

1. НАЗНАЧЕНИЕ ИЗДЕЛИЯ

1.1. Предусилитель спектрометрический зарядочувствительный ПУ-Г-1К2 (далее по тексту предусилитель, предусилители, ПУ) предназначен для линейного преобразования выходного сигнала от детекторов гамма-излучения в импульсы напряжения и их предварительного усиления. Предусилитель применяется в спектрометрах энергий гамма-излучений с германиевыми детекторами типа ДГДК и любыми другими полупроводниковыми детекторами, имеющими обратные токи не более Ю⁻⁹ А.

1.2. Предусилитель предназначен для эксплуатации в условиях, определяемых ГОСТ 22261—82 для приборов группы 2.

2. ТЕХНИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ

2.1. Предусилитель обеспечивает требуемые параметры и характеристики через 30 мин после включения.

2.2. Полярность входного сигнала положительная или отрицательная.

2.3. Питание предусилителя осуществляется от источников постоянного напряжения. Параметры источников питания, токи и мощность, потребляемые предусилителем, указаны в табл. 1.

Таблица 1

Напряжение, В	Потребляемый ток, мА, не более	Нестабильность, %, не более	Пульсация при токе нагрузки 100 мА, мВ, не более	Потребляемая мощность, Вт, не более
24 ±0,24	45	0,5	5	2,45
минус 24 ±0,24	55	0,5	5	

2.4. Предусилитель обеспечивает непрерывную работу в течение 24 ч.

2.5. Выходное сопротивление (50 ±5) Ом.

2.6. Максимальная линейная амплитуда выходного импульса на нагрузке 1 кОм от минус 3 до 3 В.

2.7. Максимальная нагрузка по выходу предусилителя не менее $5 \cdot 10^4 \text{ с}^{-1}$, при этом смещение центроида пика не более 0,5%, уширение пика не более 50%.

2.8. Нестабильность коэффициента преобразования за 24 ч непрерывной работы не более ±0,05%.

2.9. Дополнительная погрешность коэффициента преобразования при изменении температуры не более ±0,015%/°С.

2.10. Номинальные, допустимые и действительные значения основных технических характеристик предусилителя приведены в табл. 2.

Таблица 2

Характеристики	Значение величины		
	номинальное	допустимое	действительное
Энергетический эквивалент шумов (при Свх-0) при постоянных времени формирующих цепей "t формир = 2 мкс, кэВ, не более		0,8	0,7
Наклон шумовой характеристики при янных времении формирующих цепей Л. формир = 2 мкс, эВ/пФ, не более		45	31
"К. формир = 4 мкс, эВ/пФ, не более		30	23
Динамическая входная емкость при емкости полупроводникового детектора до 40 не менее		5000	6500

Время нарастания выходного Свх = 0) на нагрузке 1 кОм, не, не Постоянная времени спада пульса, мкс	50	30 50...65	28 63
Максимальное рабочее электрическое постоянное напряжение на входе ПИТАНИЕ Дт, В, не более при этом смещение центроиды пика, %, не уширение пика, кэВ, не более энергетическое разрешение, кэВ, не более		4000 0,2 0,15 0,9	

2.11. Коэффициент преобразования предусилителя (300 ±100) мВ/МэВ.

2.12. Интегральная нелинейность коэффициента преобразования предусилителя не более ±0,05 %.

2.13. Габаритные размеры предусилителя не более 116X76X65 мм.

2.14. Масса предусилителя не более 0,35 кг.

2.15. Средняя наработка на отказ предусилителя не менее 40 000 ч.

2.16. Средний срок службы предусилителя не менее 8 лет.

2.17. Содержание драгоценных материалов и цветных металлов в пред усилителе:

золото — 0,1 г; серебро — 0,132 г; алюминий — 113 г;

бронза — 10,5 г; латунь — 135,5 г.

4. УСТРОЙСТВО И ПРИНЦИП РАБОТЫ ПРЕДУСИЛИТЕЛЕЙ

4.1. Назначение соединителей:

Дт — для подключения полупроводникового детектора; ПИТАНИЕ Дт — для питания полупроводникового детектора; ПИТАНИЕ ±24 В — для питания предусилителей; ГЕНЕР — для подачи сигнала генератора на вход предусилителя;

ВЫХОД 1 — выход секции токового усиления

ВЫХОД 2 — выход зарядочувствительной секции.

4.2. Конструктивно предусилители выполнены на двух платах: секция входная А1 и плата предусилителя А2.

4.3. Секция входная А1 предусилителей представляет собой входной каскад зарядочувствительной секции, выполненный на полевом транзисторе VT1.

4.4. Предусилители ПУ-Г-1К2 представляют собой малошумящие спектрометрические зарядочувствительные усилители, состоящие из зарядочувствительной секции и секции токового усиления (приложение 1).

Зарядочувствительная секция выполнена на полевом транзисторе VT1 входной секции А1 и транзисторах VT1—VT7 платы предусилителя А2, секция токового усиления выполнена на транзисторах VT8—VT13.

