

Министерство образования и науки Российской Федерации

НОВОСИБИРСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ

---

72  
Д 548



02065050

---

# ДНИ НАУКИ НГТУ-2009

МАТЕРИАЛЫ  
НАУЧНОЙ СТУДЕНЧЕСКОЙ КОНФЕРЕНЦИИ

(Итоги научной работы студентов  
за 2008–2009 гг.)

НОВОСИБИРСК  
2009

## СИСТЕМА ПИТАНИЯ ПРОМЫШЛЕННОГО МАГНЕТРОНА ДЛЯ СТАНЦИЙ РЕЗОНАТОРНОГО СВЧ-НАГРЕВА

Согласно государственному контракту № 08-24 в Институте ядерной физики им. Будкера была спроектирована станция резонансного СВЧ-нагрева для нужд государственного образовательного учреждения высшего профессионального образования «Новосибирский государственный университет». Одним из основных узлов устройства является система питания магнетрона.

Постановка задачи.

1. Выбор источника питания зависит от характера нагрузки.
  2. Согласно вольт-амперной характеристике магнетрона во избежание аварийных режимов контролируемым параметром должен быть ток.
  3. Регулируемая выходная мощность СВЧ-излучения составляет 0,5–6 кВт, анодное напряжение 7,2 кВ, анодный ток 1,2 А.
  4. Управление источником питания осуществляет компьютер.
- Исходя из этих условий была разработана конструкция токового генератора.

Принцип работы генератора следующий.

Питание трехфазной сети происходит от генератора тока (ключевая схема на основе IGBT-транзисторов). Сформированный сигнал (прямой ток) поступает на вход токового инвертора, состоящего из четырех транзисторов IGBT-типа и обеспечивающего переменный сигнал на первичной обмотке согласующего трансформатора. Сигнал с вторичной обмотки трансформатора, выпрямленный выходным высоковольтным выпрямителем, подается на анод магнетрона.

Заключение

Разработка, изготовление и испытания системы питания завершены. Схема высокостабильна и не зависит от параметров нагрузки. Данный источник за счет своей универсальной конструкции может быть легко адаптирован к различным потребительским требованиям:

- питание различных магнетронных схем;
- питание магнитных систем;
- питание системы с дуговым разрядом.

## РАЗРАБОТКА НЕЙТРОН-ГЕНЕРИРУЮЩЕЙ МИШЕНИ ДЛЯ НЕЙТРОННОГО ИСТОЧНИКА КАРОТАЖНОГО ЗОНДА

В Институте ядерной физики им. Будкера ведется разработка системы нейтрон-гамма каротажа. Каротаж – это измерение характеристик земной коры (нефтенасыщенность, пористость, карбонатность и т. д.) в скважине на разных глубинах.

Одна из составляющих системы нейтрон-гамма-каротажа – это источник нейтронов на реакции синтеза дейтерия и трития. Нейтроны образуются в мишени, облучаемой пучком ионов из ионного источника.

Была написана программа расчета параметров мишеней и проведены расчеты для источника нейтронов с выходом  $10^8$  нейтрон/с. В качестве материала мишени рассматривались гидрид скандия ( $\text{ScT}_2$ ,  $\text{ScDT}$ ), гидрированный титан ( $\text{TiT}$ ,  $\text{Ti}_2\text{DT}$ ) и гидрированный углерод ( $\text{CT}$ ,  $\text{C}_2\text{DT}$ ). Обнаружено, что в схеме источника нейтронов на смешанной дейтерий-тритиевой мишени и смешанном пучке выход на 40 % ниже, чем в схеме на чисто тритиевой мишени и чисто дейтериевом пучке. В связи с большей стабильностью выхода со смешанной мишени для применения была выбрана схема на смешанной мишени. На основании расчетов был определен диапазон оптимальных режимов работы нейтронного источника: ускоряющее напряжение для пучка ионов 75–80 кВ, ток пучка 40 мкА. Доля потока атомарного водорода, заложенная в расчет, составляет 6–10 %.

