

СОГЛАСОВАНО

**Начальник
ФГБУ «ГНМЦ»
Минобороны России**

Т.Ф. Мамлеев



2023 г.

Государственная система обеспечения единства измерений

УСТАНОВКА ИЗМЕРИТЕЛЬНАЯ К2-92

**Методика поверки
АКЯЦ.411728.010 МП**

**г. Мытищи
2023 г.**

Содержание

1 Общие положения	3
2 Перечень операций поверки	3
3 Требования к условиям проведения поверки	4
4 Требования к специалистам, осуществляющим поверку	4
5 Метрологические и технические требования к средствам поверки	5
6 Требования к обеспечению безопасности проведения поверки	6
7 Внешний осмотр	6
8 Подготовка к поверке и опробование	6
9 Проверка программного обеспечения	7
10 Определение метрологических характеристик и подтверждение соответствия средства измерений метрологическим требованиям	7
11 Оформление результатов поверки	13

1 Общие положения

1.1 Настоящая методика поверки устанавливает методы и средства первичной (проводимой при выпуске из производства и после ремонта) и периодической (проводимой в процессе эксплуатации) поверок установки измерительной К2-92 (далее – установка К2-92).

1.2 Порядок организации и проведения поверки должен соответствовать установленному в «Порядке проведения поверки средств измерений», утверждённому приказом Минпромторга России от 30 июля 2020 г. № 2510.

1.3 При определении метрологических характеристик в рамках проводимой поверки передача единицы импульсного электрического напряжения обеспечивается в соответствии с государственной поверочной схемой для средств измерений импульсного электрического напряжения, утверждённой приказом Росстандарта от 30.12.2019 № 3463, и таким образом подтверждается прослеживаемость государственному первичному специальному эталону ГЭТ 182-2010.

1.4 При определении метрологических характеристик поверяемой установки К2-92 используется метод прямых измерений.

2 Перечень операций поверки

2.1 При поверке должны быть выполнены операции, указанные в таблице 1.

Таблица 1 – Операции поверки

Наименование операции поверки	Обязательность выполнения операции поверки при		Номер раздела (пункта) методики поверки
	первичной поверке	периодической поверке	
Внешний осмотр	Да	Да	7
Контроль условий поверки	Да	Да	8.2
Опробование	Да	Да	8.4, 8.5
Проверка программного обеспечения (ПО)	Да	Да	9
Определение метрологических характеристик и подтверждение соответствия средства измерений метрологическим требованиям			10
Определение диапазона измерений напряжения постоянного тока положительной и отрицательной полярности, абсолютной погрешности измерений напряжения постоянного тока, диапазона установки коэффициентов отклонения	Да	Да	10.1
Определение полосы пропускания	Да	Да	10.2
Определение диапазона измерений временных интервалов, абсолютной погрешности измерений временных интервалов, диапазона установки коэффициентов развёртки	Да	Да	10.3

Продолжение таблицы 1

Наименование операции поверки	Обязательность выполнения операции поверки при		Номер раздела (пункта) методики поверки
	первичной поверке	периодической поверке	
Определение длительности фронта импульса с перепадом напряжения положительной полярности, формируемого на выходе «  КАНАЛ 2»	Да	Да	10.4
Определение характеристик сигнала на выходе «  2 ГГц »:	Да	Да	10.5
– мощность сигнала	Да	Да	10.5
– частота сигнала	Да	Да	10.5
Примечание – Поверку прекращают при получении отрицательного результата при выполнении любой из операций поверки			

3 Требования к условиям проведения поверки

3.1 При проведении поверки должны соблюдаться условия согласно таблице 2.

Таблица 2 – Условия проведения поверки

Наименование условия	Значение условия
Температура окружающего воздуха, °C	20 ± 5
Относительная влажность окружающего воздуха, %	От 30 до 80
Атмосферное давление, кПа (мм рт.ст.)	100 ± 4 (750 ± 30)
Напряжение питающей сети частотой (50 ± 1) Гц, В	$(220,0 \pm 4,4)$

3.2 Если хранение (или транспортирование) установки К2-92 производилось в условиях, отличающихся от рабочих, указанных в руководстве по её эксплуатации, то перед включением установка должна быть выдержана в условиях проведения поверки не менее 2 ч.

4 Требования к специалистам, осуществляющим поверку

4.1 К проведению поверки установки К2-92 допускаются поверители из штата организации, аккредитованной на право проведения поверки в соответствии с действующим законодательством РФ, изучившие настоящую методику поверки, руководство по эксплуатации на поверяемую установку К2-92, эксплуатационную документацию на средства поверки и имеющие стаж работы по данному виду измерений не менее одного года.