4.5. Зарядочувствительная секция представляет собой усилитель напряжения с емкостной отрицательной обратной связью.

Импульс тока, поступающий с полупроводникового детектора Дт, в чувствительном объеме которого произошло взаимодействие гамма-кванта с материалом проводника, интегрируется на емкости обратной связи С5 зарядочувствительной секции. Амплитуда импульса напряжения на выходе зарядочувствительной секции слабо зависит от изменения емкости, подключаемой ко входу предусилителя (вход Дт)

Сигнал с полупроводникового детектора через разделительную емкость С1 поступает на затвор полевого транзистора VT1.

Нагрузкой полевого транзистора является высокочастотный дроссель L1 платы предусилителя А2. Со стока транзистора VT1 входной секции А1 сигнал поступает на базу транзистора VT2 платы предусилителя А2, включенного по схеме с общим коллектором. Нагрузкой каскада является входное сопротивление каскада с общей базой на транзисторе VT3. Коллекторной нагрузкой транзистора VT3 является динамическое сопротивление транзистора VT4 со стороны коллектора. С коллектора VT3 поступает сигнал на базу транзистора VT6, включенного по схеме с общим коллектором. Эмиттерной нагрузкой данного транзистора является динамическое сопротивление транзистора VT5, шунтированное входным сопротивлением каскада на транзисторе VT7. С эмиттера VT6 сигнал поступает на базу

транзистора VT7.

Введение положительной обратной связи с эмиттера VT8 через цепочку VD2 и C16 в коллекторную цепь транзистора VT4 и VT6 позволяет получить высокий коэффициент усиления по напряжению каскада с общей базой и существенно снизить входную емкость со стороны базы транзистора VT6. Сигнал с эмиттера VT7 через цепочку C17 и R26 поступает на базу транзистора VT8.

Постоянная времени спада импульса определяется дифференцирующей емкостью C17, резистором R25 и входным сопротивлением VT8 ($\tau_{сп} = 50 \text{ мкс}$).

Потенциометр R24 и резистор R27 устраняют выброс обратной полярности («компенсация полюса нулем»), появляющийся при дифференцировании импульсов, поступающих с выхода зарядочувствительной секции через конденсатор C17 на вход токовой секции. Установка «компенсация полюса нулем» производится на предприятии-изготовителе.

Для стабилизации режима по постоянному току зарядочувствительная секция охвачена гальванической отрицательной обратной связью через резистор R2 входной секции A1. Коэффициент преобразования секции определяется емкостью обратной связи входной секции A1.

4.6. Каскад, выполненный на транзисторе VT1 платы предусилителя A2, служит для задания тока стока полевого транзистора. Ток стока регулируется потенциометром R1 платы предусилителя A2.

4.7. Цепочка R5, C3 платы предусилителя A2 служит для коррекции формы переходной характеристики.

4.8. Цепочка задания заряда C2 входной секции A1 от генератора импульсов стабильной амплитуды на входе предусилителя позволяет производить настройку и энергетическую калибровку предусилителя и всего спектрометрического тракта.

4.9. Цепочка подачи рабочего напряжения на полупроводниковый детектор, состоящая из R1 и C3, R4 и C4 входной секции A1 служит для подавления пульсаций и наводок и уменьшения их вклада в суммарный шум предусилителя в полосе пропускания, формируемой последующими блоками спектрометрической установки.

4.10. Потенциометр R11 платы предусилителя A2 служит для установки напряжения на стоке полевого транзистора VT1 входной секции A1.

4.11. Потенциометр R23 платы предусилителя A2 служит для установки нулевого потенциала на выходе предусилителя.

4.12. Секция токового усиления на транзисторах VT8—VT13 представляет собой дифференциальный усилитель, охваченный глубокой отрицательной обратной связью по постоянному току и переменному току, имеющий высокую стабильность, линейность, широкий динамический диапазон амплитуд и быстрые временные характеристики.

Коэффициент усиления токовой секции определяется соотношением резисторов R32, R33.

4.13. Предусилители позволяют производить измерения соединительным кабелем длиной до 2 м. При работе на длину соединительного кабеля до 25 м на выходе кабеля должен быть включен согласующий резистор 50 Ом, при этом технические характеристики, указанные в разделе 2, не гарантируются.

5. УКАЗАНИЯ МЕР БЕЗОПАСНОСТИ

5.1. К эксплуатации предусилителей допускается персонал, обслуживающий электронно-физическую аппаратуру, которая применяется совместно с детекторами ДГДК.

5.2. Персонал должен быть проинструктирован и обучен безопасным приемам работы в соответствии с действующими правилами для работы на электроустановках, правилами работы с детекторами и с настоящей инструкцией по эксплуатации.

