

ПРОГРАММА курса "ЯДЕРНАЯ ЭЛЕКТРОНИКА"

Физфак МГУ, Кафедра Физики элементарных частиц, 4 курс, 8 семестр 16 лекций , 32 часа.
Филиал НИИЯФ МГУ в Дубне.

Цель курса - дать знания по основным элементам и схемам электроники (цифровым и аналоговым), применяемым в ядерной физике и физике элементарных частиц.

Данный курс является продолжением курса элементарной электроники, читаемого ранее. Предполагается, что студенты имеют основные представления о полупроводниковой электронике: транзисторах, их основных типах, схемах включения.

При чтении курса проводится привязка к конкретным процессам измерений (спектрометрия ядерных излучений, измерение времен жизни элементарных частиц, возбужденных состояний ядер; указываются наиболее применяемые калибровочные изотопы; даются конкретные примеры применения логических схем для автоматизации измерений).

Широкое применение интегральных схем, на базе которых строятся многие приборы современной ядерной физики - не решает всех проблем, возникающих в условиях реального эксперимента. Постоянно возникают задачи сопряжения разнообразных приборов, модернизация уже имеющихся установок, создание новых режимов измерений и регистрации, не предусмотренных в стандартных схемах. Оперативное решение этих задач требует от физика-экспериментатора знания элементной базы современной полупроводниковой электроники, свойств и характеристик достаточно простых интегральных схем, на базе которых можно быстро собрать необходимые электронные системы или дать достаточно грамотное задание инженерным службам.

Знание характеристик цифровой и аналоговой электроники позволяет экспериментатору правильно и экономно строить схему эксперимента и сделать разумные заявки на необходимую аппаратуру.

Содержание курса

1. Основные элементы современной ядерной электроники - цифровые: счетчики числа импульсов и их логическая элементная база, регистры, арифметические устройства. Аналоговые и цифровые интенсиметры.
3 лекции, 6 часов. Литература: 1, 2. Доп.: 5, 6, 7, 8, 9.
2. Газоразрядные детекторы и сопряженная с ними электроника. Усиление, формирование и регистрация сигналов.
3 лекции, 6 часов. Литература: 1, 4, 6. Доп.: 8.
3. Сцинтилляционные детекторы и сопряженная с ними электроника. Фотоэлектронные умножители. Шумы и борьба с ними, усиление сигналов, стабилизация работы сцинтилляционных детекторов.
Канальные умножилели. Микроканальные пластины, их характеристики, применения, в том числе, для получения изображений .
3 лекции, 6 часов. Литература: 1, 3, 4, 5. Доп.: 6, 8.
4. Полупроводниковые детекторы и электроника усиления их сигналов, формирование сигналов от ППД, проблема шумов. Типы и особенности предварительных усилителей, применяемых в прецизионной спектрометрии сигналов. Обратная связь - как метод стабилизации и преобразования входных и выходных сопротивлений электронных схем. Линейные спектрометрические усилители.

2 лекции, 4 часа. Литература: 1, 2, 4. Доп.: 6, 8.

5. Амплитудный анализ. Типы и особенности преобразователей амплитуда - код (АЦП). АЦП для прецизионной спектрометрии сигналов. Требования к их характеристикам: линейность, скорость преобразования.

1.5 лекции, 3 часа. Литература: 1, 2, 5. Доп.: 6, 7, 8.

6. Многоканальные анализаторы, их структура и функции. Современная реализация многоканальных анализаторов на базе персональных компьютеров.

0.5 лекции, один час. Литература: 1, 2, 5. Доп.: 6, 7, 9.

7. Метод совпадений. Задержанные совпадения. Схемы совпадений, их основные характеристики. Некоторые типы схем совпадений. Случайные совпадения.

Методы точной временной привязки к сигналам от "медленных" детекторов.

Мажоритарные совпадения. Некоторые схемы мажоритарных совпадений. Логические анализаторы сигналов - универсальные схемы мажоритарных совпадений.

3 лекции, 6 часов. Литература: 1, 3, 7. Доп.: 4, 5, 6, 10.

Литература по курсу

1. А.П. Цитович.

Ядерная электроника. Москва. Энергоиздат. 1984г.

2. М.Х. Джонс.

Электроника - практический курс. Перевод с англ.
Москва. Постмаркет. 1999 г.

3. Е.А. Мелешко.

Наносекундная электроника в экспериментальной физике.
Энергоатомиздат. Москва. 1987 г.

4. Н.Н. Дмитриева, А.С. Ковтюх, Б.Х. Кривицкий.

Ядерная электроника. Изд. МГУ. 1982 г.

5. И.С. Крашенинников, С.С. Курочкин, А.В. Матвеев. Современная ядерная электроника. Том 1. Атомиздат. 1974 г.

6. Электронные методы ядерной физики.

Под ред. проф. Л.А. Маталина. Атомиздат. 1973 г.

7. Л.С. Горн, Б.М. Хазанов.

Узлы радиометрической аппаратуры на интегральных схемах.
Москва. Атомиздат. 1973 г.

8. Е. Ковальский.

Ядерная электроника. Перевод с английского.
Москва. Атомиздат. 1972 г.

9. Ю.Ф. Певчев, К.Т. Финогенов

Автоматизация физического эксперимента.
Москва. Энергоиздат. 1986 г.

10. Н.А. Авдеев, Ю.Е. Наумов.

Элементы сверхбыстрых интегральных схем.
Москва. Радио и связь. 1986 г.

11. Практически по всем вопросам можно найти информацию на сайтах ИНТЕРНЕТ, но она разбросана по многим разделам.

28.01.05

Цупко-Ситников Всеволод Михайлович.
Профессор, доктор технических наук, консультант
дирекции ЛЯП ОИЯИ.

Примечание.

Приведенная программа курса " Ядерная электроника" - очень уплотнена и насыщена. Тем не менее она не охватывает ряд совершенно необходимых разделов:

Стандарты электроники.

Спектрометрия ядерных излучений с элементами и методами обработки сложных спектров.

Вопросы автоматизации спектрометрических измерений - имеющие большое прикладное значение.

Нужен практикум по комплексному использованию всей электроники - от полупроводниковых детекторов - через КАМАК и до компьютера - с использованием программ экспрессной обработки.

В предыдущие годы за курсом Ядерной электроники следовал курс Автоматизации физического эксперимента и обработки данных. Курс включал Практикум.

К сожалению, этот курс сейчас исключен, что создает значительный пробел в подготовке студентов.