

Возможности и наработки Лаборатории электронных методов и средств эксперимента НИУ НИИ ЯП Белгосуниверситета (Минск, РБ)

Состав группы:

Зав. лаб – Чеховский

Вед. н. с. – Дворников

Ст. н. с. - Литомин

н.с. – Галкин

н.с. – Кунц

Налажено тесное сотрудничество с предприятиями РБ различной формы собственности.

Собственного оборудования по механообработке нет. Изготовление современных печатных плат различной степени сложности освоено на предприятиях КНР и РБ. Постоянно совершенствуется собственная база и состав современного универсального и специализированного оборудования для измерений основных параметров разрабатываемых ИС и электронных модулей/печатных узлов.

Основные направления деятельности группы

А. Разработка Интегральных схем. Разработка и модернизация интегральной элементной базы (*стр.2-3*).

В. Разработка, сопровождение изготовления и тестирование специализированного оборудования для экспериментальных установок физики частиц (*стр.4*).

С. Разработка и изготовление механических, конструктивных элементов и оборудования для экспериментальных установок физики частиц (*стр.5*).

А. Разработка Интегральных Схем (ИС). Разработка и модернизация интегральной элементной базы.

В область научно-инженерных интересов и возможностей входят специализированные микросхемы, обеспечивающие прямой интерфейс с детекторами физики частиц.

Были разработаны и испытаны ИС с типичной структурой «предусилитель – фильтр – компаратор», оптимизированные для различных детекторов и количеством каналов от 1 до 32.

Эти *чипы* неоднократно и охотно использовались и востребованы физиками ОИЯИ и ЦЕРН в составе многоканальных систем (до единиц тысяч каналов) для отработки прототипов детекторов.

Другим направлением в области интегральной электроники являлись *Программируемые и Структурированные ИС* для использования в усложненных условиях эксплуатации. Эти средства предназначены для ускоренной мелкосерийной разработки аналоговых и аналого-цифровых ИС для уровня радиационной стойкости порядка

Neutron fluence	$F_N \leq 1 \cdot 10^{14} \text{ n/sm}^2$
Electron (4-6 MeV) fluence	$F_N \leq 3 \cdot 10^{14} \text{ el/sm}^2$
Absorbed dose of gamma irradiation	$D_G \leq 3 \text{ Mrad}$

и расширенного диапазона температур (до $\sim -150^\circ\text{C}$). Изготавливаются на основе *базовых матриц* элементов и типовых функциональных интегральных узлов (ячеек).

Подобные ИС могут иметь гибкую структуру, содержащую:

- 1-2 зарядочувствительный предусилитель,
- 1-2 компаратора напряжения,
- 1-3 источника опорного напряжения,
- Интегрированный датчик температуры,
- 1-16 операционных усилителей,
- + пассивные интегральные компоненты (резисторы, конденсаторы).

ИС данного типа предназначены для первичной обработки сигналов датчиков физических величин, применяемых в различных областях науки и техники.

Технологические особенности:

Использование возможностей отечественного производителя (ПО «Интеграл»);
Элементная база – биполярно-полевая с проектными нормами 1.5 мкм.

Какие работы мы можем выполнять по маршруту разработки ИС:

- измерения основных параметров интегральных компонентов с целью контроля качества и создания *spice*-моделей в том числе и для условий различной степени радиационного повреждения структур ИС;
- полный цикл создания технологической документации для изготовления ИС, включая моделирование схемы электрической и разработку топологии;
- контроль качества, измерение параметров (в том числе на полупроводниковой пластине с помощью зондовой установки отечественного производства);

2024/01 Чеховский В.А.

- полный цикл создания и тестирования демонстрационных электронных печатных узлов.

Группа имеет опыт разработки восьмиканальной аналого-цифровой CMOS СБИС выполненной по 180nm проектным нормам и изготовленной в Китае (Тайвань).

Имеются:

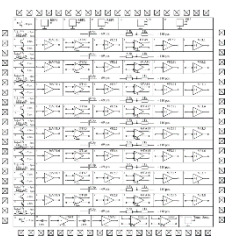
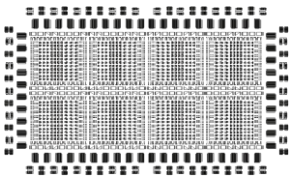

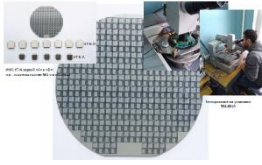
- Spice-модели биполярных транзисторов и JFET, учитывающие влияние флюенса нейтронов и гамма-излучения;
- Библиотека основных аналого-цифровых компонентов для базового матричного кристалла (БМК) МН2ХА031: операционных и зарядочувствительных усилителей, компараторов, источников опорного напряжения, триггеров Шмитта, коммутаторов;
- Результаты схмотехнического моделирования компонентов библиотеки при воздействии проникающей радиации.

