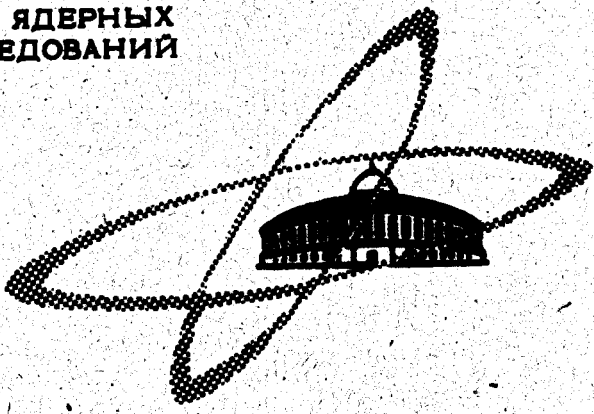


20/41-70

Н-626
ОБЪЕДИНЕННЫЙ
ИНСТИТУТ
ЯДЕРНЫХ
ИССЛЕДОВАНИЙ

Дубна

13 - 5083



Н.М. Никитюк, В. Попельский, В.Н. Семенов

ЛАБОРАТОРИЯ ВЫСОКИХ ЭНЕРГИЙ

БЛОК АМПЛИТУДНО-ВРЕМЕННОГО
ПРЕОБРАЗОВАТЕЛЯ БАП-1024 СО СЧЕТЧИКОМ
НА ИНТЕГРАЛЬНЫХ МИКРОСХЕМАХ
И СВЕТОВОЙ ИНДИКАЦИЕЙ

1970

13 - 5083

Н.М. Никитюк, В. Попельский, В.Н. Семенов

БЛОК АМПЛИТУДНО-ВРЕМЕННОГО
ПРЕОБРАЗОВАТЕЛЯ БАП-1024 СО СЧЕТЧИКОМ
НА ИНТЕГРАЛЬНЫХ МИКРОСХЕМАХ
И СВЕТОВОЙ ИНДИКАЦИЕЙ

Направлено в ПТЭ

Объединенный институт
ядерных исследований
БИЯЦ-СОУТА

8381/2 чр

В в е д е н и е

Блок амплитудно-временного преобразователя (БАП-1024) представляет собой прибор для измерения импульсных (длительностью 0,2+1 мксек) и медленно изменяющихся напряжений с амплитудой 0,1+10 в. Точность измерения 0,1%. Измеряемое напряжение представляется в виде серий импульсов в последовательном коде и в виде двоичного параллельного кода с выхода десятиразрядного счетчика, выполненного на интегральных микросхемах. Прибор может работать в следующих режимах:

1. Измерение импульсных напряжений любой полярности с внешним стробированием и без него.
2. Измерение постоянных (медленно изменяющихся напряжений) с внешним стробированием и с запуском вручную с помощью кнопки.
3. В режиме контроля.

II. Технические характеристики БАП-1024

1. Число каналов - 1024.
2. Мертвое время - $(16+0,4N)$ мксек, где N - число каналов.
3. Стабильность порога - 0,1 кан/градус С.
4. Стабильность коэффициента преобразования - 0,3 кан/градус С.
5. Интегральная линейность - лучше 0,1%.

6. Дифференциальная линейность $\pm 1\%$.
7. Диапазон входных амплитуд $- 0,1 \pm 10$ в.
8. Длительность входного сигнала $0,2 \pm 1$ мсек.
9. Полярность входных сигналов - любая.
10. Полярность входного сигнала при изменении медленно изменяющихся напряжений - отрицательная.
11. Выходные сигналы представлены импульсами в последовательном коде с частотой 2 ± 7 мГц и параллельным 10-разрядным кодом с уровнями $+0,2 \pm 3$ в и $-0,5 \pm 7$ в.
12. Полярность стробирующего импульса - положительная с амплитудой 5 в и длительностью $0,3 \pm 0,5$ мсек.
13. Напряжение питания: -24 в $\pm 5\%$, 100 ма; $+24$ в $\pm 5\%$, 100 ма; $+3$ в $\pm 5\%$, 100 ма; $+6$ в - 60 ма.
14. Стабилизация параметров - внешняя (с помощью ЭВМ).

