

ОКП 6686150102



ГЕНЕРАТОР ИМПУЛЬСОВ

Г5-102

Руководство по эксплуатации

ПШФИ.411662.005РЭ

1 Нормативные ссылки	4
2 Определения, обозначения и сокращения	5
3 Требования безопасности	6
4 Описание генератора и принципа его работы	7
4.1 Назначение	7
4.2 Нормальные, рабочие и предельные условия эксплуатации генератора	7
4.3 Условия окружающей среды	7
4.4 Состав генератора	8
4.5 Технические характеристики	9
4.6 Устройство и работа генератора	17
4.7 Описание и работа составных частей генератора	23
5 Подготовка генератора к работе	36
5.1 Распаковывание и повторное упаковывание	36
5.2 Порядок установки генератора	38
5.3 Подготовка к работе	38
6 Порядок работы	39
6.1 Меры безопасности	39
6.2 Расположение органов настройки и включения генератора	39
6.3 Сведения о порядке подготовки к проведению измерений	41
6.4 Проведение измерений	42
6.5 Обновление внутренней микропрограммы	48
7 Поверка генератора	50
7.1 Общие сведения	50
7.2 Операции поверки	50
7.3 Организация рабочего места	51
7.4 Требования безопасности	52
7.5 Условия поверки	52
7.6 Проведение поверки	52
7.7 Оформление результатов поверки	73
8 Техническое обслуживание	74
9 Текущий ремонт	79
10 Хранение	81
11 Транспортирование	82
12 Маркирование и пломбирование	83
Приложение А	84
Приложение Б	88

Настоящее руководство по эксплуатации предназначено для изучения генератора импульсов Г5-102 и содержит технические характеристики генератора, описание его устройства и принципа действия, указания по подготовке к работе, порядку работы, техническому обслуживанию и поверке, руководство по текущему ремонту генератора и справочные данные.

При эксплуатации генератора Г5-102 следует дополнительно руководствоваться ПШФИ.411662.005ФО.

Пример записи обозначения генератора при его заказе и в другой продукции, в которой он может быть применен: «Генератор импульсов Г5-102 ПШФИ.411662.005ТУ».

Внешний вид генератора приведен на рисунке 1.



Рисунок 1 – Внешний вид генератора импульсов Г5-102

1 Нормативные ссылки

ПР 50.2.006-94 Порядок проведения поверки средств измерений.

ПР.50.2.012-94 Порядок аттестации поверителей средств измерений.

РД 50.660-88 Государственная система обеспечения единства измерений. Документы на методики поверки средств измерений.

ГОСТ Р 51350-99 Безопасность электрических контрольно-измерительных приборов и лабораторного оборудования.

ГОСТ 14192-96 Маркировка грузов.

ПР 50.2.012-94 Порядок аттестации поверителей средств измерений.

ПР 50.2.006-94 Порядок проведения поверки средств измерений

ГОСТ РВ 8.576-2000

ГОСТ РВ 20.39.301-98

ГОСТ РВ 20.39.302-98

ГОСТ РВ 20.39.303-98

ГОСТ РВ 20.39.304-98

ГОСТ РВ 20.39.305-98

ГОСТ РВ 20.39.308-98

ГОСТ РВ 20.39.309-98

ГОСТ В 25803-91

2 Определения, обозначения и сокращения

КО – контрольный осмотр;

ПЭВМ – персональная электронно-вычислительная машина;

МП – микропроцессор;

АЦП – аналого-цифровой преобразователь;

СИ – средства измерений;

ПЛИС – программируемая логическая интегральная схема

3 Требования безопасности

3.1 По требованиям безопасности генератор соответствует ГОСТ РВ 20.39.309 и ГОСТ Р 51350, категория монтажа II, степень загрязнения 2.

Доступные токопроводящие части генератора защищены основной изоляцией и электрически соединены с зажимом защитного заземления.

3.2 При эксплуатации генератор должен быть заземлен. Защитное заземление генератора производится через кабель сетевой с фильтром, подключаемый к сетевому разъему и к трехполюсной розетке сети или через клемму защитного заземления.

ВНИМАНИЕ! При нарушении или отсутствии защитного заземления генератор становится опасным. Эксплуатация незаземленного генератора запрещена.

3.3 Внутренняя регулировка и ремонт генератора должны проводиться квалифицированным персоналом. В процессе ремонта при проверке элементов нельзя допускать соприкосновения с токонесущими элементами, так как в генераторе имеется переменное напряжение 220 В.

Замена элементов должна производиться только при отключении питания сети.

ВНИМАНИЕ! Любой разрыв линии защитного заземления при обрыве проводника внутри генератора или в соединительном шнуре или нарушении контакта в разъемах может сделать генератор опасным, любое отсоединение заземления запрещено.

4 Описание генератора и принципа его работы

4.1 Назначение

Генератор импульсов Г5-102 (в дальнейшем генератор), внешний вид которого показан на рисунке 1, предназначен для оснащения частей и подразделений технического обслуживания образцов ВВТ, арсеналов, баз, ремонтных предприятий, метрологических частей и подразделений Минобороны России при проведении импульсных измерений и испытаний с периодом повторения импульсов от $1 \cdot 10^{-8}$ до $1 \cdot 10^2$ с.

Номер свидетельства об утверждении типа СИ – ОС.С.35.018.В № 33516.

Свидетельство об утверждении типа СИ выдано – 1 апреля 2019 года Федеральным агентством по техническому регулированию и метрологии.

Регистрационный номер в Государственном реестре СИ – 39224-08.

Генератор удовлетворяет требованиям ГОСТ РВ 20.39.301 – ГОСТ РВ 20.39.305, ГОСТ РВ 20.39.309.

4.2 Нормальные, рабочие и предельные условия эксплуатации генератора

Таблица 4.1 – Нормальные, рабочие и предельные условия эксплуатации генератора

Условия эксплуатации	Температура, °С	Относительная влажность воздуха, %	Атмосферное давление, кПа (мм рт.ст.)
Нормальные	20 ± 5	65 ± 15 при температуре воздуха $(20 \pm 5)^{\circ}\text{C}$	100 ± 4 (750 ± 30)
Рабочие	от 0 до 40	до 90 при температуре до 30°C	от 84 до 106,7 (от 630 до 795)
Предельные	от минус 50 до 50	до 98 при температуре 25°C	от 84 до 106,7 (от 630 до 795)

4.3 Условия окружающей среды

4.3.1 Генератор импульсов Г5-102 по условиям эксплуатации относится:

к группе 1.1 ГОСТ РВ 20.39.304 климатического исполнения УХЛ в части воздействия климатических факторов с пределом рабочих температур от 0 до 40°C без предъявления требований к следующим воздействующим факторам: атмосферному пониженному давлению при авиатранспортировании, солнечному излучению, атмосферным выпадающим осадкам, атмосферным конденсированным осадкам, соляному (морскому) туману, плесневым грибам, статической и динамической пыли, компонентам ракетного топлива, рабочим растворам и агрессивным средам;

к группе 1.3 ГОСТ РВ 20.39.304 в части воздействия механических факторов без предъявления требований работы на ходу, акустическому шуму и снеговой нагрузке.

4.3.2 По стойкости к специальным воздействиям генератор удовлетворяет требованиям группы 1.1 ГОСТ В 20.39.305 степени жесткости $I_{и}$ и $I_{э}$ при использовании общей защиты. Допускается потеря работоспособности в результате воздействия на время, не превышающее 15 мин.

4.3.3 Уровень промышленных радиопомех, создаваемых генератором, не превышает норм, установленных ГОСТ В 25803 для группы 1.1.2 (чертеж 1 кривая 3).

4.4 Состав генератора

4.4.1 Состав комплекта поставки генератора должен соответствовать приведенному в таблице 4.2.

Таблица 4.2 – Состав комплекта поставки генератора импульсов Г5-102

Наименование	Обозначение	Кол.	Примечание
1 Генератор импульсов Г5-102	ПШФИ.411662.005	1	
2 Комплект комбинированный в составе: - формирователь 0,1-100 V - формирователь наносекундных импульсов - кабель сетевой с фильтром - нагрузка 600 Ω - кабель ВЧ	ПШФИ.411918.006 ПШФИ.468179.010 ПШФИ.468179.009 ПШФИ.468801.002 ПШФИ.468548.001 АКЯЦ.685661.014	1 1 1 1 1 1	Для работы, поверки и ремонта
3 Одиночный комплект ЗИП-О в составе: - вставка плавкая ВП2Б-1В 3,15 А 250 В	ОЮ0.481.005ТУ-Р	1	Для ремонта
4 Программное обеспечение	ПШФИ.00005-01	1	Компакт-диск (CD-R)
5 Руководство по эксплуатации	ПШФИ.411662.005РЭ	1	Для работы и проведения поверки
6 Формуляр	ПШФИ.411662.005ФО	1	Для учета работы при эксплуатации
7 Ящик укладочно-транспортный (футляр)	ПШФИ.323361.001	1	Для хранения и транспортирования
8 Ящик транспортный	ПШФИ.411915.030	1	Для хранения и транспортирования

4.5 Технические характеристики

4.5.1 При внутреннем и внешнем запуске генератор обеспечивает формирование последовательностей одиночных и парных (основных) импульсов прямоугольной формы с периодом повторения T , с:

для одиночных импульсов:

на выходе « $\text{G} \rightarrow 1$ » генератора (выход 1)	от $1 \cdot 10^{-8}$ до $1 \cdot 10^2$;
на выходе « $\text{G} \rightarrow 2$ » формирователя 0,1-100 В (выход 2)	от $1 \cdot 10^{-6}$ до $1 \cdot 10^2$;
на выходе « $\text{G} \rightarrow 3$ » формирователя наносекундных импульсов (выход 3)	от $6,6 \cdot 10^{-9}$ до $1 \cdot 10^2$;

для парных импульсов:

на выходе « $\text{G} \rightarrow 1$ » генератора (выход 1)	от $2 \cdot 10^{-8}$ до $1 \cdot 10^2$;
на выходе « $\text{G} \rightarrow 2$ » формирователя 0,1-100 В (выход 2)	от $2 \cdot 10^{-6}$ до $1 \cdot 10^2$;
на выходе « $\text{G} \rightarrow 3$ » формирователя наносекундных импульсов (выход 3)	от $6,6 \cdot 10^{-9}$ до $1 \cdot 10^2$.

В диапазоне периодов повторения от $6,6 \cdot 10^{-9}$ до $1 \cdot 10^{-8}$ с параметры на выходе « $\text{G} \rightarrow 3$ » формирователя наносекундных импульсов не гарантируются.

Шаг дискретной установки периода повторения одиночных и парных импульсов при внутреннем запуске, не более $1 \cdot 10^{-5} \cdot T$.

4.5.2 Абсолютная погрешность установки периода повторения одиночных и парных импульсов при внутреннем запуске, δ_T не более $\pm 1 \cdot 10^{-6} \cdot T$.

4.5.3 Диапазон установки длительности одиночных τ_1 и парных τ_2 импульсов при внешнем и внутреннем запуске, с:

на выходе « $\text{G} \rightarrow 1$ » генератора при скважности не менее 2	от $5 \cdot 10^{-9}$ до $1 \cdot 10^1$;
на выходе « $\text{G} \rightarrow 2$ » формирователя 0,1-100 В при скважности не менее 10	от $1 \cdot 10^{-7}$ до $1 \cdot 10^0$;
на выходе « $\text{G} \rightarrow 3$ » формирователя наносекундных импульсов при скважности не менее 2	от $1 \cdot 10^{-9}$ до $1 \cdot 10^{-5}$.

Шаг дискретной установки длительности одиночных и парных импульсов при внешнем и внутреннем запуске:

при длительности импульса до 10 нс	10 пс;
при длительности импульса более 10 нс	единица младшего разряда

4-х разрядного индикатора.

Примечание – Здесь и далее под скважностью понимается отношение периода повторения к длительности для одиночных импульсов или отношение периода к сумме длительностей одиночных и парных импульсов.

4.5.4 Абсолютная погрешность установки длительности одиночного и парного импульсов δ_τ , не более:

при внешнем запуске $\pm (10^{-4} \cdot \tau + 0,5 \text{ нс} + t_{\text{фр}})$;
при внутреннем запуске $\pm (10^{-6} \cdot \tau + 0,5 \text{ нс} + t_{\text{фр}})$,

где τ – установленная длительность одиночного или парного импульса, нс;

$t_{\text{фр}}$ – длительность фронта одиночного или парного импульса, нс.

4.5.5 Диапазон установки временного сдвига одиночного импульса относительно синхроимпульса D при внешнем и внутреннем запуске, с от 0 до 10.

Шаг дискретной установки временного сдвига одиночного импульса относительно синхроимпульса при внешнем и внутреннем запуске:

при сдвиге импульса до 10 нс 10 пс;
при сдвиге более 10 нс единица младшего разряда 4-х разрядного индикатора.

4.5.6 Абсолютная погрешность установки временного сдвига одиночного импульса относительно синхроимпульса δ_D , не более:

при внешнем запуске $\pm (10^{-4} \cdot D + 0,5 \text{ нс} + t_{\text{фр}})$;
при внутреннем запуске $\pm (10^{-6} \cdot D + 0,5 \text{ нс} + t_{\text{фр}})$,

где D – установленный сдвиг одиночного импульса относительно синхроимпульса, нс;

$t_{\text{фр}}$ – длительность фронта одиночного импульса, нс.

4.5.7 Мгновенная нестабильность временного сдвига одиночного импульса относительно синхроимпульса при внешнем запуске не более $0,001 \cdot D + 0,3 \text{ нс}$.

4.5.8 Диапазон установки временного сдвига парного импульса относительно одиночного импульса $D_{\text{п}}$ при внешнем и внутреннем запуске, с от 0 до 10.

Шаг дискретной установки временного сдвига парного импульса относительно одиночного импульса при внешнем и внутреннем запуске:


при сдвиге импульса до 10 нс 10 пс;
при сдвиге более 10 нс единица младшего разряда 4-х разрядного индикатора.

4.5.9 Абсолютная погрешность установки временного сдвига между одиночным импульсом и парным импульсом δ_D , нс, не более:

при внешнем запуске $\pm (10^{-4} \cdot D_{\text{п}} + 0,5 \text{ нс} + t_{\text{фр}})$;
при внутреннем запуске $\pm (10^{-6} \cdot D_{\text{п}} + 0,5 \text{ нс} + t_{\text{фр}})$,

где $t_{\text{фр}}$ – длительность фронта одиночного или парного импульса, нс.

4.5.10 Длительность фронта и длительность среза одиночного и парного импульсов при внешнем и внутреннем запуске, нс, не более:

на выходе « 1» генератора на нагрузке с волновым сопротивлением $(50 \pm 0,5) \text{ Ом}$ 4;

на выходе « $\text{G} \rightarrow 2$ » формирователя 0,1-100 В на нагрузке с волновым сопротивлением (600 ± 12) Ом 100;

на выходе « $\text{G} \rightarrow 3$ » формирователя наносекундных импульсов на нагрузке с волновым сопротивлением $(50 \pm 0,5)$ Ом 0,5.

4.5.11 Диапазон установки амплитуд A одиночных и парных импульсов положительной и отрицательной полярности при внешнем и внутреннем запуске, В:

на выходе « $\text{G} \rightarrow 1$ » генератора на внешней нагрузке с волновым сопротивлением $(50 \pm 0,5)$ Ом от 0,01 до 9,99;

на выходе « $\text{G} \rightarrow 2$ » формирователя 0,1-100 В на внешней нагрузке с волновым сопротивлением (600 ± 12) Ом от 0,1 до 100;

на выходе « $\text{G} \rightarrow 3$ » формирователя наносекундных импульсов на внешней нагрузке с волновым сопротивлением $(50 \pm 0,5)$ Ом от 0,5 до 5.

Дискретность установки амплитуды при внешнем и внутреннем запуске, В:

в диапазоне амплитуд от 0 до 0,999 В 0,001;

в диапазоне амплитуд от 1 до 10 В 0,01;

в диапазоне амплитуд от 10 до 100 В 0,1.

4.5.12 Абсолютная погрешность установки амплитуды одиночных и парных импульсов δ_A при внешнем и внутреннем запуске, В, не более:

а) на выходе « $\text{G} \rightarrow 1$ » генератора:

в диапазоне длительностей импульсов от $4 \cdot 10^{-8}$ до 9,999 с $\pm (0,03 \cdot A + 3 \cdot 10^{-3})$;

в диапазоне длительностей импульсов от $5 \cdot 10^{-9}$ до $4 \cdot 10^{-8}$ с $\pm (0,05 \cdot A + 6 \cdot 10^{-3})$;

б) на выходе « $\text{G} \rightarrow 2$ » формирователя 0,1-100 В:

в диапазоне длительностей импульсов от $1 \cdot 10^{-6}$ до 9,999 с $\pm 0,1 \cdot A$;

в диапазоне длительностей импульсов от $1 \cdot 10^{-7}$ до $1 \cdot 10^{-6}$ с $\pm 0,15 \cdot A$;

в) на выходе « $\text{G} \rightarrow 3$ » формирователя наносекундных импульсов:

в диапазоне длительностей импульсов от $50 \cdot 10^{-9}$ до $1 \cdot 10^{-5}$ с $\pm (0,05 \cdot A + 4 \cdot 10^{-3})$;

в диапазоне длительностей импульсов от $1 \cdot 10^{-9}$ до $50 \cdot 10^{-9}$ с $\pm (0,075 \cdot A + 6 \cdot 10^{-3})$.

4.5.13 Выбросы на вершине и основании одиночного и парного импульсов при внешнем и внутреннем запуске, %, не более:

на выходе « $\text{G} \rightarrow 1$ » генератора 5;

на выходе « $\text{G} \rightarrow 2$ » формирователя 0,1-100 В 10;

на выходе « $\text{G} \rightarrow 3$ » формирователя наносекундных импульсов 10.

4.5.14 Неравномерность вершины и исходного уровня в паузе одиночных и парных импульсов при внешнем и внутреннем запуске, %, не более:

- на выходе « $\text{G} \rightarrow 1$ » генератора 3;
- на выходе « $\text{G} \rightarrow 2$ » формирователя 0,1-100 В 5;
- на выходе « $\text{G} \rightarrow 3$ » формирователя наносекундных импульсов 5.

4.5.15 Диапазон установки базового смещения $A_{\text{см}}$ на выходе « $\text{G} \rightarrow 1$ » генератора при внешнем и внутреннем запуске с погрешностью установки $\delta A_{\text{см}} \pm (|0,025 \cdot A_{\text{см}}| + |0,005 \text{ A}| + 2 \cdot 10^{-3}) \text{ В}$, В от минус 5 до 5.

Дискретность базового смещения, В:

- в диапазоне смещения от минус 0,999 до 0,999 В 0,001;
- в диапазоне смещения от минус 5 до минус 1 и от 1 до 5 В 0,01.

На выходах « $\text{G} \rightarrow 2$ » формирователя 0,1-100 В и « $\text{G} \rightarrow 3$ » формирователя наносекундных импульсов базовое смещение отсутствует.

4.5.16 Синхроимпульсы на выходе синхросигнала генератора импульсов Г5-102 на нагрузке сопротивлением $(50 \pm 1) \text{ Ом}$ при внешнем и внутреннем запуске имеют:

- амплитуду, В, не менее 1,5;
- длительность, с от $2 \cdot 10^{-9}$ до $0,5 \cdot T$;
- длительность фронта, с, не более $2 \cdot 10^{-9}$.

4.5.17 Внешний запуск генератора обеспечивается внешними импульсами со следующими параметрами:

- амплитуда импульсов положительной или отрицательной полярности, В от 0,1 до 5;
- длительность фронта, с, не более $1 \cdot 10^{-6}$;
- длительность импульса, с, не менее $5 \cdot 10^{-9}$;
- скважность, не менее 2.

Максимальная частота внешнего запуска генератора, МГц, не менее 50.

4.5.18 Мгновенная нестабильность временного сдвига синхроимпульса генератора импульсов Г5-102 относительно импульса внешнего запуска, не более $0,3 \cdot \tau_{\text{ф внешн}} + 0,1 \text{ нс}$,

где $\tau_{\text{ф внешн}}$ – длительность фронта импульса внешнего запуска.

4.5.19 Абсолютная погрешность измерения генератором импульсов Г5-102 периода запускающих импульсов в режиме внешнего запуска δ_{T_3} не более $\pm 5 \cdot 10^{-4} \cdot T_3$,

где T_3 – период запускающих импульсов.

4.5.20 Сопротивление входа внешнего запуска, Ом 50 ± 5 .

КСВН входа на частоте 50 МГц не более 2.

4.5.21 Генератор импульсов Г5-102 обеспечивает ручное и автоматизированное управление режимами работы. Ручное управление осуществляется с помощью органов

управления, расположенных на передней панели. Автоматизированный режим осуществляется через интерфейс USB 2.0 или RS-232. В автоматизированном режиме генератор выполняет тестирование (самоконтроль), считывание показаний и установку параметров выходного сигнала.

4.5.22 Электрическая изоляция сетевых цепей относительно корпуса генератора импульсов Г5-102 выдерживает без пробоя и поверхностного перекрытия испытательное напряжение (среднеквадратическое значение), В:

в нормальных условиях	1500;
в условиях повышенной влажности	900.

4.5.23 Электрическое сопротивление изоляции сетевых цепей относительно корпуса генератора, МОм, не менее:

в нормальных условиях	20;
при повышенной температуре	5;
при повышенной влажности	1.

4.5.24 Электрическое сопротивление между зажимом защитного заземления генератора и любой доступной токопроводящей частью корпуса генератора, Ом, не более 0,1.

Примечание – Электрическое сопротивление сетевого кабеля в указанное значение не входит.

4.5.25 Генератор сохраняет свои технические характеристики в пределах норм при питании его от сети переменного тока напряжением (220 ± 22) В, частотой $(50 \pm 0,5)$ Гц и коэффициентом искажения синусоидальности кривой напряжения, %, не более 5.

4.5.26 Полная мощность, потребляемая генератором от сети питания переменного тока, В·А, не более 150.

4.5.27 Габаритные размеры генератора и ящика укладочно-транспортного приведены на рисунках 4.1 и 4.2.

4.5.28 Масса генератора и его составных частей приведена в таблице 4.3.

Таблица 4.3

Наименование составной части	Масса, кг, не более	
	без упаковки	в ящике укладочно-транспортном
генератор импульсов Г5-102	4,0	15
формирователь 0,1-100 В	0,5	
формирователь наносекундных импульсов	0,8	
нагрузка 600 Ом	0,1	

4.5.29 Генератор обеспечивает свои технические характеристики в пределах норм, установленных ТУ, по истечении времени установления рабочего режима, мин 20.

4.5.30 Генератор допускает непрерывную работу в рабочих условиях применения в течение времени не менее 24 ч при сохранении своих технических характеристик в пределах норм, установленных ТУ.

4.5.31 Средняя наработка на отказ (T_0) генератора, ч, не менее 10000.

4.5.32 Гамма процентный ресурс генератора, ч, при доверительной вероятности, равной 90 %, не менее 10000.

4.5.33 Гамма-процентный срок службы генератора, включая срок сохраняемости, лет, при доверительной вероятности, равной 90 %, не менее 15.

4.5.34 Гамма-процентный срок сохраняемости генератора, лет, при доверительной вероятности, равной 90 %, не менее:

при хранении в отапливаемых помещениях 10;

при хранении в неотапливаемых помещениях 5.

4.5.35 Среднее время восстановления работоспособного состояния генератора, мин, не более 180.

4.5.36 Вероятность отсутствия скрытых отказов генератора за межповерочный интервал 24 месяца при среднем коэффициенте использования $K_{и}$, равном 0,1, не менее 0,95.

4.5.37 Уровень СВЧ излучений, создаваемых генератором на расстоянии 1 м, Вт/м², не более 10^{-5} .

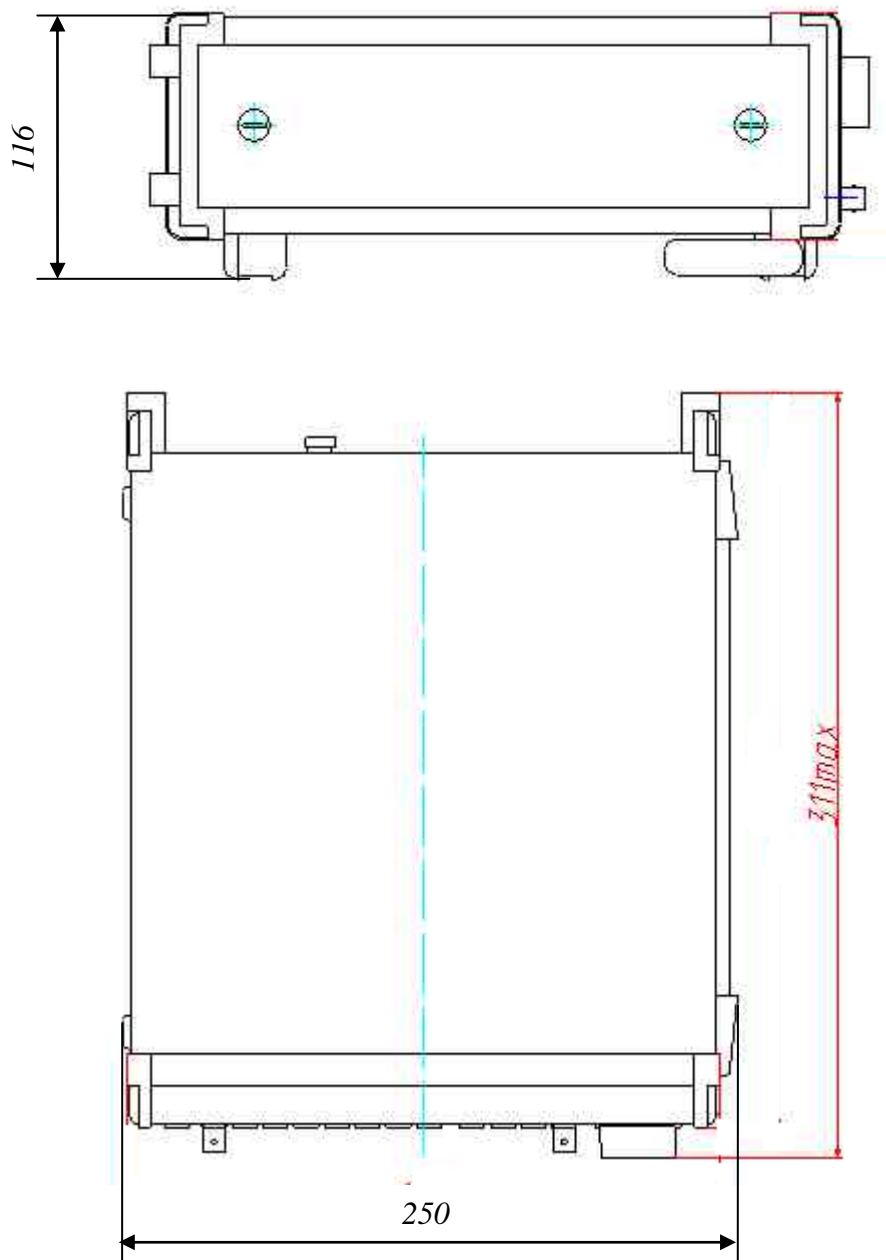


Рисунок 4.1 – Габаритные размеры генератора

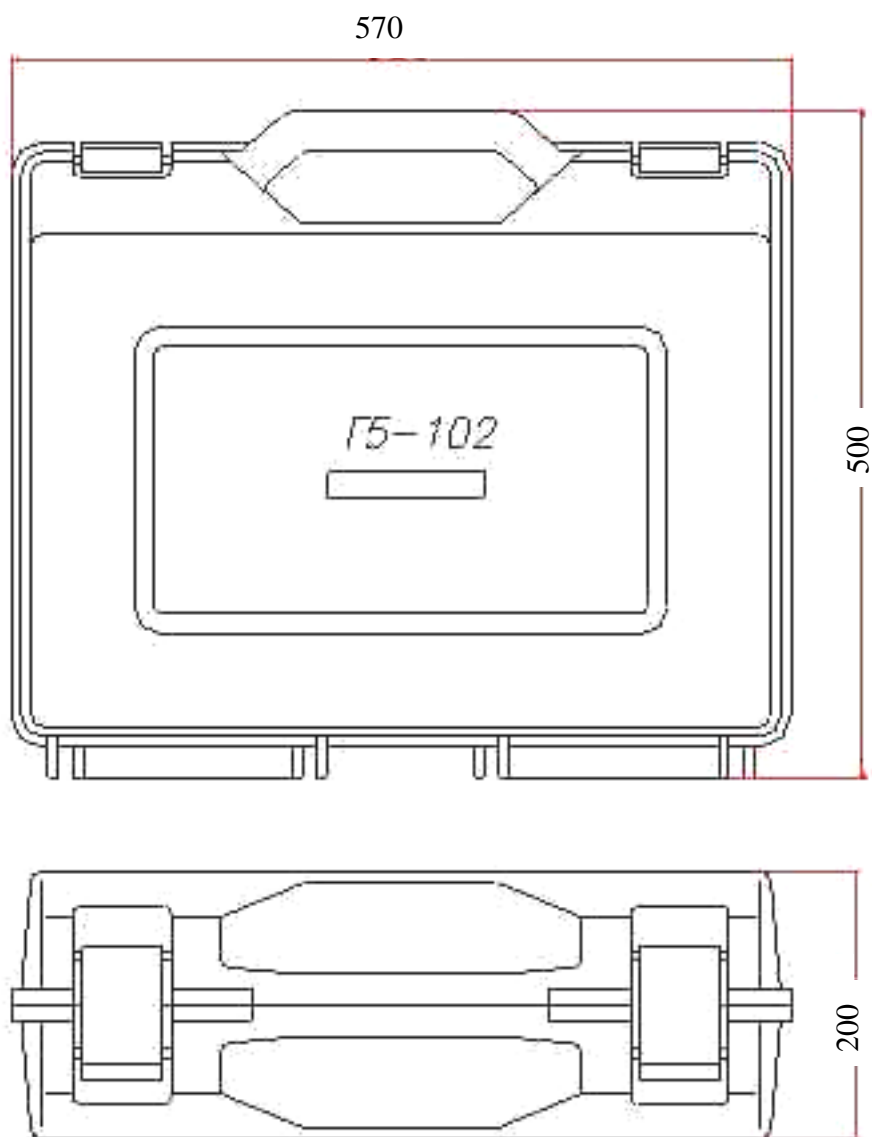


Рисунок 4.2 – Габаритные размеры ящика укладочно-транспортного

4.6 Устройство и работа генератора

4.6.1 Описание генератора по функциональной и принципиальной электрическим схемам.

