

преобразователи и их применение в научных исследованиях. Под ред. Е. К. Завойского. М.: Наука, 1978.

Горн Л. С., Хазанов Б. И. Позиционно-чувствительные детекторы. М.: Энергоиздат, 1982.

Заневский Ю. В. Проволочные детекторы элементарных частиц. М.: Атомиздат, 1978.

Б. С. Розов, В. Г. Выскуб, В. А. Канцеров и др. Измерительные сканирующие приборы. М.: Машиностроение, 1980.

Корж В. И., Кусков В. Е., Степин В. Я. Детекторы рентгеновского излучения на приборах с зарядовой связью (обзор). — ПТЭ, 1982, № 3, с. 7—19.

Координатно-чувствительные детекторы/В. Р. Клейменов, Ю. Н. Коблик, В. Н. Кузьмин, Б. С. Мазитов. Ташкент: ФАН Узбекской ССР, 1979.

Петраков А. В., Харитонов В. М. Высокоточные телевизионные комплексы для измерения быстродействующих процессов. М.: Атомиздат, 1979.

Прибытков В. И., Розов Б. С. Автоматизация обработки следов в твердых трековых детекторах (обзор). — ПТЭ, 1975, № 4, с. 7—12.

АЛФАВИТНО-ПРЕДМЕТНЫЙ УКАЗАТЕЛЬ

Автоподстройка по спектральной линии 47

Активный делитель напряжения для ФЭУ 40

Акустический съём информации 382
АЛУ — арифметическо-логическое устройство 342

Амплитудный анализатор:
многоканальный 285
одноканальный 267

Амплитудная перегрузка усилителей 97

Амплитудно-временное преобразование 273

Амплитудный спектр:
дифференциальный 260
интегральный 259

Аналоговые окна 302

Ассоциативные системы 303

Блок-схема программы 351
БЭИСИК 353

Ветвевая система КАМАК 338

Весовые резисторы 185

Временной анализатор с ЗУ 245

Временной анализатор-селектор 240

Временная привязка 200, 220

Времяамплитудные преобразователи 231

Времязависимый фильтр 90

Время разрешения счетчиков 120

Газоразрядные счетчики 9

Гашение счетчика Гейгера:
входной цепью 33

электронными схемами 35

Годоскоп 225

Голографическое ЗУ 309

Детекторы излучений 5

Диодный дискриминатор 261

Дискриминатор:
напряжения 262
нуля 204
тока 265

Дискриминация по форме 112

Дифференциальная схема совпадений 216

Дозирующая емкость 173

ЕЗ-система 340

Живое время 290

Задержанные совпадения 207, 227

Зарядочувствительный усилитель:
для детекторов большой емкости 73

с оптоэлектронной связью 72
с резистивно-емкостной связью 70
Запоминающее устройство (ЗУ).
на ферритах 183
оптоэлектронное 196, 308
полупроводниковое 193
с записью на магнитном носителе 196

Импульсная ионизационная камера 6
с сеткой 8
Инкрементный режим 191
Интегрирующая ячейка 171
Интеллектуальный контроллер 345
Интенсиметр:
линейный 173
логарифмический 174
цифровой 176

КАМАК-система 326, 330, 340
Каркас (крейт) 332
Каскад с общей базой 32
Каскодная схема 72
Квазигауссов формирователь 89
Кодирование:

интервалов времени 235
координат 389

Код:
двоичный 149
двоично-десятичный 156, 177
двоично-пятеричный 178
параллельный 179
последовательный 179

Компаратор 264
Контроллер 336
Координатно-чувствительный детектор 359, 365
Коррекция задержек в детекторах 252
Коррелятор-усреднитель 309, 311
Корреляционный спектрометр 314, 321

Коэффициент усиления:
КЭУ 41
усилителя 62
ФЭУ-38

КЭУ — каналный электронный умножитель 42

Линейное пропускание 108

Линейный усилитель 61

Логические элементы 124
на токовых переключателях 131
с насыщенными ключами 127
с ненасыщенными ключами 129

Магистральный канал 328, 332

Магнитный барабан 186
— диск 186

Магнитострикционная линия задержки 257, 375

Мажоритарная схема совпадений 219

Массовая память 306

Матричный временной анализатор-селектор 242

— дешифратор 161, 181

Метод добавочного импульса 271

Метод:

дозирования 242

поразрядного взвешивания 279

совпадений и антисовпадений 197

статистического разравнивания 280

Микроканальные пластины 368

Микропроцессор 341, 344

Мини-ЭВМ 327

Модуль 335

Наложения сигналов 51, 103

Нейтронный спектрометр по времени пролета:

на ускорителях 230, 355

с механическим прерывателем 198

Нониусный метод 229

Операционный усилитель 65

Оптимальная фильтрация 84

Отрицательная обратная связь 62

Параметрический усилитель 76

ПЗС — прибор с зарядовой связью 371

Погрешности счета:

амплитудных анализаторов 289

временных анализаторов 249

счетчиков 168

Полупроводниковый детектор 13

Постоянная составляющая 99

Преобразователь кода 182, 183

Проволочная камера (съем информации):

дрейфовая 380

искровая 374, 376

пропорциональная 379

Программное обеспечение систем 350

Пропорциональный счетчик 8

Просмотровый стол 390

Псевдослучайная последовательность 319

Равновесный импульс 102

Радиальная система КАМАК 337

РАП — регистр адреса памяти 342

Регистр 179

Режекция наложений 103

Резистивно-емкостной метод 362

Резистивный метод 359

Реперный световой импульс 46

РОН — регистр общего назначения 342

Световые индикаторы 160
Система реального времени 348
Сканирование:
 бегущим лучом ЭЛТ 392
 лазерным лучом 393
Слежение по треку 389, 395
Случайные совпадения 224
Составной повторитель 31
Спиральное сканирование 391
Стабилизация сцинтилляционного
счетчика 43
Ступенчатый АЦП 284
Схема включения:
 газоразрядного счетчика Гейгера 9
 детектора с интегрированием тока 19
 импульсной ионизационной камеры 6
 ионизационной камеры с сеткой 8
 канального электронного умножителя (КЭУ) 42
 полупроводникового детектора 14
 пропорционального счетчика 9
 с усилением тока детектора 19
 ФЭУ в сцинтилляционном детекторе 38
Схема определения вершины импульса 277
 совпадений 208
Сцинтилляционный счетчик:
 с ФЭУ 15
 с фотодиодом 18
Счетчик:
 двоичный 148, 164
 двоичный с параллельным переносом 150
 декадный с дополнительными связями 156
 десятичный 153, 166
 кольцевой 154, 165
 реверсивный 152
 Черенкова 18

Телевизионное считывание 383
Т-образный активный фильтр 89
Триггер:
 асинхронный RS-типа 142
 JK-типа 145

на интегральных схемах 141
на транзисторах 136
на туннельных диодах 161
синхронный RS-типа 143
Шмитта 263

Укорачивание сигналов:
 дифференцирующей CR-цепью 54
 дифференцирующей CRL-цепью 55
 компенсированной дифференцирующей цепью 55
 линиями задержки 67
Управляемая линия задержки 256
Усилительные секции 64, 68

FASTBUS — проект стандарта 340
Ферритовая матрица 188, 373
Ферритовый куб 190
Фильтры:
 активные 89
 многозвенные 88
 с управляемым коэффициентом передачи 90
 трансверсальные 93
Флоппи-диски
Форма сцинтилляционных импульсов 17
ФОРТРАН 352

Характеристики линейного усилителя 60
Хронотронный интерполятор 239

ЦАП — цифро-аналоговый преобразователь 185
цифровая стабилизация 292
Цифровые окна 301

Шумы:
 входного тока активного элемента 80
 выходного тока активного элемента 81
 контурные 79
 ФЭУ 48

Эквивалентная схема входа 81
Эквивалентный шумовой заряд 82
ЭОП — электронно-оптический преобразователь 385