III . Описание блока БАП-1024

Общий вид прибора показан на рис. 1. Блок содержит две печатные платы. На одной плате монтируются: линейные ворота, фазоинвертор и аналого-цифровой преобразователь (АВП). На второй плате монтируется счетчик со схемой задержки импульса конца измерения. В связи с этим возможны две модификации прибора.

Первая модификация (БАП-1024А) содержит в себе только одну плату без счетчика. Вторая модификация прибора (БАП-1024Б) содержит в себе обе платы.

С целью унификации в приборе используется стандартный блок от стойки с размерами 160×80 .

Этот блок стойки может быть заменен блоком типа ШБ 160×80 от стандартной стойки ОИЯИ.

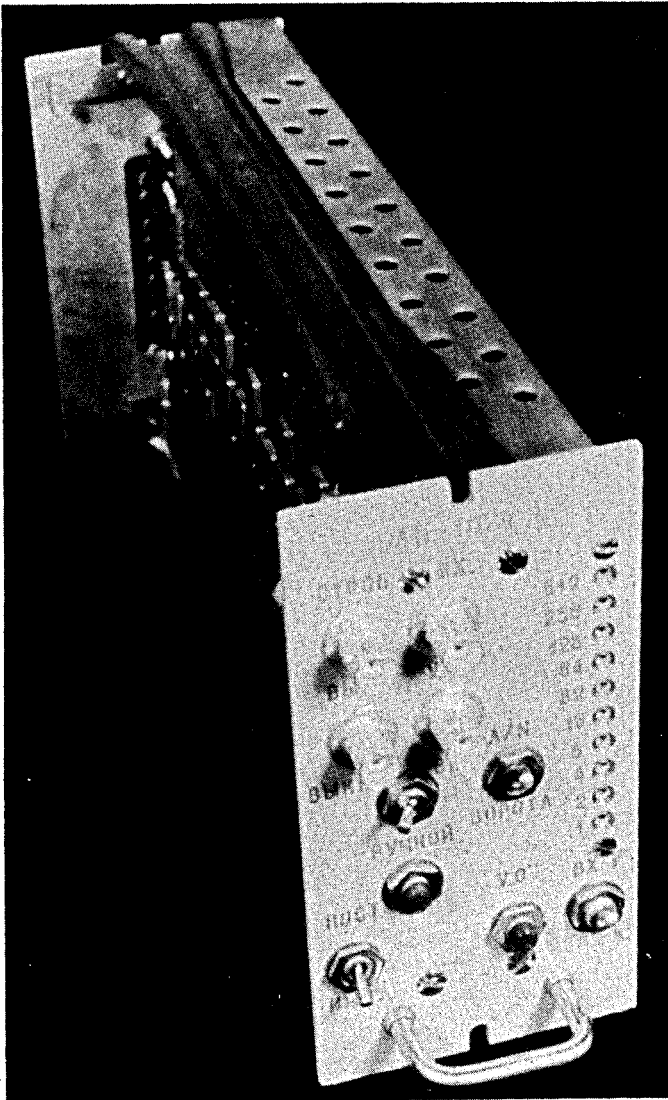


Рис. 1. Общий вид прибора.

На рис. 2 и 3 изображены схемы передних панелей БАП-1024-Б и БАП-1024А .

На передней панели прибора БАП-1024Б расположены:

1) Световая индикация состояния счетчика с гравировкой "1", "2", "4", "8", "16", "32", "64", "128", "256", "512".

2) Высокочастотные разъемы с гравировкой:

- а) "Вход",
- б) "Выход",
- в) "Строб",
- г) "Конец серии",
- д) У "0".

3) Тумблер с гравировкой "Вход V", "Вход А" для переключения входа прибора на положительный или отрицательный входной импульс.

4) Тумблер с гравировкой "Ворота" - А/Н . В положении "Ворота" к входу преобразователя подключаются линейные ворота. В положении тумблера А/Н входной сигнал поступает непосредственно на вход преобразователя.

5) Тумблер с гравировкой "Пост.", "Имп" для переключения на измерение импульсных и медленно изменяющихся напряжений.

6) Кнопка с гравировкой У "0", с помощью которой вручную триггеры счетчика устанавливаются на нуль.

7) Кнопка с гравировкой "Один", с помощью которой можно изменять медленно изменяющиеся уровни напряжения без внешнего запуска.