5.3. При работе предусилителя с детекторами необходим соблюдать следующие предосторожности:

5.3.1. Электронные блоки спектрометрического тракта должны быть надежно заземлены. Если заземление вносит искажение в точность измерений (наводки, увеличение ширины шумовой дорожки, контролируемой по осциллографу с выхода основного усилителя), допускается не заземлять каркас, в котором находится основной усилитель и источник питания усилителя и предусилителя, а также генератор точной амплитуды, но обязательно ограждать их временными ограждениями с предостерегающими плакатами и применять защитные средства. При этом должны выполняться следующие требования:

- а) исправность детектора, кабелей Питания предусилителя и электронной аппаратуры должна регулярно проверяться визуально и путем проверки целостности цепей, при этом особое внимание следует обратить на надежность соединения корпусных жил и экранов кабелей;
- б) все подключения и отключения кабелей от предусилителя и между приборами осуществлять в

отключенном от сети состоянии, в необходимых случаях, переключение органов управления, сигнальных цепей проводить одной рукой, вторая рука оператора не должна касаться электропроводных поверхностей.

5.3.2. При соединении предусилителя с детектором и последующим спектрометрическим трактом сначала необходимо все кабели соединить с детектором, а затем с соответствующими блоками спектрометрического тракта, которые должны быть отключены от сети.

ВНИМАНИЕ! При подсоединении или отсоединении высоковольтного кабеля к предусилителю высоковольтный блок питания спектрометрической аппаратуры должен быть выключен.

5.4. При ремонте разборку предусилителя следует начинать не раньше, чем через 15 мин после выключения высокого напряжения.

6. ПОДГОТОВКА ИЗДЕЛИЯ К РАБОТЕ

6.1. Убедитесь в надежности заземления спектрометрического тракта.

6.2. Убедитесь, что тумблер СЕТЬ источника питания детектора находится в положении **ВЫКЛЮЧЕНО**, показание на лимбе нулевое и установлена требуемая полярность напряжения питания полупроводникового детектора.

6.3. Подключить предусилитель к источнику питания.

ВНИМАНИЕ! Для подключения питания предусилителя необходимо изготовить кабель на основе розетки РС-04-04К, входящей в комплект поставки предусилителя. Распайку кабеля произвести согласно электрическим схемам предусилителя и усилителя.

6.4. Проверка на работоспособность предусилителя при подаче на вход сигнала генератора.

6.4.1. Соединить приборы по схеме рис. 1, установить переключатель полярности сигнала генератора в положение «POS» и установить амплитуду сигнала генератора 0,8—1 В, контролируя сигнал по осциллографу.

6.4.2. Подключить осциллограф к выходу предусилителя по схеме рис. 2 и наблюдать выходной сигнал отрицательной полярности предусилителя на экране осциллографа.

6.4.3. Установить переключатель полярности сигнала генератора в положение «NEG» и наблюдать выходной сигнал предусилителя положительной полярности на экране осциллографа.

6.5. Соединить приборы по схеме рис. 3.

ВНИМАНИЕ! Для подключения предусилителя в спектрометрическом тракте необходимо изготовить кабели на основе розеток РС-00К и РС-02К, входящих в комплект поставки предусилителя.

6.6. Включить в сеть все блоки спектрометрического тракта, кроме источника питания детектора **ПИТАНИЕ Дт**. Установить на блоке усиления спектрометрическом (далее по тексту блок усиления) постоянные времени формирующих цепей $t_{\text{формир}} = 2$ мкс, переключатель **УСИЛЕНИЕ** в положение, обеспечивающее амплитуду сигнала с выхода усилителя не более 10 В, контролируя сигнал по осциллографу.

6.7. **ВНИМАНИЕ!** Включить высоковольтный блок. Постепенно ступенями по 100 В увеличивать напряжение питания **Дт**. После каждого увеличения напряжения контролировать восстановление сигнала генератора по осциллографу.

Установить оптимальное напряжение, указанное в паспорте на детектор.

Предусилитель готов к работе через 15 минут.

6.8. **ВНИМАНИЕ!** Выключение оптимального напряжения детектора производить в обратной последовательности, контролируя восстановление сигнала по экрану осциллографа.

Примечания:

1. Несоблюдение требований пп. 6.8 и 6.7 может привести к выходу из строя предусилителя.
2. Скорость изменения напряжения питания **Дт** не более 15 В/с.