ОГЛАВЛЕНИЕ

Предисловие	3
Глава I. Методы съема сигналов с детекторов излучений	5
§ 1.1. Детекторы излучений и их характеристики	5
1.1.1. Импульсные ионизационные камеры и пропорциональные счетчики	6
1.1.2. Газоразрядные счетчики	9
1.1.3. Полупроводниковые детекторы	12
1.1.4. Сцинтилляционные счетчики и счетчики Черенкова	15
§ 1.2. Основная схема включения детекторов излучений	19
1.2.1. Детекторы излучений как датчики тока	19
1.2.2. Эквивалентная схема входа	20
1.2.3. Выбор параметров входной цепи	22
1.2.4. Оценка интегрирующего действия входной цепи	26
§ 1.3. Согласование схем включения детекторов излучений с электронными устройствами	28
1.3.1. Схема связи детекторов с электронными устройствами	28
1.3.2. Передача импульсов напряжения	30
1.3.3. Передача импульсов тока	32
§ 1.4. Гашение счетчиков Гейгера	33
1.4.1. Гашение входной цепью	33
1.4.2. Электронные схемы гашения	35
§ 1.5. Фотоэлектронные умножители в сцинтилляционных счетчиках и счетчиках Черенкова	37
1.5.1. Схемы включения умножителей и фотодиодов	38
1.5.2. Стабилизация сцинтилляционных счетчиков	43
1.5.3. Подавление шумов ФЭУ	48
Глава 2. Аналоговая обработка сигналов детекторов излучений	50
§ 2.1. Задачи аналоговой обработки сигналов	50
§ 2.2. Укорачивание сигналов	51
2.2.1. Распределение сигналов во времени	51
2.2.2. Укорачивание дифференцирующей CR -цепью	52
2.2.3. Укорачивание линиями задержки	57
§ 2.3. Усиление сигналов	60
2.3.1. Характеристики и структура усилителей	60
2.3.2. Стабилизация коэффициента усиления при помощи отрицательной обратной связи	62
2.3.3. Применение интегральных операционных усилителей	65
2.3.4. Быстродействующие усилительные секции гибридного типа	68
2.3.5. Зарядочувствительный предварительный усилитель	70
2.3.6. Параметрический предварительный усилитель	76
§ 2.4. Шумы и фильтрация сигналов	78
2.4.1. Источники шумов	78
2.4.2. Эквивалентный шумовой заряд и фильтрация простыми $CR-RC$ -цепями	82
2.4.3. Оптимальная фильтрация	84
2.4.4. Многозвенные и активные фильтры	88

2.4.5. Фильтры с управляемым коэффициентом передачи и трансверсальные фильтры	90
2.4.6. Экспериментальное определение уровня шумов	95
§ 2.5. Перегрузка усилителей и восстановление постоянной составляющей	97
2.5.1. Амплитудная перегрузка	97
2.5.2. Восстановление постоянной составляющей	99
2.5.3. Метод равновесного импульса	102
§ 2.6. Режекция наложений	103
2.6.1. Виды наложений	103
2.6.2. Определение наложений на спад сигнала	105
2.6.3. Определение наложений на полезную часть сигнала	106
§ 2.7. Линейное пропускание сигналов	108
2.7.1. Схемы линейного пропускания, основанные на сложении	108
2.7.2. Ключевые линейные схемы пропускания	109
§ 2.8. Дискриминация сигналов по форме	112
2.8.1. Разделение сигналов, различающихся временем спада	112
2.8.2. Разделение сигналов с разным временем нарастания	117
Глава 3. Цифровая регистрация событий	119
§ 3.1. Характеристики регистрирующих устройств	119
3.1.1. Задачи регистрирующих устройств	119
3.1.2. Разрешающее время и погрешности счета простых регистраторов	120
§ 3.2. Логические элементы	123
3.2.1. Функции логических элементов	123
3.2.2. Классификация и параметры логических элементов на интегральных схемах	126
3.2.3. Схема с насыщенными ключами	127
3.2.4. Быстродействующие схемы с ненасыщенными ключами	129
3.2.5. Схемы с малым потреблением энергии	133
§ 3.3. Запоминающие элементы (триггеры)	135
3.3.1. Триггер и его работа в цифровых устройствах	135
3.3.2. Триггеры на интегральных схемах	141
§ 3.4. Счетчики (пересчетные схемы) на интегральных схемах	146
3.4.1. Характеристики счетчиков	146
3.4.2. Двоичные счетчики	147
3.4.3. Десятичные счетчики	153
3.4.4. Индикация показаний счетчиков	159
§ 3.5. Счетчики (пересчетные схемы) на туннельных диодах	161
3.5.1. Триггеры на туннельных диодах	161
3.5.2. Двоичные и кольцевые схемы	164
3.5.3. Многостабильные схемы	166
§ 3.6. Погрешности счета счетчиков (пересчетных схем)	167
3.6.1. Разравнивание интервалов между событиями	167
3.6.2. Выбор разрешающего времени элементов счетных схем	169
§ 3.7. Измерение средней частоты импульсов	170
3.7.1. Работа интегрирующей ячейки и погрешности измерений	170
3.7.2. Линейный интенсиметр	172
3.7.3. Логарифмический интенсиметр	174
3.7.4. Цифровой измеритель средней частоты	176
§ 3.8. Преобразование цифровой информации	177
3.8.1. Коды и их представление	177
3.8.2. Регистры	179
3.8.3. Преобразование кодов	181
3.8.4. Цифроаналоговые преобразователи (ЦАП)	185
§ 3.9. Запоминающие устройства (ЗУ)	187
3.9.1. Ферритовые ЗУ	187
3.9.2. Работа ЗУ в инкрементном режиме	191
3.9.3. Полупроводниковые ЗУ	193
3.9.4. ЗУ большой емкости	195