8) Тумблер с гравировкой "Однокр" - "Выкл." для отключения сброса счетчика при работе в однократном режиме.

Отличия схемы передней панели прибора БАП-1024-А от схемы передней панели БАП-1024-Б видны из рис. 3.

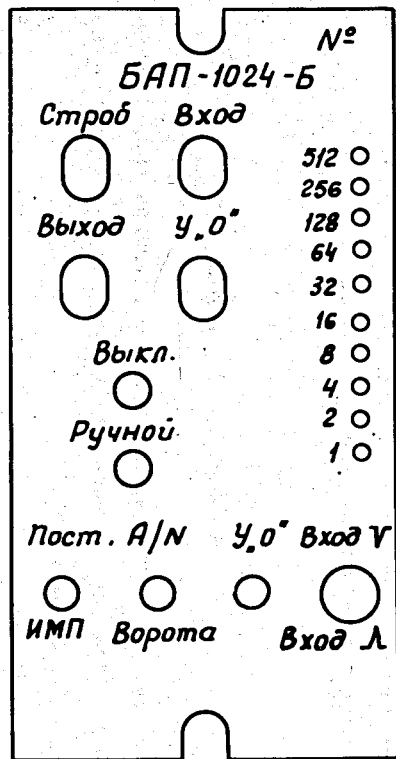


Рис. 2. Схема передней панели БАП-1024-Б.

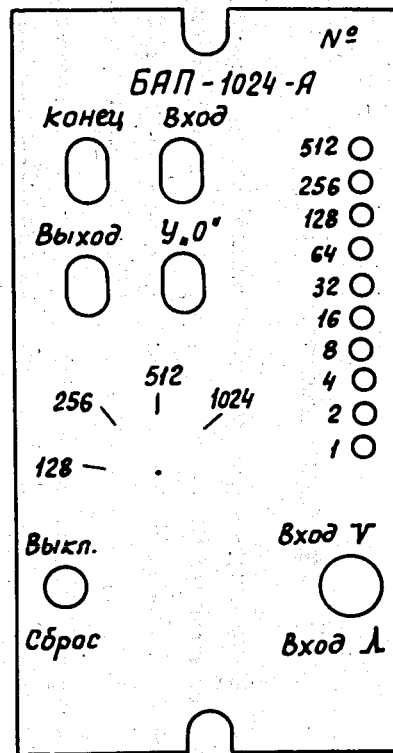


Рис. 3. Схема передней панели БАП-1024-А.

IV . Ответная часть прибора

В таблице 1 представлена разводка питания и выходных уровней напряжения с выходов счетчика. В зависимости от требований выходные уровни напряжения на выходном разъеме могут быть представлены в виде $0,3 \text{ в } \pm -12 \text{ в}$ или $+0,2 \text{ в } \pm +3 \text{ в}$.

V . Блок-схема прибора

Блок-схема амплитудно-временного преобразователя приведена на рис. 4. Входной импульс через фазоинвертор (ФИ) и линейные ворота (ЛВ) поступает на зарядное устройство (ЗУ) и заряжает емкость C до пикового значения амплитуды входного сигнала. Емкость C затем линейно разряжается генератором постоянного тока (ГПТ) до начального уровня. Начало и конец разряда конденсатора фиксируются схемой выделения интервала разряда (Φ). Импульс, длительность которого пропорциональна времени разряда, запускает генератор цугов (ГЦ). Выход генератора цугов соединен со входом счетчика. Код на выходе счетчика соответствует амплитуде измеряемого импульса.

VI . Принципиальные схемы

В данном приборе за основу были взяты принципиальные схемы линейных ворот и амплитудно-временного преобразователя, разработанные в Лаборатории ядерных реакций /1/.