Схема соединения приборов при проверке на работоспособность предусилителя

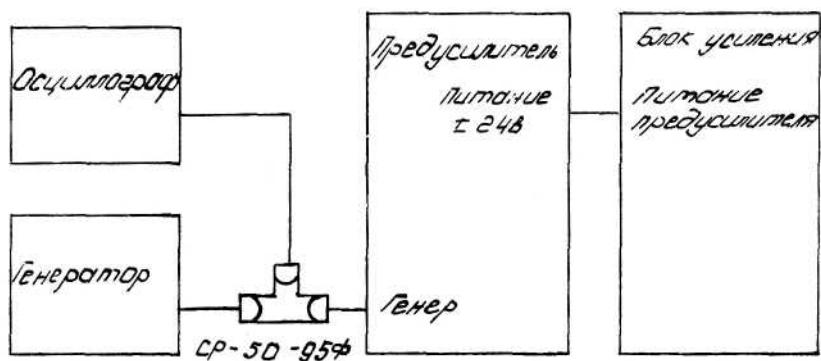


Рис. 1

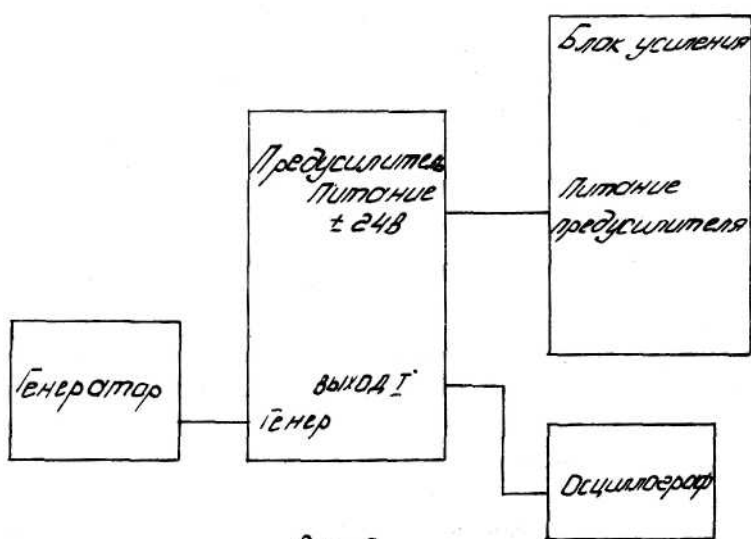


Рис. 2

7. ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБСЛУЖИВАНИЕ

7.1. Техническое обслуживание предусилителей должно проводиться потребителем не реже 1 раза в месяц.

7.2. Порядок технического обслуживания

7.2.1. Промыть разъемы Дт и ПИТАНИЕ Дт предусилителей этиловым спиртом.

7.2.2. Протереть разъемы Дт и ПИТАНИЕ Дт тампоном из бязи.

7.2.3. Просушить разъемы Дт и ПИТАНИЕ Дт в потоке теплого воздуха в течение 10 мин.

8. МЕТОДЫ И СРЕДСТВА ПОВЕРКИ

Настоящий раздел устанавливает методы и средства первичной Поверки предусилителей зарядочувствительных спектрометрических ПУ-Г-1К2. Предусилитель должен периодически, один раз в год, подвергаться поверке.

8.1. Операции поверки

8.1.1. При проведении поверки должны выполняться следующие операции:

- 1) Определение энергетического эквивалента шумов (по методике п. 8.5.2.1)
- 2) определение наклона шумовой характеристики (по методике п. 8.5.2.2)
- 3) определение коэффициента преобразования (по методике
- 4) определение интегральной; нелинейности коэффициента преобразования (по методике п.8.5.2)

Поверке подвергаются предусилители, находящиеся в эксплуатации, на хранении и выпускаемые из ремонта.

8.2. Средства поверки

8.2.1. При проведении поверки должны применяться средства поверки, указанные в табл. 4.

Таблица 4

Наименование средств поверки.	Нормативно-технические характеристики
Генератор импульсов точной амплитуды	Нестабильность амплитуды импульсов не более $\pm 0,01\%$ за 24 ч Интегральная нелинейность плавной установки амплитуды не более $\pm 0,01\%$ (например, генератор фирмы ORTEC, США, модель 448)
Детектор гамма-излучения германиевый дрейфовый	Детек/гор должен измерять энергетическое распределение гамма-излучения в диапазоне энергий от 0,05 до 10 МэВ (например, ДГДК-2-50А)
Блок питания высоковольтный	Максимальное выходное рабочее напряжение 4 кВ. Ток нагрузки 100 мкА (БНВ-31-01)
Блок усиления импульсный	Уровень шумов не более 4 мкВ Коэффициент усиления от 1 до 2500 Постоянные времени формирования 1, 2, 4, 8 мкс (например, БУИ-3К)
Набор образцовых спектрометрических гамма-источников Амплитудный анализатор	Например, ОСГИ ТУМ ^А -03—Й2 2 разряд Ширина канала 1,25 мВ Интегральная нелинейность не более 0,05% (например, АМ-А-02Ф2)
Осциллограф	Диапазон измеряемых напряжений 15 мВ-60 В Диапазон измеряемых интервалов времени 50 нс—500 мс (например, С1-65)
Конденсатор параллельный	Емкость 39 пФ

Примечания:

1. Допускается проводить поверку предусилителя в составе спектрометрического тракта, в котором он используется. Методы измерения основных параметров по ГОСТ 26874—86
2. Разрешается применение других аналогичных средств поверки, обеспечивающих измерение соответствующих параметров с требуемой точностью.
3. Средства поверки должны быть исправны и иметь документы о государственной или ведомственной поверке, проведенной в установленном порядке.

8.3. Условия поверки

8.3.1. При проведении поверки должны соблюдаться следующие условия:

температура окружающей среды $(20 \pm 5)^\circ\text{C}$;

относительная влажность $(65 \pm 15)\%$ при температуре воздуха $(20 \pm 5)^\circ\text{C}$;

атмосферное давление (100 ± 4) кПа;

отклонение напряжения питания от номинального значения не более $\pm 1\%$.

