

A-941

ОБЪЕДИНЕННЫЙ
ИНСТИТУТ
ЯДЕРНЫХ
ИССЛЕДОВАНИЙ
ДУБНА



5072 / 2-77

4-79/2-77
13 - 10554

Ю.А.Афанасьев, С.Г.Басиладзе, М.В.Гусак,
С.М.Коренченко, М.И.Маркус

БОЛЬШАЯ ГИБРИДНАЯ ИНТЕГРАЛЬНАЯ СХЕМА
"СДВОЕННЫЙ КАНАЛ РЕГИСТРАЦИИ
ДЛЯ ПРОПОРЦИОНАЛЬНЫХ КАМЕР"

1977

13 - 10554

Ю.А.Афанасьев, С.Г.Басиладзе, М.В.Гусак,
С.М.Коренченко, М.И.Маркус

БОЛЬШАЯ ГИБРИДНАЯ ИНТЕГРАЛЬНАЯ СХЕМА
"СДВОЕННЫЙ КАНАЛ РЕГИСТРАЦИИ
ДЛЯ ПРОПОРЦИОНАЛЬНЫХ КАМЕР"

Направлено в ПТЭ



Афанасьев Ю.А., Басяладзе С.Г., Гусак М.В.,
Коренченко С.М., Маркус М.И.

13 - 10554

Большая гибридная интегральная схема "Сдвоенный канал регистрации для пропорциональных камер"

Описывается БГИС К405ХП1, представляющая собой сдвоенный канал регистрации сигналов с пропорциональных камер. Канал имеет следующую структуру: усилитель, дискриминатор, задержка, стробируемая схема памяти. Порог срабатывания - 1,2 мВ; временное разрешение, полученное с пропорциональной камерой, - 14 нс; задержка 400 нс - номинально; мощность, потребляемая каналом, - 200 мВт. В немагнитном корпусе размером 24x36x5 мм³ размещено 2 независимых канала.

Работа выполнена в Лаборатории высоких энергий ОИЯИ.

Препринт Объединенного института ядерных исследований. Дубна 1977

Описываемая схема является продолжением разработок электронной аппаратуры для регистрации сигналов с пропорциональных камер (ПК) на специализированных гибридных интегральных схемах (ИС), начатых усилителем-формирователем ^{1/}. Электроника регистрации, развитая на основе усилителя-формирователя ^{2,3/}, характеризуется следующими показателями: сложность ~ 2,5 корпусов ИС/канал; потребляемая мощность ~ 300 мВт/кан.; упаковка ~ 700 каналов регистрации в крейте КАМАК; для передачи сигналов используется телефонный кабель - по 1 паре на канал. Внедрение усилителя-формирователя в практику физического эксперимента позволило создать установки с числом каналов регистрации в несколько тысяч ^{4/}. Однако степень эксплуатационной надежности, трудоемкость, стоимость и габариты такой электроники делают построение установок с десятками тысяч каналов регистрации весьма трудной задачей. Описываемая схема позволит снизить сложность электроники до ~ 0,5 корп.ИС/канал; потребляемую мощность до ~ 200 мВт/кан.; сократить трудоемкость и стоимость в несколько раз. Размещение электроники регистрации непосредственно на ПК позволяет использовать экономичные системы считывания информации и резко сократить количество кабелей связи.

Структурная схема канала традиционна ^{5-7/}. Он состоит (рис.1) из усилителя с "высокоомным" входным сопротивлением, дискриминирующего одновибратора, задержки и стробируемой схемы памяти. Перед усилителем возможно подключение встроенного каскада с общей базой, обладающего низким входным сопротивлением.

Усилитель имеет линейный вход для спектрометрии. Дискриминирующий одновибратор, кроме стандартизации переднего фронта импульса, служит целям защиты одновибратора задержки от повторных входных сигналов (в интервале задержки), поскольку его время выдержки в 1,5 раза больше, чем у одновибратора задержки. Одновибраторы имеют вход регулировки времени выдержки внешним потенциалом - $U_{упр}$, кроме того, одновибратор задержки имеет вывод для точной подстройки с помощью внешнего резистора (рис.1). С одновибратора задержки снимается также сигнал "Быстрое ИЛИ". Стробируемая схема памяти имеет входные сигналы управления в уровнях NIM, а выходной сигнал - в уровнях TTL (открытый коллектор). Со схемы памяти также имеется выход ИЛИ. В одном корпусе ИС размером 24x36x5 мм³, имеющем 48 выводов, размещено 2 независимых канала, их разводка указана на рис.1. Корпус схемы немагнитный.