Схема структурная базового блока генератора А1 приведена на рисунке 4.3.

Он включает:

- блок клавиатуры А1.1 (ПШФИ.468314.001);
- блок питания А1.2 (ПШФИ.436234.006;
- блок процессора А1.3 (ПШФИ.467440.002);
- усилитель импульсов $\pm 10\text{В}$ А1.4 (ПШФИ.468711.002);
- калибратор амплитуды А1.5 (ПШФИ.411641.001);
- модуль защиты А1.6 МРМ4 – С1АМУ (БКЯЮ.436434.150-01).

К базовому блоку подключаются выносной формирователь импульсов 0,1-100 В А3 (ПШФИ.468179.010) и выносной формирователь наносекундных импульсов А2 (ПШФИ.468179.009).

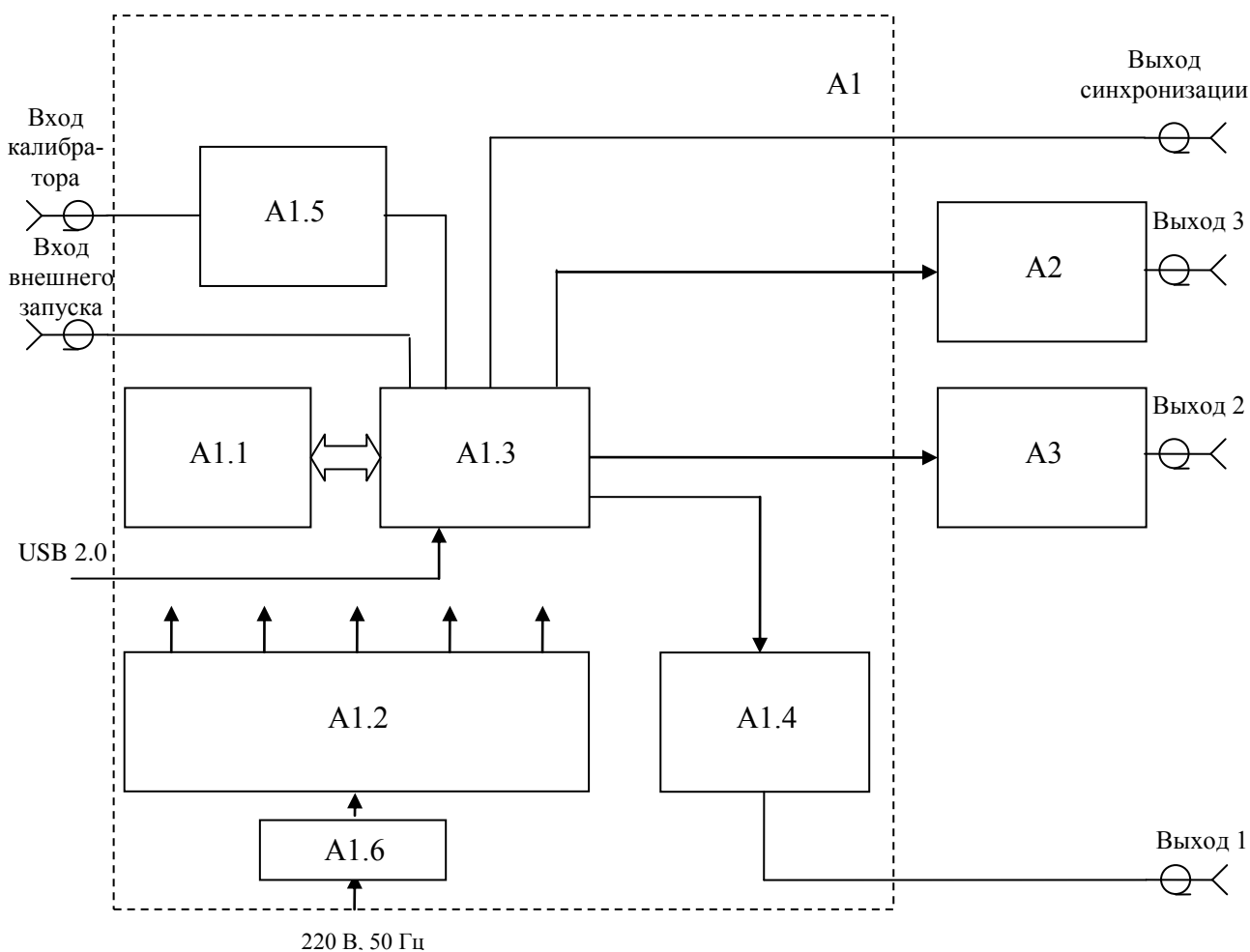



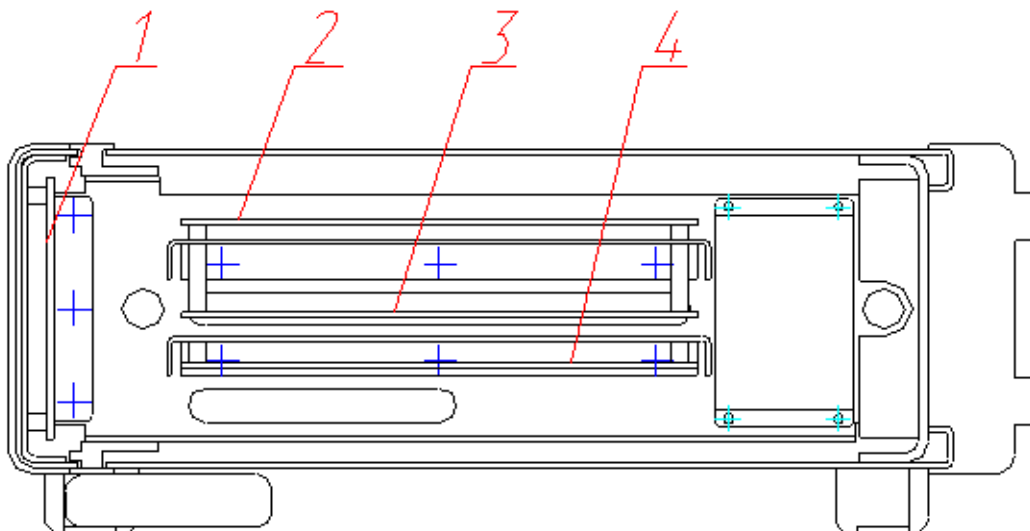


Рисунок 4.3 – Схема структурная генератора импульсов Г5-102

Примечание – На рисунке 4.3 и далее по тексту выход « 1» генератора обозначен как выход 1, выход «» формирователя 0,1-100 В как выход 2 и выход «» формирователя наносекундных импульсов как выход 3.

Принципиальная электрическая схема генератора с перечнем элементов приведена в части 2 руководства по эксплуатации.

Расположение узлов базового блока генератора показано на рисунке 4.4.



- 1 – блок клавиатуры;
- 2 – усилитель;
- 3 – процессор;
- 4 – блок питания.

Рисунок 4.4 – Расположение узлов базового блока генератора

Формирователь импульсов 0,1-100 В и формирователь наносекундных импульсов выполнены в виде выносных модулей, что позволяет приблизить формирователи к исследуемому устройству и, тем самым, повысить качество формируемого сигнала.

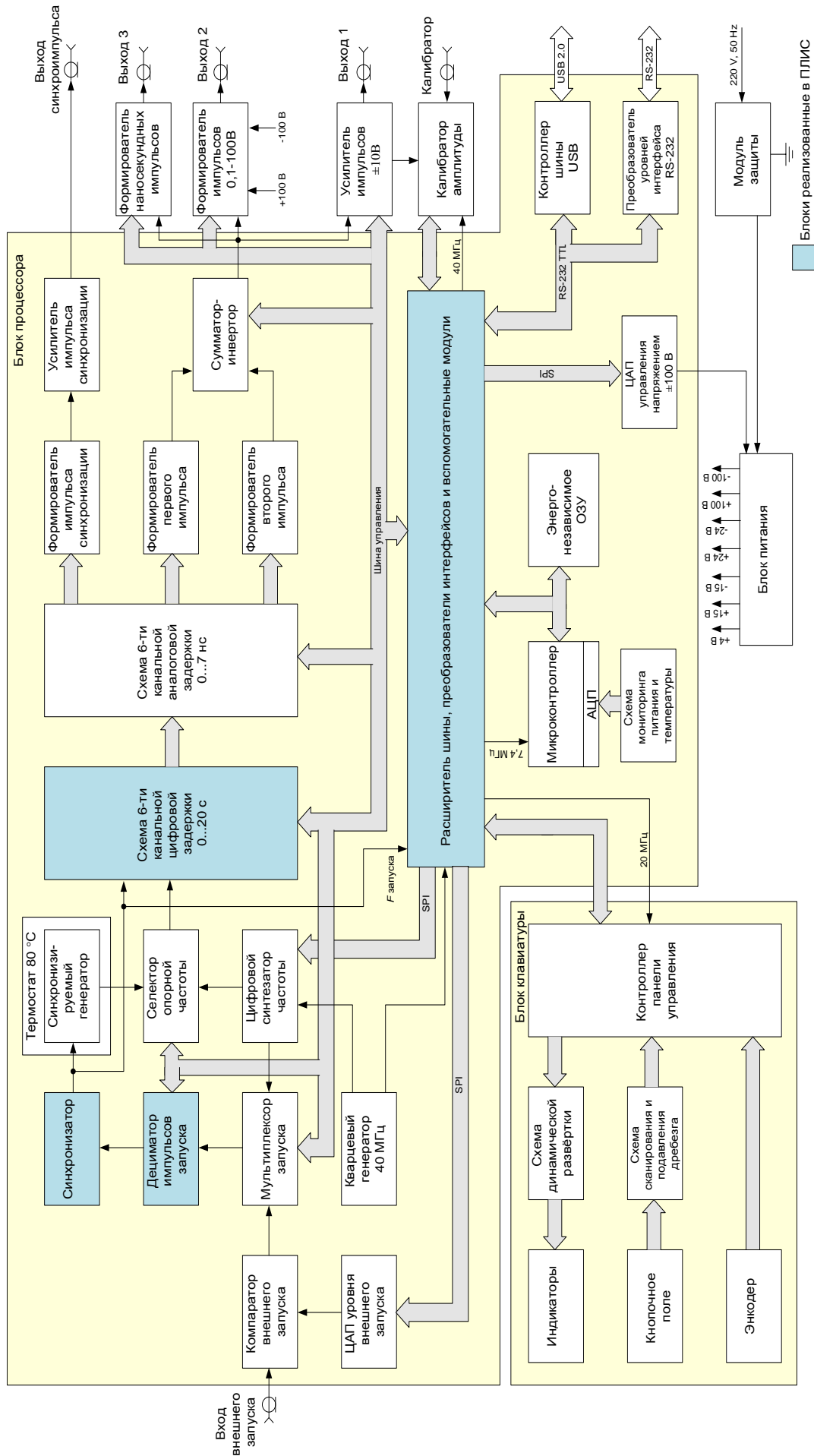


Рисунок 4.5 – Схема электрическая функциональная генератора импульсов

На рисунке 4.5 приведена функциональная схема генератора импульсов Г5-102.

Блок клавиатуры – обеспечивает ввод команд управления генератором и индицирует текущий режим работы и установленные параметры сигнала. В состав блока клавиатуры входят:

- светодиодные семи сегментные индикаторы для отображения цифровой информации с устройством динамической развёртки данных;
- кнопочное поле со схемой сканирования и подавления дребезга контактов;
- энкодер для плавной перестройки значений параметров.

Микроконтроллер – однокристалльная микро-ЭВМ, реализующая основной алгоритм управления прибором и обрабатывающая команды пользователя, поступающие с клавиатуры или по интерфейсу USB 2.0 (RS-232) от ПЭВМ. Встроенный в микроконтроллер АЦП совместно со схемой мониторинга питания и температуры контролирует эти параметры для определения работоспособности генератора.

Энергонезависимое ОЗУ – реализовано на базе микросхемы ферроэлектрического энергонезависимого запоминающего устройства и служит для хранения калибровочных коэффициентов и наборов параметров.

Расширитель шины, преобразователи интерфейсов и вспомогательные модули позволяют увеличить разрядность внешней шины микроконтроллера до необходимого значения и выполнять аппаратное преобразование параллельных данных на шине в последовательные интерфейсы управления отдельными узлами. При помощи вспомогательных модулей выполняется обработка прерываний, измерение частоты внешнего запуска и частоты синхронизируемого генератора. Кроме того, производится умножение и деление частоты кварцевого генератора для тактирования цифровых узлов.

Компаратор внешнего запуска – формирует импульсы синхронизации при переходе сигналом с входа внешней синхронизации регулируемого уровня внешнего запуска.

ЦАП уровня внешнего запуска – формирует напряжение соответствующее уровню внешнего запуска.

Мультиплексор запуска – позволяет выбрать источник запуска генератора - цифровой синтезатор частоты в режиме внутреннего запуска или усилитель компаратор внешнего запуска.

Дециматор импульсов запуска – производит понижение частоты внешнего запуска путём прореживания входной последовательности импульсов.

Синхронизатор – формирует импульс синхронизации синхронизируемого генератора и импульс сброса цифровой задержки в начальное состояние для начала отработки нового интервала времени.

Цифровой синтезатор частоты – устройство прямого цифрового синтеза частоты для реализации режима внутреннего запуска генератора с заданным периодом повторения импульсов. Использование прямого синтеза частоты позволяет перекрыть одним синтезатором весь диапазон периодов повторения выходных импульсов генератора.

Синхронизируемый генератор – синхронизируется с внутренними или внешними импульсами запуска через мультиплексор запуска и формирует опорную частоту 240-300 МГц для работы многоканального устройства цифровой задержки. Период колебаний синхронизируемого генератора определяет дискрет перестройки цифровой задержки в режиме внешнего запуска. Генератор имеет цепь электронной подстройки частоты, реализованную на варикапах и схему термостабилизации, которая поддерживает постоянную температуру времязадающих цепей генератора для реализации заданной погрешности установки временных параметров выходной импульсной последовательности.

Селектор опорной частоты – подаёт на вход опорной частоты схемы цифровой задержки сигнал от цифрового синтезатора или синхронизируемого генератора в зависимости от режима запуска.

Кварцевый генератор 40 МГц формирует опорную частоту для цифровых узлов генератора.

Схема 6-ти канальной цифровой задержки является основой времязадающей части генератора импульсов. Она состоит из 32-битного двоичного счётчика, который ведёт счёт на увеличение с частотой от 70 до 300 МГц, зависящей от режима запуска и периода следования импульсов, и шести 32-битных цифровых компараторов на первый вход которых подаётся значение с выхода счётчика, а на второй вход – с выхода регистров задержек. Таким образом, цифровая задержка отслеживает шесть событий: фронт первого импульса, срез первого импульса, фронт второго импульса, срез второго импульса, фронт импульса синхронизации, срез импульса синхронизации. Любое из этих событий может быть расположено в произвольном месте шкалы времени с шагом равным периоду опорной частоты с учётом логических ограничений на последовательность событий для одного импульса. Максимальное значение цифровой задержки определяется разрядностью счётчика и составляет около 20 с. С выхода многоканальной цифровой задержки сигналы событий поступают на вход схемы перестраиваемой аналоговой задержки.

Схема 6-ти канальной аналоговой задержки – формирует промежуточные дискреты на временной оси с шагом 10 пс. Вместе с цифровой задержкой позволяет получить шаг перестройки временных параметров 10 пс во всём временном диапазоне.

Формирователь импульса синхронизации – генерирует импульс синхронизации с амплитудой 1,5-2 В и заданными временными параметрами.

Усилитель импульса синхронизации – усиливает и согласовывает импульс синхронизации с нагрузкой с волновым сопротивлением 50 Ом.

Формирователи первого и второго импульсов выполнены в виде RS-триггеров, которые переключаются в состояние высокого логического уровня по событию начала фронта импульса и – в состояние низкого логического уровня по событию среза соответствующего импульса. Выходные сигналы формирователей первого и второго импульсов подаются на сумматор-инвертор. С выхода формирователя импульса синхронизации сигнал поступает на вход усилителя импульса синхронизации.

Сумматор-инвертор суммирует два независимых импульса поступающих с формирователей, генерируя на выходе последовательность пар импульсов. Кроме того, он позволяет инвертировать выходной сигнал. После сумматора-инвертора импульсная последовательность поступает на входы усилителя импульсов ± 10 В, выносного формирователя импульсов 0,1-100 В и выносного формирователя наносекундных импульсов.

Усилитель импульсов ± 10 В – усиливает и формирует по амплитуде импульсную последовательность поступающую на его вход. Полярность, амплитуда и постоянное смещение выходных импульсов определяются цифровым кодом, поступающим от блока процессора. С выхода усилителя сигнал поступает на выход 1 генератора.

Формирователь импульсов 0,1-100 В – осуществляет формирование положительных и отрицательных импульсов с амплитудой от 0,1 до 100 В, амплитуда импульсов на выходе формирователя пропорциональна напряжению питания выходного каскада ($\pm 0..100$ В), поступающему на формирователь от блока питания генератора.

ЦАП управления напряжением ± 100 В – формирует опорный уровень для блока питания, пропорционально которому изменяется напряжение питания формирователя импульсов 0,1-100 В и амплитуда импульсов на его выходе.

Формирователь наносекундных импульсов – формирует выходные импульсы с длительностью фронта 0,5 нс и амплитудой от минус 5 до 5 В.

Калибратор амплитуды и смещения выходного сигнала построен на базе аналого-цифрового преобразователя, который производит оцифровку текущих значений сигнала на выходе генератора. Полученные отсчёты мгновенных значений сигнала проходят статистическую обработку, в результате которой строится гистограмма плотности распределения напряжений. По этой гистограмме находятся максимумы, соответствующие уровню основания и уровню вершины импульса. Затем по координатам максимумов рассчитывается амплитуда импульса как абсолютная величина их разности. В данном случае для нахождения амплитуды сигнала используется метод плотности распределения (МЭК 469-2). Алгоритм реализован полностью аппаратно внутри ПЛИС. Полученные значения амплитуды и уровня основа-

ния передаются в микроконтроллер для коррекции кодов управления, поступающих в усилитель или формирователи, и получения заданной погрешности установки амплитуды и постоянного смещения выходного сигнала. Кроме того, калибратор амплитуды используется при исходной калибровке прибора и позволяет автоматически рассчитывать калибровочные таблицы для амплитуды и смещения выходного сигнала.

Блок питания – выдает необходимые напряжения питания, преобразуя входное напряжение переменного тока 220 В, 50 Гц. Блок питания построен по принципу импульсного полумостового преобразователя напряжения с широтно-импульсной обратной связью и дополнительными линейными стабилизаторами.

Модуль защиты – выполняет фильтрацию напряжения питания генератора и защищает блок питания от импульсных перепадов напряжения, превышающих рабочий диапазон.

После подачи питания клавишным переключателем на задней панели, прибор переходит в режим тестирования и подготовки к работе. В этом режиме происходит проверка контрольной суммы программы микроконтроллера и нагрев термостата синхронизируемого генератора до заданной температуры, который контролируется микроконтроллером. Режим разогрева термостата индицируется миганием светодиода "ТЕРМОСТАТ" на передней панели прибора. После достижения заданной температуры светодиод переключается в режим непрерывного свечения.

После разогрева термостата в режиме внешнего запуска микроконтроллер выдаёт устройству управления команду на калибровку частоты синхронизируемого генератора. В процессе калибровки измеряется текущая частота синхронизируемого генератора и по результатам измерений производится коррекция временных параметров импульсной последовательности в режиме внешнего запуска.

По окончании процесса калибровки генератор переходит в рабочий режим с параметрами, установленными в предыдущем сеансе работы, и ожидает ввода команд пользователя. Если на момент окончания прогрева термостата генератор находится в режиме внутреннего запуска, калибровка частоты синхронизируемого генератора откладывается до перехода в другой режим работы.

4.7 Описание и работа составных частей генератора

4.7.1 Устройство и работа процессора (ПШФИ.467440.002)

Процессор является центральным связующим узлом генератора, который выполняет функции управления, контроля и генерации опорной импульсной последовательности, подаваемой, затем, на вход усилителя и выносных формирователей импульсов.

Функциональная схема процессора приведена на рисунке 4.6. Микроконтроллер D49 выполняет функции управления и контроля за параметрами генератора. Он также обрабатывает прерывания, поступающие от блока клавиатуры при нажатии кнопок или повороте вала энкодера. Кроме того, микроконтроллер совместно с контроллером интерфейса USB (D53) и преобразователем уровней интерфейса RS-232 (D52) обеспечивает обмен данными и командами между генератором и внешней ПЭВМ.

Микросхема D51 выполняет функции энергонезависимой памяти, в которой хранятся калибровочные коэффициенты и текущие параметры генератора.

В программируемой логической интегральной микросхеме (ПЛИС) D18 реализованы: схема управляемой цифровой задержки, формирователь КМОП импульсов, дециматор импульсов запуска.

Цифровой синтезатор частоты реализован на микросхеме D8. Квадратурные гармонические сигналы с выхода синтезатора подаются на ФНЧ (C46, L3, L4, C50, L5, L6, C51, L7, L8, C52) с частотой среза 150 МГц. С выхода фильтра сигналы поступают на вход компаратора D2.1 для формирования цифрового сигнала опорной частоты внутреннего запуска, поступающего на вход мультиплексора опорной частоты D14.

На микросхемах D19-D39 реализована схема 6-ти канальной аналоговой задержки и формирователи импульсов. Сумматор-инвертор импульсов выполнен на микросхемах D40, D44.

Кварцевый генератор G1 формирует сигнал опорной частоты 40 МГц для цифрового синтезатора и цифровых узлов генератора.

На плате процессора установлен датчик температуры D4, позволяющий контролировать температуру внутри корпуса прибора.

Мультиплексор D54 совместно с резистивными делителями R237-R252 позволяет, используя встроенный в микроконтроллер аналого-цифровой преобразователь, контролировать напряжения на выходе блока питания генератора и плате процессора.

На микросхеме D2 реализован компаратор сигнала внешнего запуска генератора порог срабатывания, которого задаётся сигналом с цифроаналогового преобразователя D1.

На микросхеме D11 выполнен мультиплексор запуска генератора.

Транзисторы VT1 усиливают и согласовывают с внешним трактом выходной синхроимпульс генератора.

В микросхеме ПЛИС D53 реализован расширитель шины, преобразователи интерфейсов и вспомогательные модули.

Микросхема D57 хранит данные о внутренней конфигурации ПЛИС D18, D53 и загружает их при подаче питания.

4.7.2 Устройство и работа блока клавиатуры (ПШФИ.468314.001)

Блок клавиатуры предназначен для индикации текущего режима работы генератора, установленных параметров выходного сигнала и ввода команд управления при работе в режиме ручного управления. Структурная схема показана на рисунке 4.6.

Параметры выходной импульсной последовательности генератора отображаются на семисегментных светодиодных индикаторах HG1-HG18, объединённых в четыре группы «Период», «Амплитуда/Смещение», «Длительность τ_1/τ_2 », «Задержка D/D_n » из которых три последних имеют двойное назначение и переключаются в зависимости от действий оператора. Индикация данных осуществляется в динамическом режиме, т.е. в каждый конкретный момент времени подсвечивается только один разряд индикатора. Сканирование индикатора осуществляет схема управления динамической индикацией через буферные ключи управления VT17-VT34. Одновременно со сканированием индикатора на сегменты подаются данные для отображения, которые хранятся в ОЗУ. Адрес выборки из ОЗУ меняется в зависимости от подсвечиваемого разряда индикатора и выбранного отображаемого параметра. Данные в ОЗУ загружаются из процессорного блока по параллельной шине данных.

Светодиодные индикаторы HL1-HL23 на передней панели генератора управляются регистрами индикации, в которых хранится состояние каждого светодиода. Клавиатура генератора SB1-SB31 организована в виде матрицы 4×8 , подключённой к схеме опроса и устранениядребезга. Схема опроса последовательно подаёт уровень логической "1" на столбцы кнопочного поля и анализирует состояние линий строк. Если кнопка была непрерывно нажата в течение 80 мс, то фиксируется срабатывание и выдаётся сигнал прерывания, который поступает в блок процессора для обработки. Код нажатой кнопки может быть считан по шине данных при обработке прерывания.

Схема обработки сигналов от оптического энкодера В1 преобразует квадратурные сигналы А и В в признак направления вращения ручки энкодера и выдаёт сигнал прерывания при движении вала на дискрет угла поворота. При обработке прерывания процессорный блок считывает признак направления вращения и производит соответствующую коррекцию параметров.