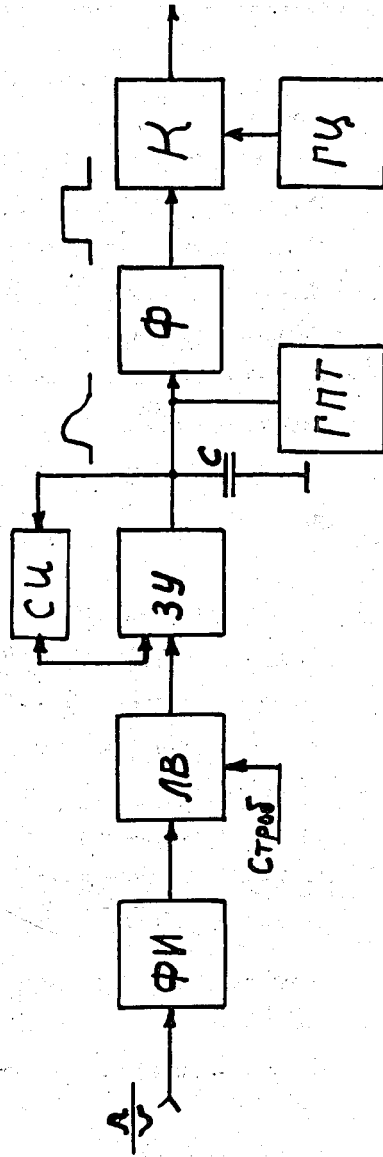


Рис. 4. Блок-схема прибора.

Таблица 1

№ контакта	
1 а	Земля
2 а	Выход 1 разряда 0 в + 3 в
3 а	Выход 2 разряда 0 в + 3 в
4 а	Выход 3 разряда 0 в + 3 в
5 а	Выход 4 разряда 0 в + 3 в
6 а	Выход 5 разряда 0 в + 3 в
7 а	Выход 6 разряда 0 в + 3 в
9 а	Выход 8 разряда 0 в + 3 в
0 а	Выход 9 разряда 0 в + 3 в
1 в	Земля
2 в	
3 в	Выход 1 разряда 0 в + -7 в
4 в	Выход 2 разряда 0 в + -7 в
5 в	Выход 3 разряда 0 в + -7 в
6 в	Выход 4 разряда 0 в + -7 в
7 в	Выход 5 разряда 0 в + -7 в
8 в	Выход 6 разряда 0 в + -7 в
9 в	Выход 7 разряда 0 в + -7 в
0 в	Выход 8 разряда 0 в + -7 в
1 с	Земля
2 с	+3 в
3 с	Выход 9 разряда 0 в + -7 в
4 с	+6 в
5 с	Конец измерения
6 с	Выход 10 разряда 0 в + -7 в

Продолжение таблицы 1

№ контакта	
7 с	-12 в
8 с	+24 в
9 с	-24
0 с	Выход 10 разряда 0 в +3 в

1. Схема линейных ворот с фазоинвертором

Схема линейных ворот с фазоинвертором представлена на рис. 5. Фазоинвертор (транзисторы $T_1 + T_6$) служит для инвертирования входных сигналов положительной полярности. Для этого тумблер B_2 необходимо поставить в положение "Вход А". С выхода фазоинвертора входной сигнал отрицательной полярности через контакты 6-4 тумблера B_2 поступает на контакт 1 тумблера B_1 . Если тумблер B_1 находится в положении А/Н, то импульс, минуя линейные ворота, поступает непосредственно на вход преобразователя. Если тумблер B_1 находится в положении "Ворота", входной сигнал поступает на вход линейных ворот. При измерении импульсных напряжений тумблер B_3 должен находиться в положении "Имп.". В этом случае входной сигнал через эмиттерный повторитель (T_7) через тумблер B_3 , эмиттерный повторитель T_8 поступает на вход ворот. Между эмиттерными повторителями T_7 и T_8 предусмотрена возможность включения линии задержки с целью согласования во времени входного импульса и импульса запуска ("строб").

Линейные ворота состоят из двух последовательных ключей (D_9 , T_9 , D_{10} , T_{10}). Сигнал "строб" положительной полярности через емкость