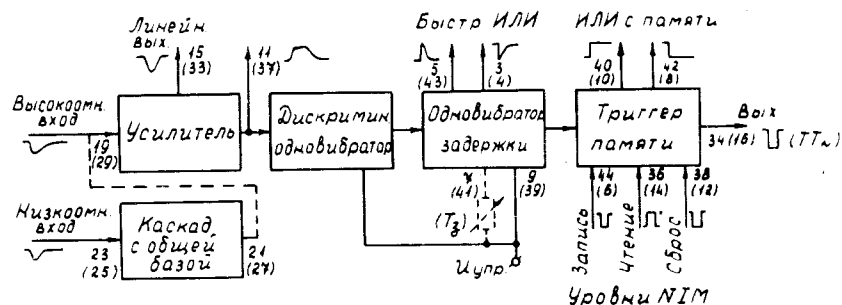


Рис.1. Структурная схема описываемого канала регистрации для ПК.

Принципиальная схема одного канала показана на рис.2. Усилитель аналогичен схеме^{1/1}, добавлен лишь транзистор смещения T_5 и несколько снижены потребляемые токи. Каскад с ОБ реализован на транзисторе T_3 , входное сопротивление его (50 Ом) обеспечено выбором величины режимного тока. Допустима непосредственная связь коллектора T_3 с входом усилителя. Усилитель имеет один внешний элемент - блокировочный конденсатор $C_{бл} \geq 1$ мкФ*. Необходима также внешняя цепь защиты входа усилителя от пробоев ПК. Вывод для $C_{бл}$ может быть использован также для регулировки порога срабатывания схемы, путем подачи в эту точку небольшого смещающего тока.

Дискриминирующий одновибратор ($T_9 \div T_{13}$) и одновибратор задержки ($T_{14} \div T_{16}$) выполнены по классической схеме с эмиттерной связью, с диодом (D_1, D_2) для сокращения времени восстановления. Транзисторы T_{12}, T_{16} и дополнительный источник смещения (T_{17}) ликвидируют зависимость времени выдержки от изменения напряжения питания E_2 . Кроме защиты от повторных импульсов, дискриминирующий одновибратор защищает одновибратор задержки при перегрузках усилителя сигналами большой амплитуды. В этом случае на выходе усилителя импульс существенно удлиняется, что приводит к продлению импульса с дискриминирующего одновибратора. На выходе усилителя при перегрузках возможны также выбросы обратной полярности. Для предотвращения сокращения времени выдержки дискриминирующего одновибратора в этом случае включен транзистор T_{10} .

Сигнал с выхода одновибратора задержки дифференцируется (конденсатор 51 пФ), передний фронт его используется в схеме "Быстрое ИЛИ" (T_{18}), а задний служит для записи в триггер памяти ($T_{21} \div T_{25}$) через ворота T_{19}, T_{20} . Режим схемы памяти и напряжение источника дополнительного смещения (транзистор T_{29}) выбраны таким образом, чтобы обеспечить слабое насыщение транзисторов в триггере и логические уровни, позволяющие работать по входам "Запись", "Чтение", "Сброс" с сигналами NIM. С памяти также имеется

* Возможна установка $C_{бл}$ внутри ИС.

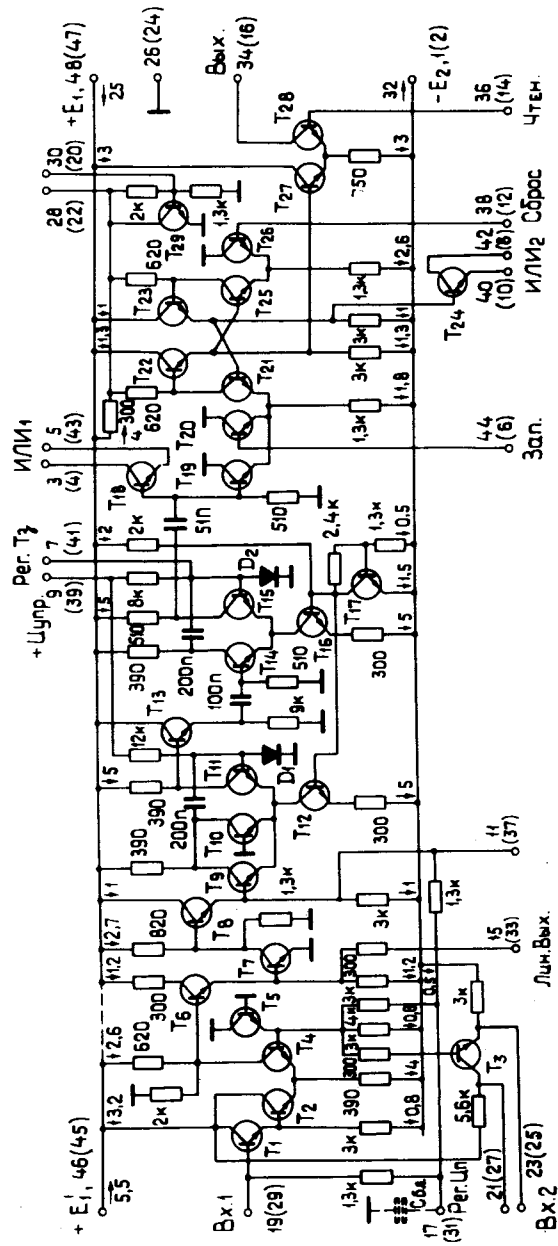


Рис.2. Принципиальная схема канала регистрации для ПК.