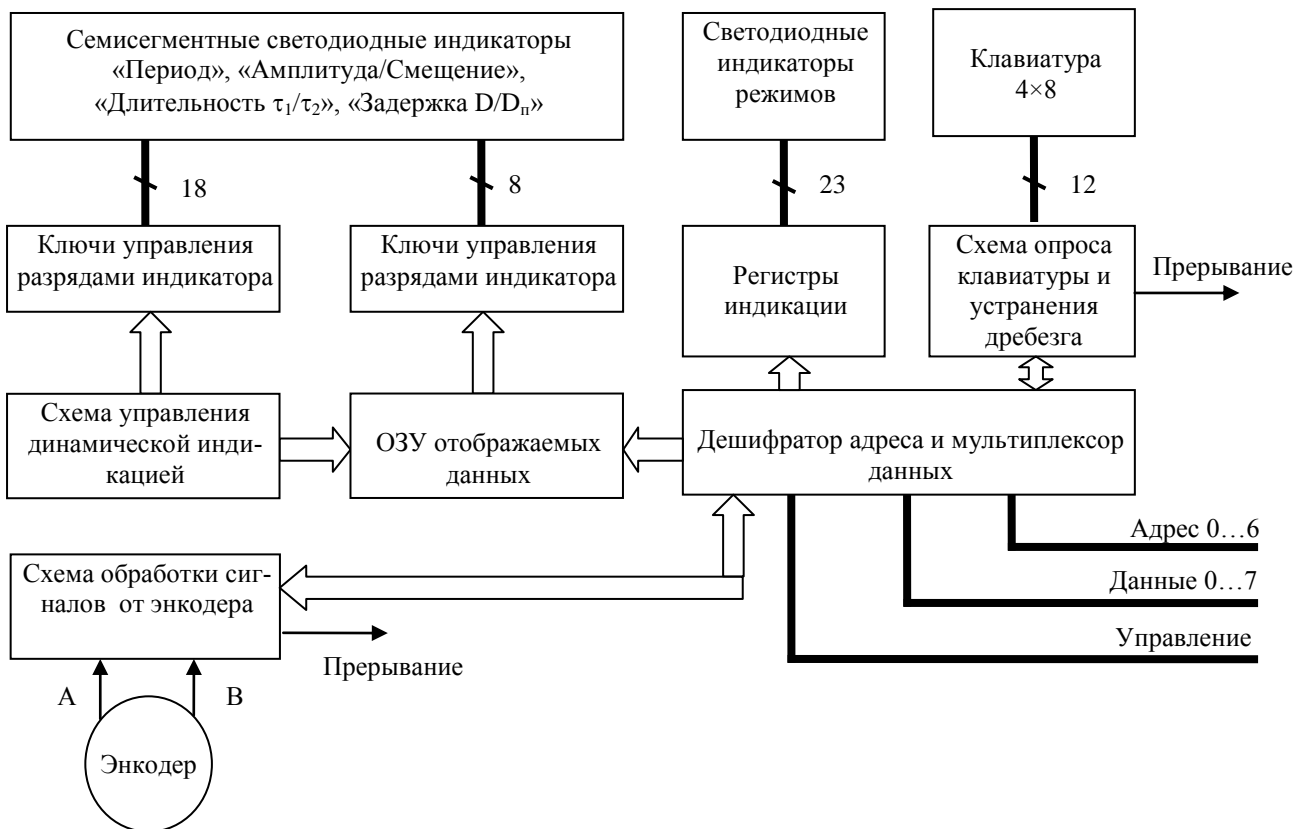


Рисунок 4.6 – Структурная схема блока клавиатуры

Доступ к регистрам и ОЗУ отображаемых данных для записи и чтения производится через схему дешифратора адреса и мультиплексор данных, обеспечивающую связь между внешними шинами адреса, данных и управления и внутренними шинами передачи данных.

Все цифровые узлы блока клавиатуры выполнены внутри программируемой логической интегральной схемы D1. Микросхема EEPROM D2 хранит информацию о конфигурации, которая загружается в ПЛИС при подаче питания на схему.

Микросхемы линейных стабилизаторов D3, D4 обеспечивают питанием (2,5 В и 3,3 В) узлы блока клавиатуры.

4.7.3 Устройство и работа блока питания генератора (ПШФИ.436234.006)

Основные технические характеристики источника питания приведены в таблице 4.4

В состав схемы входят следующие устройства: сетевой фильтр, входной выпрямитель, сглаживающий фильтр, схема начального запуска, ШИМ-модулятор, драйвер выходного каскада, переключающее устройство, трансформатор, выходные выпрямители, выходные фильтры, линейные стабилизаторы.

Таблица 4.4 – Основные технические характеристики источника питания

Номинал напряжения	± 110 В	± 24 В	± 15 В	4 В
Ток нагрузки, мА	130	250	600	8000
Пульсации напряжения, %	0,5...1	1	1	1...3
Пульсации тока, %	1	1	1	1...3
Нестабильность напряжения, %	1	1	1	1...3
Нестабильность тока, %	1	1	1	1...3
Мощность в нагрузке, Вт	28,6	12	18	32

Сетевое напряжение через разъём X2 поступает на помехоподавляющий фильтр, собранный на трансформаторе T1 и конденсаторе C16. PTC термистор R14 служит для ограничения при включении тока зарядки конденсаторов C27, C28. Варистор R19 служит для ограничения максимального напряжения на входе преобразователя. Далее сетевое напряжение поступает на входной выпрямитель VD9 и сглаживающий фильтр на конденсаторах C27, C28.

На микросхеме D1 собран ШИМ-модулятор, структурная схема которого приведена на рисунке 4.7.

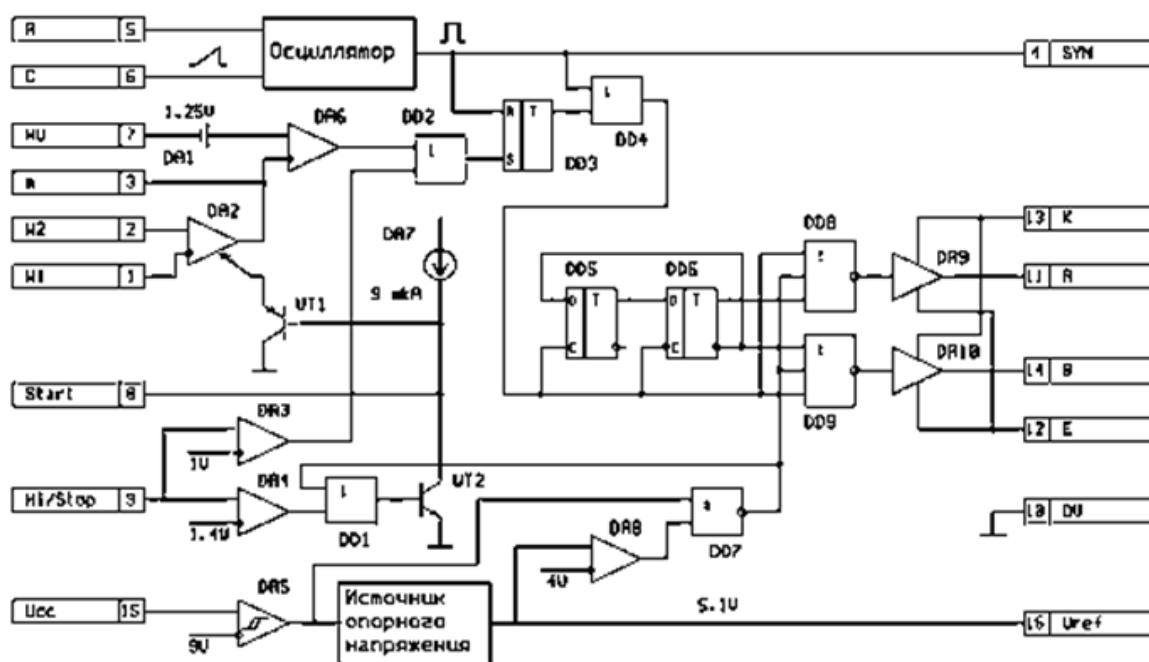


Рисунок 4.7 – Структурная схема ШИМ-модулятора

В его состав входят следующие устройства:

- осциллятор, частота которого задается с помощью резистора R6 и конденсатора C2. При указанных в электрической схеме номиналах она равна 100 кГц;

- компараторы DA2, DA6. Микросхема DA2 сравнивает напряжение на делителе из резисторов R3, R4 с напряжением, приходящим с петли ООС, собранной на микросхеме D6 и оптроне V2. Микросхема DA6 сравнивает пилообразное напряжение генератора с напряжением ошибки, вырабатываемое компаратором DA2;

- логические элементы DD2-DD9 вырабатывают два противофазных сигнала с регулируемой скважностью для управления мощными транзисторами инвертора;

- источник опорного напряжения 5,1 В;

- схема плавного запуска на транзисторе VT1. Сюда же на вывод 8 подключена цепь защиты от превышения температуры платы источника питания свыше 70 градусов – оптрон V1;

- схема ограничения тока источника питания при перегрузке на элементах DA3, DA4, DD1 и VT2. Контролируемое напряжение поступает на вывод 9. На конденсаторе C16 и резисторах R11, R13 собран фильтр, отделяющий токовый сигнал от помех при переключении транзисторов VT4, VT5. Пороговое напряжение на выводе 9 – 1,2 В;

- схема защиты ШИМ модулятора от пониженного напряжения питания. При уменьшении напряжения питания ниже 9,2 В срабатывает компаратор DA5 и отключает источник опорного напряжения и выходные каскады.

На микросхеме D2 собран драйвер выходного каскада. Она позволяет управлять полумостовым инвертором без использования переходного трансформатора. В её состав (рисунок 4.8) входят следующие устройства:

- входные триггеры Шмидта для устранения ложных переключений при возможных помехах на входах;

- схема защиты от пониженного напряжения питания. При уменьшении напряжения питания ниже 10 В срабатывает компаратор и отключает выходные каскады;

- схема сдвига выходного драйвера на величину питающего напряжения на выводе 5.

Напряжение управления с микросхемы D2 поступает на переключающее устройство на транзисторах VT4, VT5. С его выхода переменное напряжение частотой 100 кГц и амплитудой 300 В подаётся на выводы 2, 13 трансформатора T3. На его выходе формируются напряжения требуемой величины и подаются на выходные выпрямители. На выходе выпрямителей стоит совмещенный дроссель T4. Это сделано для того, чтобы увеличить связь между выходными напряжениями и уменьшить их нестабильность при изменении потребляемого тока.

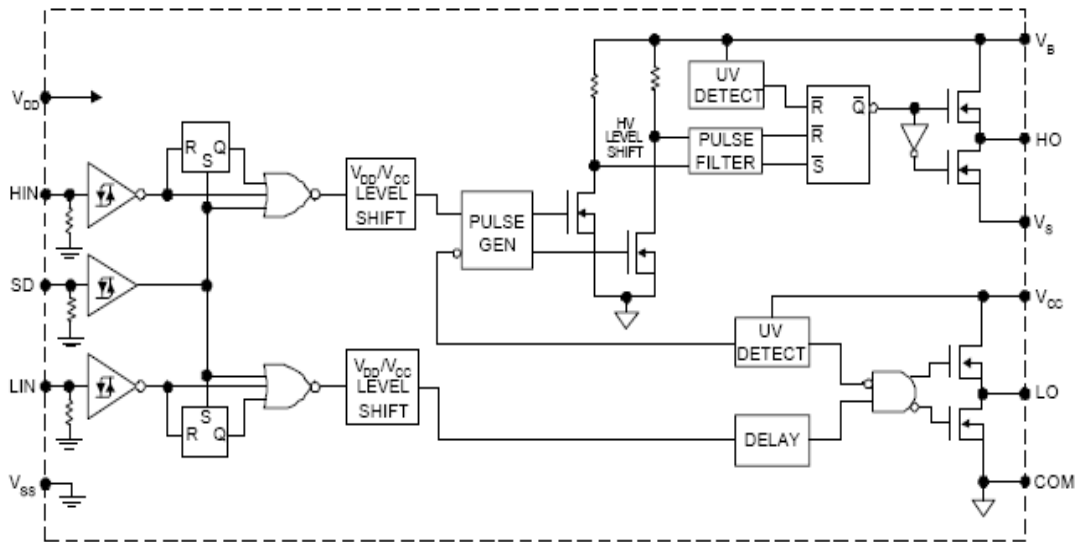


Рисунок 4.8 – Структурная схема драйвера выходного каскада

Напряжение 4 В стабилизируется с помощью петли ООС. Для дополнительной стабилизации остальных напряжений применены линейные стабилизаторы: D9 – минус 24 В; D10 – 24 В; D11 – 15 В; D12 – 15 В; D13 – минус 15 В. Для стабилизации напряжений ± 110 В собраны схемы на дискретных элементах. В состав стабилизаторов входят:

- источник опорного напряжения 2,5 В на микросхеме D8;
- источник опорного напряжения минус 2,5 В на микросхеме D5.4;
- усилитель сигнала ошибки на микросхеме D5.1 – он сравнивает напряжение с делителя R98, R99, R104 с потенциалом земли. В этот каскад, также добавлена цепь регулирования напряжения 110 В в пределах от 10 до 110 В. Сигнал управления поступает с платы процессора через микросхему D4.3 и резистор R78;
- регулирующий транзистор VT14 со схемой управления на транзисторе VT11 и оптроне V3 в плече 110 В;
- усилитель сигнала ошибки на микросхеме D5.3 поддерживает потенциал вывода 10 D5.3 равным нулю, обеспечивая тем самым равенство отрицательного выходного напряжения 110 В положительному выходному напряжению 110 В. За счет этого, при выключении напряжения 110 В, минус 110 В, также выключается
- регулирующий транзистор VT15 со схемой управления на транзисторе VT12 и оптроне V4 в плече минус 110 В.

На микросхемах D3, D4.1, D4.4 собрана схема температурной защиты источника питания. Температурный датчик D3 вырабатывает напряжение пропорциональное температуре по формуле $U_{\text{вых}} (\text{мВ}) = T_{\text{корп}} (\text{Кельвин}) * 5$. При температуре выше $(20 \pm 3) ^\circ\text{C}$ включается вен-

тилятор, а при температуре выше $(70 \pm 3) ^\circ\text{C}$ источник питания отключается. При этом источник питания входит в пульсирующий режим – на короткое время включается и выключается. На транзисторе VT13 собрана схема контроля вращения вентилятора, при его остановке также происходит выключение источника питания.

4.7.4 Усилитель (ПШФИ.468711.002)

Усилитель предназначен для управления полярностью, амплитудой выходных импульсов и смещением базовой линии. Схема электрическая структурная усилителя представлена на рисунке 4.9.

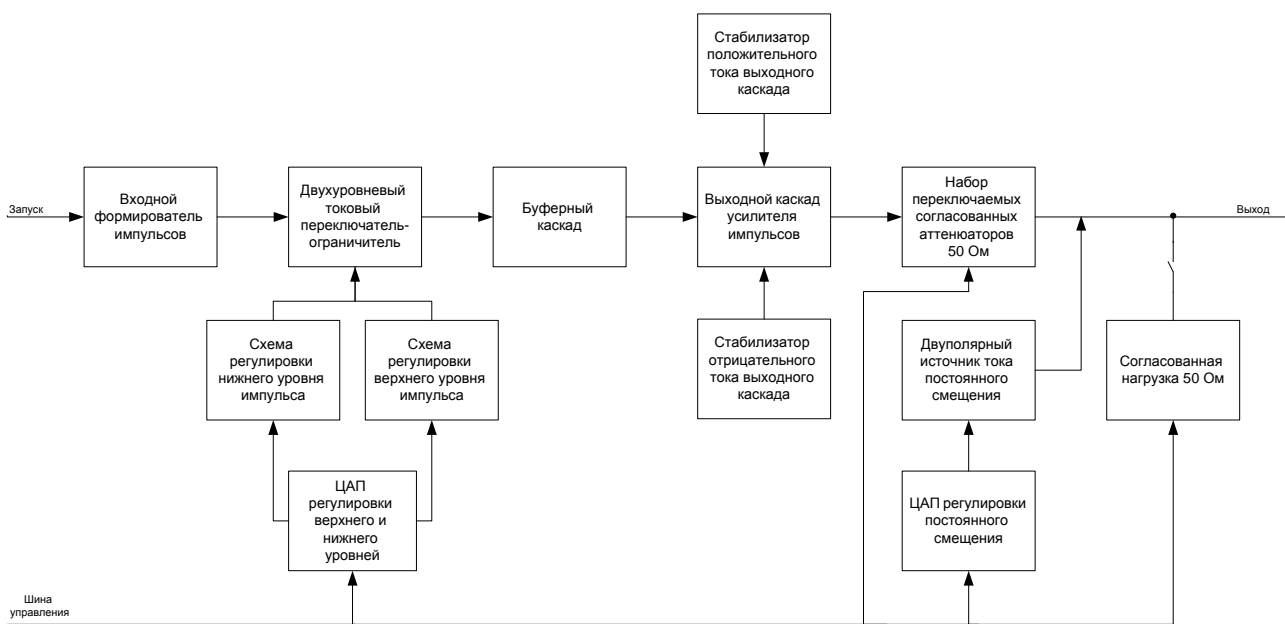


Рисунок 4.9 – Схема электрическая структурная усилителя

Входной формирователь импульсов предназначен для согласования с предыдущими устройствами формирования временных параметров и для формирования из входного импульса положительной полярности симметричного относительно нулевой базовой линии импульса.

Двухуровневый токовый переключатель-ограничитель и схемы регулировки нижнего и верхнего уровня импульса обеспечивают возможность независимого управления уровнем вершины и основания импульса. Регулировка уровней осуществляется сигналами, поступающими с соответствующего ЦАПа.

Буферный каскад обеспечивает развязку между токовым переключателем-ограничителем и выходным каскадом усилителя импульсов.

Выходной каскад усилителя импульсов выполняет усиление по мощности выходного сигнала и работает на нагрузку 50 Ом. Питание каскада осуществляется от источников

тока положительной и отрицательной полярности. Протекание этих токов через нагрузку формирует импульс на выходе усилителя.

Набор переключаемых согласованных на нагрузку 50 Ом аттенуаторов обеспечивает ослабление сигнала ступенями 12, 24, 36 и 48 дБ. Что позволяет получить на выходе усилителя диапазон амплитуд импульсов от 0,01 до 9,99 В.

Двуполярный источник тока постоянного смещения обеспечивает смещение базовой линии выходного импульса от 0 до ± 8 В и позволяет симметричный относительно нуля импульс преобразовать в однополярный положительный или отрицательный выходной импульс с постоянным смещением базовой линии до $\pm 5,25$ В.

Согласованная внутренняя нагрузка 50 Ом подключается к выходу усилителя импульсов для обеспечения согласования при работе на высокоомную внешнюю нагрузку.

Транзисторы VT1, VT2, VT3, VT4 – входные дифференциальные усилители; VT5, VT6, VT10, VT11 – переключатель положительного тока от источника VT9; VT7, VT8, VT12, VT13 – переключатель отрицательного тока от источника VT14.

В исходном состоянии, когда импульс отсутствует, VT2, VT4, VT6, VT11, VT8, VT13 – закрыты, VT1, VT3, VT5, VT10, VT7, VT12 – открыты, обеспечивая прохождение отрицательного тока от источника VT14 на формирователь верхнего уровня, а положительного тока через транзисторы VT5, VT10 на корпус.

При поступлении нормального импульса на вход входного устройства транзисторы VT1, VT3, VT5, VT10, VT7, VT12 запираются, а транзисторы VT2, VT4, VT6, VT11, VT8, VT13 отпираются, обеспечивая прохождение положительного тока от источника VT9 на формирователь нижнего уровня, а отрицательного тока от источника VT14 через VT8, VT13 на корпус.

Диод VD3, в зависимости от опорного напряжения на катоде формируют отрицательный уровень импульса. Опорное напряжение поступает от управляющего устройства, состоящего из ЦАП D5, операционного усилителя D9.1 и эмиттерного повторителя VT17. Транзистор VT15 формирует ток, необходимый для нижнего уровня ограничения.

Диод VD4, в зависимости от опорного напряжения на аноде, формируют положительный уровень импульса. Опорное напряжение поступает с ЦАП D5, операционного усилителя D9.2 и эмиттерного повторителя VT18. Транзистор VT16 обеспечивает ток, необходимый для верхнего уровня ограничения. Верхний и нижний уровни импульса можно изменять в пределах от $\pm 0,3$ до $\pm 2,5$ В. На транзисторах VT19, VT20, VT23, VT24 собраны эмиттерные повторители (буферные каскады), приоткрытые от источников токов VT21, VT22 для обеспечения линейного режима (т.е. без искаженной передачи импульсов).

Выходной усилитель собран по каскадной схеме.

Усилитель положительной части импульса собран на транзисторах VT25, VT28, а источник положительного тока – на транзисторах VT30, VT32.

Усилитель отрицательной части импульса собран на транзисторах VT26, VT29, а источник отрицательного тока – на транзисторах VT31, VT33.

Делитель R78, R85, R88, R93, R94 обеспечивает начальное смещение от минус 2 до минус 2,5 В, приоткрывая транзистор VT25, а R86, R89, R95, R96 обеспечивают начальное смещение от 2 до 2,5 В, приоткрывая транзистор VT26. В исходном состоянии VT25, VT28 открыты, а транзисторы VT26, VT29 закрыты, т.к. при отсутствии импульсов на базы транзисторов VT25, VT26 поступает с эмиттерных повторителей VT23, VT24 положительный уровень напряжения 2,5 В. Отрицательный ток от источника тока VT31, VT33 через открытый выходной транзистор VT29 создает на выходной нагрузке 50 Ом напряжение, равное минус 5 В (V_H). С приходом импульса VT26, VT29 закрываются, а VT25, VT26 открываются. Положительный ток от источника тока VT30, VT32 в течении длительности импульса изменяет напряжение на нагрузке 50 Ом от минус 5 В до 5 В, т.е. формируется импульс с размахом от минус 5 В до 5 В. В зависимости от управляющего напряжения размах может изменяться от $\pm 0,2$ до ± 5 В.

Источник смещения базовой линии построен на транзисторах VT32, VT33. Схема управления смещением построена на ЦАП D6, операционных усилителях D8, D13 и транзисторной сборке VT27.

Реле К3 служит для подключения к выходу усилителя внутренней нагрузки 50 Ом при нажатии на кнопку "НАГРУЗКА" на передней панели прибора. Такой режим используется при работе усилителя на несогласованную высокоомную нагрузку для поддержания номинального выходного напряжения. При подключении к выходу усилителя согласованной внешней нагрузки 50 Ом, внутренняя нагрузка должна быть отключена.

Микросхемы D1...D4 – линейные стабилизаторы напряжения.

4.7.5 Формирователь 0,1-100 В (ПШФИ.468179.010)

Схема формирователя состоит из ключевого выходного каскада на транзисторах VT2, VT3 и схемы управления. Регулируя напряжения питания выходного каскада, на выходе формируется импульс определенной амплитуды.

В зависимости от полярности выходного импульса и требуемой амплитуды, с помощью реле К1, на выходной каскад подается напряжение от 15 до 100 В положительной или отрицательной полярности.

Сформированные выходным каскадом импульсы подаются на вход трёхступенчатого согласованного на нагрузку 600 Ом аттенюатора с ослаблением каждой ступени 15 дБ, что позволяет получить диапазон амплитуд импульса на выходе формирователя от 0,1 до 100 В.

Каскад на микросхеме D2 формирует из входного импульса прямой и инверсный сигналы с паузой между ними. Это время (10...30 нс) нужно для компенсации эффекта сквозного тока через транзисторы VT2, VT3; определяется номиналами R7, R8 и C6, C7.

Каскады на микросхемах D4, D5 представляют собой цифровые изоляторы с гальванической развязкой выхода и высокой скоростью передачи сигнала.

Каскады на микросхемах D6, D7 представляют собой драйвера для управления выходными транзисторами VT2, VT3.

Микросхемы D1, D8, D9 – линейные стабилизаторы напряжения на 5 В.

На микросхеме D3 собран преобразователь напряжения 15 В в гальванически развязанные напряжения 15 В для питания выходных каскадов. Частота преобразования определяется резистором R9 и конденсатором C5. При указанных номиналах $F = 300$ кГц.

Для обеспечения согласования при работе на высокоомную нагрузку в формирователе имеется встроенная нагрузка 600 Ом, которая подключается к его выходу при нажатии на кнопку "НАГРУЗКА" на основном блоке генератора.

4.7.6 Формирователь наносекундных импульсов ПШФИ.468179.009

Формирователь наносекундных импульсов предназначен для формирования импульсов положительной и отрицательной полярности с амплитудой, плавно изменяющейся от 0,5 до 5 В (20дБ), с минимальной длительностью импульса на уровне 0,5 – 1 нс, с длительностью фронта и среза менее 500 пс.

Запускающие импульсы с блока генератора по дифференциальной линии поступают на входы 2, 3 микросхемы D2, которая формирует фронт импульсов 200 пс после дифференциальной линии. С выходов 6, 7 микросхемы D2 разнополярные импульсы поступают на схемы усилителей с общей базой VT1, VT2. Коэффициент усиления каскадов с общей базой ≈ 3 . С выходов этих усилителей импульсы поступают на эмиттерные повторители VT3, VT4, служащие для согласования входных сопротивлений дифференциального усилителя VT6, VT7 с выходным сопротивлением каскадов с общей базой. Резисторы R16, R17, R24, R25 служат для устранения самовозбуждения каскадов с общей базой и эмиттерных повторителей. С выходов эмиттерных повторителей через ускоряющие цепочки C22, R36 и C23, R37 импульсы поступают на входы дифференциального каскада VT7, VT7. Коэффициент усиления дифференциального каскада $K \approx 2, 3$.

На микросхеме D6, транзисторе VT5 и резисторах R29, R33, R34 собрана схема линейно управляемого источника тока для дифференциального каскада. Ток линейно меняется от 30 до 100 мА. Управление производится программированием микросхемы цифро-

аналогового преобразователя D1, аналоговый выход которой подсоединен к входу R12 источника тока.

Диоды VD1, VD2, индуктивность L4 служат для уменьшения неравномерности вершины выходных импульсов.

Коллектор транзистора VT6 через коммутационные реле K1, K2 подключается к согласованной нагрузке $R_n = 50$ Ом и при токе коллектора 30 мА на R_n будет выделяться напряжение $U_{\text{вых}} =$ минус 1,5 В, а при токе 100 мА $U_{\text{вых}} =$ минус 5 В.

Индуктивность L3 служит для компенсации потерь в реле. Реле K1 переключает на выход формирователя импульсы положительной или отрицательной полярности. Реле K2 подключает на выходе формирователя согласованный делитель 10 дБ.

Коллектор VT7 через индуктивность L5, сопротивления R46, R48, R49 подключается к управляемому источнику напряжения (D7, VT7). Когда VT7 включен, токи от источника тока и источника напряжения компенсируются и на коллекторе VT7 $U_k = 0$ В. Когда VT7 выключен $U_k = 6$ В. Напряжение с коллектора VT7 через ускоряющую цепочку C32, R47 поступает на базу эмиттерного повторителя VT13, с эмиттера которого импульсы через реле K1, K2 поступают на $R_n = 50$ Ом.

Транзисторы VT10, VT12 служат для защиты эмиттерного повторителя VT13 от короткого замыкания по выходу. При превышении тока коллектора VT13 > 130 мА открываются транзисторы VT12, VT10 и напряжение на базе эмиттерного повторителя стремится к нулю.

Микросхема D5 формирует напряжение 12 В для питания эмиттерного повторителя VT13. Микросхема D4 формирует напряжение минус 10 В для питания каскадов с общей базой.

Микросхема D3 формирует напряжение 3,3 В для питания микросхемы D2.