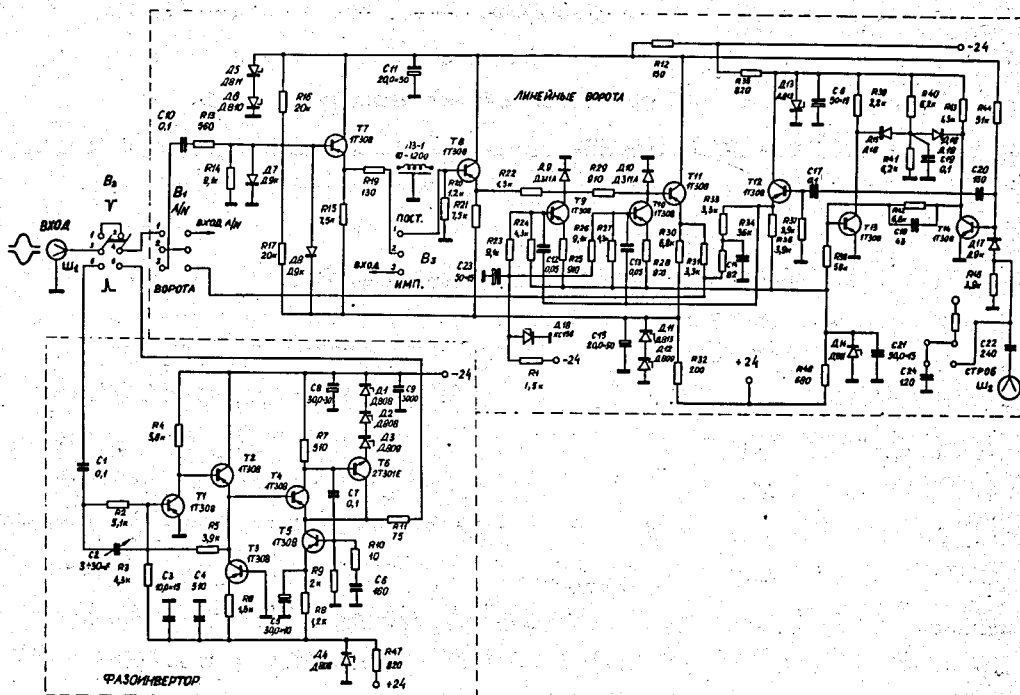


Рис. 5. Схема линейных ворот с фазоинвертором.

C_{22} запускает одновибратор (транзисторы T_{13} , T_{14}). Одновибратор формирует импульс положительной полярности длительностью 0,3 мксек, который через емкость C_{17} , эмиттерный повторитель T_{12} поступает на базы транзисторов T_9 , T_{10} . В исходном состоянии транзисторы T_9 , T_{10} находятся в режиме насыщения. В результате транзисторы T_9 , T_{10} запираются и на выходе линейных ворот возникает импульс отрицательной полярности, равный входному, который через эмиттерный повторитель T_{11} , тумблер B_1 поступает на вход преобразователя. На выходе линейных ворот осуществляется импульсное вычитание "предоставля" (цепь $R_{33}R_{34}$). Для измерения медленно изменяющихся уровней напряжения тумблер B_2 необходимо поставить в положение "Вход V", тумблер B_1 - в положение "Ворота", тумблер B_3 в положение "Пост". В этом случае входной уровень напряжения отрицательной полярности поступает на вход линейных ворот через тумблер B_3 и эмиттерный повторитель T_8 . На вход преобразователя с выхода линейных ворот в случае наличия импульса "строб" поступит импульс отрицательной полярности, амплитуда которого равна значению медленно изменяющегося напряжения в момент стробирования. Постоянные уровни напряжения можно измерять и без внешнего запуска (однократный режим). Для этого на лицевой панели прибора имеется кнопка, на которой смонтирован генератор одиночных импульсов (ГОИ) типа RC. Импульс с ГОИ поступает на запуск одновибратора. При работе в однократном режиме тумблер B_4 (смотри схему счетчика на рис.8) необходимо поставить в положение "Однокр.". В этом случае отключается сброс счетчика на "0" импульсом конца серии и на счетчике сохраняется код измеряемого импульса.

