушения изотопической инвариантности.

(Научный руководитель темы - зав. лабораторией, д.ф.-м.н. С.И. Середняков)

- Создание аэрогеля с высокими оптическими параметрами для детекторов черенковского излучения

Аннотация:

Институт ядерной физики и Институт катализа СО РАН разработали совместно аэрогели с показателем преломления в диапазоне 1,01 -1,05 для детекторов черенковского излучения. По основным оптическим параметрам - длине поглощения и длине рассеяния - данные аэрогели превосходят лучшие образцы, производимые в мире. Организовано опытное производство аэрогеля производительностью до 30 литров месяц. Результаты работы докладывались на Международных конференциях по физике высоких энергий и были там высоко оценены.

(Научные руководители темы - зав. лабораторией, д.ф-м.н. А.П. Онучин и руководитель группы, к.х.н. А.Ф. Данилюк)

- Выяснение механизма сохранения с высокой точностью изоспина аналоговых резонансов в сложных ядрах

Аннотация:

Аналоговые ядерные состояния, которые возбуждается при рассеянии протонов на ядрах, имеют структуру 1 протон - 1 нейтронная дырка и относятся к группе ядерных возбуждений простой структуры частица - дырка, часто именуемых в совокупности гигантскими резонансами. В случае точного сохранения изоспина это состояние отличалось бы от компаунд-состояний, лежащих в этой же области энергий возбуждения, на единицу б́льшим изоспином. В действительности, нарушающее сохранение изоспина кулоновское взаимодействие смешивает аналоговое состояние с фоновыми компаунд-состояниями. В сложных ядрах из-за большой плотности уровней компаунд-состояний это смешивание должно быть, на первый взгляд, весьма велико, так что следовало бы ожидать "растворения" аналогового состояния в фоновых. Экспериментально известно, однако, что аналоговые состояния даже в умеренно тяжелых ядрах сохраняют заметную степень своей индивидуальности. В работе показано, что это обусловлено распадами компаунд-состояний. Их нестабильность препятствует смешиванию с аналоговым состоянием, которое в результате остается достаточно чистым по изоспину.

(авторы - д.ф-м.н. В.В. Соколов, д.ф-м.н. В.Г. Зелевинский)

- Теория эффекта Ландау - Померанчука - Мигдала

Аннотация:

Построена теория тормозного излучения электронов высокой энергии в среде с учетом влияния на процесс излучения многократного рассеяния налетающей частицы (эффект Ландау-Померанчука-Мигдала) и взаимодействия испущенного фотона с электронами среды.

Расчет проведен с учетом членов "следующих за главным логарифмом", впервые учтены также кулоновские поправки и излучение граничных фотонов. Все это позволило получить теоретические предсказания с точностью не хуже 3%.

Развитая теория находится в полном согласии с прецизионным экспериментом недавно выполненным в СЛАК (Стенфордский университет, США).  
(авторы - д.ф-м.н. В.Н. Байер, д.ф-м.н. В.М. Катков)

- Получение рекордного интеграла светимости на накопителе ВЭПП-2М

Аннотация:

В 1998 году на электрон-позитронном накопителе со встречными пучками ВЭПП-2М с января по июль практически непрерывно велись эксперименты в области энергий  $2 \times (180 - 520)$  МэВ с использованием детекторов КМД-2 и СНД.

Набранный интеграл светимости составил около 30 обратных пикобарн. Скорость набора светимости в области Фи-мезонного резонанса превышала 1 обратный пикобарн в неделю на каждый детектор.

(научный руководитель темы - зав. лабораторией, д.ф-м.н., Ю.М. Шатунов)

- Цикл работ по созданию сверхпроводящих вигглеров с полем 7.5-8 Тесла

Аннотация:

В ИЯФ СО РАН уже несколько лет ведутся работы по созданию вигглеров - новых устройств для генерации синхротронного излучения на основе магнитов со сверхпроводящими обмотками, создающими пространственно-периодическое знакопеременное поле. Два устройства с рекордно высокими полями созданы за 1997-1998 годы:

Сверхпроводящий вигглер с максимальным полем 7.5 Тесла для электронного накопителя Луизианского университета (научный центр CAMD, США) был изготовлен, успешно испытан и установлен на электронный накопитель CAMD с максимальной энергией 1.5 ГэВ. Основной целью установки вигглера на накопитель является расширение спектра синхротронного излучения в жесткую область, что существенно расширит возможности для научных и технологических исследований на данном накопителе. Этот вигглер отличается не только рекордным полем, но и тем, что точка излучения из центрального полюса имеет фиксированное положение и не зависит от уровня поля в вигглере.