4.7.7 Генератор термостатированный (ПШФИ.411661.002)

Генератор термостатированный построен на основе микросхемы D5 охваченной петлей обратной связи через линию задержки на коаксиальном кабеле и выходном буфере на микросхеме D6 для исключения влияния подключаемой нагрузки на частоту колебаний генератора. Температура микросхемы D5 поддерживается равной 80 °С схемой термостатирования на элементах D1, D2, VT1, VT2. Все элементы термостатированного генератора помещены в теплоизолирующий корпус, который устанавливается на плате процессора.

4.7.8 Калибратор (ПШФИ.411641.001)

Калибратор амплитуды и постоянного смещения построен на базе 14-ти разрядного быстродействующего АЦП D4. Сигнал на вход АЦП подаётся через переключаемые резистивные делители на 50 и 600 Ом, что позволяет калибровать сигнал на основном выходе генератора и выходах выносных формирователей. Дифференциальный усилитель D3 преобразует несимметричный сигнал с выхода делителей в дифференциальный, подаваемый на вход АЦП. Микросхема D2 формирует опорное напряжение для работы АЦП.

Микросхема ПЛИС D5 совместно с микросхемой ОЗУ D6 выполняет обработку оцифрованного сигнала по методу плотности распределения (МЭК 469-2). В результате обработки данных центральный микроконтроллер получает информацию об уровнях вершины и основания импульса, его амплитуде и среднем значении. На основе этой информации производится коррекция управляющих кодов для усилителя и формирователей импульсов.

5 Подготовка генератора к работе

5.1 Распаковывание и повторное упаковывание

5.1.1 Распаковывание генератора проводить следующим образом:

- снять пломбу;
- открыть запоры, а затем крышку ящика укладочно-транспортного, вынуть упаковочный лист;
- вынуть эксплуатационную документацию в полиэтиленовом чехле;
- вынуть комплект комбинированный в полиэтиленовом чехле;
- вынуть генератор из укладочно-транспортного ящика и снять с него полиэтиленовый чехол.

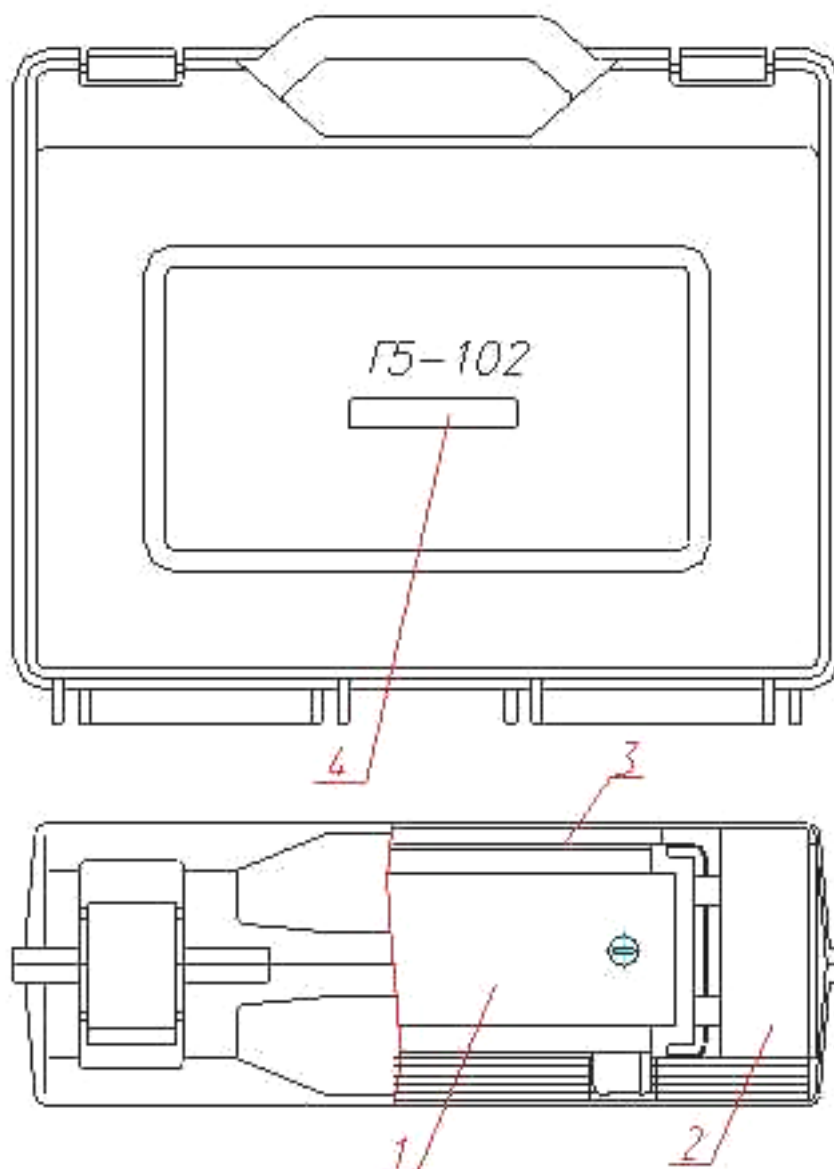
5.1.2 Проверить комплектность согласно ПШФИ.411662.005ФО.

5.1.3 Упаковывание генератора производить в следующей последовательности:

- уложить комплект комбинированный и закрыть поролоновой крышкой;
- в полиэтиленовый чехол поместить генератор и мешок с силикагелем;
- полиэтиленовый чехол загерметизировать и уложить в укладочно-транспортный ящик;
- эксплуатационную документацию поместить в полиэтиленовый чехол и уложить ее в укладочно-транспортный ящик;
- уложить в укладочно-транспортный ящик мешок с силикагелем;
- сверху в укладочно-транспортный ящик уложить упаковочный лист в полиэтиленовом чехле;
- закрыть укладочно-транспортный ящик, закрыть запоры и опломбировать.

Маркирование упаковки проводить в соответствии с ГОСТ 14192.

Схема упаковки генератора, маркировочные и основные надписи и места пломбирования приведены на рисунках 5.1 и 5.2.



- 1 – генератор;
- 2 – комплект комбинированный;
- 3 – эксплуатационная документация;
- 4 – заводской номер.

Рисунок 5.1, 5.2 – Схема упаковки генератора

5.2 Порядок установки генератора

5.2.1 Расположение генератора на рабочем месте должно обеспечивать свободный доступ к выключателю сетевого питания и условия естественной вентиляции.

5.2.2 Перед началом работы необходимо изучить настоящее руководство по эксплуатации, произвести внешний осмотр генератора, обратив внимание на сохранность пломб, чистоту поверхностей, отсутствие механических повреждений и комплектность.

5.2.3 После длительного хранения генератор должен быть поверен.

5.2.4 Если хранение (или транспортирование) генератора производилось в условиях, отличающихся от рабочих, то перед включением генератор должен быть выдержан в рабочих условиях не менее 3-х часов.

5.2.5 Генератор соединяют с нагрузкой при помощи кабеля ВЧ.

При работе выхода 1 или 2 на несогласованную высокоомную нагрузку необходимо включить внутреннюю нагрузку нажатием на кнопку "НАГРУЗКА" на передней панели генератора.

5.3 Подготовка к работе

5.3.1 При работе с генератором должны быть соблюдены меры безопасности, изложенные в разделе 3.

5.3.2 Установить генератор на рабочем месте, обеспечив удобство работы и условия естественной вентиляции.

5.3.3 Подключить заземление к клемме на задней панели (при отсутствии заземляющего провода в розетке сети).

5.3.4 Подключить заземление к клемме на задней панели (при отсутствии заземляющего провода в розетке сети).

5.3.5 Подключить кабель сетевой с фильтром к генератору, при этом обеспечивается подключение генератора к линии защитного заземления сети, при условии использования розетки сети соответствующей вилке кабеля, либо перехода, гарантирующего заземление генератора через шнур питания. При подключении кабеля сетевого с фильтром в сеть убедиться, что генератор находится в выключенном состоянии.

5.3.6 Включить кабель сетевой с фильтром в сеть.

6 Порядок работы

6.1 Меры безопасности

При работе с генератором соблюдать меры безопасности, изложенные в разделе 3.

Генератор заземляется через заземляющий провод трехполюсной сетевой вилки. При подключении генератора к двухполюсной сетевой розетке убедиться в надежности заземления генератора.

Внутри генератора имеется напряжение 220 В на следующих элементах:

- контакты разъема подачи сетевого напряжения;
- выводы сетевого фильтра;
- контакты первичной обмотки силового трансформатора
- радиаторы ключевых и выпрямительных элементов источника питания (эти элементы защищены от прикосновения изолирующей пластиной).

6.2 Расположение органов настройки и включения генератора

Расположение органов управления и включения передней панели генератора показано на рисунке 6.1, задней панели – на рисунке 6.2.

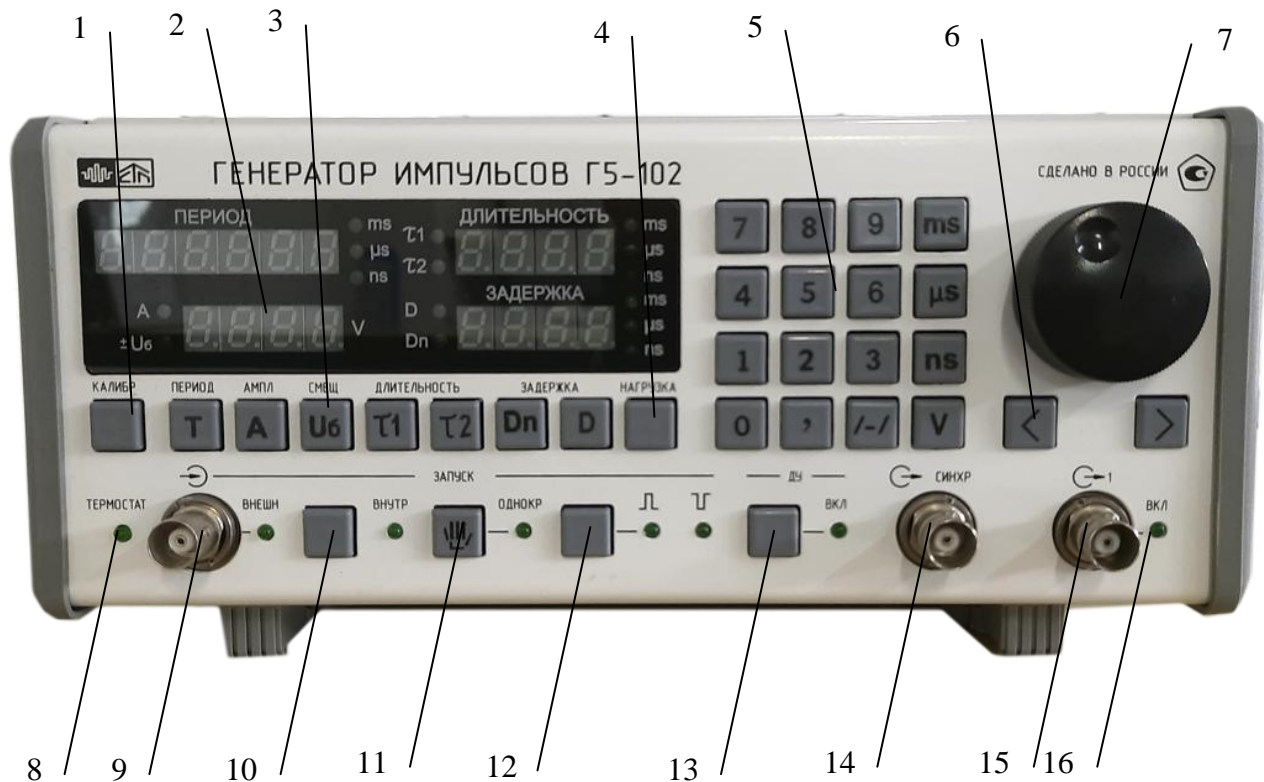


Рисунок 6.1 – Передняя панель генератора

На рисунке 6.1 обозначено:

- 1 – кнопка калибровки;
- 2 – цифровое табло отображения параметров;
- 3 – кнопки (семь) выбора параметров генератора;
- 4 – кнопка включения внутренней нагрузки 50 Ом;
- 5 – кнопки (шестнадцать) цифрового ввода значений и единиц параметров;
- 6 – кнопки (две) установки шага перестройки значения параметра;
- 7 – ручка оптического энкодера плавной перестройки параметров;
- 8 – светодиод термостата;
- 9 – разъем входа синхронизации внешнего запуска;
- 10 – кнопка управления режимом запуска генератора;
- 11 – кнопка однократного механического запуска;
- 12 – кнопка переключения режима внешнего запуска по положительному или отрицательному перепаду;
- 13 – кнопка включения дистанционного управления;
- 14 – разъем выхода синхроимпульсов;
- 15 – выход "1" генератора;
- 16 – светодиод индикации включения выхода "1".

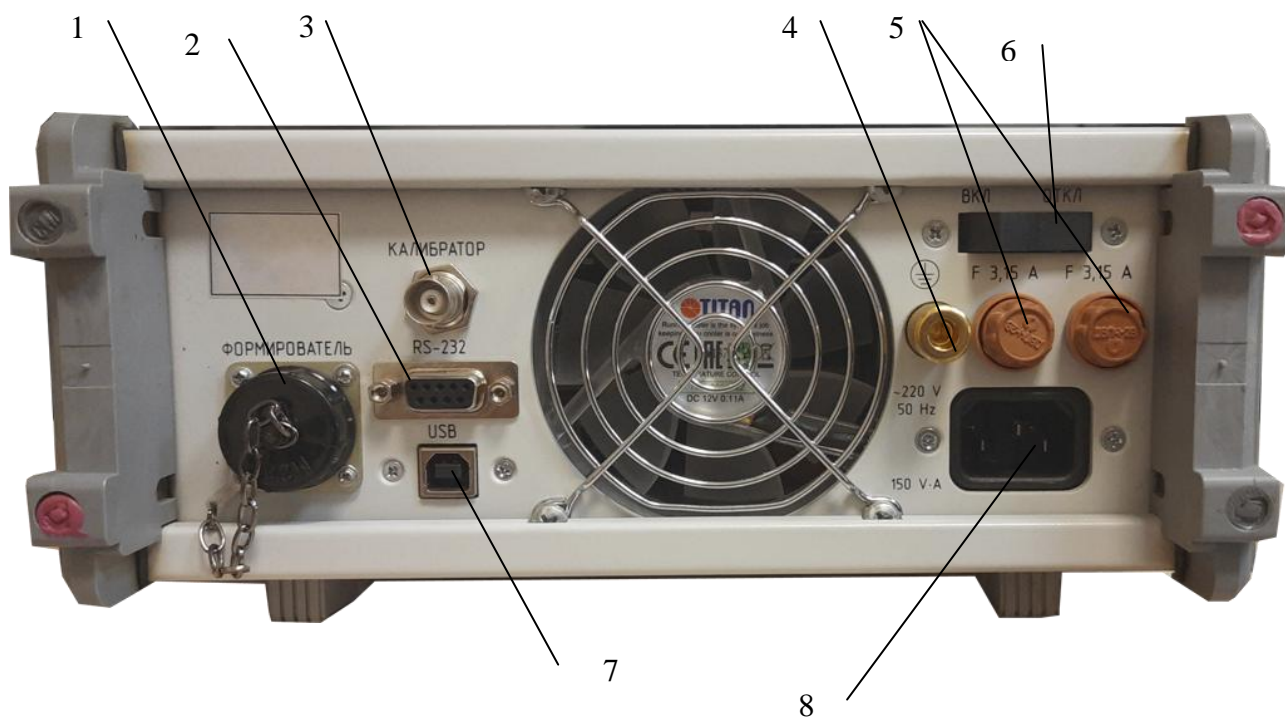


Рисунок 6.2 – Задняя панель генератора

На рисунке 6.2. обозначено:

- 1 – разъем подключения выносных формирователей;
- 2 – разъем подключения интерфейсного кабеля RS-232;
- 3 – разъем выхода калибратора;
- 4 – клемма защитного заземления;
- 5 – держатели с предохранителями;
- 6 – выключатель питания генератора;
- 7 – разъем подключения интерфейсного кабеля USB 2.0;
- 8 – разъем подключения шнура соединительного.

6.3 Сведения о порядке подготовки к проведению измерений

6.3.1 Перед началом работы следует внимательно изучить руководство по эксплуатации генератора, а также ознакомиться с расположением и назначением органов управления.

6.3.2 Установить генератор на рабочем месте, обеспечив удобство работы и естественной вентиляции.

При необходимости работы с выносными формирователями подключить их к разъему на задней панели.

6.3.3 Подключить кабель сетевой с фильтром к сети.

6.3.4 После длительного хранения следует произвести внешний осмотр, опробование, а затем проверку метрологических параметров согласно разделу 7.

Если хранение (или транспортирование) генератора производилось в условиях отличных от рабочих, то перед включением необходимо выдержать генератор не менее 3 ч в рабочих условиях.

6.3.5 Включить генератор.

6.3.6 Подсоединить выход генератора при помощи кабеля к объекту.

6.3.7 Проверка функционирования

Проверка функционирования

При включении прибора на индикаторе загораются сообщение "tEst" , текущая версия микропрограммы (например "U2.01") и нули во всех остальных разрядах, и начинается проверка контрольной суммы программы микроконтроллера. Тестирование генератора может занимать несколько секунд. В это время генератор не реагирует на нажатия кнопок и внешнее управление. Если в ходе тестирования будет обнаружена ошибка контрольной суммы программы, то на индикатор будет выведено сообщение "Error src". В этом случае необходимо выключить питание генератора на 10 секунд и включить его повторно. При повторении ошибки генератор необходимо направить в сервисный центр или произвести обновление программы через внешний интерфейс RS-232 специальной утилитой, дождавшись, когда

надпись "Error src" сменится на "RS-232 load". Если проверка прошла успешно, на индикаторе высвечиваются параметры, установленные в последнем сеансе работы перед выключением генератора за исключением режима запуска и состояния внутренней нагрузки. При подключении внешних формирователей могут измениться параметры импульсной последовательности, выходящие за допустимые пределы для выбранного формирователя. Исходный режим запуска генератора – внутренний (независимо от состояния перед выключением), что индицируется соответствующим светодиодом. Периодическое мигание светодиода "ТЕРМОСТАТ" указывает на режим разогрева термостата. После достижения заданной температуры внутри термостата в режиме внешнего или однократного запуска производится автоматическая калибровка частоты синхронизируемого термостатированного генератора. На время калибровки индикаторы "ДЛИТЕЛЬНОСТЬ" и "ЗАДЕРЖКА" переходят в мигающий режим, а на индикаторе "ПЕРИОД" отображается строка "clb.-t". Сигнал на выходе генератора при этом отсутствует. По окончании автоматической калибровки эти индикаторы переходят в постоянный режим свечения. Если генератор находится в режиме внутреннего запуска, то калибровка частоты синхронизируемого термостатированного генератора откладывается до переключения режима работы на внутренний или однократный запуск.

После того, как светодиод "ТЕРМОСТАТ" перейдет в режим постоянного свечения – генератор готов к работе.

6.4 Проведение измерений

Ввод команд выполняется путём нажатия соответствующих кнопок на передней панели генератора.

Режим работы генератора выбирается кнопками поля «Запуск» на передней панели прибора.

Активный в данный момент режим индицируется светодиодами "ВНЕШН", "ВНУТР", "ОДНОКР". Выбор режима внешнего запуска по положительному или отрицательному перепаду запускающего сигнала осуществляется кнопкой (12 на рис. 6.1) и индицируется светодиодами. В режиме однократного запуска становится активной кнопка ручного запуска генератора (11 на рис. 6.1), при нажатии на кнопку происходит формирование одиночного или парного импульса. Нажатие кнопки индицируется кратковременным выключением светодиода рядом с ней.

Задание значения параметра выходного сигнала производится в следующей последовательности:

- пользователь нажимает кнопку с названием соответствующего параметра ("ПЕРИОД", "АМПЛ.", "СМЕЩ.", "ДЛИТЕЛЬНОСТЬ", "ЗАДЕРЖКА");



- производится набор цифрового значения параметра с десятичной точкой « . » (или без неё) и с указанием знака « /-/ » после завершения набора числа (для смещения и амплитуды);

- нажимается кнопка единицы измерения параметра ("ms", "us", "ns", "V"), которая является признаком окончания ввода и запускает процесс обработки команды.



В процессе набора нового значения параметра оно отображается на соответствующем цифровом индикаторе. Индикаторы "ДЛИТЕЛЬНОСТЬ τ_1/τ_2 ", "ЗАДЕРЖКА D/D_n ", "A / $\pm U_0$ " имеют двойное назначение и автоматически переключаются в зависимости от того, какой параметр вводится в данный момент. Если в процессе ввода была допущена ошибка, можно вернуться в исходное состояние, нажав кнопку с названием набираемого параметра, что эквивалентно сбросу введённого значения. Ввод параметра может выполняться с использованием энкодера, установленного на передней панели генератора. В этом случае после нажатия кнопки с указанием параметра, вращением энкодера устанавливается требуемое значение на индикаторе генератора. Кнопками "<" и ">" можно изменять шаг перестройки параметра, соответственно увеличивая его или уменьшая в 10 раз (на один разряд индикатора). Шаг перестройки индицируется миганием соответствующего разряда на индикаторе прибора. Единицы измерения перестраиваемого параметра сохраняются теми же, какими они были при начале ввода и изменяются автоматически при достижении параметром граничного значения. При наборе значения на клавиатуре энкодер блокируется до завершения набора и нажатия кнопки единиц измерения или сброса введённого значения нажатием кнопки одного из параметров.

Установленный набор параметров выходного сигнала можно сохранить в энергонезависимой памяти для повторного использования. Сохранение конфигурации производится одновременным нажатием на кнопку ">" и одну из цифровых кнопок "0"... "9", соответствующую номеру конфигурации. Вызов сохранённой конфигурации производится одновременным нажатием на кнопку "<" и одну из цифровых кнопок "0"... "9". После включения питания генератора автоматически устанавливается набор параметров заданный на момент выключения питания.

Введённые параметры проверяются микроконтроллером генератора на соответствие ограничениям, накладываемым на них требованиями ТУ и возможностью реализации заданной импульсной последовательности. Если введённый параметр не соответствует ограничениям, его значение будет установлено максимально или минимально допустимым.

И дальнейшее его увеличение или уменьшение, соответственно, будет заблокировано. Если не выполняются ограничения по минимальной скважности импульсной последовательности ($q_{\min} = 2$ для выхода «1» генератора и $q_{\min} = 10$ для выхода «2» формирователя 0,1-100 В) включается мигающий режим работы индикатора "ПЕРИОД". В данном случае необходимо скорректировать значение длительности импульса.




В режиме дистанционного управления, который включается нажатием на кнопку "ДУ" и индицируется светодиодом, управление генератором осуществляется от внешней ПЭВМ по интерфейсу USB 2.0 или RS-232. Текущие параметры индицируются на индикаторах как в режиме ручного управления, но клавиатура, кроме кнопки "ДУ" и кнопок параметров, блокируется. В этом режиме нажатием на кнопку параметра можно вызвать его значение на индикатор, если в данный момент оно скрыто.


В случае если к выходу «1» генератора подключается устройство с высоким входным сопротивлением, необходимо включить внутреннюю нагрузку 50 Ом на выходе генератора нажатием на кнопку 4 (рис. 6.1). Повторное нажатие на эту кнопку отключает внутреннюю нагрузку от выхода усилителя. Подключение внутренней нагрузки индицируется мигающим режимом свечения светодиода 16 (рис. 6.1), расположенного рядом с выходом «1» генератора.

ВНИМАНИЕ! Перед подключением (отключением) внутренней или внешней нагрузки 50 Ом установить амплитуду импульсов не более 1 В.

Запрещается одновременное подключение внутренней и внешней нагрузок 50 Ом.

Возможны шесть режимов работы:

формирование импульсов от 0,01 до 9,99 В положительной и отрицательной полярности на выходе «1» генератора; формирование импульсов от 0,1 до 100 В положительной и отрицательной полярности на выходе «2» формирователя 0,1-100 В; формирование импульсов от 0,5 до 5,0 В положительной и отрицательной полярности на выходе «3» формирователя наносекундных импульсов; внутренний запуск; внешний запуск. При этом период внешнего сигнала запуска автоматически измеряется и отображается на индикаторе периода; однократный запуск по нажатию на кнопку 11 на передней панели генератора. При этом период запуска автоматически измеряется и отображается на индикаторе периода; работа с ПЭВМ в автоматизированном режиме.

Выходы генератора при формировании импульсов переключаются автоматически в зависимости от наличия и типа подключённого формирователя. В случае если по каким-либо причинам (короткое замыкание, низкое сопротивление нагрузки) произошла перегрузка выхода «2» формирователя 0,1-100 В, на индикаторе "АМПЛИТУДА" загораются прочерки "- - -", а выход формирователя автоматически отключается. Для восстановления работы

выхода после устранения причины перегрузки необходимо повторно установить значение амплитуды импульса.

ВНИМАНИЕ! При работе с формирователем 0,1-100 В не допускается подключать к его выходу нагрузку с сопротивлением менее (600 ± 12) Ом, так как это может привести к выходу из строя генератора.

В режиме внешнего запуска генератора нажатие на кнопку "ПЕРИОД", с последующим вращением ручки энкодера, позволяет задать пороговый уровень компаратора по входу внешней синхронизации в диапазоне от минус 5 до 5 В для обеспечения стабильного запуска генератора. Индикация порогового уровня автоматически выключается через несколько секунд после завершения установки.

В режиме внутреннего запуска при включённом выходе 1 или 3 (формирователь наносекундных импульсов) одновременное нажатие на кнопки "ПЕРИОД" и " τ_1 " включает режим генерации меандра на выходе генератора. Если перед нажатием был включен режим парных импульсов, второй импульс выключается, а длительность первого импульса устанавливается равной половине периода. Соотношение $\tau_1 = 0,5T$ поддерживается при любом изменении значения периода. На индикаторе "ДЛИТЕЛЬНОСТЬ" при включённом режиме меандра отображается надпись "q=2". Чтобы выйти из этого режима, достаточно нажать на кнопку " τ_1 " или " τ_2 ".

В режиме внутреннего запуска, используя режим формирования парных импульсов, можно получить на выходе 3 (формирователь наносекундных импульсов) последовательность с удвоенной частотой следования. Например, при установке периода повторения $T = 6,6$ нс, длительностей импульсов $\tau_1 = \tau_2 = 1,65$ нс и задержки второго импульса в паре $D_{\text{п}} = 3,3$ нс на выходе генератора будет получена импульсная последовательность с частотой 303 МГц. В таком режиме рекомендуется контролировать скважность импульсов по экрану осциллографа и, при необходимости, корректировать её регулировкой задержек и длительностей импульсов.

Кнопка "/-/" имеет ряд дополнительных функций при активном режиме изменения амплитуды сигнала. Нажатие на кнопку "/-/" после ввода амплитуды приводит на выходе 1 к инверсии выходного импульса как показано на рис. 6.3. Данная функция удобна при работе с цифровыми устройствами, как аналог инверсии логического сигнала. Нажатие на кнопку "/-/" приводит на выходах 2 и 3 к изменению полярности сигнала без изменения базового смещения. Повторное нажатие на кнопку "/-/" приводит к восстановлению исходных параметров сигнала.