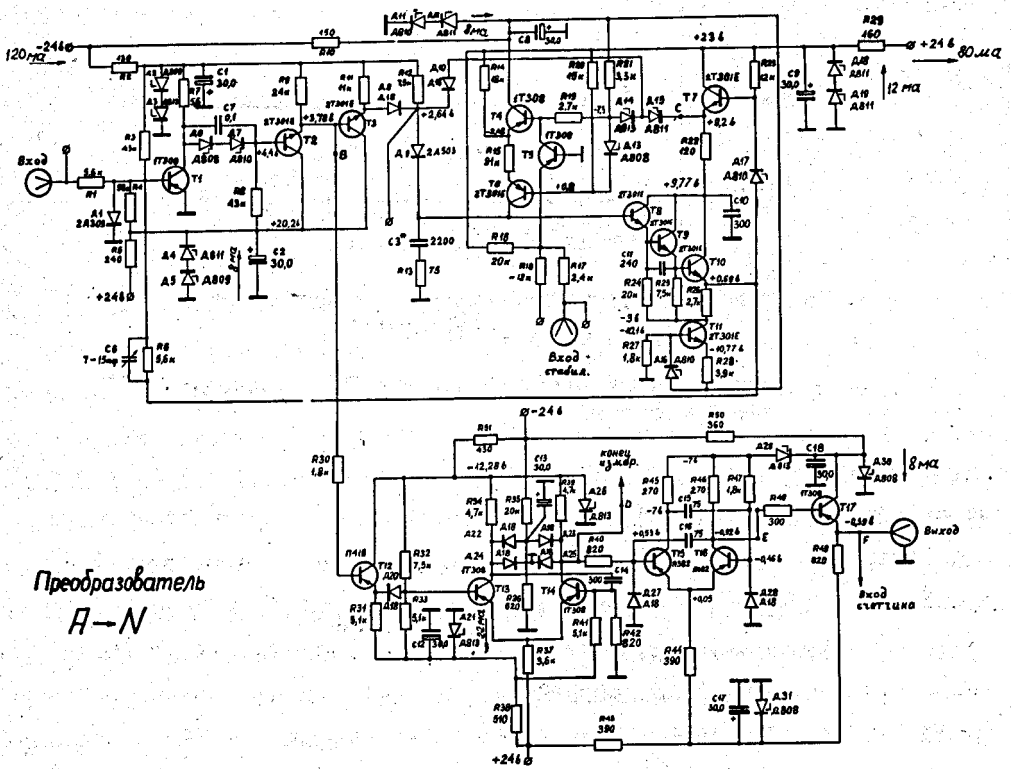
2. Схема амплитудно-временного преобразователя

Принципиальная схема амплитудно-временного преобразователя (АВП) изображена на рис. 6. Зарядное устройство построено на транзисторах T_1, T_2, T_3 . Входной импульс поступает на емкость C_3 и заряжает ее до пикового значения. Зарядное устройство охвачено обратной связью (R_6, C_9). В качестве повторителя в цепи обратной связи зарядного устройства использован составной повторитель на кремниевых транзисторах $T_8 + T_{10}$. В схеме повторителя транзистор T_{11} является токозадающим для $T_8 + T_{10}$, транзистор T_7 через диод Д810 поддерживает неизменным напряжение между коллектором и базой транзисторов T_8, T_9, T_{10} . Разрядное устройство ($T_4 + T_6$) нормально работает в режиме линейного разряда. В момент спада входного импульса заряжающий диод (D_9) запирается и начинается линейный разряд емкости. Импульс напряжения, соответствующий длительности закрытого состояния диода (длительности линейного разряда) с выхода эмиттерного повторителя (T_{17}), формируется дифференциальным усилителем (T_{20}, T_{21}) и подается на генератор кодовых импульсов ($T_{22} + T_{24}$), с выхода которого цуг импульсов поступает на вход счетчика и на высокочастотный разъем. Частота импульсов в цуге составляет 5+7 мГц.

На рис. 7 представлены осциллограммы импульсов в характерных точках АВП.

3. Счетчик

Десятиразрядный счетчик (рис. 8) построен на интегральных микросхемах ($M_1 + M_{10}$) с миниатюрной световой индикацией ($L_1 + L_{10}$), выведенной на переднюю панель блока. Усилители индикации $M_{14} + M_{15}$ также выполнены на интегральных микросхемах. Между выходами триг-



Преобразователь
 А-В

Рис. 6. Схема амплитудно-временного преобразователя.