## МОДУЛЬ РЕГИСТРАЦИИ СИСТЕМЫ ИДЕНТИФИКАЦИИ АЗОТСОДЕРЖАЩИХ ВЕЩЕСТВ

Целью работы является создание системы для надежного обнаружения взрывчатых веществ (ВВ). В основе метода идентификации лежит тот факт, что ВВ содержат повышенное содержание азота по сравнению с обычными веществами. Метод идентификации азотсодержащих примесей заключается в следующем: пучок протонов (энергия  $\sim 1,75$  МэВ, ток на мишень до 3 мА) поглощается на мишени  $^{13}\text{C}$ , в результате ядерных реакций образуется  $^{14}\text{N}$  с испусканием  $\gamma$ -кванта; исследуемый объект облучается  $\gamma$ -квантами, набирается спектр прошедших  $\gamma$ -квантов. По соотношению в спектре интенсивностей резонансной (9,17 МэВ) и нерезонансной (8,06 МэВ) линий поглощения в азоте выносится решение о содержании ВВ в исследуемом объекте.

Задача идентификации подразделяется на две подзадачи: корректное формирование энергетического спектра и его анализ. Задача корректного формирования спектра должна решаться при высокой частоте наложенных событий. Энергетический спектр  $\gamma$ -квантов реакции  $^{13}\text{C}(p,\gamma)^{14}\text{N}$  имеет очень мощную низкоэнергетичную компоненту, приводящую, при требуемой интенсивности зондирующего излучения, к 100 %-ной вероятности фиксации детектором наложенных событий. В силу этого не удастся использовать метод, основанный на интегрировании сигнала. Поэтому необходимо перейти к схеме построения тракта на основе цифровых методов обработки сигнала, а также ввести в тракт регистрации процедуру разбора наложенных событий в режиме реального времени.

Суть процедуры разделения наложенных событий заключается в формировании в ответ на длинный экспоненциальный входной сигнал короткого импульса с амплитудой пропорциональной энергии  $\gamma$ -кванта. При этом наложенные события используются в наборе статистики, что позволяет уменьшить время экспозиции.

В работе промоделирован метод формирования короткого выходного импульса с амплитудой пропорциональной энергии  $\gamma$ -кванта; создан одноканальный прототип модуля регистрации; спроектирована принципиальная схема 8-канального модуля регистрации.

---

Научный руководитель А.Д. Хильченко, канд. техн. наук, вед. научн. сотр.

## РАЗРАБОТКА УНИФИЦИРОВАННОГО БЛОКА ФОРМИРОВАТЕЛЕЙ ВХОДНЫХ СИГНАЛОВ ДЛЯ ПЕРВИЧНОГО ТРИГГЕРА ДЕТЕКТОРА «Кедр» ВЭПП-4М

Ускорительный комплекс ВЭПП-4 представляет собой установку для проведения экспериментов со встречными электрон-позитронными пучками высоких энергий. Детектор элементарных частиц «Кедр» предназначен для работы в области энергий от 2 до 12 ГэВ в системе центра масс.

Детектор состоит из нескольких подсистем, содержащих тысячи измерительных каналов. Помимо полезных событий детектор регистрирует большое количество «мусора», для отсеивания которого предназначены первичный (ПТ) и вторичный (ВТ) триггеры детектора. На вход триггера сигналы с датчиков поступают через блоки формирователей, в которых они подвергаются определенной логической обработке. Всего на входы блоков приходят 96 сигналов от сцинтилляционных счетчиков (SC), 96 сигналов от CsI-калориметра и 192 сигнала от LKr-калориметра.

Входные сигналы от одного пучкового события из-за различного времени срабатывания детекторов приходят с разбросом во времени от 20 до 350 нс. Время, отведенное первичному триггеру на принятие решения, составляет 450 нс. Из-за того что это время меньше, чем интервал между столкновениями пучков в ускорителе ВЭПП-4М, ПТ не имеет «мертвого» времени и может обрабатывать каждое возникающее пучковое событие. Но такое малое время работы накладывает ограничения на детекторы, сигналы с которых можно использовать в ПТ. Только три системы – сцинтилляционные счетчики (времяпролетная система – TimeOfFlight TOF), CsI- и LKr-калориметры являются источниками сигналов для первичного триггера.