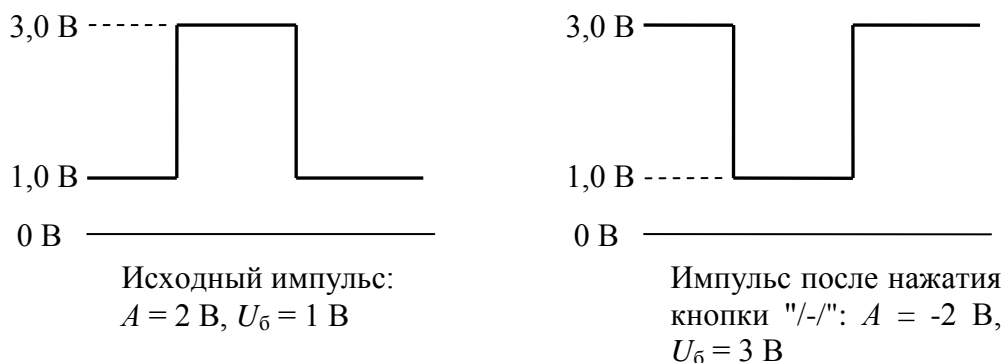


Рисунок 6.3 – Действие кнопки "/-/" на сигнал на выходе 1

Кнопка "КАЛИБР" (1 на рис. 6.1) в комбинации с другими позволяет переключать различные режимы калибровки.

Последовательное нажатие кнопок "КАЛИБР" и "ПЕРИОД" переводит генератор в режим калибровки частоты синхронизируемого термостатированного генератора для обеспечения заданного уровня погрешности по длительностям и задержкам выходных импульсов. При включении калибровки на индикаторе "ПЕРИОД" на несколько секунд появляется надпись "clb.-t". На время калибровки индикаторы "ДЛИТЕЛЬНОСТЬ" и "ЗАДЕРЖКА" переходят в мигающий режим. Если в процессе калибровки произошла ошибка, или частота ударного генератора не может быть установлена в соответствии с калибровочной константой, на индикаторах отобразятся прочерки. В этом случае необходимо повторить калибровку. Если ошибка повторится – следует перезапустить генератор, выключив питание на 10-20 с и повторить указанные выше действия после выхода генератора в рабочий режим.

ВНИМАНИЕ! *В режиме внешнего запуска для более точных измерений, при которых важна высокая точность установки длительности импульса или временного сдвига, необходимо периодически повторять калибровку частоты синхронизируемого генератора нажатием кнопок "КАЛИБР" и "ПЕРИОД". При этом термостат должен находиться в разогретом состоянии (светодиод светится постоянно).*

Последовательное нажатие кнопок "КАЛИБР" и "0" включает режим калибровки амплитуды и смещения на выходе 1 генератора по внутреннему каналу с учётом подключённой пользователем нагрузки. При включении калибровки на индикаторе "ПЕРИОД" на несколько секунд появляется надпись "clb.-li". В этом режиме калибратор непрерывно измеряет амплитуду и смещение импульсов на выходе генератора и, в случае, если они отличаются от установленных пользователем на величину, превышающую допустимую погрешность производится их коррекция. Процесс периодической коррекции выходных параметров индицируется миганием светодиодов "А" или " $\pm U_6$ " в зависимости от выбранного режима индикатора. Выключение режима непрерывной калибровки амплитуды и смещения произво-

дится последовательным нажатием на кнопки "КАЛИБР" и "/-". После отключения калибровки на индикаторе "ПЕРИОД" на несколько секунд появляется надпись "clb.OFF". После отключения режима калибровки, коррекции, внесённые в значения амплитуды и смещения, сохраняются до изменения пользователем значений выходных параметров (амплитуда и смещение) или выключения питания генератора. Изменение периода и задержек не изменяет коэффициенты коррекции после отключения калибровки.

Последовательное нажатие кнопок "КАЛИБР" и "1" включает режим калибровки амплитуды и смещения на выходе 1 генератора. При этом выход 1 должен быть подключён коаксиальным кабелем к разъёму "КАЛИБРАТОР" на задней панели генератора. Калибровка в данном случае производится на номинальном сопротивлении нагрузки ($50 \pm 0,5$) Ом. При включении калибровки на индикаторе "ПЕРИОД" на несколько секунд появляется надпись "clb.-1". В этом режиме калибратор измеряет амплитуду и смещение импульсов на выходе генератора и, в случае, если они отличаются от установленных пользователем на величину, превышающую допустимую погрешность производится их коррекция. Процесс коррекции выходных параметров индицируется миганием светодиодов "А" или " $\pm U_0$ " в зависимости от выбранного режима индикатора. До достижения значений амплитуды и смещения импульсов отличающихся от номинальных не более допустимой погрешности на индикаторе "ПЕРИОД" светится надпись "clb.-1". После достижения заданных параметров на индикаторе "ПЕРИОД" на несколько секунд появляется надпись "clb.OFF" и процесс калибровки прекращается. После завершения калибровки, коррекции, внесённые в значения амплитуды и смещения, сохраняются до изменения пользователем значений выходных параметров (амплитуда и смещение) или выключения питания генератора. Изменение периода и задержек не изменяет коэффициенты коррекции после отключения калибровки. Когда калибровка завершена, выход генератора можно отключить от разъёма "КАЛИБРАТОР" и подключить к исследуемому устройству.

Последовательное нажатие кнопок "КАЛИБР" и "2" включает режим калибровки амплитуды на выходе 2 генератора (выход формирователя 0,1-100 В ПШФИ.468179.010). При этом выход 2 должен быть подключён коаксиальным кабелем АКЯЦ.685661.014 к разъёму "КАЛИБРАТОР" на задней панели генератора. Калибровка в данном случае производится на номинальном сопротивлении нагрузки (600 ± 12) Ом. В этом режиме калибратор измеряет амплитуду импульсов на выходе формирователя и, в случае, если она отличается от установленной пользователем на величину, превышающую допустимую погрешность, производится её коррекция. Процесс коррекции амплитуды индицируется миганием светодиодов "А" или " $\pm U_0$ " в зависимости от выбранного режима индикатора. На индикаторе "ПЕРИОД" светится надпись "clb.-2" до достижения амплитуды импульсов отличающейся от

номинала на значение не более допустимой погрешности. После достижения заданного значения амплитуды на индикаторе "ПЕРИОД" на несколько секунд появляется надпись "clb.OFF" и процесс калибровки прекращается. После завершения калибровки, коррекции, внесённые в значение амплитуды, сохраняются до изменения пользователем амплитуды сигнала или выключения питания генератора. Изменение периода и задержек не изменяет коэффициенты коррекции после отключения калибровки. Когда калибровка завершена, выход генератора можно отключить от разъёма "КАЛИБРАТОР" и подключить к исследуемому устройству.

Последовательное нажатие кнопок "КАЛИБР" и "3" включает режим калибровки амплитуды на выходе 3 генератора (выход формирователя наносекундных импульсов ПШФИ.468179.009). При этом выход 3 должен быть подключён коаксиальным кабелем к разъёму "КАЛИБРАТОР" на задней панели генератора. Калибровка в данном случае производится на номинальном сопротивлении нагрузки ($50 \pm 0,5$) Ом. В этом режиме калибратор измеряет амплитуду импульсов на выходе формирователя и, в случае, если она отличается от установленной пользователем на величину, превышающую допустимую погрешность, производится её коррекция. Процесс коррекции амплитуды индицируется миганием светодиодов "А" или " $\pm U_0$ " в зависимости от выбранного режима индикатора. На индикаторе "ПЕРИОД" светится надпись "clb.-3" до достижения амплитуды импульсов отличающейся от номинала на значение не более допустимой погрешности. После достижения заданного значения амплитуды на индикаторе "ПЕРИОД" на несколько секунд появляется надпись "clb.OFF" и процесс калибровки прекращается. После завершения калибровки, коррекции, внесённые в значение амплитуды, сохраняются до изменения пользователем амплитуды сигнала или выключения питания генератора. Изменение периода и задержек не изменяет коэффициенты коррекции после отключения калибровки. Когда калибровка завершена, выход генератора можно отключить от разъёма "КАЛИБРАТОР" и подключить к исследуемому устройству.

ВНИМАНИЕ! Для обеспечения значений амплитуды и смещения рекомендуется использовать один из перечисленных режимов калибровки в зависимости от активного на данный момент выхода генератора.

6.5 Обновление внутренней микропрограммы

В генераторе предусмотрена возможность обновления программы микроконтроллера, осуществляющего управление генератором. Данная операция производится в случае появления ошибки во встроенной FLASH-памяти программ микроконтроллера, о чём свиде-

тельствует заикливание генератора в режиме проверки контрольной суммы программы после включения питания с выдачей на индикатор сообщения "Error crc", или при выходе новых версий внутренней микропрограммы.

Текущая версия микропрограммы (например "U2.01") отображается на индикаторе "ДЛИТЕЛЬНОСТЬ" после включения прибора во время выполнения тестирования.

Процедура обновления программы микроконтроллера выполняется в несколько этапов:

- а) подключить к генератору кабель интерфейса USB или RS-232;
- б) запустить на ПЭВМ утилиту update_flash.exe;
- в) выбрать в окне программы интерфейс для обновления (USB или RS-232);
- г) запустить обновление;
- д) дождаться окончания процесса обновления программы микроконтроллера.

В процессе обновления программы микроконтроллера на индикаторе генератора отображается сообщение "rS-232 IoAd" или "USB IoAd" в зависимости от выбранного интерфейса для связи с ПЭВМ. После успешного завершения обновления программы генератор перейдет в нормальный режим работы.

7 Поверка генератора

7.1 Общие сведения

7.1.1 Настоящий раздел устанавливает методы и средства поверки генератора импульсов Г5-102.

7.1.2 Поверка проводится один раз в 24 мес.

7.1.3 Рекомендуемая норма времени на проведение поверки 16 ч.




7.1.4 Поверитель должен быть аттестован в соответствии с требованиями ГОСТ РВ 8.576 или ПР 50.2.012.

7.2 Операции поверки




При поверке выполняются следующие операции:

- внешний осмотр;
- опробование;
- определение метрологических характеристик:


а) проверка диапазона, дискретности и погрешности установки периода следования импульсов;

б) проверка диапазона, дискретности и погрешности установки длительности основных (одиночного и парного) импульсов на выходах « 1» генератора, « 3» формирователя наносекундных импульсов и « 2» формирователя 0,1-100 В;

в) проверка диапазона, дискретности и погрешности установки временного сдвига одиночного и парного импульсов;

г) проверка диапазона, дискретности и погрешности установки амплитуды одиночных и парных импульсов на выходах « 1» генератора импульсов Г5-102, « 2 » формирователя 0,1-100 В и « 3» формирователя наносекундных импульсов;

д) проверка неравномерности вершины одиночных и парных импульсов и исходного уровня в паузе;

е) проверка диапазона и погрешности установки базового смещения на выходе « 1» генератора;

ж) проверка параметров выходного синхросигнала генератора;

з)* проверка параметров нестабильности фронта синхроимпульса (относительно импульса внешнего запуска);

и)* проверка автоматизированного режима работы.

Примечание – 1. Пункты * проверяются при поверке после ремонта генератора.

2. Перед началом поверки генератор рекомендуется прогреть в течение 60 мин.

При получении отрицательных результатов при выполнении любой операции поверки, поверка прекращается, генератор отправляется в ремонт для выяснения причин отрицательных результатов поверки и их устранения.

7.3 Организация рабочего места

7.3.1 При проведении поверки должны быть выполнены операции, приведенные в п. 7.2, и применены средства поверки, приведенные в таблице 7.1

Таблица 7.1 – Средства измерений, применяемые при поверке генератора импульсов Г5-102

Наименование СИ	Тип СИ или обозначение ТУ	Используемые основные технические характеристики СИ	Требуемая погрешность
Частотомер электронно-счетный	ЧЗ-86	Частота от 0,01 Гц до 100 МГц Интервал времени от 0 до $1 \cdot 10^2$ с	$\pm 2 \cdot 10^{-7}$
Генератор импульсов	Г5-60	Период повторения от 100 нс до 10 с Амплитуда выходных сигналов от 1 до 5 В	Длительность импульсов от 50 нс до 0,5 мс
Установка измерительная	К2-75	Диапазон частот до 1 ГГц Диапазон измерения временных интервалов до 10,0 мкс	Погрешность измерения: интервалов времени $\pm 5 \cdot 10^{-3} \cdot T + 10$ пс; амплитуды $\pm 3 \cdot 10^{-3} \cdot U + 1$ мВ
Осциллограф	С1-116	Развертки от 10 нс/дел до 0,1 с/дел Коэффициент отклонения от 0,005 до 2 В/дел.	Погрешность коэффициента отклонения $\pm 3 \%$

Кроме того при поверке применяются:

ПЭВМ			
Переход	ШВ-ШВ	ЕЭ2.236.461	
Переход	VP-ШВ	ЕЭ2.236.472	
Аттенюатор	ЦЮ2.243.084-01	Из набора мер НЗ-1 ÷ НЗ-7 ЦЮ0.270.003ТУ или ДН4 из к-та К2-75	
Делитель мощности	ЕЭ2.307.018		

Вместо приведенных в таблице 7.1 средств измерений разрешается применять другие измерительные приборы, обеспечивающие измерения соответствующих параметров с требуемой точностью.

Средства измерений, используемые для поверки, должны быть поверены.

7.4 Требования безопасности

7.4.1 При проведении поверки необходимо руководствоваться требованиями безопасности, изложенными в разделе 3.

7.4.2 Поверитель, непосредственно осуществляющий поверку, должен иметь допуск к работам с напряжением до 1000 В.

7.5 Условия поверки

7.5.1 При проведении поверки должны соблюдаться следующие условия:

температура окружающей среды, С°	20 ± 5;
относительная влажность воздуха, %	от 50 до 80;
атмосферное давление кПа (мм рт.ст)	100 ± 4 (750 ± 30);
напряжение питания, В	220 ± 4,4.

7.5.2 Подготовить генератор к работе в соответствии с п.п. 5.3 и 6.3.

7.6 Проведение поверки

7.6.1 Внешний осмотр

При внешнем осмотре должно быть установлено соответствие генератора следующим требованиям:

- комплектность генератора должна соответствовать таблице 4.2;
- на задней панели должны быть пломбы завода-изготовителя;

Генераторы, имеющие дефекты, бракуются и направляются в ремонт.

7.6.2 Опробование

Включить генератор в сеть. При включении питания на индикаторе загораются нули и, после окончания внутреннего теста, высвечивается конфигурация, сохранённая в прошлом сеансе работы. Исходный режим запуска генератора – внутренний, что индицируется соответствующим светодиодом. Периодическое мигание светодиода термостата указывает на режим разогрева. После достижения заданной температуры внутри термостата в режиме внешнего или однократного запуска производится автоматическая калибровка частоты син-

хронизируемого термостатированного генератора. На время калибровки индикаторы "ДЛИТЕЛЬНОСТЬ" и "ЗАДЕРЖКА" переходят в мигающий режим, а на индикаторе "ПЕРИОД" отображается строка "clb.-t". Сигнал на выходе генератора при этом отсутствует. По окончании автоматической калибровки эти индикаторы переходят в постоянный режим свечения. Если генератор находится в режиме внутреннего запуска, то калибровка частоты синхронизируемого термостатированного генератора откладывается до переключения режима работы на внутренний или однократный запуск. После того, как светодиод "ТЕРМОСТАТ" перейдет в режим постоянного свечения – генератор готов к работе.

Установить следующие параметры импульсной последовательности: $A = 5В$, $U_6 = 0 В$, $\tau_1 = 50 нс$, $\tau_2 = 50 нс$, $T = 10 мс$, $D_{п} = 100 нс$, $D = 0 нс$. В установившемся режиме подключить к основному выходу генератора осциллограф в режиме внешней синхронизации от синхроимпульса генератора и проверить наличие сигнала с установленными параметрами. Вращая ручку энкодера, проверить плавность регулировки задержки основных импульсов относительно синхроимпульса D , регулировку амплитуды A и постоянного смещения U_6 .

7.6.3 Определение метрологических характеристик

7.6.3.1 Проверка диапазона, дискретности и погрешности установки периода повторения основных (одиночных и парных) импульсов

Проверка диапазона, дискретности и погрешности установки периода повторения основных (одиночных и парных) импульсов на выходе "↻ 1" генератора импульсов Г5-102, на выходе "↻ 2" формирователя 0,1-100 В и на выходе "↻ 3" формирователя наносекундных импульсов при внутреннем запуске генератора импульсов Г5-102 проводится по схеме соединений, приведенной на рисунке 7.1¹.

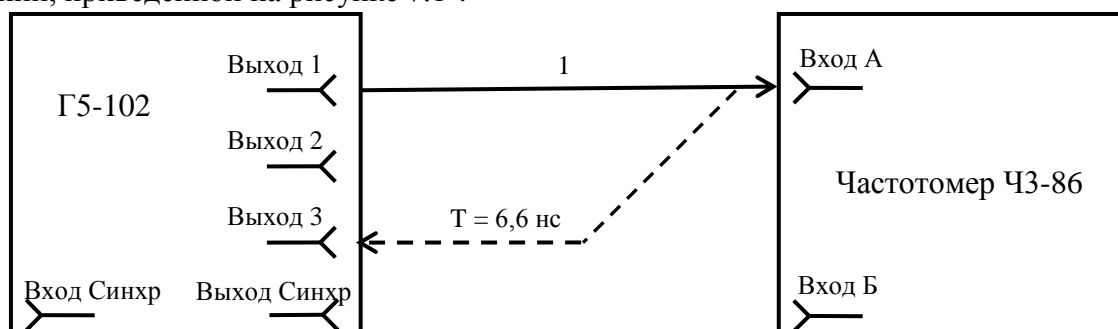


Рисунок 7.1 – Схема соединений приборов при проверке диапазона, дискретности и погрешности установки периода повторения основных импульсов при внутреннем запуске

Для проверки погрешностей установки периода при значениях периодов 6,6 нс, 10 нс и 1,0 мкс (частоты следования импульсов 151,51515 МГц, 100 МГц и 1,0 МГц соответствен-

¹ На рисунке 7.1 и далее на рисунках и по тексту выход "↻ 1" генератора импульсов Г5-102 обозначен как "Выход 1", выход "↻ 2" формирователя 0,1-100 В – как "Выход 2" и выход "↻ 3" формирователя наносекундных импульсов – как "Выход 3".

но) частотомером измеряют частоты выходных импульсов $F_{изм}$, соответствующие этим периодам следования, и сравнивают эти частоты с частотами, вычисляемыми по формулам:

$$F_{мин} = 1 / (T_{уст} + 10^{-6} \cdot T_{уст}) \quad \text{и} \quad F_{мак} = 1 / (T_{уст} - 10^{-6} \cdot T_{уст}) \quad (2)$$

где $F_{мин}$ – частота следования импульсов, соответствующая максимальному значению периода следования импульсов за счет максимально допустимой погрешности;

$F_{мак}$ – частота следования импульсов, соответствующая минимальному значению периода следования импульсов за счет максимально допустимой погрешности.

Значения $F_{мин}$ и $F_{мак}$ для периодов следования импульсов T 6,6 нс, 10 нс и 1,0 мкс и устанавливаемые параметры генератора приведены в таблице 7.1.

Для периодов повторения 1 и 10 с - измеряется непосредственно период повторения импульсов. Устанавливаемые параметры генератора приведены в таблице 7.1.1. Погрешность установки периода $T_{уст}$ вычисляют по формуле: $\Delta T = T_{уст} - T_{изм}$ (3)

Таблица 7.1– Параметры генератора при проверке диапазона, дискретности и погрешности установки периода повторения импульсов на выходе "↻1", "↻2", "↻3" генератора Г5-102 для значений периода следования импульсов 6,6 нс, 10 нс и 1,0 мкс

Период следования	$F_{мин}$, МГц	$F_{мак}$, МГц	Длительность τ_1 , нс	Длительность τ_2	Сдвиги D и Dп	Амплитуда, В
6,6 нс	151,5150	151,5153	3,0	0	0	2
10,0 нс	99,9999	100,0001	5,0	0	0	2
1,0 мкс	0,999999	1,000001	5,0	0	0	2

Таблица 7.1.1 – Параметры генератора импульсов при проверке диапазона, дискретности и погрешности установки периода повторения импульсов на выходе "↻1" генератора Г5-102 при периодах следования 1 и 10 с

Период повторения		Длительность τ_1	Длительность τ_2	Временной сдвиг D	Временной сдвиг $D_{п}$	Амплитуда A, В
Установленное значение $T_{уст}$	Допустимая погрешность ΔT					
1,00 с	$\pm 1,0$ мкс	1,000 мс	0	0	0	2,0 В
10,0 с	$\pm 10,0$ мкс	1,000 мс	0	0	0	2,0 В

Уровень запуска по каналу А частотомера устанавливается на уровне 0,5 от амплитуды подаваемых импульсов. Сопротивление по входу А устанавливается равным 50 Ом.

При измерении периода 6,6 нс сигнал на вход частотомера подаётся с выхода 3 генератора. При измерении периодов 1,0 с и 10,0 с рекомендуется включить встроенный в частотомер ФНЧ.

Результаты проверки диапазона и основной погрешности установки периода повторения считают удовлетворительным, если выполнено соотношение $F_{мин} \leq F_{изм} \leq F_{мак}$ для периодов следования 6,6 нс, 10 нс и 1 мкс, а погрешность установки периодов для периодов следования 1 с и 100 с не превышает значений, приведенных в таблице 7.1.1.

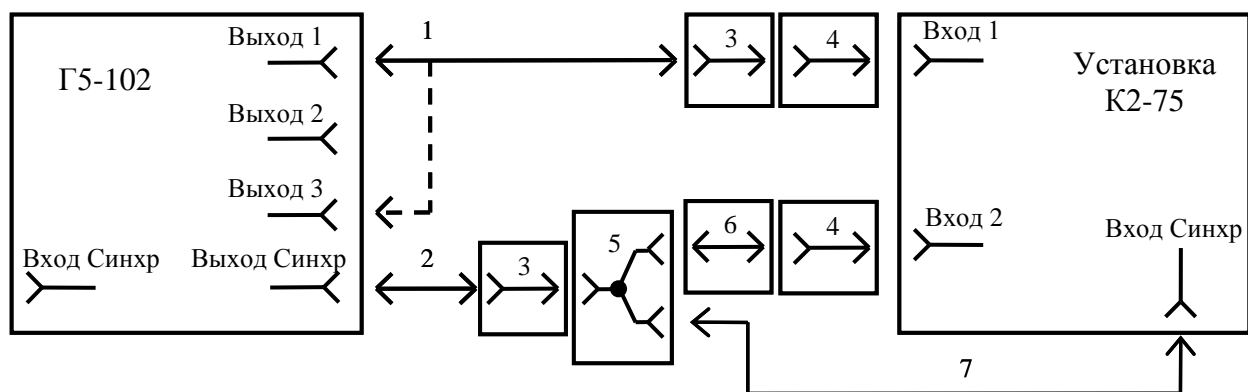
Период повторения основных импульсов на выходе "↻2" формирователя 0,1-100 В и на выходе "↻3" формирователя наносекундных импульсов строго соответствует периоду повторения на выходе "↻1" генератора импульсов Г5-102 и отдельно не проверяется.

Период повторения в режиме парных импульсов равен периоду в режиме одиночных импульсов и отдельно не проверяется.

7.6.3.2 Проверка диапазона, дискретности и погрешности установки временных сдвигов основных импульсов

7.6.3.2.1 Проверка диапазона, дискретности и погрешности установки временных сдвигов одиночных импульсов относительно синхроимпульса D и парных импульсов относительно одиночных импульсов D_n при внутреннем запуске

Проверку диапазона, дискретности и погрешности установки временных сдвигов одиночных импульсов D и парных импульсов D_n на выходах "↻1" генератора импульсов Г5-102 и "↻3" формирователя наносекундных импульсов для диапазона задержек от 0 до 100 нс при внутреннем запуске проводят при включении приборов по схеме, приведенной на рисунке 7.2.



- 1, 2 – кабель ВЧ АКЯЦ.685661.014 или аналогичный;
- 3 – переход V P – III В ЕЭ2.236.472;
- 4 – аттенюатор 20 дБ;
- 5 – делитель мощности ЕЭ2.307.018;
- 6 – переход III В – III В ЕЭ2.236.461;
- 7 – кабель из состава К2-75.

Рисунок 7.2 – Схема соединений приборов при проверке диапазона, дискретности и погрешности установки временных сдвигов основных импульсов на выходах "↻1" генератора Г5-102 и "↻3" формирователя наносекундных импульсов в диапазоне сдвигов от 0 до 100 нс при внутреннем запуске

Измеряют временной сдвиг $D_{изм}$ основных (одиночного и парного) импульсов генератора при установке временного сдвига $D_{уст}$. Погрешность установки сдвига основного импульса ΔD вычисляют как разность между установленным $D_{уст}$ и измеренным $D_{изм}$ сдвигом импульса.

При измерении временных сдвигов от 0 до 100 нс параметры импульсной последовательности генератора устанавливают в соответствии с таблицей 7.2. Период повторения

импульсов T , устанавливаемый на проверяемом генераторе, подбирается таким образом, чтобы он превышал установленное значение временного сдвига $D_{уст}$ и, в тоже время, позволял отображать исследуемые импульсы в начале развёртки установки К2-75. Коэффициент развёртки и режим синхронизации установки К2-75 устанавливаются такими, чтобы получить одновременное изображение фронтов импульсов по которым отсчитывается временной сдвиг в масштабе, обеспечивающем требуемую точность измерения.