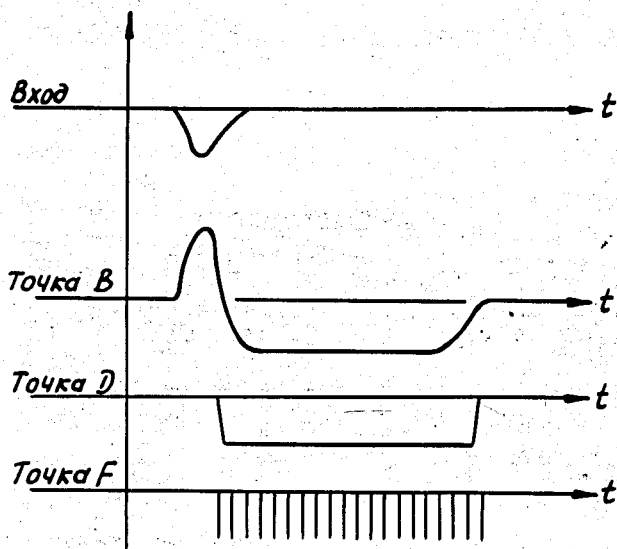


Рис. 7. Осциллограммы импульсов в характерных точках АВП.

геров и входами усилителей индикации включены эмиттерные повторители на микросхемах $M_{11}+M_{13}$. Выходы эмиттерных повторителей также выведены на разъем. Двоичной единице соответствует потенциал +3 в, а двоичному нулю - 0 в. Кроме того на одной плате со счетчиком помещены 10 инверторов на транзисторах 1Т308 для преобразования потенциала +3 в на -7 в. Таким образом, на выходе блока в случае необходимости сигнал "1" может быть представлен потенциалом +3 в или потенциалом -7 в на нагрузке 300 ом. Микросхема M_{16} служит для согласования выходов генератора цугов и входа счетчика (0+3 в). Микросхема M_{17} представляет собой одновибратор и служит для задержки сброса счетчика на 15+20 мсек, что позволяет визуально по световой индикации контролировать работу амплитудно-цифрового преобразователя с помощью генератора точной амплитуды. Микросхема M_{19} необходима для согласования выхода микросхемы M_{17} с входами установки на "0" триггеров счетчика. На "0" счетчик может устанавливаться тремя способами:

1. Вручную с помощью кнопки КН, расположенной на передней панели.
2. Автоматически с помощью микросхем $M_{17} + M_{19}$. На вход микросхемы M_{19} поступает импульс со схемы выделения интервала разряда (эмиттерный повторитель T_{12} или выход дифференциального усилителя T_{14}).
3. От внешнего импульса.

VII . Калибровка прибора

Прибор калибруется с помощью генератора точной амплитуды для измерения импульсных напряжений и высокоточного цифрового вольтметра для измерений постоянных уровней напряжения. Если частота генератора точной амплитуды невелика (40+50 гц), а задержка сброса счетчика составляет 10+15 мсек, то калибровку прибора можно производить визуально с помощью световой индикации. Пределы измеряемых напряжений можно задавать или с помощью заряжающей емкости или с помощью емкостей C_{15} , C_{16} (см. схему АВП). Для калибровки прибора по постоянному напряжению необходимо тумблер B_4 поставить в положение "Однократн.". В этом случае автоматический сброс счетчика на "0" отключается. С помощью кнопки КН₂ (см. рис. 2) запускается ГОИ, который вырабатывает стробирующий импульс. В этом случае на счетчике фиксируется значение входного напряжения в момент выработки стробирующего импульса.

В таблице 2 приведены результаты измерения импульсов длительностью 1 мксек. Импульсы подавались с генератора точной амплитуды типа RGI . Как видно из таблицы 2, интегральная нелинейность прибора в диапазоне 0,1+10 в не хуже 0,1%. Измерение дифференциальной

нелинейности не производилось. Следует отметить, что значение дифференциальной нелинейности не хуже 1%, как это указывается в /1/.

В таблице 3 приведены результаты измерения постоянного напряжения в диапазоне 0,1+8 в. Как видно из табл. 3, точность измерения не хуже 0,2%. Величина задаваемого напряжения контролировалась с помощью электронного цифрового вольтметра типа ВК7-10А/1.