Для реализации проекта была выбрана микросхема ПЛИС Altera (EP1С3Т144). Блок выполнен в стандарте КАМАК, размер 3М. Имеет 48 входных каналов. Использование этого блока позволяет оперативно обнаруживать неисправные каналы и маскировать их и дистанционно настраивать время формирования для разных систем детектора. Позиционная информация о срабатывании каналов может быть прочитана вместе с событием.

---

Научный руководитель А.А. Талышев, науч. сотр. ИЯФ СО РАН

## РАЗРАБОТКА КОНСТРУКЦИИ, АЛГОРИТМА И ПРОГРАММНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ СИСТЕМЫ КАЛИБРОВКИ АЭРОГЕЛЕВОГО ЧЕРЕНКОВСКОГО СЧЕТЧИКА ДЕТЕКТОРА СНД

В современной физике высоких энергий для идентификации частиц применяется метод регистрации черенковского излучения, возникающего, если частица движется в среде со скоростью, превышающей скорость света в этой среде. Для корректной работы черенковских счетчиков необходим постоянный контроль основных характеристик элементов счетчиков (калибровка).

Цель работы – создание системы и отработка методики калибровки. Исследование проводилось на лабораторной базе ИЯФ им. Г.И. Будкера СО РАН.

В рамках исследовательской работы было выполнено следующее.

1. Разработана и практически реализована схема системы калибровки аэрогелевого черенковского счетчика сферического нейтрально-детектора (СНД).

2. Разработано программное обеспечение для автоматизации сбора и обработки данных.

3. С помощью созданной системы проведена калибровка электронной измерительного тракта и фотоэлектронного умножителя.

4. В результате эксперимента определено оптимальное высокое напряжение, подаваемое на фотоэлектронный умножитель, которое обеспечивает разделение спектра шумов и одноэлектронного спектра.

В дальнейшем планируется интеграция разработанной системы в общую систему сбора данных СНД для осуществления фундаментальных исследований в области физики высоких энергий на ускорителе ВЭПП-2000.

---

Научный руководитель *К.И. Белобородов*, науч. сотр. ИЯФ СО РАН

## РАЗВИТИЕ СПЕКТРАЛЬНЫХ МЕТОДОВ ДЛЯ ДИАГНОСТИКИ ПРИМЕСЕЙ В ПЛАЗМЕ НА УСТАНОВКЕ ГОЛ-3

Один из вопросов экспериментальной программы ГОЛ-3, реализуемой в ИЯФ СО РАН, – влияние примесей на перенос и энергобаланс плазмы. Ранее с помощью спектральных измерений была определена концентрация легких примесей (кислород, азот, углерод) и оценен их вклад в эффективный заряд плазмы  $Z_{\text{eff}}$ . Целью данной работы является попытка количественной оценки концентрации и степени ионизации основных тяжелых примесей в плазме установки ГОЛ-3. При этом экспериментальная часть работы состоит в определении концентраций интересующих элементов, а расчетная – в вычислении ионизационного баланса для этих веществ. Для получения необходимых экспериментальных результатов ведется работа по созданию обзорного спектрометра, применению спектрометра видимого излучения и масс-спектрометра.

Обзорный спектрометр предназначен для получения полного обзорного спектра плазмы. Основная идея разрабатываемого спектрометра состоит в регистрации на одной ПЗС-матрице нескольких участков спектра, разнесенных по высоте. Предложена и реализована схема данного спектрометра, регистрирующего излучение из плазмы с длинами волн в диапазоне шириной 300 нм со спектральным разрешением 1 нм. Спектрометр размещен на установке ГОЛ-3 и используется в проводимых на ней экспериментах.

Спектрометр видимого излучения служит для исследования излучения из плазмы в видимом диапазоне. Цель диагностики – регистрация тяжелых примесей в плазме и изучение их динамики.

Другим подходом к исследованию примесей в плазме является масс-спектроскопия. На установке ГОЛ-3 запущен масс-спектрометр и получены первые масс-спектры.

В ближайших планах – проведение экспериментов с помощью перечисленных спектральных диагностик, а также обработка полученных данных, сравнение их с результатами моделирования и определение концентрации тяжелых примесей и их вклада в эффективный заряд плазмы на установке ГОЛ-3.

---

Научный руководитель *А.В. Бурдаков*, д-р физ.-мат. наук, проф.