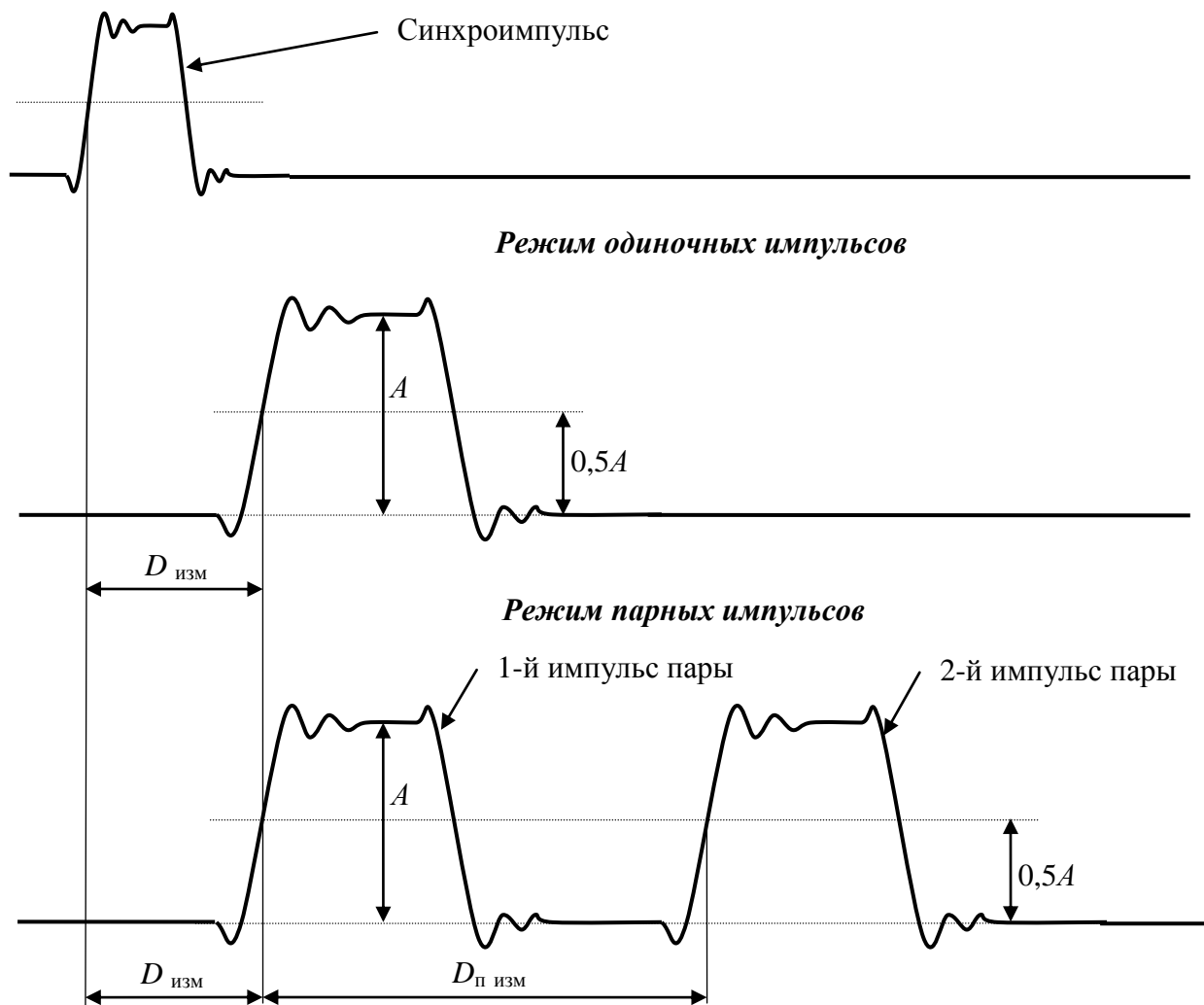


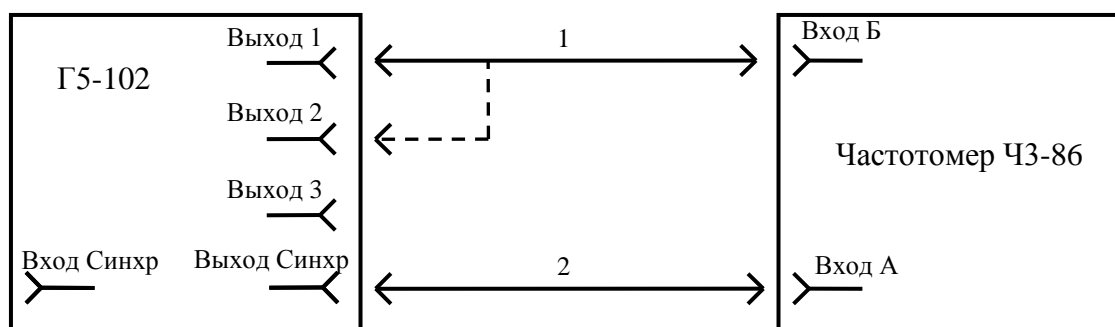
Иллюстрация к методике измерения погрешности установки временного сдвига.

Таблица 7.2 – Параметры импульсной последовательности генератора, устанавливаемые при проверке временного сдвига и дискретности установки временного сдвига основных импульсов на выходах " ⚙ 1 " генератора Г5-102 и " ⚙ 3 " формирователя наносекундных импульсов в пределах от 0 до 100 нс при внутреннем запуске

Установленное значение $D_{уст}$	Допустимая погрешность Δ_D	Длительность основного импульса τ_1	Длительность парного импульса τ_2	Временной сдвиг $D_{п\ уст}$	Амплитуда A
Выход "⌚ 1" генератора импульсов Г5-102					
0,000 нс	4,5 нс	20 нс	20 нс	40 нс	5 В
Выход "⌚" формирователя наносекундных импульсов					
0,000 нс	1 нс	0 нс	5 нс	0 нс	5 В
0,000 нс	1 нс	5 нс	0 нс	0 нс	5 В
9,990 нс	1 нс	5 нс	5 нс	10 нс	5 В
10,00 нс	1 нс	5 нс	5 нс	10 нс	5 В
10,01 нс	1 нс	5 нс	5 нс	10 нс	5 В
50,00 нс	1 нс	5 нс	5 нс	10 нс	5 В
99,00 нс	1 нс	5 нс	5 нс	10 нс	5 В

Результаты проверки считают удовлетворительными, если погрешность установки временного сдвига не превышает значений, приведенных в таблице 7.2.

Проверку диапазона, дискретности и погрешности установки временного сдвига основных импульсов на выходе "⌚ 1" генератора Г5-102 для диапазона задержек от 100 нс до 10 с при внутреннем запуске проводят при включении приборов по схеме, приведенной на рисунке 7.3.



- 1 – кабель ВЧ АКЯЦ.685661.014 или аналогичный;
2 – кабель ВЧ из состава ЧЗ-86.

Рисунок 7.3 – Схема соединений приборов при проверке диапазона, дискретности и погрешности установки временного сдвига основных импульсов на выходах "⌚ 1" генератора импульсов Г5-102 в диапазоне сдвигов от 100 нс до 10 с при внутреннем запуске

При измерении временных сдвигов от 100 нс до 10 с параметры выходной импульсной последовательности устанавливают в соответствии с таблицей 7.3. Частотомер переводится в режим измерения интервалов времени между сигналами на входах А и Б. Уровень запуска по каналам А и Б частотомера устанавливается на уровне 0,5 от амплитуды подаваемых импульсов. Сопротивление по входам А и Б устанавливается равным 50 Ом. Перед началом измерений производится определение систематической погрешности частотомера. Для

этого на генераторе устанавливают сдвиг основного импульса $D = 0$ нс и считывают показания частотомера, которые затем вычитаются из результатов измерений.

Таблица 7.3 – Параметры генератора, устанавливаемые при проверке диапазона, дискретности и погрешности установки временного сдвига основных импульсов на выходе "↻1" генератора импульсов Г5-102 в диапазоне сдвигов от 100 нс до 10 с при внутреннем запуске

Установленное значение $D_{уст}$	Допустимая погрешность Δ_D	Длительность одиночного импульса τ_1	Длительность парного импульса τ_2	Период повторения T , мс	Временной сдвиг $D_{п}$	Амплитуда A , В
Выход "↻1" генератора импульсов Г5-102						
100,0 нс	4,5 нс	1 мкс	0	200,000	0	2,0
99,99 мс	104,5 нс	1 мкс	0	200,000	0	2,0
100,0 мс	104,5 нс	1 мкс	0	200,000	0	2,0
9999 мс	10,0 мкс	1 мкс	0	11000,0	0	2,0
100,0 нс	4,5 нс	0	1 мкс	200,000	0	2,0
9999 мс	10,0 мкс	0	1 мкс	11000,0	0	2,0

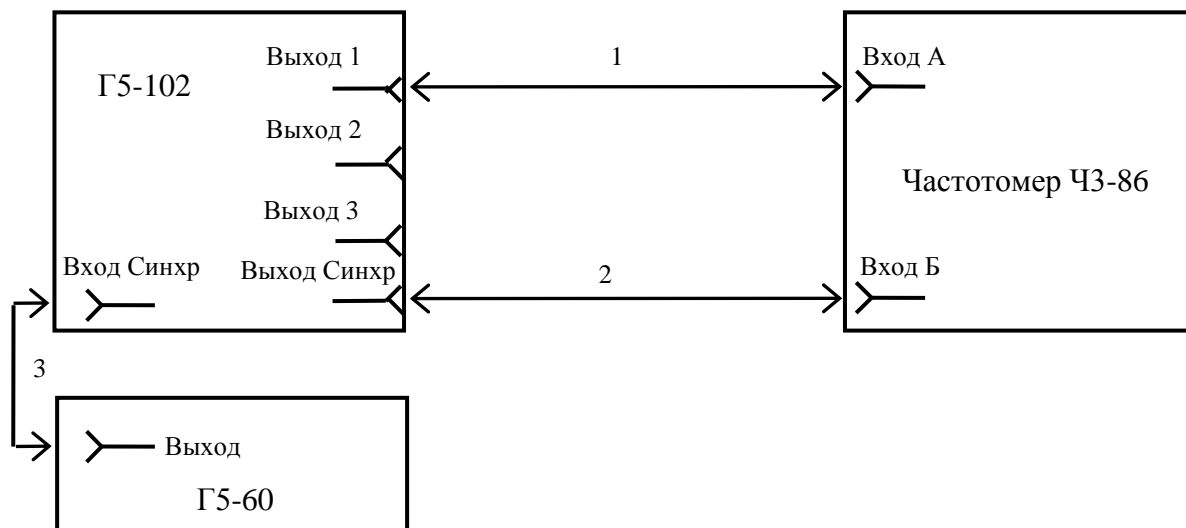
Результаты проверки считают удовлетворительными, если погрешность установки временного сдвига основных импульсов не превышает значений, приведенных в таблице 7.3.

Формирование временных сдвигов и длительностей импульсов в генераторе Г5-102 происходит в схеме 6-ти канальной аналого-цифровой задержки на едином 32-битном счётчике, которая обеспечивает полную идентичность диапазона, дискретности и относительной погрешности временных сдвигов и длительностей основных импульсов в силу заложенного в неё принципа работы. Поэтому полная проверка диапазона и дискретности установки временного сдвига основных импульсов выполняется только на выходе "↻1", а на выходах "↻2" формирователя 0,1-100 В и "↻3" формирователя наносекундных импульсов проверяется только нулевая начальная задержка, которая выставляется на этапе калибровки генератора. Диапазон, дискретность и относительная погрешность установки временных сдвигов на выходах "↻2" формирователя 0,1-100 В и "↻3" формирователя наносекундных импульсов соответствуют этим параметрам на выходе "↻1".

7.6.3.2.2 Проверку диапазона, дискретности и погрешности установки временного сдвига одиночных импульсов относительно синхроимпульса D при внешнем запуске

Проверку диапазона, дискретности и погрешности установки временного сдвига одиночных импульсов относительно синхроимпульса D на выходе " ⚙️ 1" генератора Г5-102 при внешнем запуске проводят при включении приборов по схеме, приведенной на рисунке 7.4.

Параметры выходных импульсов устанавливают в соответствии с таблицей 7.4. Погрешность установки сдвига одиночных импульсов ΔD вычисляют как разность между установленным $D_{уст}$ и измеренным $D_{изм}$ сдвигом импульсов.



- 1 – кабель ВЧ АКЯЦ.685661.014 или аналогичный;
- 2 – кабель ВЧ из состава ЧЗ-86;
- 3 – кабель ВЧ из состава Г5-60.

Рисунок 7.4 – Схема соединений приборов при проверке временного сдвига и дискретности установки временного сдвига одиночных импульсов относительно синхроимпульса на выходе " ⚙️ 1" генератора импульсов Г5-102 при внешнем запуске

Таблица 7.4 – Параметры генератора, устанавливаемые при проверке диапазона, дискретности и погрешности установки временного сдвига одиночных импульсов на выходе " ⚙️ 1" генератора импульсов Г5-102 при внешнем запуске

Установленное значение $D_{уст}$	Допустимая погрешность ΔD	Длительность одиночного импульса τ_1	Длительность парного импульса τ_2	Период повторения (Г5-60) T , мс	Временной сдвиг $D_{п}$	Амплитуда A , В
Выход " ⚙️ 1" генератора импульсов Г5-102						
100,0 нс	4,5 нс	100 нс	0	10,0000	0	1,5
1,000 мкс	4,6 нс	100 нс	0	10,0000	0	1,5
9990 мс	10,0 мкс	1 мкс	0	10000,0	0	1,5

Результаты проверки считают удовлетворительными, если погрешность установки временного сдвига не превышает значений, приведенных в таблице 7.4.

Дискретность установки временного сдвига при внутреннем запуске отдельно не проверяется, так как она соответствует дискретности сдвига при внешнем запуске.

Проверку дискретности, диапазона и относительной погрешности временного сдвига на выходе "⊕2" формирователя 0,1-100 В и выходе "⊕3" формирователя наносекундных импульсов не проводят, так как эти параметры идентичны выходу "⊕1" в силу особенностей формирования временных сдвигов и длительностей в генераторе Г5-102.

7.6.3.2.3 Проверка диапазона, дискретности и погрешности установки временного сдвига второго импульса пары относительно первого импульса пары D_n при внутреннем запуске экспериментально не проводится. Этот параметр обеспечивается диапазоном, дискретностью и погрешностью установки временного сдвига первого импульса пары относительно синхроимпульса при внутреннем запуске в силу применённых в генераторе схемотехнических решений.

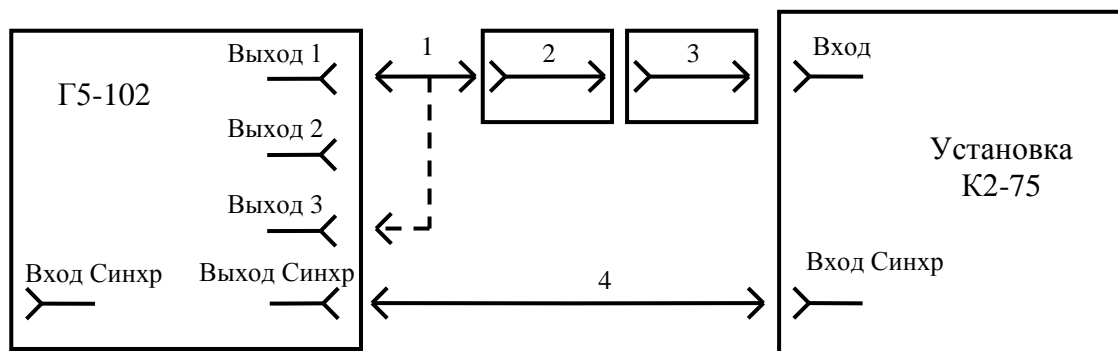
7.6.3.2.4 Проверка диапазона, дискретности и погрешности установки временного сдвига второго импульса пары относительно первого импульса пары D_n при внешнем запуске экспериментально не проводится. Этот параметр обеспечивается диапазоном, дискретностью и погрешностью установки временного сдвига первого импульса пары относительно синхроимпульса при внешнем запуске в силу применённых в генераторе схемотехнических решений.

7.6.3.3 Проверка диапазона, дискретности и погрешности установки длительности основных импульсов при внутреннем и внешнем запуске.

7.6.3.3.1 Проверка диапазона, дискретности и погрешности установки длительности основных импульсов при внутреннем запуске.

Проверка диапазона, дискретности и погрешности установки длительности основных импульсов на выходах "⊕1" генератора импульсов Г5-102 и "⊕3" формирователя наносекундных импульсов в пределах от 1 до 100 нс при внутреннем запуске генератора проводится по схеме соединений, приведенной на рисунке 7.5.

Проверяемый генератор импульсов переводят в режим внутреннего запуска. Параметры устанавливаются в соответствии со значениями, приведенными в таблице 7.5. Регулировкой сдвига основного импульса относительно синхроимпульса проверяемого генератора и изменением коэффициента горизонтальной развёртки установки К2-75 добиваются, чтобы импульс занимал не менее половины индикатора по горизонтали.



- 1 – кабель ВЧ АКЯЦ.685661.014 или аналогичный;
 2 – переход V P - III В ЕЭ2.236.472;
 3 – аттенюатор 20 дБ;
 4 – кабель ВЧ из состава К2-75.

Рисунок 7.5 – Схема соединений приборов при проверке диапазона, дискретности и погрешности установки длительности основных импульсов на выходах "↻1" генератора импульсов Г5-102 и "↻3" формирователя наносекундных импульсов при длительности импульсов от 1 до 100 нс в режиме внутреннего запуска генератора

Измеряют длительности импульса по индикатору установки К2-75 на уровне 0,5 от амплитуды A и вычисляют погрешность как разность между установленной и измеренной длительностью импульсов.

Таблица 7.5 – Параметры сигнала генератора при проверке диапазона, дискретности и погрешности установки длительности основных импульсов на выходах "↻1" генератора импульсов Г5-102 и "↻3" формирователя наносекундных импульсов при длительности импульсов от 1 до 100 нс при внутреннем запуске

Длительность			Период следования импульсов T	Временной сдвиг $D_{п}$	Амплитуда A
Установленное значение τ_1	Установленное значение τ_2	Допустимая погрешность Δ_{τ}			
Выход "↻1" генератора импульсов Г5-102					
5,000 нс	0	4,5 нс	1 мкс	0	5,00 В
100,0 нс	0	4,5 нс	1 мкс	0	5,00 В
0	5,000 нс	4,5 нс	1 мкс	0	5,00 В
0	100,0 нс	4,5 нс	1 мкс	0	минус 5,0 В
Выход "↻3" формирователя наносекундных импульсов					
1,000 нс	0	1,0 нс	1 мкс	0	5,0 В
4,990 нс	0	1,0 нс	1 мкс	0	5,0 В
5,000 нс	0	1,0 нс	1 мкс	0	5,0 В
5,000 нс	0	1,0 нс	1 мкс	0	минус 5,0 В
100,0 нс	0	1,0 нс	1 мкс	0	5,0 В
0	1,000 нс	1,0 нс	1 мкс	0	5,0 В
0	5,000 нс	1,0 нс	1 мкс	0	5,0 В
0	100,0 нс	1,0 нс	1 мкс	0	5,0 В

Результаты проверки считают удовлетворительными, если погрешность установки длительности основных импульсов, не превышает значений приведенных в таблице 7.5

Проверка диапазона и погрешности установки длительности основных импульсов на выходах "↻1" генератора импульсов Г5-102 и "↻3" формирователя наносекундных импульсов в пределах от 100 нс до 10 мкс при внутреннем запуске генератора проводится по схеме соединений, приведенной на рисунке 7.1.

Параметры сигнала устанавливаются в соответствии со значениями, приведенными в таблице 7.6. Вычисляют погрешность между установленной и измеренной длительностью импульсов.

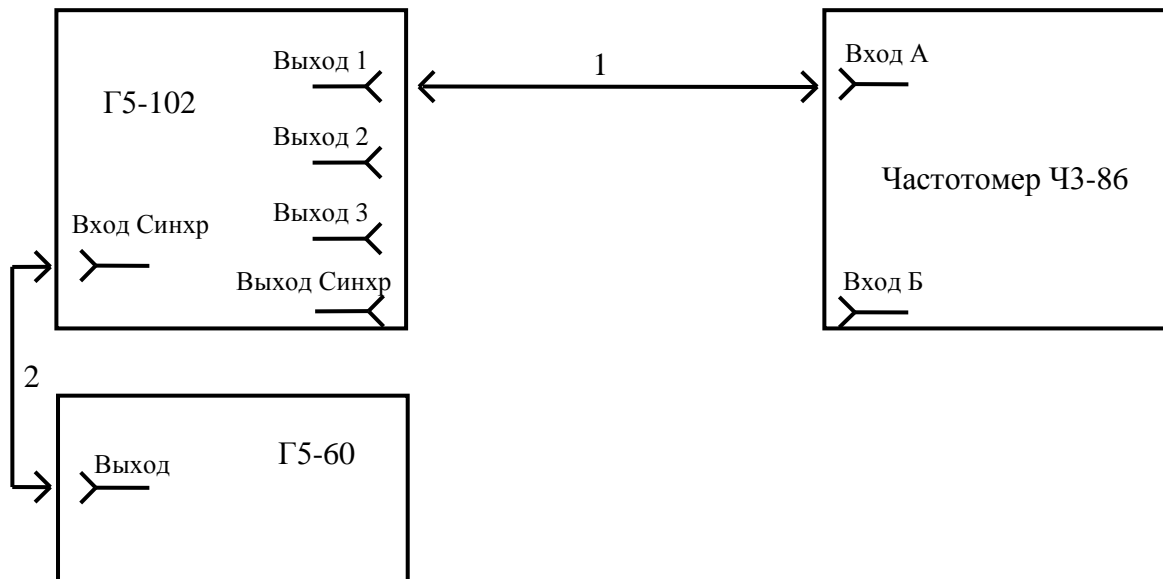
Таблица 7.6 – Параметры сигнала генератора при проверке диапазона и погрешности установки длительности основных импульсов на выходах "↻1" генератора импульсов Г5-102 и "↻3" формирователя наносекундных импульсов при длительности импульсов от 100 нс до 10 с при внутреннем запуске

Длительность			Период следования импульсов T	Временной сдвиг D	Временной сдвиг D_{II}	Амплитуда A
Установл. значение τ_1	Установл. значение τ_2	Допустимая погрешность $\Delta\tau$				
Выход "↻1" генератора импульсов Г5-102						
1,000 мкс	0	4,5 нс	20 мс	0	0	2,0 В
9,999 мс	0	14,5 нс	20 мс	0	0	2,0 В
10,00 мс	0	14,5 нс	20 мс	0	0	2,0 В
9,999 с	0	10,0 мкс	20 с	0	0	2,0 В
0	9,999 с	10,0 мкс	20 с	0	0	2,0 В
Выход "↻3" формирователя наносекундных импульсов						
10,00 мкс	0	1,0 нс	100 мкс	0	0	2,0 В
0	10,00 мкс	1,0 нс	100 мкс	0	0	2,0 В

Результаты проверки считают удовлетворительными, если погрешность установки длительности основных импульсов, не превышает значений приведенных в таблице 7.6.

7.6.3.3.2 Проверка диапазона, дискретности и погрешности установки длительности основных импульсов при внешнем запуске.

Проверка погрешности установки длительности основных импульсов на выходе "↻1" генератора импульсов Г5-102 в режиме внешнего запуска проводится по схеме соединений, приведенной на рисунке 7.6.



- 1 – кабель ВЧ АКЯЦ.685661.014 или аналогичный;
 2 – кабель ВЧ из состава Г5-60.

Рисунок 7.6 – Схема соединений приборов при проверке диапазона, дискретности и погрешности установки длительности основных импульсов на выходе "↻ 1" генератора импульсов Г5-102 в режиме внешнего запуска

Параметры сигнала устанавливаются в соответствии со значениями, приведенными в таблице 7.7. Вычисляют погрешность как разность между установленной и измеренной длительностью импульсов.

Таблица 7.7 – Параметры сигнала генератора при проверке погрешности установки длительности основных импульсов на выходе "↻ 1" генератора импульсов Г5-102 при внешнем запуске

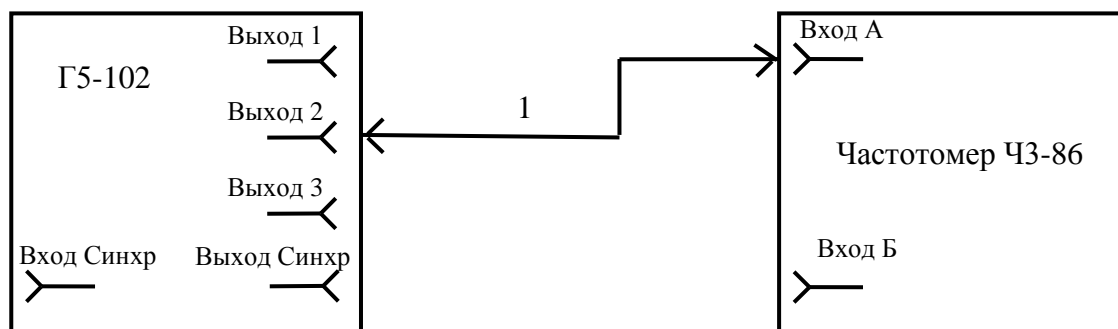
Установл. значение	Длительность		Период следования импульсов T	Временной сдвиг D	Временной сдвиг D_{Π}	Амплитуда A
	Установл. значение	Допустимая погрешность				
τ_1	τ_2	$\Delta\tau$				
10 мкс	0	5,5 нс	100 мс	0	0	2,0 В
10 мс	0	1,0 мкс	100 мс	0	0	2,0 В
0	10 мс	1,0 мкс	100 мс	0	0	2,0 В

Результаты проверки считают удовлетворительными, если погрешность установки длительности, не превышает значений приведенных в таблице 7.7.

Дискретность, диапазон установки и относительная погрешность установки длительности основных импульсов на выходе "↻ 3" формирователя наносекундных импульсов в режиме внешнего запуска соответствуют этим параметрам на выходе "↻ 1" генератора и отдельно не проверяются.

7.6.3.3.3 Проверка диапазона, дискретности и пределов допускаемой погрешности установки длительности основных импульсов на выходе "↻2" формирователя 0,1-100 В при внутреннем и внешнем запуске.

Проверка диапазона, дискретности и погрешности установки длительности основных импульсов на выходе "↻2" формирователя 0,1-100 В при внутреннем запуске проводится по схеме соединения приборов, приведенной на рисунке 7.7



1 – кабель ВЧ АКЯЦ.685661.014 или аналогичный.

Рисунок 7.7 – Схема включения приборов при проверке диапазона и погрешности установки длительности импульсов на выходе "↻2" формирователя 0,1-100 В при внутреннем запуске

Параметры проверяемого генератора при работе в режиме внутреннего запуска устанавливаются в соответствии со значениями, приведенными в таблице 7.8. Встроенная нагрузка на выходе "↻" формирователя 0,1-100 В должна быть подключена нажатием на кнопку "НАГРУЗКА". При этом должен загореться светодиод на передней панели формирователя 0,1-100 В. Переключатель входного сопротивления частотомера переводится в положение "1 МОм". Уровень запуска в канале А частотомера устанавливается на уровне 0,5 от амплитуды входного сигнала. Измеряют длительность импульса и вычисляют погрешность установки длительности импульсов, как разницу между установленной и измеренной длительностью импульсов.

Таблица 7.8 – Параметры выходного сигнала генератора, устанавливаемые при проверке диапазона, дискретности и погрешности установки длительности основных импульсов на выходе "↻2" формирователя 0,1-100 В при внутреннем запуске

Длительность			Период повторения T	Временной сдвиг D	Временной сдвиг $D_{п}$	Амплитуда A
Установленное значение τ_1	Установленное значение τ_2	Допустимая погрешность Δ_{τ}				
100,0 нс	0	100,5 нс	10,0000 мс	0	0	2,0 В
1,000 мс	0	100,5 нс	10,0000 мс	0	0	2,0 В
1000 мс	0	1,0 мкс	10000,0 мс	0	0	2,0 В
0	100,0 нс	100,5 нс	10,0000 мс	0	0	2,0 В
0	1,000 мс	100,5 нс	10,0000 мс	0	0	2,0В
0	1000 мс	1,0 мкс	10000,0 мс	0	0	2,0В

Результаты проверки считают удовлетворительными, если погрешность установки длительности не превышает значений указанных в таблице 7.8.

Диапазон, дискретность и погрешность установки длительности основных импульсов на выходе "↻2" формирователя 0,1-100 В при внешнем запуске обеспечивается диапазоном, дискретностью и погрешностью установки длительности импульсов на выходе "↻1" генератора и отдельно не проверяются.