VIII . Эксплуатация прибора

Прибор готов к работе через 15 мин после включения стабилизированных напряжений +24 в, -24 в, +6 в и +3 в. Для измерения импульсных напряжений тумблер B_1 необходимо поставить в положение А/Н, тумблер B_2 в положение "Вход V" или "Вход А", тумблер B_3 в положение "Имп.", тумблер B_4 поставить в положение "Выкл.". Необходимо отметить, что АВП преобразует в цифровой код импульсы отрицательной полярности. Наличие фазоинвертора при изменении импульсов положительной полярности приводит к дополнительным искажениям. Поэтому целесообразно измерять импульсы отрицательной полярности. Для измерения постоянных и медленно изменяющихся напряжений турмблер B_1 необходимо поставить в положение "Ворота", тумблер B_1 в положение "Вход V", тумблер B_3 в положение "Пост.". Положение тумблера B_4 зависит от того, происходит ли измерение с помощью внешнего стробирования или вручную. Если измерение производится с помощью внешнего стробирующего импульса, то на вход "Строб" подается импульс положительной полярности. Тумблер B_4 в этом случае необходимо поставить в положение "Выкл.". Для измерения постоянного напряжения вручную тумблер B_4 необходимо поставить в положение "Однокр.". В режиме контроля на вход прибора подается напряжение или от генератора точной амплитуды или от эталонного источника постоянного напряжения.

Таблица 2

U	0,1	0,2	0,4	0,6	0,8	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
N	11	21	41	62	82	101	200	300	401	500	600	701	800	901	1000
ΔN		10	20	20	21	19	99	100	101	101	99	100	101	99	99

Таблица 3

U	0	0,090	0,4020	0,5030	0,6020	0,7020	0,8030	0,9070	1,0050	1,
N	10	16	43	52	61	70	78	88	96	104
ΔN		6	27	9	9	9	8	10	8	8
U	1,701	1,805	1,907	2,000	3,000	4,000	5,000	6,006	7,006	8,006
N	155	163	173	182	269	356	446	534	627	717
ΔN	9	8	10	9	87	87	90	88	93	90

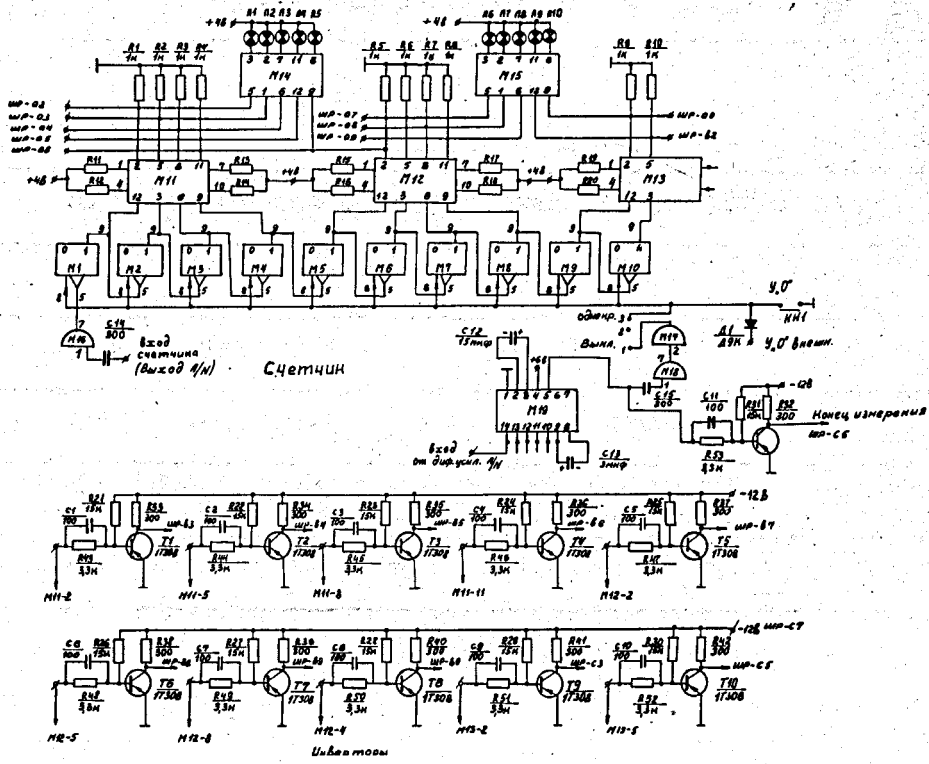


Рис. 8. Схема счетчика с индикацией на интегральных микросхемах.

Л и т е р а т у р а

1. Э.Г. Имаев, Ке Ен Сун, В.И. Приходько, А.М. Сухов, В.Г. Тишин.
Препринт ОИЯИ Р-10-3332, Дубна, 1967.

Рукопись поступила в издательский отдел
28 апреля 1970 года.