В рамках совместных исследований по созданию источника медленных позитронов высокой яркости (фоторождение электрон-позитронных пар с помощью синхротронного излучения) для накопителя на 8 ГэВ SPring-8 (Япония) разработан, изготовлен и испытан прототип сильнополевого вигглера с полем 8 Тесла на основе сверхпроводящего провода из Nb-Ti. Ведутся работы по увеличению магнитного поля при использовании сверхпроводящего провода из Nb<sub>3</sub>Sn.

(научный руководитель темы - к.ф.-м.н., зав. лабораторией Н.А. Мезенцев )

- Обнаружение сильного подавления продольной электронной теплопроводности плотной замагниченной плазмы в процессе ее взаимодействия с мощным сильноточным релятивистским электронным пучком

- 

Аннотация:

На установке ГОЛ-3-II обнаружен эффект сильного подавления продольной электронной теплопроводности плотной замагниченной плазмы ( $n=10^{15}\text{см}^{-3}$ ,  $B_0=5\text{Тл}$ ) в процессе ее взаимодействия с мощным сильноточным релятивистским электронным пучком ( $E=1\text{ МэВ}$ ,  $I\cong 50\text{ кА}$ ,  $t\cong 6-8\text{ мкс}$ ).

Благодаря возбуждению в плазме мелкомасштабной турбулентности эффективная частота столкновений электронов плазмы увеличилась на три порядка. Обнаруженный эффект уже позволил достичь электронной температуры в 2 кэВ и позволяет надеяться на ее дальнейший рост при увеличении длительности пучка.

(научный руководитель темы - д.ф.-м.н., зав. лабораторией В.С. Койдан)

- Получение устойчивого удержания плазмы с большим значением  $\beta$  ( $\beta \sim 30\%$ ) в газодинамической ловушке

Аннотация:

В установке газодинамическая ловушка (ГДЛ) в устойчивых режимах удержания с максимальной величиной  $\beta$  плазмы до 30% измерен энергобаланс быстрых ионов со средней энергией 5-7 кэВ и плотностью в точках останова  $10^{13}\text{ см}^{-3}$ . Показано, что энергобаланс быстрой компоненты и ее угловое рассеяние определяются парными столкновениями с электронами и ионами основной плазмы.

В режимах с большими  $\beta$  измерены поперечные потери энергии из основной плазмы с температурой  $\sim 100\text{ эВ}$ . Характерное время остывания плазмы из-за наличия указанных потерь составляет около 30 т.н. бомовских времен. Такая оценка скорости поперечных потерь является благоприятной для рабочих условий нейтронного источника на основе газодинамической ловушки.

(научный руководитель темы - д.ф.-м.н., зав. лабораторией А.А. Иванов)

- Создание источников пучка атомов водорода с энергией 50 кэВ, током 1 А и длительностью рабочего импульса до 10 сек для диагностики высокотемпературной плазмы

- 

Аннотация:

Для диагностики плазмы в крупных термоядерных установках разработан источник атомов водорода (дейтерия) с энергией до 50 кэВ, экв. током пучка до 1 А и длительностью до 10 сек на основе высокочастотного плазменного эмиттера. При необходимости пучок может быть модулирован с частотой до 500 Гц. Расходимость пучка - около 0.7 град. (при энергии 50 кэВ). В настоящее время закончены стендовые испытания серийного образца диагностического инжектора с высокочастотным эмиттером плазмы, которые продемонстрировали его высокую надежность. Головной образец уже установлен на токамаке "Текстор" в Германии, где сейчас ведутся пуско-наладочные работы.

(научный руководитель темы - д.ф.м.н., зав. лабораторией А.А. Иванов)

По разделу "Критические технологии федерального уровня":

- Разработка, создание и испытание 11 ГГц-клистрона мощностью 77 МВт с фокусировкой на постоянных магнитах

(

Аннотация:

В Филиале института (г. Протвино) проведена работа по созданию мощного ВЧ-генератора для международного проекта линейного коллайдера (Япония, Исследовательский центр КЕК). Мощный клистрон на частоте 11,4 ГГц рассчитан на мощность до 100 МВт. Фокусирующая система для электронного пучка клистрона построена на основе постоянных магнитов из материала неодим-железо-бор, разработанного на Сибирском химическом комбинате (г. Томск).

Принципиальной особенностью клистрона является использование электронной пушки с большой компрессией (400:1). Использование катода с большой площадью позволяет увеличить в несколько раз срок службы прибора.

При первых испытаниях в КЕК получена мощность 50 МВт при длительности импульса 0,8 мкс и 77 МВт при длительности 0,1 мкс.

(Руководитель темы - директор Филиала, зам. директора Института член-корр. РАН В.Е. Балакин)