7.6.3.4 Проверка диапазона, дискретности и погрешности установки амплитуды

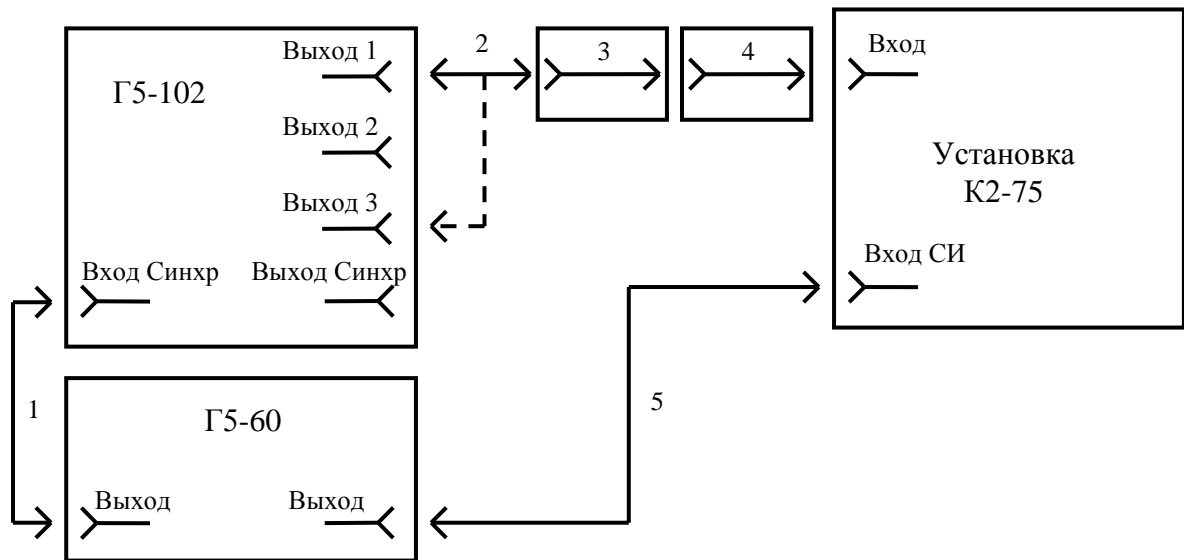
7.6.3.4.1 Проверка диапазона, дискретности и погрешности установки амплитуды основных импульсов при внешнем запуске на выходах "↻1" генератора импульсов Г5-102 и "↻3" формирователя наносекундных импульсов осуществляются по схеме, приведенной на рисунке 7.8 и на рисунке 7.9 – на выходе "↻2" формирователя 0,1-100 В.

Параметры выходного сигнала устанавливаются в соответствии с таблицей 7.9 для проверки выходов "↻1" генератора импульсов Г5-102 и "↻3" формирователя наносекундных импульсов и в соответствии с таблицей 7.10 – для выхода "↻2" формирователя 0,1-100 В.

Перед началом измерений необходимо последовательным нажатием кнопок "КАЛИБР" и "0" включить режим калибровки амплитуды и смещения на выходе "↻1" генератора по внутреннему каналу с учётом подключённой пользователем нагрузки. При проведении измерений на выходе "↻3" формирователя наносекундных импульсов необходимо калибровать каждую точку по амплитуде, подключая выход формирователя ко входу калибратора амплитуды "КАЛИБРАТОР" и последовательно нажимая кнопки "КАЛИБР" и "3". Аналогичным образом, выполняется калибровка амплитуды на выходе "↻2" формирователя

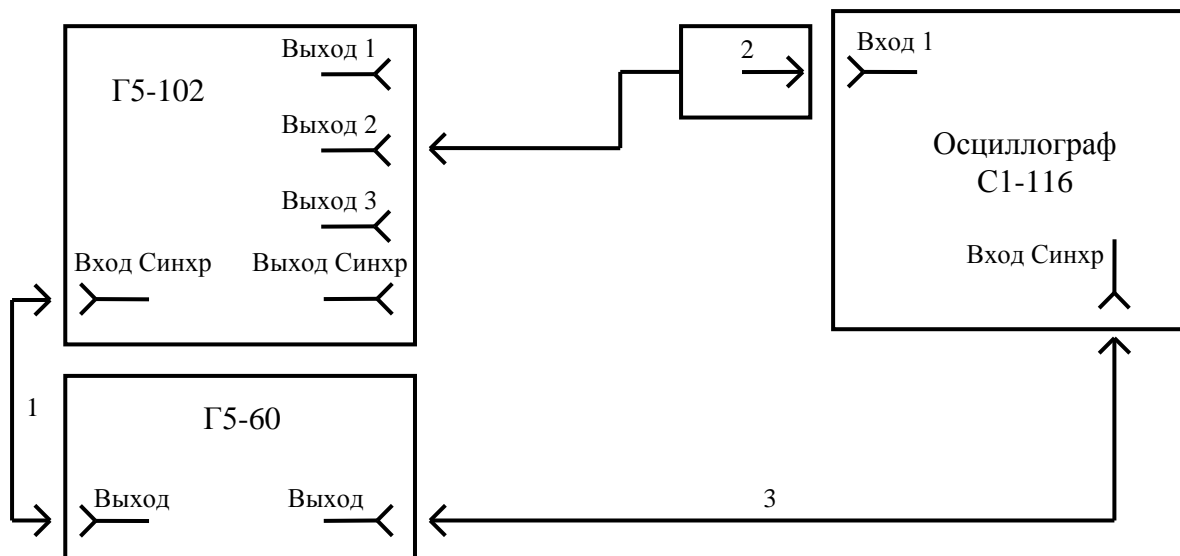
ля 0,1-100 В. В данном случае калибровка выполняется после последовательного нажатия кнопок "КАЛИБР" и "2".

По изображению на экране осциллографа измеряют амплитуду импульса.



- 1, 5 – кабель ВЧ из состава Г5-60;
- 2 – кабель ВЧ АКЯЦ.685661.014 или аналогичный;
- 3 – переход VP-III В ЕЭ2.236.472;
- 4 – аттенюатор 20 дБ.

Рисунок 7.8 – Схема соединений приборов при проверке диапазона, дискретности и погрешности установки амплитуды основных импульсов при внешнем запуске на выходах "↻1" генератора импульсов Г5-102 и "↻3" формирователя наносекундных импульсов



- 1 – кабель ВЧ АКЯЦ.685661.014 или аналогичный;
- 2 – делитель 1:10 из комплекта осциллографа С1-116.
- 3 – кабель ВЧ из состава Г5-60.

Рисунок 7.9 – Схема соединений приборов при проверке дискретности, диапазона изменения и погрешности установки амплитуды на выходе "↻2" формирователя 0,1-100 В

Встроенная нагрузка на выходе "↻2" формирователя 0,1-100 В должна быть подключена.

Таблица 7.9 – Параметры выходного сигнала генератора, устанавливаемые при проверке дискретности, диапазона изменения и погрешности установки амплитуды основных импульсов при внешнем запуске на выходах "↻ 1" генератора импульсов Г5-102 и "↻3" формирователя наносекундных импульсов

Амплитуда		Период следования T	Длительность τ_1	Длительность τ_2	Временной сдвиг D	Временной сдвиг D_{Π}
Установленное значение $A_{уст}, В$	Допустимая погрешность $\Delta_A = A_{уст} - A_{изм} , мВ$					
Выход "↻ 1" генератора импульсов Г5-102						
9,99	303	200 нс	100 нс	0	0	0
7,51	228	200 нс	100 нс	0	0	0
7,50	228	200 нс	100 нс	0	0	0
5,00	153	200 нс	100 нс	0	0	0
5,00	290	20 нс	5 нс	0	0	0
2,56	80	200 нс	100 нс	0	0	0
0,640	22	200 нс	100 нс	0	0	0
0,161	7,8	200 нс	100 нс	0	0	0
0,160	7,8	200 нс	100 нс	0	0	0
0,010	3,3	200 нс	100 нс	0	0	0
минус 9,99	303	200 нс	100 нс	0	0	0
минус 7,51	228	200 нс	100 нс	0	0	0
минус 7,50	228	200 нс	100 нс	0	0	0
минус 5,00	153	200 нс	100 нс	0	0	0
минус 5,00	290	20 нс	5 нс	0	0	0
минус 2,56	80	200 нс	100 нс	0	0	0
минус 0,030	2,9	200 мкс	100 мкс	0	0	0
Выход "↻3" формирователя наносекундных импульсов						
5,00	254	200 нс	100 нс	0	0	0
5,00	381	20 нс	1 нс	0	0	0
2,51	129	200 нс	50 нс	0	0	0
2,50	129	200 нс	100 нс	0	0	0
0,501	29	200 нс	100 нс	0	0	0
0,500	29	200 нс	100 нс	0	0	0
минус 5,00	254	200 нс	100 нс	0	0	0
минус 5,00	381	20 нс	1 нс	0	0	0
минус 2,51	130	200 нс	100 нс	0	0	0
минус 2,50	129	200 нс	100 нс	0	0	0

Таблица 7.10 – Параметры выходного сигнала генератора, устанавливаемые при проверке дискретности, диапазона изменения и погрешности установки амплитуды основных импульсов при внешнем запуске на выходе "↻2" формирователя 0,1-100 В

Амплитуда		Период следования T	Длительность τ_1	Длительность τ_2	Временной сдвиг D	Временной сдвиг $D_{\text{п}}$
Установленное значение $A_{\text{уст}}$, В	Допустимая погрешность $\Delta A = A_{\text{уст}} - A_{\text{изм}} $, В					
100,0	15	1 мкс	100 нс	0	0	0
50,0	5	20 мкс	2 мкс	0	0	0
49,9	4,99	20 мкс	2 мкс	0	0	0
10,0	1	500 мкс	10 мкс	0	0	0
минус 10,0	1,5	1 мс	100 нс	0	0	0
минус 49,9	4,99	1 мс	10 мкс	0	0	0
минус 50,0	5	1 мс	10 мкс	0	0	0
минус 100,0	10	1 мс	100 мкс	0	0	0

Результаты проверки считают удовлетворительными, если погрешность установки амплитуды импульсов на выходах "↻1" генератора импульсов Г5-102, "↻3" формирователя наносекундных импульсов и "↻2" формирователя 0,1-100 В не превосходит значений, приведенных в таблицах 7.9 и 7.10.

7.6.3.4.2 Проверка диапазона установки амплитуды, дискретности и погрешности установки амплитуды парных импульсов экспериментально не проводится. Этот параметр обеспечивается применёнными схемотехническими решениями.

7.6.3.4.3 Проверка диапазона установки амплитуды, дискретности и погрешности установки амплитуды основных импульсов при внутреннем запуске экспериментально не проводится. Эти параметры обеспечиваются применёнными схемотехническими решениями.

7.6.3.5 Проверка неравномерности вершины и исходного уровня в паузе основных импульсов при внутреннем и внешнем запусках

7.6.3.5.1 Проверку неравномерности вершины одиночных импульсов и исходного уровня в паузе при внешнем запуске осуществляют:

- на выходе "↻1" генератора импульсов Г5-102 по схеме, приведенной на рисунке 7.8 при амплитуде 9,99 В, периоде следования импульсов 100 нс, длительности импульсов τ_1 50 нс и длительности импульсов τ_2 0 нс;

- на выходе "↻2" формирователя 0,1-100 В по схеме, приведенной на рисунке 7.9 при амплитуде 100 В, периоде следования импульсов 10 мкс, длительности импульсов τ_1 1 мкс и длительности τ_2 0 мкс;

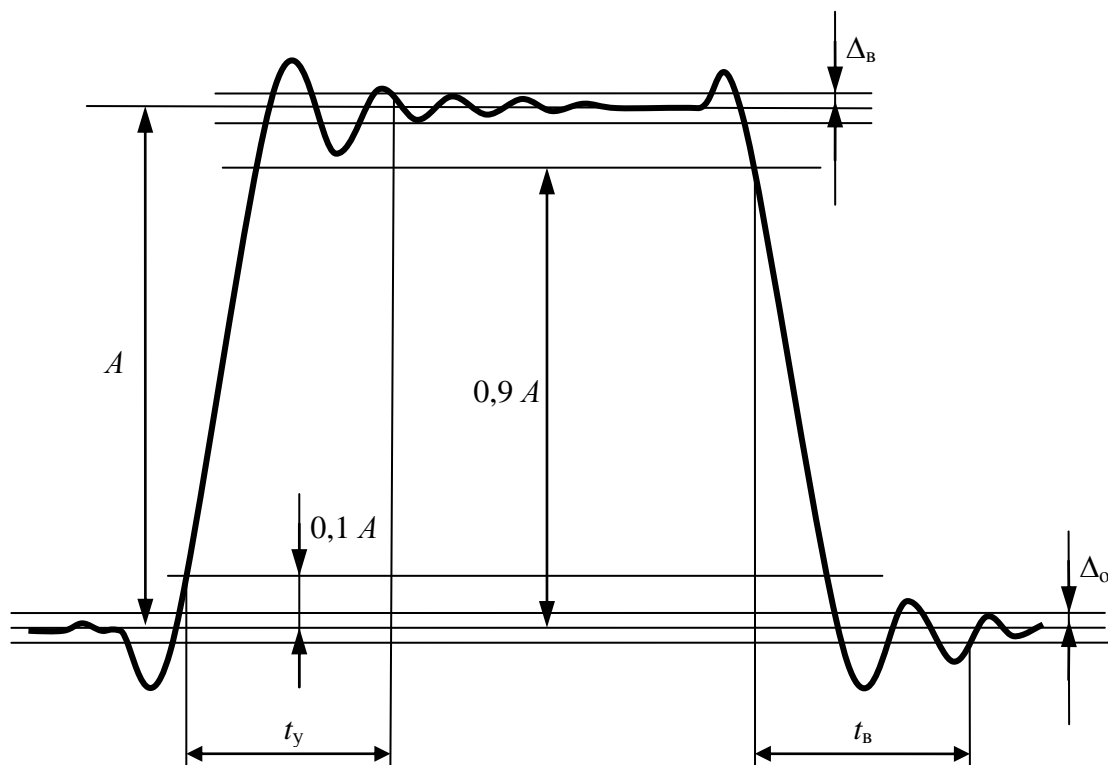
- на выходе "↻3" формирователя наносекундных импульсов по схеме, приведенной на рисунке 7.8 при амплитуде 5,0 В, периоде следования импульсов 100 нс, длительности импульсов τ_1 50 нс и длительности τ_2 0 нс.

На всех выходах по изображению импульса измеряют неравномерность вершины основных импульсов после времени установления $t_y = 3 t_{фр}$ мгновенного напряжения от начала импульса (уровень 0,1 от амплитуды) и неравномерность исходного уровня в паузе после времени восстановления $t_b = 3 \cdot t_{фр}$ мгновенного напряжения от окончания вершины импульса (уровень 0,9 от амплитуды, см. иллюстрации).

Времена установления t_y и восстановления t_b равны 12 нс на выходе " ⚙ 1" генератора импульсов Г5-102, 300 нс на выходе " ⚙ 2" формирователя 0,1-100 В и 1,5 нс на выходе " ⚙ 3" формирователя наносекундных импульсов.

Результаты проверки считают удовлетворительными, если неравномерность вершины одиночных импульсов и исходного уровня в паузе не превышает 3% на выходе " ⚙ 1" генератора импульсов Г5-102 и 5% на выходах " ⚙ 2" формирователя 0,1-100 В и " ⚙ 3" формирователя наносекундных импульсов.

7.6.3.5.2 Проверка неравномерности вершины парных импульсов при внешнем запуске и проверка неравномерности вершины одиночных и парных импульсов и исходного уровня в паузе при внутреннем запуске экспериментально не проводится. Эти параметры обеспечиваются применёнными схмотехническими решениями.



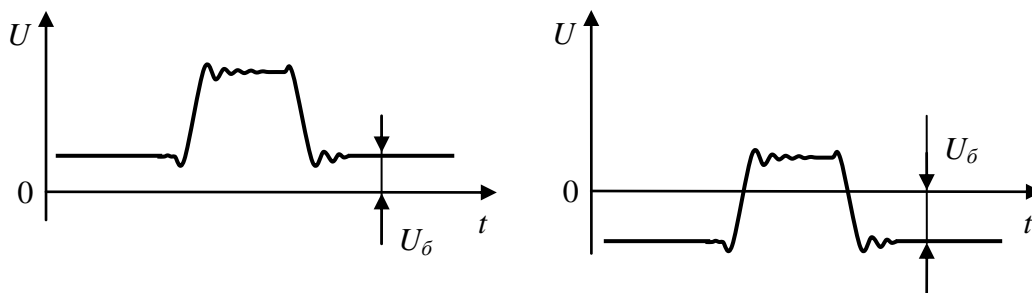
t_y – время установления; t_b – время восстановления;
 Δ_b – допустимая неравномерность вершины импульса;
 Δ_o – допустимая неравномерность основания импульса.

Иллюстрации к методике проверки неравномерности вершины основных и парных импульсов и исходного уровня в паузе.

7.6.3.6 Проверка диапазона изменения, дискретности и погрешности установки базового смещения

Проверку дискретности, диапазона изменения и погрешности установки базового смещения на выходе " Ⓢ 1 " генератора импульсов Г5-102 при внешнем запуске осуществляют при амплитуде импульса 1 В, периоде повторения импульсов 200 нс, длительности τ_1 50 нс, длительности τ_2 0 нс. Приборы включаются по схеме, приведенной на рисунке 7.8. Устанавливают базовое смещение $U_{б\text{уст}}$ 0 В; 0,2 В; минус 0,2 В; 5В и минус 5 В. По изображению импульса на экране осциллографа определяют смещение базовой линии $U_{б\text{изм}}$ (см. иллюстрации).

Результат проверки считают удовлетворительным, если погрешность установки базового смещения $\Delta_{Uб} = U_{б\text{уст}} - U_{б\text{изм}}$ во всех случаях не превышает $\pm (2,5 \cdot 10^{-2} \cdot U_{б} + |0,5 \cdot 10^{-2} \cdot A| + 2 \cdot 10^{-3})$ В.



Иллюстрации к методике проверки диапазона, дискретности и погрешности установки базового смещения на выходе " Ⓢ 1 " генератора импульсов Г5-102

Проверку дискретности, диапазона изменения и погрешности установки базового смещения на выходе " Ⓢ 1 " генератора импульсов Г5-102 при внутреннем запуске экспериментально не проводится. Эти параметры обеспечиваются применёнными схемотехническими решениями.

7.6.3.7 Проверка параметров выходного синхросигнала

7.6.3.7.1 Проверка параметров выходного синхросигнала при внешнем запуске осуществляют при включении приборов по схеме, приведенной на рисунке 7.10.

На генераторе импульсов Г5-102 устанавливают следующие параметры выходного сигнала: длительность одиночного импульса τ_1 5 нс; длительность парного импульса τ_2 0 нс; задержка D 0 с, амплитуда A 5 В, период повторения T 100 нс и 1 мс (период устанавливается на запускающим генератором Г5-60).

По изображению на индикаторе установки К2-75 определяют длительность синхроимпульса, амплитуду и длительность фронта выходного синхроимпульса. При определении

длительности фронта устанавливается развёртка 500 пс/дел и регулировкой задержки на запускаящем генераторе добиваются, чтобы фронт синхроимпульса располагался в центре экрана.

7.6.3.7.2 Проверка параметров выходного синхросигнала при внутреннем запуске осуществляется по схеме, приведенной на рисунке 7.2.

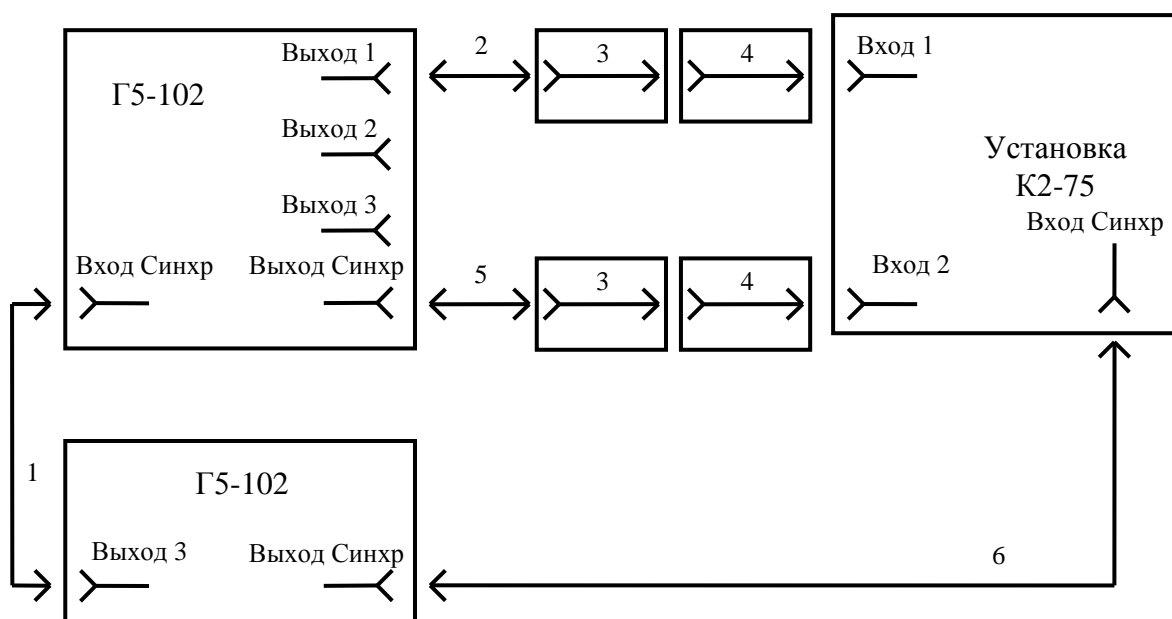
Параметры синхроимпульса определяют при периоде повторения импульсов генератора Г5-102 6,6 нс и 20 нс и длительности одиночного импульса τ_1 5 нс.

Коэффициент развёртки и режим синхронизации установки К2-75 устанавливают таким образом, чтобы получить на экране изображение синхроимпульса в масштабе достаточном для проведения измерения его параметров. По изображению измеряют амплитуду, длительность фронта и длительность синхроимпульса.

Результаты проверки считают удовлетворительными, если в обоих случаях амплитуда синхросигнала не менее 1,5 В, длительность не менее 2 нс и не более половины установленного периода следования импульсов, а длительность фронта не превышает 2 нс.

7.6.3.8 Проверка параметров нестабильности фронта синхроимпульса

Проверку параметров нестабильности фронта синхроимпульса относительно импульса внешнего запуска осуществляют при подключении приборов по схеме, приведенной на рисунке 7.10.



1, 2 – кабель ВЧ АКЯЦ.685661.014 или аналогичный;

3 – переход ЕЭ2.236.472;

4 – аттенюатор 20 дБ;

5, 6 – кабель ВЧ из состава К2-75.

Рисунок 7.10 – Схема соединений приборов при проверке параметров нестабильности фронта синхроимпульса

На генераторе импульсов Г5-102 устанавливают следующие параметры выходного сигнала: длительность одиночного импульса τ_1 5 нс, амплитуду 5 В, задержку одиночного импульса 0 нс, длительность парного импульса τ_2 0 нс.

Параметры импульсов запускающего генератора устанавливают в соответствии с таблицей 7.11.

Нестабильность фронта синхроимпульса измеряется как половина размытости линии фронта на экране осциллографа. При каждом установленном наборе параметров импульса запуска, органами управления синхронизации добиваются максимальной стабильности изображения.

Таблица 7.11 – Параметры импульсов запуска, устанавливаемые при проверке параметров нестабильности и погрешности измерения частоты импульсов внешнего запуска

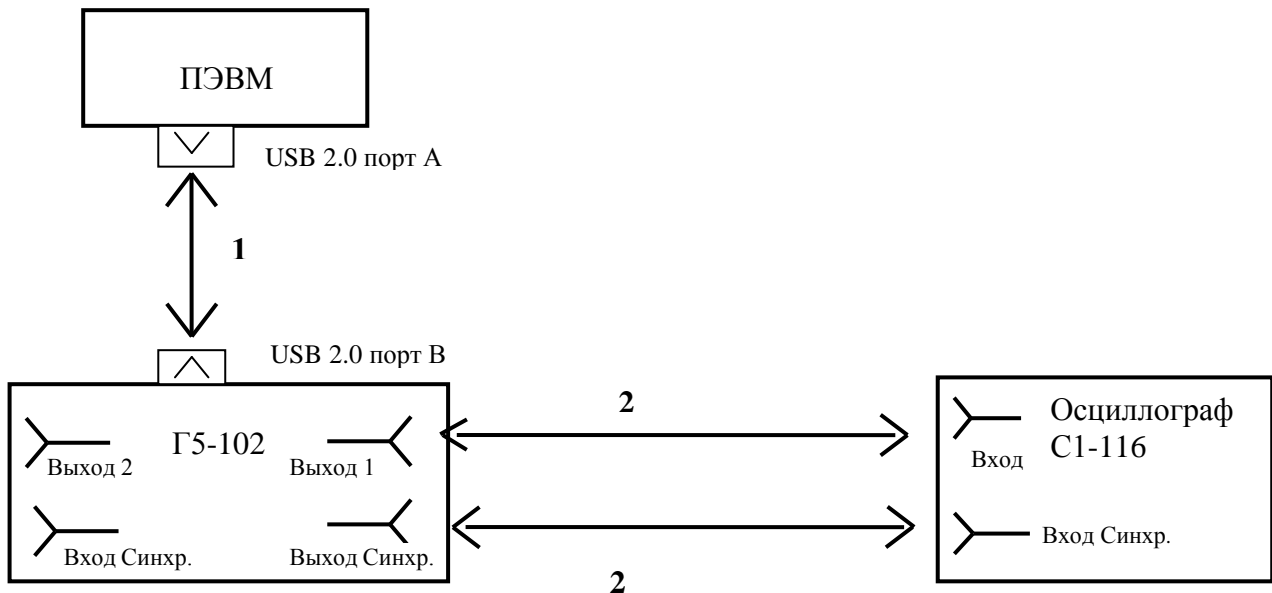
Параметры импульсов запуска			Допустимое значение нестабильности синхроимпульса, нс
Период	Длительность	Амплитуда, В	
100 нс	10 нс	5	0,25
1 мс	1 мкс	1	0,25
1 мс	1 мкс	минус 1	0,25
100 нс	10 нс	минус 5	0,25

Результат проверки считают удовлетворительными, если в режиме внешнего запуска на выходе генератора присутствуют импульсы с заданными параметрами, а измеренное значение нестабильности синхроимпульса генератора не превышает значений, приведенных в таблице 7.11.

В режиме разового запуска результаты проверки считаются удовлетворительными, если количество нажатий на кнопку соответствует показаниям частотомера.

7.6.3.9 Проверка автоматизированного режима работы

Проверку автоматизированного режима работы осуществляют при включении приборов по схеме, приведённой на рисунке 7.11.



- 1 – кабель интерфейсный SCUAB-1,5 (USBA-USBB);
 2 – кабель ВЧ АКЯЦ.685661.014 или аналогичный.

Рисунок 7.11 – Схема соединений приборов при проверке автоматизированного режима работы

На ПЭВМ устанавливают программу виртуальной передней панели генератора и драйвер для подключения к устройству. Включить питание генератора и нажатием кнопки "ДУ" он переводится в режим автоматизированного управления. Далее запустить программу управления генератором. Проверка считывания показаний в автоматизированном режиме осуществляется путем сравнения показаний программы виртуальной передней панели с параметрами, отображаемыми на индикаторе генератора импульсов Г5-102 сразу после запуска программы. Проверка управления генератором через интерфейс производится установкой с помощью клавиатуры ЭВМ параметров генератора: T 500 нс, τ_1 20 нс, τ_2 50 нс, D 50 нс, D_n 30 нс, A 3 В.

Результаты проверки считаются удовлетворительными, если параметры, отображаемые в окне программы, соответствуют индикаторам и проверка с помощью осциллографа подтвердила правильность установки указанных параметров.

7.7 Оформление результатов поверки

7.7.1 Результаты поверки оформляют в порядке, установленном в метрологической службе, осуществляющей поверку в соответствии с ГОСТ РВ 8.576.

Генераторы, не прошедшие поверку (имеющие отрицательные результаты поверки), запрещаются к выпуску в обращение и применение.