Возможно:

- Проектирование специализированных микросхем по требованиям Заказчика на основе имеющейся библиотеки или новых разработанных компонентов (полоса пропускания до 200 МГц, поглощенная доза гамма-излучения до 1 Мрад, флюенс нейтронов до 10^{13} н./см²;
- Изготовление полупроводниковых пластин на ОАО «ИНТЕГРАЛ»;
- Тестирование разработанных микросхем на полупроводниковых пластинах и собранных в корпус;
- Проведение полного цикла испытаний на устойчивость к механическим и климатическим воздействиям;
- Исследование влияния на микросхему гамма-излучения и флюенса электронов с энергией более 4 МэВ.

Особенности и преимущества:

- Оптимизация особенностей схемы и/или параметров предусилителей для определенного типа детектора или датчика;
- Разработка многоканальной ИС типа операционный/инструментальный усилитель с числом каналов более четырех;
- Разработка многоканальной ИС с индивидуальной настройкой параметров и/или структуры при необходимости;
- Проведение цикла работ по созданию Spice- моделей образцов элементной базы Заказчика.

			
<p>Fig.A1 – Упрощенная схема базового матричного кристалла МН2ХА010</p>	<p>Fig.A2 – Эскиз общего вида базового матричного кристалла матрицы МН2ХА030</p>	<p>Fig.A3 – СБИС (0.18 мкм) для детекторов частиц</p>	<p>Fig.A4 – Полупроводниковые пластины ИС. Отбор годных на пластине.</p>

В. Разработка, сопровождение изготовления и тестирование специализированного оборудования для экспериментальных установок в области физики высоких энергий.

Перечень электронных систем и функциональных узлов, разработанных, испытанных и поставленных в ОИЯИ в ходе научно-исследовательских и опытно-конструкторских работах по созданию Время-проекционной камеры (TPC) Многоцелевого Детектора (MPD) на коллайдере NICA (ОИЯИ, Россия):

Система формирования сигналов управляющих сеток, включая конструктив на базе стандарта NIM, микропроцессорные блоки управления, изолированные блоки питания, узлы синхронизации и специализированное программное обеспечение (Fig.B4).

Вторичные накамерные источники питания, предназначенные для выработки низковольтного питания для электроники первичной обработки сигналов «пэдового» электрода TPC.

В рамках программы модернизации установки Компактный Мюонный Соленоид (CMS, ЦЕРН, Швейцария) разработано, изготовлено и поставлено в ЦЕРН:

Накамерные Модули первичной обработки информации для CSC мюонного детектора. Всего более 6000 шт. (Конец XX в.)

Накамерные модули низковольтного питания торцевой части мюонного детектора (Fig.B2). Два изделия для различных типов камер (CSC).

Опытные образцы радиаторов охлаждения для адронного высокогранулярного калориметра (HGCAL) в рамках модернизации установки (Fig.B1).

Набор модулей вспомогательной электроники для мюонного детектора и адронного калориметра (HCAL).

			
Fig B1 – Тестирование фрагмента адронного калориметра для установки CMS (CERN).	Fig B2 – Модуль низковольтного питания мюонного детектора установки CMS (CERN).	Fig B3 – Экспериментальная сборка сектора для детектора TPC установки MPD («NICA») в НИИ ЯП	Fig B4 – Тестирование системы формирования сигналов для запирающей сетки (Gate) в пропорциональных камерах считывания детектора TPC



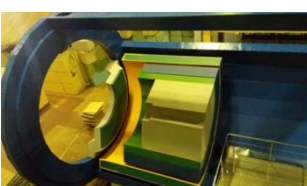

С. Разработка и изготовление механических, конструктивных элементов и оборудования для экспериментальных установок в области физики высоких энергий.

Некоторые заметные работы, выполненные за последнее десятилетие с использованием универсальных фрезерных ЧПУ:

Для время-проекционной камеры (TPC) Многоцелевого Детектора (MPD) проекта NICA (ОИЯИ, Россия) изготовлены важнейшие механические и структурные элементы: сервисные колеса для TPC (Fig. C1), центральный высоковольтный электрод для TPC, радиаторы охлаждения электроники считывания (Fig. C2), корпуса для время-пролетного детектора TOF.

Разработана и реализована концепция интеграции детектора TPC в установку MPD. Изготовлены различные макеты Многоцелевого Детектора (MPD) в масштабе 1:1 (Fig. C3) и 1:5.

Изготовлен и испытан модуль считывания для модернизированного адронного калориметра установки CMS (CERN) (Fig. C4).

			
<p>Fig.C1 – Сервисное кольцо TPC MPD («NICA»)</p>	<p>Fig.C2 – Радиаторы охлаждения электроники считывания TPC MPD («NICA»)</p>	<p>Fig.C3 – Макет 1:1 установки MPD («NICA»)</p>	<p>Fig.C4 – Модуль считывания адронного калориметра CMS (ЦЕРН) на испытаниях</p>