Питающая сеть не должна иметь резких скачков напряжения, рядом с рабочим местом не должно быть источников сильных магнитных и электрических полей.

8.4. Подготовка к поверке

8.4.1. Перед проведением поверки должны быть выполнены следующие подготовительные работы:

проверка наличия технической документации;

размещение блока на рабочем месте, обеспечив при этом удобство работы;

проведение технического обслуживания по п. 7.1 и протирка тампоном из бязи, смоченным этиловым спиртом, разъема на детекторе ДГДК, просушка его в потоке теплого воздуха в течение 10 мин;

соединение всех зажимов защитных заземлений между собой и с земляной шиной помещения;

подача питающих напряжений на предусилитель до начала электрических измерений и прогрев его в течение не менее 30 мин.

8.5. Проведение поверки

8.5.1. Внешний осмотр

При проведении внешнего осмотра должно быть установлено соответствие предусилителя

следующим требованиям:

- комплектность;
- маркировка;
- отсутствие механических повреждений, влияющих на работоспособность предусилителя;
- чистота соединительных разъемов.

При обнаружении дефектов предусилитель подлежит отправке в ремонт.

8.5.2. Определение метрологических параметров

8.5.2.1. Определение энергетического эквивалента шумов проводить в следующем порядке:

- 1) соединить приборы в соответствии с рис. 3;
- 2) установить органы управления блоков в следующие положения:

ORTEC-448

POLARITY	POS
RISE TIME (iTr)	20
TIME CONSTANT (IU)	1000
RELAY	INT OSC
PULSE/SEC	100

5ПА-01Ф;

переключатель ШИРИНА КАНАЛА, мВ	1,25
переключатель СДВИГ НУЛЯ ШКАЛЫ	все отжаты
переключатель ЧИСЛО КАНАЛОВ	все отжаты
тумблер ЗАПУСК	ВНУТР
потенциометр ДВУ, деления	9,99
потенциометр ДНУ, деления	0,1 — 1,5

БУИ-ЗК:

переключатель УСИЛЕНИЕ ГРУБО	100
переключатель 1ГФОРМИР.МКС	2
переключатель jf/X	v-
переключатель +/-	—
переключатель 0,1 / 1	1

- БНЗ-31-01:

тумблер ПИТАНИЕ	в нижнем положении
ручка установки высокого напряжения	в крайнем левом положении до упора

Установить переключатель знака, находящийся внутри блока БНЗ-31-01, в положение, соответствующее отрицательной полярности выходного напряжения.

Примечание.

Положение потенциометра ДНУ в блоке БПА-01Ф должно устанавливаться от 0,1 до 1,5 таким образом, чтобы отсесть шумы из области малых энергий.

- 3) включить питание приборов;
- 4) установить оптимальное напряжение на детекторе, указанное в паспорте на детектор.

Примечание. Во избежание выхода из строя предусилителя повышать и снижать напряжение питания ППД можно только при включенном питании предусилителя, при этом скорость изменения напряжения должна быть не более 15 В/с.

Измерение параметров проводить через 10 мин после подачи высокого напряжения.

- 5) проведение измерений;
- 6) установить источник ионизирующего излучения кобальт-57 на крышку детектора и настроить блок усиления БУИ-ЗК в соответствии с его паспортом еЛ2.035.021 ПС;
- 7) отрегулировать усиление блока БУИ-ЗК таким образом, чтобы регистрация пика с энергией 136,4 кэВ осуществлялась в четвертой тысяче каналов анализатора.
- 8) Остановить набор информации при достижении числа импульсов в максимуме пика с энергией 136,4 кэВ не менее 500, записать номера каналов максимумов пиков с энергиями 122 кэВ (N_1) и 136,4 кэВ (N_2) и произвести сброс информации;

Схема соединения приборов для измерения энергетического эквивалента шумов.