Глава 4. Измерение временных распределений	197
§ 4.1. Виды временных измерений	197
§ 4.2. Формирование сигналов детекторов при временных измерениях	200
4.2.1. Факторы определяющие точность временных измерений	200
4.2.2. Методы временной привязки	202
§ 4.3. Метод совпадений и антисовпадений	206
4.3.1. Основные характеристики схем совпадений и антисовпадений	206
4.3.2. Основные типы схем совпадений	208
4.3.3. Схемы совпадений на интегральных элементах	219
4.3.4. Измерение разрешающего времени схем совпадений и учет случайных совпадений	222
4.3.5. Годоскопические устройства	225
§ 4.4. Измерение и кодирование малых интервалов времени	226
4.4.1. Метод задержанных совпадений	227
4.4.2. Нониусный метод	229
4.4.3. Времяамплитудные преобразователи ($t \rightarrow A$)	231
§ 4.5. Кодирование интервалов с помощью времязадающего генератора	235
4.5.1. Измерение одного интервала за цикл	235
4.5.2. Измерение нескольких интервалов за цикл с остановкой счетчика	236
4.5.3. Измерение нескольких интервалов за цикл без остановки счетчика	237
4.5.4. Повышение точности измерения интервалов	238
§ 4.6. Временные анализаторы-селекторы с индивидуальными регистраторами в каналах	240
4.6.1. Схема с времязадающим генератором и кольцевым счетчиком	241
4.6.2. Схема матричного типа	242
4.6.3. Метод фазирования и повышения однородности ширины каналов	242
§ 4.7. Временные анализаторы с запоминающими устройствами	244
4.7.1. Структура временного анализатора с ферритовым ЗУ	245
4.7.2. Повышение быстродействия временного анализатора разравниванием информации	246
§ 4.8. Погрешности счета во временных анализаторах	247
4.8.1. Просчеты в анализаторах-селекторах	247
4.8.2. Просчеты в анализаторах-измерителях интервалов	248
4.8.3. Выбор параметров разравнивающего устройства	250
§ 4.9. Коррекция задержек в детекторах времяпролетных спектрометров	252
4.9.1. Динамическая коррекция времени пролета	252
4.9.2. Статическая коррекция «поперечного» перемещения пучка нейтронов	257
Глава 5. Измерение амплитудных распределений	259
§ 5.1. Виды амплитудных измерений	259
§ 5.2. Интегральные дискриминаторы	261
5.2.1. Дискриминаторы импульсов напряжения	261
5.2.2. Дискриминаторы импульсов тока	265
§ 5.3. Дифференциальные амплитудные анализаторы с пороговыми дискриминаторами	267
5.3.1. Одноканальный амплитудный анализатор	267
5.3.2. Многоканальные амплитудные анализаторы с пороговыми дискриминаторами	270
5.3.3. Повышение однородности ширины каналов методом добавочного импульса	271
§ 5.4. Метод преобразования амплитуды импульсов в интервал времени и код	272