выход для организации сигнала ИЛИ (T_{24}); сигнал чтения может быть снят в уровнях TTL.

КРАТКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ КАНАЛА

Усилитель

Входное сопротивление:

- а) высокоомный вход - 1,3 К;
- б) низкоомный вход - 50 Ом.

Коэффициент усиления:

- а) по линейному выходу - 15;
- б) по основному выходу - 300;
- в) по основному выходу с низкоомного входа - 300 мВ/мкА.

Длительность фронтов в линейном режиме

- не более 50 нс.

Динамический диапазон по линейному выходу

- не менее 50 (над порогом срабатывания).

Время восстановления при 100-кратной перегрузке

- не более 100 нс (см. график на рис.3).

Дискриминирующий одновибратор

Порог срабатывания:

- а) номинальный - 1,2 мВ ($t_{и} = 60$ нс),
- б) минимальный - 0,5 мВ,

в) для положительных входных сигналов

- не ниже 0,7 В.

Собственное "гуляние" /8/

- 20 нс (см. график на рис.3).

Мертвое время:

а) время выдержки

- в 1,5 раза больше длительности импульса одновибратора задержки.

б) время восстановления

- не более 15% от времени выдержки.

Стойкость к перекрестным наводкам

- нет срабатывания при приходе на соседний канал сигнала амплитудой до 300 мВ.

Дрейф порога:

а) с изменением питания

+ 3В (E_1)

- 3В (E_2)

- менее +0,3 мВ/В;

- менее +1,5 мВ/В;

б) с изменением температуры

- менее 0,5%/°С.

Одновибратор задержки

Величина задержки:

а) номинально

- 400 нс, при $U_{упр.} = +3В$;

б) диапазон регулирования

- не менее ± 150 нс.

Дрейф задержки:

а) с изменением питания

+ 3В (E_1)

- 3В (E_2)

- менее +3%/В;

- менее -3%/В;

б) с изменением температуры

- -0,2%/°С.

Схема памяти

Уровни сигналов управления

- 0 ÷ -0,8 В (NIM).

Уровни выходного сигнала

- 0 ÷ -3 мА (TTL

с открытым коллектором).

Минимальная длительность импульсов:

а) записи

- 15 нс,

б) чтения

- 40 нс,

в) сброса

- 20 нс.

Потребляемая мощность

- 200 мВт/кан.

На рис.4 и рис.5 приведены результаты испытания канала от ПК, имевшей сигнальные проволочки диаметром 20 мкм, намотанные с шагом 2 мм, состав газа: Ag + + 20% CO₂ + 2% C₂H₅OH. К входу усилителя были подключены 24 проволочки. Зависимость (эффективности регистрации сигналов с ПК от величины напряжения пи-

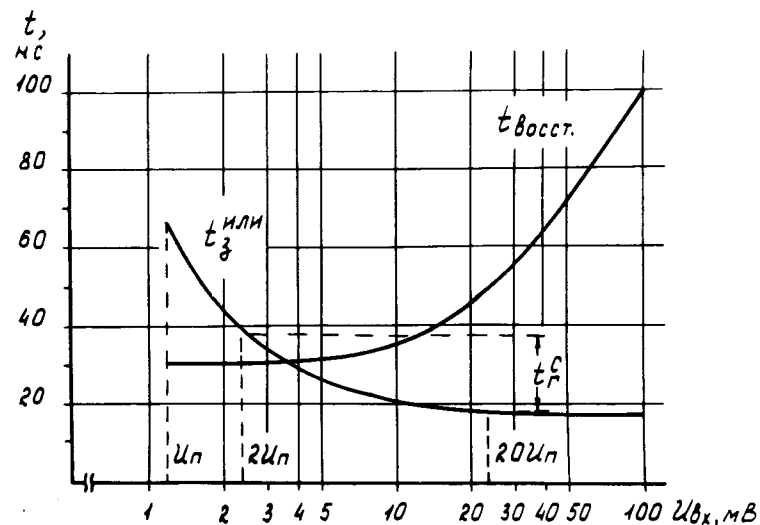


Рис.3. Зависимость времени восстановления усилителя на уровне порога дискриминатора и задержки срабатывания дискриминирующего одновибратора (с выхода ИЛИ₁) от амплитуды входного сигнала.