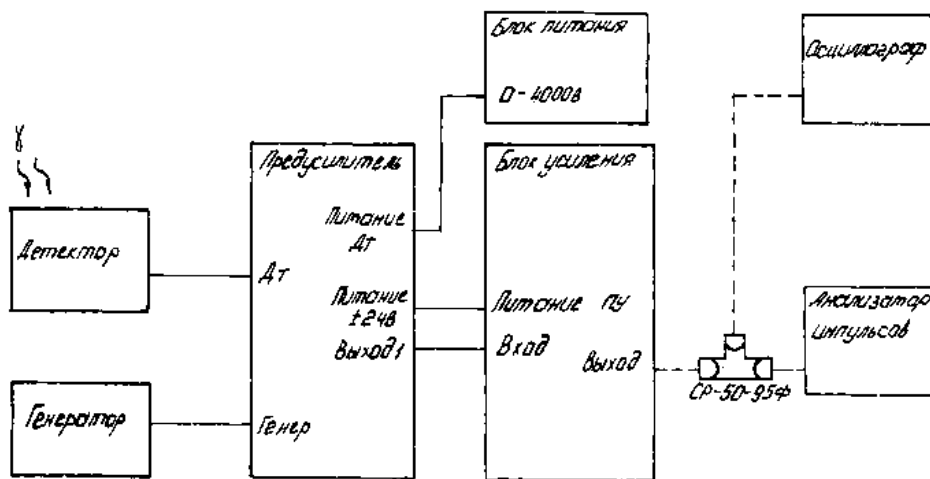


Рис. 3

- 9) убрать источник ионизирующего излучения и осуществить калибровку генератора в энергетических единицах, для чего установить регулятор амплитуды генератора PULSE HEIGHT в положение 12200, а аттенуатором ATTENUATION и нормализатором NORMALISE установить амплитуду сигнала генератора такой величины, чтобы регистрация его осуществлялась в канале $(N, \pm 5)$;
- 10) снять оптимальное напряжение детектора, отключить предусилитель от детектора, надеть заглушку на высоковольтный разъем предусилителя. Предусилитель готов к работе через 30 мин.

Примечание. Для повышения экспрессности испытаний, уменьшения влияния электрических наводок, помех, микрофонных шумов на результаты испытаний использовать при измерениях энергетического эквивалента шумов, наклона шумовой характеристики генератор с частотой следования импульсов до 1000 Гц, с длительностью импульсов не менее 500 мкс и временем нарастания не более 25 нс.

- 11) набрать спектр амплитуд сигнала генератора, определить номер канала максимума пика N_0 при нулевой емкости на входе, число импульсов в максимуме пика должно быть не менее 1000; максимум пика генератора должен располагаться в промежутке между каналами N_1 и N_2 , вывести пик на цифropечатающее устройство и произвести сброс информации; определить ширину амплитудного спектра на полувысоте ΔN с точностью $\pm 0,1$ канала.
- 12) обработка результатов

Определить энергетический эквивалент шумов при $S_{вх} = 0$ по Формуле

$$\Delta E = \frac{14,4}{N_2 - N_1} \cdot \Delta N$$

где ΔE — энергетический эквивалент шумов, кэВ;

14,4 — разность между энергиями 136,4 и 122 кэВ источника кобальт-57, кэВ;

N_1 — номер канала максимума пика спектра, соответствующего энергии 122 кэВ;

N_2 — номер канала максимума пика спектра, соответствующего энергии 136,4 кэВ;

ΔN — ширина амплитудного спектра на полувысоте пика генератора.

Полученные значения энергетического эквивалента шумов должны соответствовать требованиям табл. 2.

8.5.2.2. Определение наклона шумовой характеристики

- 1) соединить приборы в соответствии с рис. 4;
- 2) набрать спектр амплитуд сигнала генератора и определить по формуле (1) энергетический эквивалент шумов при $S_{вх} = 0$, установив X формир = 2 мкс;
- 3) подключить к разъему Дт емкость 30 пФ. Набрать спектр амплитуд сигнала генератора при подключенном конденсаторе 39 пФ (число импульсов в максимуме пика не менее 1000);
- 4) определить энергетический эквивалент шумов при $S_{вх} = 39$ пФ по формуле (1);
- 5) вычислить наклон шумовой характеристики (зависимость энергетического эквивалента шумов

предусилителя от значения входной емкости), кэВ/пФ, по формуле

$$\text{ИНЛ} = \frac{\Delta N_{\text{макс}}}{N_{\text{макс}}} \cdot 100\%,$$

где A — наклон шумовой характеристики, кэВ/пФ;

AN_i — энергетический эквивалент шумов предусилителя при подключении к его входу электрической емкости 39 пФ, кэВ;

DE — энергетический эквивалент шумов предусилителя при $C_{вх}=0$, кэВ;

C_i — значение электрической емкости конденсатора, 39 пФ;

б) выполнить действия по п.8.5.2л при $f_{\text{формир}} = 4$ мкс. Полученные значения наклона шумовой характеристики должны соответствовать требованиям табл. 2.

8.5.2.3. Определение коэффициента преобразования

1) соединить приборы в соответствии с рис. 5. Установить переключатель POLARITY генератора в положение POS.

Установить регулятор амплитуды генератора в положение 999100, соответствующее энергии 1 МэВ. Генератор должен быть откалиброван по пп. 8.5.2.1.1) — 8.5.2.1.8).

Подключить осциллограф к ВЫХОДУ 1 предусилителя в соответствии с рис. 5.

2) измерить с помощью осциллографа амплитуду выходного импульса предусилителя в милливольтках;

3) определить коэффициент преобразования A , разделив амплитуду импульса на выходе предусилителя в милливольтках на 1 МэВ, значение коэффициента преобразования должно соответствовать требованиям табл. 2.

8.5.2.4. Определение интегральной нелинейности коэффициента преобразования

1) включить приборы в соответствии с рис.6;

2) установить лимб амплитуды генератора в положение 99999 и с помощью нормализатора и аттенюатора установить на выходе предусилителя с помощью осциллографа сигнал с амплитудой 3 В. Ширину канала блока БПА-01Ф установить равной 1,25 мВ. Путем регулировки усиления блока БУИ-ЗК добиться того, чтобы пик генератора находился в конце шкалы амплитудного анализатора;

3) провести регистрацию пиков сигнала генератора в двенадцати точках: 99999, 89999, 79999...09999, 04999, 02499.