8 Техническое обслуживание

8.1 Средства измерений, инструмент, принадлежности

Средства измерений, применяемые при техническом обслуживании и ремонте, приведены в таблице 8.1

Таблица 8.1 - Средства измерений и вспомогательное оборудование, применяемые при техническом обслуживании и ремонте генератора

Наименование	Тип СИ или обозначение ТУ	Используемые основные технические характеристики СИ	Требуемая погрешность
Частотомер	ЧЗ-86	Диапазон частот до 100,0 МГц; Интервал времени от 0 до $2 \cdot 10^4$ с	$\pm 2 \cdot 10^{-7}$
Генератор импульсов	Г5-60	Период повторения от 100 нс до 10 с Амплитуда импульсов до 5 В Длительность импульсов от 1 нс до 500 мкс	$0,1t + 3$ нс $0,03 U + 2$ мВ
Установка измерительная	К2-75	Диапазон частот до 1 ГГц Диапазон измерения временных интервалов до 10,0 мкс	Погрешность измерения: интервалов времени $\pm 5 \cdot 10^{-3} \cdot T + 10$ пс; амплитуды $\pm 3 \cdot 10^{-3} \cdot U + 1$ мВ
Осциллограф	С1-116	Диапазон разверток от 10 нс/дел до 0,1 с/дел Коэффициент отклонения от 0,005 до 2 В/дел.	погрешность коэффициента отклонения ± 3 %
Мультиметр	В7-61	Ток от 0,5 до 1 А Напряжение от 198 до 242 В	± 1 %
Мегаомметр	М3-1	измерение сопротивления от 0 до 30 МОм Напряжение 500 В;	± 20 %.
Вольтметр	В7-38	Напряжения от 0,1 до 10 В; Сопротивления до 0,1 Ом	± 1 %
Источник питания ПЭВМ	Б5-77	Ток до 5 А.	± 3 %
Переход	ШВ-ШВ	ЕЭ2.236.461	
Переход	УР-ШВ	ЕЭ2.236.472	
Аттенюатор	ЦЮ2.243.084-01	Из набора мер НЗ-1÷НЗ-7 ЦЮ0.270.003ТУ или ДН4 из к-та К2-75	
Делитель мощности	ЕЭ2.307.018		

Вместо указанных в таблице 8.1 средств поверки разрешается применять другие измерительные приборы, обеспечивающие измерения соответствующих параметров с требуемой точностью.

Средства измерений, используемые при техническом обслуживании, должны быть поверены в установленном порядке.

8.2 При подготовке к проведению работ по уходу за прибором во время и после их проведения необходимо соблюдать меры предосторожности, указанные в разделе 3, а также следующее правило:

осмотр производить только после отключения прибора от сети питания с отсоединением кабеля питания от сети переменного тока.

8.3 Перед проведением технического обслуживания следует подготовить необходимый инструмент, принадлежности и материалы: отвертку, плоскогубцы, кусачки, паяльник, мягкую кисть, паяльную жидкость, ветошь.

Необходимо обеспечить подачу сжатого воздуха к рабочему месту.

8.4 Прибор состоит из генератора импульсов Г5-102, формирователя 0,1-100 В, формирователя наносекундных импульсов, нагрузки 600 Ом и комплекта кабелей.

Генератор импульсов Г5-102 выполнен по функциональному узловому принципу. Все узлы представляют собой конструктивно законченные модули:

- блок питания;
- усилитель;
- процессор;
- блок клавиатуры;
- калибратор амплитуды.

Узлы и блоки крепятся через стойки к основаниям (шасси). Основания крепятся винтами к несущей конструкции генератора.

Блок клавиатуры размещен на передней панели.

8.5 Порядок и последовательность разборки генератора

Генератор конструктивно выполнен в разборном унифицированном БНК «Надел-85». Элементы конструкции скреплены между собой винтами и пластмассовыми накладками. Передняя и задняя панели соединены с несущими кронштейнами посредством винтов.

Для вскрытия и разборки генератора необходимо:

- удалить мастику из задних упоров;
- отвернуть винты крепления задних ножек и упоров;
- снять упоры;

снять нижнюю крышку;

снять верхнюю крышку;

снять гибкую ручку, отвернув два винта ее крепления, которые находятся под накладными пластмассовыми крышками;

отвернуть два декоративных винта;

снять обшивки;

снять профильные планки, отвернув по два винта крепления.

Для снятия блока клавиатуры необходимо:

отсоединить переднюю панель, отвернув четыре винта крепления;

отсоединить кабели соединяющие блок клавиатуры с другими узлами;

отвернуть винты крепления блока клавиатуры через стойки к передней панели

Для снятия процессора необходимо:

отсоединить все кабели, соединяющие процессор с другими узлами;

снять основание с процессором;

отвернуть винты крепления процессора к основанию.

Для снятия усилителя необходимо:

отсоединить все кабели, соединяющие усилитель с другими узлами;

снять основание с усилителем;

отвернуть винты крепления усилителя к основанию.

Для снятия блока питания А1 необходимо:

отсоединить все кабели, соединяющие блок питания с другими узлами;

снять основание с блоком питания;

отвернуть винты крепления блока питания к основанию.

8.6 Виды контроля технического состояния и технического обслуживания генератора, а также периодичность и объем работ, выполняемых в процессе их проведения, определяются настоящим Руководством.

8.7 Основным видом контроля технического состояния генератора является контрольный осмотр составных частей в процессе эксплуатации.

Контрольный осмотр проводится лицом, эксплуатирующим генератор, ежедневно при использовании и ежемесячно, если генератор не используется по назначению и находится на хранении.

Контрольный осмотр включает внешний осмотр для проверки отсутствия механических повреждений, целостности пломб, надежности крепления органов подключения, целостности изоляционных и лакокрасочных покрытий, состояния контактных поверхностей входных и выходных соединителей.

8.8 Техническое обслуживание включает следующие виды:

ежедневное техническое обслуживание (ЕТО);

техническое обслуживание № 1 (ТО-1);

техническое обслуживание № 2 (ТО-2);

техническое обслуживание № 1 при хранении (ТО-1х);

техническое обслуживание № 2 при хранении с переконсервацией (ТО-2хПК).

8.9 Ежедневное техническое обслуживание проводится при подготовке генератора к использованию по назначению, совмещается с контрольным осмотром и включает:

а) устранение выявленных при контрольном осмотре недостатков;

б) удаление пыли и влаги с внешних поверхностей.

Ежедневное техническое обслуживание проводится лицом, эксплуатирующим генератор, без вскрытия его составных частей. Если генератор не используется по назначению, то техническое обслуживание проводится не реже одного раза в месяц в объеме ЕТО.

8.10 Техническое обслуживание № 1 проводится только при постановке генератора на кратковременное хранение.

Техническое обслуживание № 1 выполняется в объеме ЕТО и дополнительно включает:

а) восстановление, при необходимости, лакокрасочных покрытий;

б) проверку состояния и комплектности ЗИП;

в) проверку правильности ведения эксплуатационной документации;

г) устранение выявленных недостатков.

Техническое обслуживание № 1 (ТО-1) проводится лицом, эксплуатирующим генератор, без вскрытия его составных частей.

Техническое обслуживание № 2 проводится с периодичностью поверки генератора и совмещается с ней, а также при постановке на длительное (более двух лет) хранение и включает:

а) операции ТО-1;

б) периодическую поверку;

в) консервацию генератора (выполняется при постановке генератора на длительное хранение).

Техническое обслуживание № 2 (ТО-2) проводится лицом, эксплуатирующим генератор, за исключением пункта «б», который выполняется силами и средствами метрологических служб.

8.11 Результаты проведения ТО-1, ТО-2 заносятся в формуляр с указанием даты проведения и подписываются лицом, проводившим техническое обслуживание.

8.12 Генератор, находящийся на кратковременном и длительном хранении, подвергается периодическому техническому обслуживанию.

Техническое обслуживание генератора, находящегося на кратковременном хранении, проводится в объеме ЕТО один раз в 6 месяцев.

При длительном хранении прибора проводятся ТО-1х и ТО-2хПК.

Техническое обслуживание № 1 при хранении проводится один раз в год лицом, ответственным за хранение генератора, и включает:

- а) проверку наличия составных частей генератора;
- б) внешний осмотр состояния упаковки;
- в) проверку состояния учета и условий хранения;
- г) проверку правильности ведения эксплуатационной документации.

Техническое обслуживание № 2 при хранении с переконсервацией проводится лицом, ответственным за хранение генератора, один раз в пять лет, либо в сроки, назначенные по результатам ТО-1х, и включает:

- а) операции ТО-1х;
- б) расконсервацию генератора;
- в) поверку генератора;
- г) консервацию генератора;
- д) проверку состояния эксплуатационной документации.

Результаты проведения ТО-1х и ТО-2х ПК заносятся в формуляр с указанием даты проведения и подписываются лицом, ответственным за хранение.

8.13 Распаковывание и повторное упаковывание генератора производится в соответствии с п. 5.1 настоящего руководства.

9 Текущий ремонт

Ремонт генератора осуществляется юридическими и физическими лицами, имеющими лицензию на проведение ремонта. Персонал, осуществляющий ремонт, должен иметь допуск на работы с устройствами, работающими с напряжением до 1000 В.

Критериями отказа (неисправности) генератора импульсов являются:

неработоспособное состояние;

отрицательный результат контроля технического состояния по результатам контроля работоспособности встроенными средствами, технического обслуживания и поверки;

искажение информации или отсутствие обменена информацией по интерфейсу с ЭВМ;

внешние признаки проявления, свидетельствующие о наступлении неработоспособного состояния (механические повреждения, перегрев, задымление и тд).

9.1 Указания по устранению неисправностей

9.1.1 Данный раздел предназначен для отыскания неисправного узла у потребителя, не имеющего необходимой диагностирующей аппаратуры, и проведения возможного ремонта генератора, который не требует сложной аппаратуры и специальных технологических комплексов.

9.1.2 Персонал, осуществляющий ремонт, должен иметь квалификацию, обеспечивая ремонт сложных печатных узлов с использованием измерительной аппаратуры общего применения и вычислительной техники типа ПЭВМ.

9.1.3 При отыскании неисправностей генератора необходим ряд измерительных приборов, перечень которых приведен в таблице 8.1.

Проверка управляющих сигналов, поступающих с устройства управления, а также измерения напряжений на выводах транзисторов и в контрольных точках производится при помощи вольтметра.

9.1.4 Стратегия поиска неисправностей определяется анализом проявления неисправности.

Если при включении генератора в сеть не светится ни один индикатор, то необходимо проверить целостность предохранителя на задней панели прибора и источник питания прибора. Техническое описание источника питания приведено в разделе 4.8.3 настоящего РЭ.

Намоточные данные трансформатора приведены в Приложении А руководства по эксплуатации. Если при включении генератора не светятся цифровые индикаторы и свето-

диод термостата, но при этом горят светодиоды выбора параметров, необходимо проверить работу блока процессора.

Если при включении питания мигает светодиод термостата, но не горят другие индикаторы на передней панели, необходимо проверить работу блока клавиатуры.

Платы процессора и блока клавиатуры являются многослойными, поэтому при ремонте необходимо соблюдать осторожность.

При разборке генератора следует руководствоваться описанием конструкции, приведенном в разделе 8.4

После ремонта необходимо провести регулировку и поверку генератора.

9.2 Меры безопасности при ремонте

При проведении ремонта генератора следует соблюдать меры безопасности, указанные в разделе 3, а также соблюдать следующие правила:

- в случае использования генератора с другими приборами необходимо выравнивать потенциалы корпусов, соединив их между собой, также провести заземление генератора;
- при работе с включенным генератором при проведении ремонта отдельных узлов необходимо применять меры безопасности с учетом того, что контакты обмоток трансформатора, а также конденсаторы сетевого фильтра находятся под напряжением сети 220 В;
- при ремонте генератора запрещается использовать для измерений электрического сопротивления цепей, содержащих полупроводниковые приборы и микросхемы, цифровые омметры и тестеры с измерительным напряжением более 1,5 В.

Меры защиты составных частей и элементов от воздействия статического электричества следующие:

- при монтаже микросхем оператор должен иметь на руке защитное кольцо;
- при пайке выводов комбинированных устройств, а также выводов микросхем в печатных узлах необходимо использовать паяльник с защитным заземлением, общим заземлением прибора.

Меры защиты составных частей и элементов от воздействия тепловых и механических перегрузок следующие:

- вентиляционные отверстия в крышках генератора не должны закрываться посторонними предметами;
- использовать паяльник с регулируемой температурой пайки;
- все пайки проводить за минимально возможное время;
- при подсоединении к СВЧ разъемам не допускать вращения присоединяемых разъемов вокруг своей оси, необходимое соединение разъемов должно обеспечиваться только за счет поступательного движения подсоединяемого разъема вдоль оси и накручивания гайки.

10 Хранение

10.1 Генераторы должны храниться в закрытых складских помещениях на стеллажах при отсутствии в воздухе кислотных, щелочных и других агрессивных примесей. Генераторы без упаковки следует хранить в отопляемых хранилищах. Расстояние от отопительной системы до генератора должно быть не менее 1 м.

Условия хранения для отопляемого хранилища:

температура окружающего воздуха, °С от 5 до 40;

влажность окружающего воздуха при температуре 25°С, % до 80.

Условия хранения для не отопляемого хранилища для хранения генераторов в упаковке предприятия-изготовителя:

температура окружающего воздуха, °С от минус 50 до 50;

влажность окружающего воздуха при температуре 25 °С, % до 98.

11 Транспортирование

11.1 Климатические условия транспортирования не должны выходить за пределы заданных предельных условий:

- температура окружающего воздуха, °С от минус 50 до 50.
- влажность окружающего воздуха при температуре 25°С, % до 98.

11.2 Генератор в упакованном виде допускает транспортирование всеми видами транспорта.

При авиатранспортировании генератор должен размещаться в герметизированном отапливаемом отсеке.

Условия транспортирования в части воздействия климатических факторов соответствуют условиям хранения на открытой площадке при условиях защиты от прямого воздействия атмосферных осадков.

11.3 Схема упаковки генератора, маркировочные и основные надписи и места пломбирования приведены на рисунках 5.1, 5.2.

12 Маркирование и пломбирование

12.1 Наименование и условное обозначение генератора, товарный знак изготовителя, знак утверждения типа нанесены в левой верхней части лицевой панели.

12.2 Заводской порядковый номер генератора и год изготовления расположены в левой верхней части задней панели.

12.3 Все элементы и составные части, установленные на панелях и печатных платах, имеют маркировку позиционных обозначений в соответствии со схемами электрическими принципиальными.

12.4 Генераторы, принятые ОТК, или прошедшие ремонт и поверку, пломбируются мастичными пломбами в местах крепления задних упоров. Нарушение целостности пломб при эксплуатации генератора не допускается.

ПРИЛОЖЕНИЕ А

(справочное)

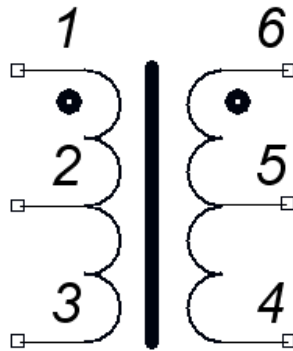


Рисунок А1 – Электрическая схема трансформатора Т1

Таблица А1 – Намоточные данные трансформатора Т1

Номер обмотки	Номер выводов	Число витков	Диаметр провода ПЭТВ-2, мм	И _н , А
I	1-3	38	0,4	0,5
II	6-4	38	0,4	0,5

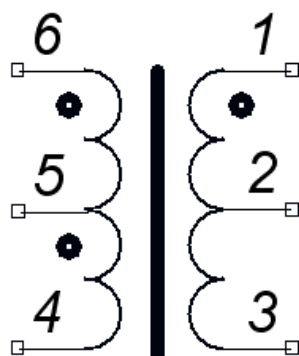


Рисунок А2 – Электрическая схема трансформатора Т2

Таблица А2 – Намоточные данные трансформатора Т2

Номер обмотки	Номер выводов	Число витков	Диаметр провода ПЭТВ-2, мм	И _н , А
I	1-3	1	0,5	0,5
II	6-5	130	0,16	-
	5-4	130	0,16	-

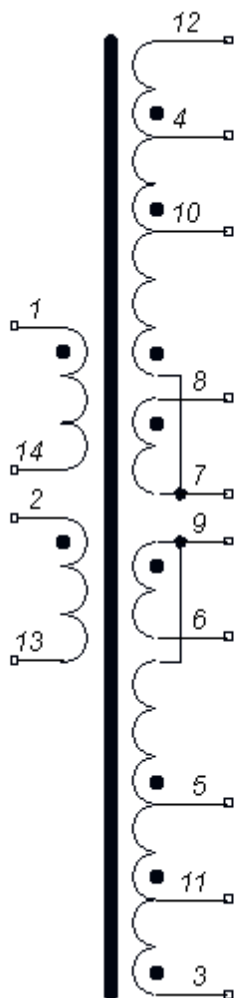


Рисунок А3 – Электрическая схема трансформатора Т3

Таблица А3 – Намоточные данные трансформатора Т3

Номер Обмотки	Номер выводов	Число витков	Диаметр провода ПЭТВ-2, мм	И _n , А
I	1-14	6	0,28	0,1
II	2-13	37	0,36	0,5
III	12-4	33	0,28	0,2
	4-10	4	0,36	0,7
	10-7	8	0,5	0,7
IV	8-7	2	0,5 в три провода	3
V	9-6	2	0,5 в три провода	3
VI	3-11	33	0,28	0,2
	11-5	4	0,36	0,7
	5-9	8	0,5	0,7

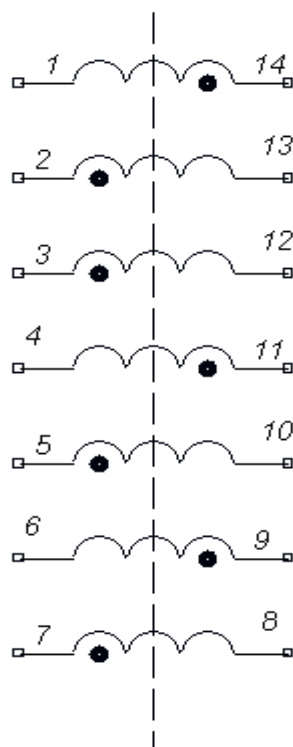


Рисунок А4 – Электрическая схема трансформатора Т4

Таблица А4 – Намоточные данные трансформатора Т4

Номер обмотки	Номер выводов	Число витков	Диаметр провода ПЭТВ-2, мм	И _н , А
I	1-14	24	0,4	0,4
II	2-13	24	0,4	0,4
III	3-12	16	0,5	0,7
IV	4-11	16	0,5	0,7
V	5-10	112	0,28	0,2
VI	6-9	112	0,28	0,2
VII	7-8	4	0,5 в четыре провода	3

ПРИЛОЖЕНИЕ Б

(справочное)

Таблицы напряжений на электрорадиоэлементах генератора

Таблица Б1.1 – Напряжения на диодах блока питания 436234.006, измеренные относительно вывода 10 D1

Позиция по перечню элементов	Напряжение на аноде, В	Напряжение на катодe, В
VD1	0	22 ± 1
VD2	0	22 ± 1
VD3	0	$15 \pm 0,5$
VD4	0	$0,5 \pm 0,2$
VD7	22 ± 1	23 ± 1
VD9	-	-
VD10	-	23 ± 1
VD11	0	-
VD12	-	315 ± 10
VD13	-	$23 \pm 0,5$
VD14	0	-
VD16	-	$0,7 \pm 0,3$

Таблица Б1.2 – Напряжения на диодах блока питания 436234.006, измеренные относительно общего провода

Позиция по перечню элементов	Напряжение на аноде, В	Напряжение на катode, В
VD5	минус 110 ± 1	0
VD6	0	110 ± 1
VD8	минус $14 \pm 0,5$	0
VD15	0	$6,8 \pm 0,5$
VD17	0	$14 \pm 0,5$
VD18	0	минус ($0,6 \pm 0,3$)
VD19	0	0
VD20	0	13 ± 3
VD21	0	0
VD22	-	4 ± 1
VD23	0	0
VD24	0	$2 \pm 0,5$
VD25	0	$2 \pm 0,5$
VD26	-	17 ± 1
VD27	110 ± 1	115 ± 1
VD28	минус (110 ± 1)	минус (105 ± 1)
VD29	минус (17 ± 1)	-
VD30	минус (17 ± 1)	-
VD31	-	27 ± 2
VD32	минус (27 ± 2)	-
VD33	-	125 ± 10
VD34	минус (125 ± 10)	-
VD35	-	27 ± 2
VD36	-	минус (27 ± 2)
VD37	-	125 ± 10
VD38	минус (125 ± 10)	-
VD39	минус (27 ± 2)	минус ($24 \pm 0,4$)
VD40	$24 \pm 0,4$	27 ± 2
VD41	$15 \pm 0,4$	17 ± 1
VD42	$15 \pm 0,4$	17 ± 1
VD43	минус (17 ± 1)	минус ($15 \pm 0,4$)

Таблица Б2.1 – Напряжения на транзисторах блока питания 436234.006, измеренные относительно вывода 10 D1

Позиция по перечню элементов	Напряжение на базе (затворе), В	Напряжение на эмиттере (источке), В	Напряжение на коллекторе (стоке), В
VT1	$0,6 \pm 0,2$	0	300 ± 20
VT2	$15 \pm 0,5$	$14 \pm 0,5$	22 ± 1
VT3	$0,6 \pm 0,2$	0	$0,6 \pm 0,2$
VT4	-	-	300 ± 20
VT5	-	0	-

Таблица Б2.2 – Напряжения на транзисторах блока питания 436234.006, измеренные относительно общего провода

Позиция по перечню элементов	Напряжение на базе (затворе), В	Напряжение на эмиттере (источке), В	Напряжение на коллекторе (стоке), В
VT6	$0,6 \pm 0,3$	0	$0,6 \pm 0,3$
VT7	$0,6 \pm 0,3$	0	$14 \pm 0,5$
VT8	$0,6 \pm 0,3$	0	$14 \pm 0,5$
VT9	11 ± 5	11 ± 5	минус ($15 \pm 0,5$)
VT10	13 ± 3	13 ± 3	17 ± 1
VT11	$2 \pm 0,5$	$1,5 \pm 0,5$	$15 \pm 0,5$
VT12	$2 \pm 0,5$	$1,5 \pm 0,5$	$15 \pm 0,5$
VT13	$0,6 \pm 0,3$	0	$0,7 \pm 0,3$
VT14	115 ± 1	110 ± 1	125 ± 10
VT15	минус (105 ± 1)	минус (110 ± 1)	минус (125 ± 10)
VT16	$7,5 \pm 2$	$7,5 \pm 2$	$15 \pm 0,5$
VT17	$7,5 \pm 2$	$7,5 \pm 2$	0

Таблица Б3.1 – Напряжения на микросхемах блока питания 436234.006, измеренные относительно вывода 10 D1

Микросхемы	Напряжения на выводах микросхем, В								
	1	2	3	8	9	12	13	15	16
D1	$2,5 \pm 0,2$	$2,5 \pm 0,2$	-	$5,5 \pm 0,5$	$0,5 \pm 0,2$	0	$15 \pm 0,5$	$15 \pm 0,5$	$5,1 \pm 0,5$
D2	-	0	$15 \pm 0,5$	-	$15 \pm 0,5$	-	0	-	-

Таблица Б3.2 – Напряжения на микросхемах блока питания 436234.006, измеренные относительно общего провода

Микро- схемы	Напряжения на выводах микросхем, В							
	1	2	3	4	5	6	7	8
D3	2,5±0,2	1,7±0,5	1,4±0,5	0	1,5±0,5	0	0	6,8±0,5
D6	3±0,2					0		2,5±0,2
D8		15±0,5		0		2,5±0,2		
D9	0	минус (27±2)	минус (24±0,5)					
D10	27±2	0	24±0,5					
D11	17±2	0	15±0,5					
D12	17±2	0	15±0,5					
D13	минус (19±1)	0	минус (15±0,5)					

Таблица Б3.3 – Напряжения на микросхеме D4 блока питания 436234.006, измеренные относительно общего провода

Вывод №	Напряжения на выводах микросхемы, В
1	13 ± 1
2	0
3	1,5 ± 0,5
4	минус (15 ± 0,5)
5	-
6	0
7	минус (14 ± 0,5)
8	0
9	0
10	0
11	15 ± 0,5
12	0,6 ± 0,3
13	7,5 ± 1
14	минус (14 ± 0,5)

Таблица БЗ.4 – Напряжения на микросхеме D5 блока питания 436234.006 ЭЗ, измеренные относительно общего провода

Вывод №	Напряжения на выводах микросхемы, В
1	$2 \pm 0,5$
2	0
3	0
4	минус ($15 \pm 0,5$)
5	0
6	0
7	$0,6 \pm 0,3$
8	$2 \pm 0,5$
9	0
10	0
11	$15 \pm 0,5$
12	0
13	0
14	минус ($2,5 \pm 0,1$)

Таблица БЗ.5 – Напряжения на микросхеме D7 блока питания 436234.006 ЭЗ, измеренные относительно общего провода

Вывод №	Напряжения на выводах микросхемы, В
1	$0,6 \pm 0,3$
2	12 ± 1
3	12 ± 1
4	минус ($15 \pm 0,5$)
5	12 ± 1
6	12 ± 1
7	$0,6 \pm 0,3$
8	$0,1 \pm 0,3$
9	$0,1 \pm 0,3$
10	$0,1 \pm 0,3$
11	$15 \pm 0,5$
12	$0,6 \pm 0,3$
13	$0,6 \pm 0,3$
14	минус ($0,6 \pm 0,3$)

Таблица Б3.6 – Напряжения на выводах транзисторов усилителя (468711.001)

Позиция по перечню элементов	Напряжение на базе (затворе), В	Напряжение на эмиттере (источке), В	Напряжение на коллекторе (стоке), В	Примечание
VT1	1,3	1,2	6,7	
VT2	1,3	1,2	6,7	
VT3	1,3	1,2	минус 7	
VT4	1,3	1,2	минус 7	
VT5	6,5	6,2	0	
VT6	6,5	6,2	-	
VT7	минус 7	минус 6,8	-	
VT8	минус 7	минус 6,8	0	
VT9	6,2	6,8	6,2	
VT10	6,5	6,2	0	
VT11	6,5	6,2	-	
VT12	минус 7	минус 6,8	-	
VT13	минус 7	минус 6,8	0	
VT14	минус 6,3	минус 6,9	минус 6,8	
VT15	минус 7	минус 7,5	минус 1,2	
VT16	7	7,5	1,8	
VT17	минус 1,8	минус 1,2	минус 7	
VT18	2,4	1,8	7	
VT19	-	1	минус 8	
VT20	-	минус 0,5	8	
VT21	6	6,7	1,7	
VT22	минус 6,1	минус 6,8	минус 1	
VT23	1,6	-	8	
VT24	минус 1,6	-	минус 8	
VT25	0,3	минус 0,2	13	
VT26	0,3	0,7	минус 13	
VT27.1	1,2	0	15	
VT27.2	14,7	0	минус 15	
VT28	12	13	-	
VT29	минус 12	минус 13	-	
VT30	13,9	13,2	13,7	
VT31	минус 13,4	минус 13,7	минус 13,8	
VT32	13,2	14,3	13,7	
VT33	минус 13	минус 13,3	минус 13,8	
VT34	0/0,7	0	12/0,7	Реле К1 выкл/вкл
VT35	14,2	14,7	-	
VT36	минус 14,2	минус 14,7	-	
VT37	0/0,7	0	12/0,7	Реле К2 выкл/вкл
VT38	0/0,7	0	12/0,7	Реле К3 выкл/вкл
VT40	0/0,7	0	12/0,7	Реле К5 выкл/вкл
VT42	0/0,7	0	12/0,7	Реле К7 выкл/вкл

ЛИСТ РЕГИСТРАЦИИ ИЗМЕНЕНИЙ

Изм.	Номера листов (страниц)				Всего листов (страниц) в документе	№ документа	Входящий № сопроводительного документа и дата	Подпись	Дата
	измененных	замененных	новых	аннулированных					

Итого в руководстве по эксплуатации пронумерованных – 94 страницы.

М.П.