тания на камере приведена на рис.4а. Пунктирной линией показана эта же зависимость для набора из 24 усилителей-формирователей^{/1/} с объединенными по "проводному ИЛИ" выходами. Сдвиг начала плато на 200 В с исследуемым каналом объясняется уменьшением амплитуды сигналов с ПК, за счет возрастания паразитной емкости при объединении 24 проволочек. Как видно из рис.4б, при уменьшении количества объединенных проволочек (с 24 до 6) точка начала плато сдвигается в сторону меньших напряжений. На рис.5 приведены результаты измерений разрешающего времени ПК с данным каналом. Видно, что схема позволяет достичь величины временного разрешения ~14 нс, т.е. не вносит существенного вклада в собственное разрешение ПК.

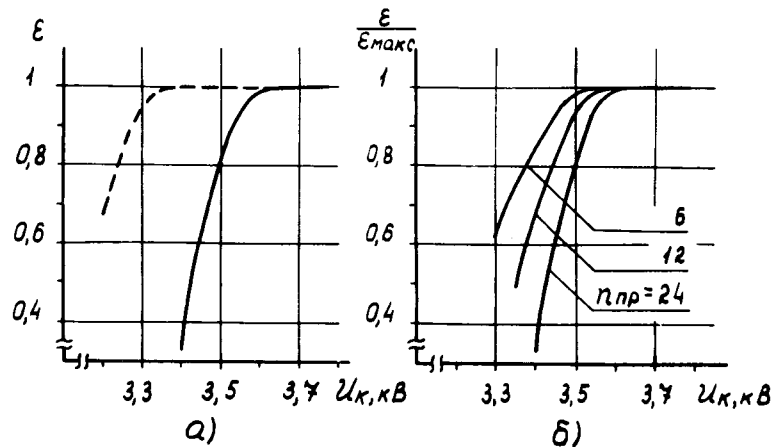


Рис.4. График зависимости эффективности регистрации от величины напряжения на камере - а) и относительной эффективности регистрации от величины напряжения на камере, при различном числе объединяемых сигнальных проволочек - б).

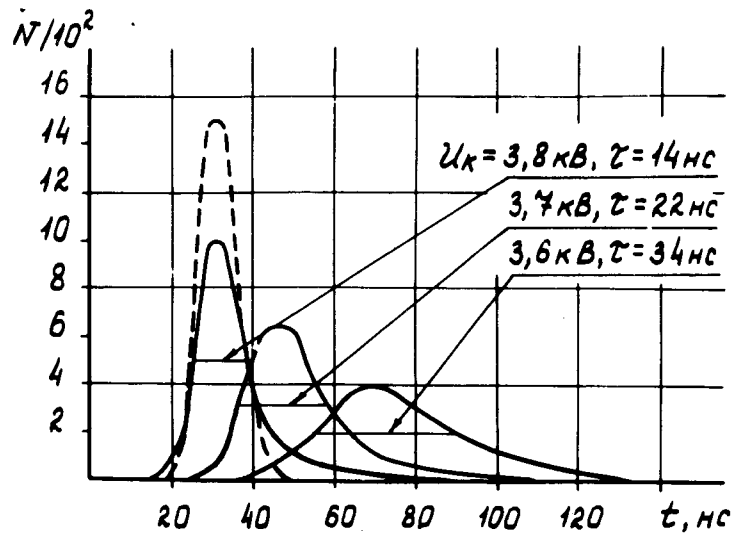


Рис.5. Временное распределение сигналов при различных напряжениях на камере. Пунктиром показаны результаты, полученные с усилителями-формирователями /1/ при $U_k = 3,8 \text{ кВ}$.

В заключение авторы выражают признательность И.Ф.Колпакову и А.Н.Синаеву за поддержку работы, Н.А.Кучинскому - за исследование ряда элементов схемы.

Литература

1. Бару С.Е., и др., ПТЭ, 1975, № 4, с.105.
2. Аблеев В.Г. и др. ОИЯИ, 13-8829. Дубна, 1975.
3. Бару С.Е. и др. Труды II Международного совещания по методике проволочных камер. Дубна, 17-20 июня 1975, ОИЯИ, Д13-9164, 1975, с.264.
4. Аблеев В.Г. и др. ОИЯИ, 13-8967, Дубна, 1975.
5. Larsen R. Report SLAC-PUB-1160, Stanford, 1972.
6. Schultz G. et al. Nucl. Instr. and Meth., 1974, vol.115, p.605.
7. Le Croy Catalogue, Spring 1975, Type L 7205, USA, N.Y. 1975.
8. Басиладзе С.Г. ОИЯИ 13-8911, Дубна, 1975.

Рукопись поступила в издательский отдел
4 апреля 1977 года