Схема соединения приборов для измерения наклона шумовой характеристики

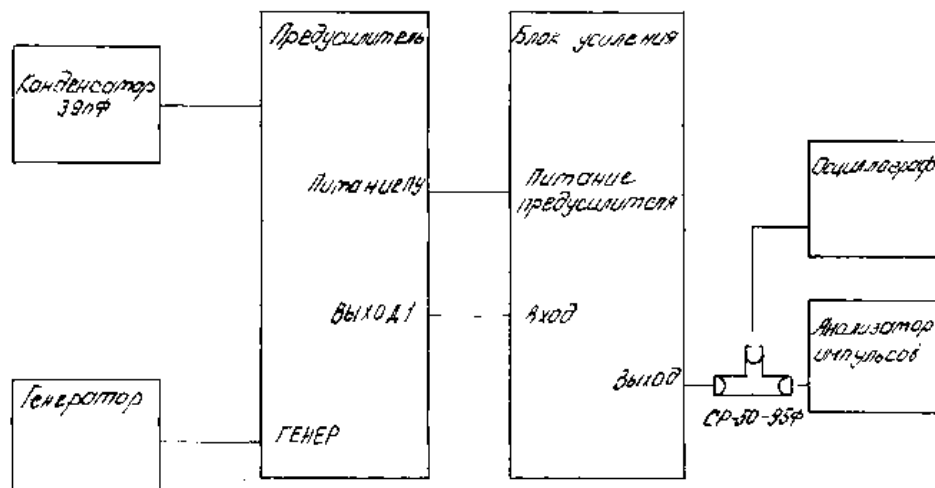


Рис. 4

Схема соединения приборов для определения коэффициента преобразования

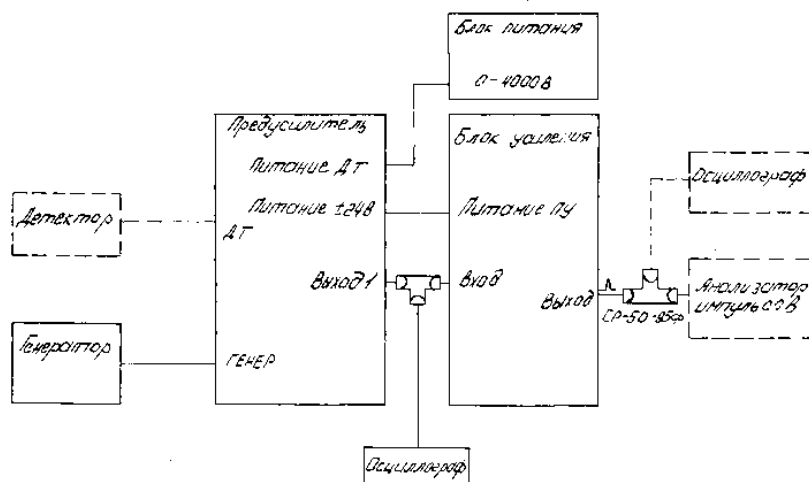


Рис. 5

Схема соединения приборов при измерении интегральной нелинейности

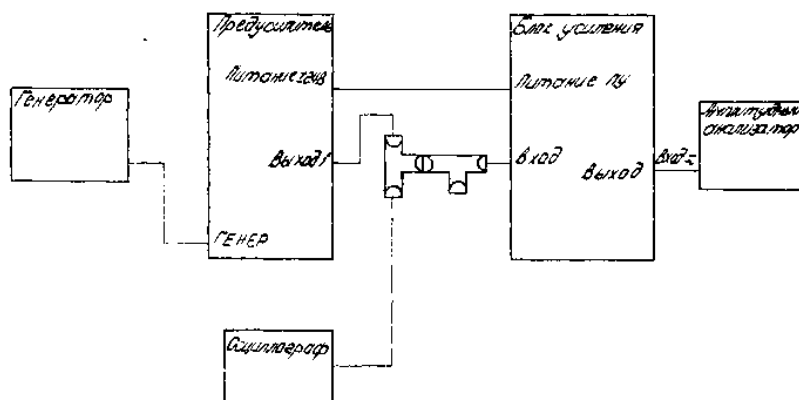


Рис. 6

Определить номера каналов, соответствующих центроидам пиков при подключенном предусилителе N_{i2} , N_n , ..., N_i ,

4) отключить кабель с выхода генератора от предусилителя. Подключить выход генератора ко входу блока БУИ-ЗК. Установить переключатель POLARITY генератора в положение NEG. Отрегулировать аттенуатором и нормализатором амплитуду генератора таким образом, чтобы регистрация пика генератора осуществлялась в канале $(N_{i2} \pm 5)$ при положении лимба генератора 99999.

Повторить действия по п. 8.5.2.4.3).