5.4.1. Элементы схем амплитудно-временных преобразователей ($A \rightarrow t$)	273
5.4.2. Преобразователь ($A \rightarrow t$) со схемой определения вершины импульса	276
§ 5.5. Кодирование амплитуд импульсов методом поразрядного взвешивания	278
5.5.1. Метод поразрядного взвешивания	279
5.5.2. Метод статистического разравнивания для повышения однородности ширины каналов	280
§ 5.6. Амплитудные кодировщики на интегральных АЦП	282
5.6.1. АЦП параллельного типа	282
5.6.2. Ступенчатые АЦП параллельно-последовательного типа	284
§ 5.7. Амплитудные анализаторы с ЗУ	285
5.7.1. Анализаторы с ферритовыми и полупроводниковыми ЗУ	285
5.7.2. Особенности анализаторов с динамическими ЗУ	288
§ 5.8. Учет погрешностей счета в амплитудных анализаторах	288
5.8.1. Блокировка входа на постоянное и переменное время	288
5.8.2. Измерения с отсчетом по «живому» времени	290
§ 5.9. Цифровая стабилизация амплитудного спектрометра	292
Глава 6. Многопараметрические и корреляционные измерения	294
§ 6.1. Особенности измерения сложных распределений	294
§ 6.2. Кодирование информации в многопараметрических анализаторах	295
6.2.1. Амплитудно-амплитудные измерения	295
6.2.2. Амплитудно-временные измерения	297
6.2.3. Кодирование информации от нескольких детекторов	299
§ 6.3. Ассоциативные системы и предварительная селекция информации	300
6.3.1. Цифровые и аналоговые окна в двухпараметрических анализаторах	300
6.3.2. Ассоциативные системы	303
§ 6.4. Многопараметрические системы с массовой памятью	306
6.4.1. Накопители с записью на магнитную ленту	307
6.4.2. Оптоэлектронные накопители	308
§ 6.5. Корреляторы-усреднители	309
6.5.1. Усреднитель с аналоговой памятью	310
6.5.2. Цифровой усреднитель	311
§ 6.6. Корреляционные времяпролетные спектрометры	313
6.6.1. Корреляционный метод в нейтронной спектрометрии	313
6.6.2. Генерирование псевдослучайной последовательности импульсов	318
6.6.3. Анализаторы и системы с ЭВМ для корреляционных спектрометров	321
Глава 7. Автоматизация измерений с помощью ЭВМ и программно-управляемых модульных систем	326
§ 7.1. Автоматизация в физических исследованиях	326
§ 7.2. Мини-ЭВМ в физическом эксперименте	327
7.2.1. Структура и характеристики мини-ЭВМ	327
7.2.2. Включение мини-ЭВМ в линию с экспериментом	329
§ 7.3. Программно-управляемые модульные системы	330
7.3.1. Модульная аппаратура и система КАМАК	330
7.3.2. Организация каркаса	331
7.3.3. Структура модулей	335
7.3.4. Многокаркасные системы	337
7.3.5. Разработка новых стандартов модульных программно-управляемых систем	339
§ 7.4. Микропроцессоры и микро-ЭВМ в модульной аппаратуре	341
7.4.1. Общая характеристика микропроцессоров	341
7.4.2. Структура однокристалльного микропроцессора и его функциональные узлы	342
7.4.3. Многокристалльные микропроцессоры	344

7.4.4. Микро-ЭВМ и интеллектуальные контроллеры	345
§ 7.5. Комплексные автоматизированные системы реального времени и их программное обеспечение	348
7.5.1. Организация систем реального времени	348
7.5.2. Особенности программного обеспечения систем	350
7.5.3. Автоматизированная система ядерного спектрометра	354
Глава 8. Автоматизация съема информации с координатно-чувствительных и трековых детекторов	358
§ 8.1. Задачи и методы автоматизированного съема информации с координатных и трековых детекторов	358
§ 8.2. Съем информации с координатно-чувствительных детекторов	359
8.2.1. Резистивный метод	359
8.2.2. Резистивно-емкостный метод	362
8.2.3. Считывание координат со сцинтилляционных детекторов	364
8.2.4. Считывание координат с полупроводниковых детекторов дискретного типа	367
8.2.5. Считывание координат с детекторов на микроканальных пластинах	368
8.2.6. Работа приборов с зарядовой связью в качестве координатно-чувствительных детекторов	370
§ 8.3. Съем информации с проволочных камер	373
8.3.1. Считывание с промежуточным запоминанием на ферритах и емкостях	373
8.3.2. Считывание с искровых камер с магнитострикционными линиями	375
8.3.3. Съем информации с пропорциональных и дрейфовых камер	375
§ 8.4. Прямые (бесфильмовые) способы съема информации с детекторов следов частиц	382
8.4.1. Акустический способ съема информации с искровых камер	382
8.4.2. Телевизионное считывание	383
8.4.3. Применение электронно-оптических преобразователей	385
§ 8.5. Автоматизация обработки фотографий следов частиц	388
8.5.1. Кодирование координат со слежением по треку	389
8.5.2. Спиральное сканирование	391
8.5.3. Сканирование бегущим лучом электронно-лучевой трубки	392
8.5.4. Сканирование и слежение лазерным лучом	393
Список рекомендуемой литературы	396
Алфавитно-предметный указатель	400