Определить номера каналов N_{V_i} , N_J , ..., N'_i , соответствующих центроидам пиков при отключенном предусилителе;

5) вычислить значение интегральной нелинейности предусилителя, %, по формуле

$$\text{ИНЛ} = \frac{\Delta N_{i\text{макс}}}{N_{i\text{макс}}} \cdot 100\%,$$

где $N_{i\text{макс}}$ — численное значение центроиды пика, определенное при совмещении пиков в положении 99999 лимба переключателя генератора по п. 8.5.2.4.4);

$\Delta N_{i\text{макс}}$ — максимальное значение разностей, рассчитанных по формуле 4, соответствующее максимальному отклонению от прямой, построенной по методу наименьших квадратов

$$\Delta N_i = N'_i - \frac{N_i - a}{b},$$

где N'_i и N_i — численные значения центроид пиков, определенных по пп. 8.5.2.4.4) и 8.5.2.4.3) соответственно. Коэффициенты линейной регрессии a и b определяются по формулам:

$$a = \frac{\sum_{i=1}^m N_i \sum_{i=1}^m (N'_i)^2 - \sum_{i=1}^m N'_i \sum_{i=1}^m (N'_i \cdot N_i)}{m \sum_{i=1}^m (N'_i)^2 - (\sum_{i=1}^m N'_i)^2} \quad (5)$$

$$= \frac{m \sum_{i=1}^m (N'_i N_i) - \sum_{i=1}^m N'_i \sum_{i=1}^m N_i}{m \sum_{i=1}^m (N'_i)^2 - (\sum_{i=1}^m N'_i)^2}, \quad (6)$$

где m — число точек при измерении интегральной нелинейности.

Полученные значения интегральной нелинейности должны соответствовать требованиям табл. 2.

8.6. Оформление результатов поверки

8.6.1. Положительные результаты поверки оформляются путем записи в паспорте предусилителя (табл.5), заверенной поверителем с нанесением оттиска поверительного клейма.

8.6.2. В случае отрицательных результатов поверки применение предусилителя запрещается. При этом на предусилитель выдается извещение о непригодности его к применению.

ВНИМАНИЕ! Наиболее частой неисправностью является выход из строя полевого транзистора VT1 входной секции A1, особенно при внезапных отключениях питающих напряжений или несоблюдении требований пп. 6.7 и 6.8.

9.2. Шумовые и спектрометрические характеристики предусилителя определяются качеством полевого транзистора VT1 входной секции A1. В случае выхода из строя для замены транзистора VT1 необходимо отобрать транзистор с крутизной $S > 15 \text{ mA/V}$ и током утечки затвора $I_{\text{ут.з.}} < 5 \cdot 10^{-11} \text{ A}$ (при $U_{\text{сн}} = 2 \text{ В}$) и ЭДС шума не более $1,2 \text{ nV/VTiX}$ при $f = 1 \text{ кГц}$.

9.3. После замены VT1 входной секции A1 проверить энергетический эквивалент шумов и наклон шумовой характеристики, при неудовлетворительном результате повторить отбор VT1 по п. 9.2.

9.4. Режимы транзисторов платы предусилителя A2 указаны в табл. 7.

Таблица 7

Обозначение	Напряжение, В		
	Э	Б	К
VT1*	14...21,5	13,3...20,8	4...10,5
VT2*	1,3...4,3	2...5	21
VT3*	1,3...4,3	0,6...3,6	минус 0,9...минус 1,7
VT4	минус 19,7	минус 19	минус 7,85...минус 8,65
VT5*	17	16,3	6...5,2
VT6*	минус 0,2...минус 1	минус 0,9...минус 1,7	минус 7,7...минус 8,5
VT7*	минус 0,9...минус 1,7	минус 0,2...минус 1	17,2
VT8	минус 0,6	0	12,6
VT9	минус 0,6	0	14,3
VT10	13,6	14,3	23,3
VT11	13,6	13,0	0,9
VT12	0,2	0,9	13
VT13	минус 0,2	минус 0,9	минус 12,5

Примечания:

1. Указанные в таблице режимы транзисторов, измеренные относительно земли вольтметром В7-35, могут отличаться от фактических на $\pm 20\%$.

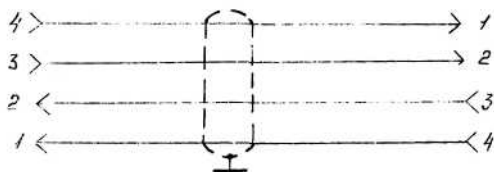
2. Режимы транзисторов, помеченных знаком *, устанавливаются при регулировке предусилителя.

9.5. Если уровень шума на выходе предусилителя значительно выше собственного уровня шума предусилителя и зависит от подачи высокого напряжения, необходимо просушить предусилитель в потоке теплого воздуха температурой до 50°C со снятой крышкой в течение 10 мин.

Приложение 3

Схемы кабелей питания предусилителя ПУ-Г-1К2 с усилителями

Схема кабеля питания блока ПУ-Г-



Провода кабелей питания должны быть заключены в общий экран, который соединяется с корпусами разъемов.

Вид на контакты РС-04-04К со стороны разъемной части.

- 1- корпус
- 2- корпус
- 3- -24В
- 4- +24В