4.2 К проведению поверки установки К2-92 допускают лиц, прошедших обучение и инструктаж по технике безопасности при работе с электронным измерительно-испытательным оборудованием, аттестованных на право работы с электроустановками напряжением до 1000 В и имеющих соответствующее удостоверение.

5 Метрологические и технические требования к средствам поверки

5.1 При проведении поверки должны быть применены средства поверки, указанные в таблице 3.

Применяемые средства измерений должны быть поверены, иметь актуальный срок действия положительного результата поверки.

Таблица 3 – Средства поверки

Номер пункта методики поверки	Метрологические и технические требования к средству поверки, необходимые для проведения поверки	Рекомендуемое средство поверки
10.1	Диапазон воспроизведения и измерений напряжения постоянного тока от 0,01 до 1 В; пределы допускаемой погрешности воспроизведения и измерений напряжения постоянного тока $\pm 0,01\%$	Калибратор-вольтметр универсальный Н4-12, 2-й разряд по государственной поверочной схеме для средств измерений постоянного электрического напряжения и электродвижущей силы, утверждённой приказом Росстандарта № 1520 от 28.07.2023
10.2	Диапазон частот выходного сигнала от 250 кГц до 20 ГГц; минимальный уровень выходного сигнала –110 дБм, максимальный уровень выходного сигнала 10 дБм; пределы допускаемой относительной погрешности установки частоты $\pm 7,5 \cdot 10^{-8}$	Генератор сигналов Agilent E8257D
10.2, 10.5	Диапазон измерений мощности от 0,0003 до 100 мВт; пределы допускаемой относительной погрешности $\pm 4\%$; диапазон частот от 0 до 18 ГГц	Ваттметр поглощаемой мощности СВЧ NRP18T
10.2	Ослабление 6 дБ; диапазон частот от 0 до 18 ГГц	Аттенуатор ВЧ 6 дБ из комплекта установки измерительной К2-76
10.3	Диапазон установки сигналов калибровки $5 \cdot 10^{-10} - 9 \cdot 10^{-5}$ с; пределы допускаемой погрешности установки сигналов калибровки 0,001 %	Установка измерительная К2С-62А, 1-й разряд по государственной поверочной схеме для средств измерений импульсного электрического напряжения, утверждённой приказом Росстандарта № 3463 от 30.12.2019
10.5	Относительная погрешность по частоте опорного генератора $\pm 2 \cdot 10^{-7}$	Частотомер универсальный ЧЗ-89
10.4	Диапазон измерений временных интервалов 0,02 – 10000 нс; пределы допускаемой основной погрешности измерений временных интервалов $T_X \pm (0,003 \cdot T_X + 5 \text{ пс})$; диапазон измерений напряжения U 0,01 – 1,0 В; пределы допускаемой основной погрешности измерений напряжения U $\pm (0,001 \cdot U + 1 \text{ мВ})$	Эталон-переносчик ЭП-46, вторичный эталон по государственной поверочной схеме для средств измерений импульсного электрического напряжения, утверждённой приказом Росстандарта № 3463 от 30.12.2019

Примечание – Допускается использовать другие средства поверки, являющиеся средствами измерений утверждённого типа и имеющие аналогичные метрологические характеристики

6 Требования по обеспечению безопасности проведения поверки

6.1 При проведении поверки должны соблюдаться требования безопасности ГОСТ 12.3.019-80, а также меры безопасности, изложенные в разделе 1 руководства по эксплуатации АКЯЦ.411728.010 РЭ на установку К2-92 и в эксплуатационной документации на средства поверки.

7 Внешний осмотр

7.1 При внешнем осмотре установки К2-92 проверить:

- соответствие внешнего вида установки К2-92 описанию и изображению, приведённому в описании типа;
- отсутствие механических повреждений, ослабления крепления элементов конструкции;
- исправность органов управления, чёткость фиксации их положения;
- чистоту и исправность разъёмов и гнезд;
- наличие предохранителей и сохранность пломб;
- надписи, поясняющие функциональное назначение органов управления, не должны иметь повреждений, затрудняющих их чтение и понимание;
- комплектность согласно эксплуатационной документации на установку К2-92.

7.2 Установка К2-92, имеющая дефекты (механические повреждения) и несоответствия требованиям п.7.1, бракуется и направляется в ремонт.

8 Подготовка к поверке и опробование

8.1 До начала поверки выдержать установку К2-92 в нормальных условиях не менее 2 ч.

8.2 Контроль условий поверки, указанных в п.3.1, выполнять с применением средств измерений, указанных в таблице 4.

Таблица 4 – Средства контроля условий поверки

Контролируемое условие	Рекомендуемое средство измерений
Температура, относительная влажность окружающего воздуха, атмосферное давление	Прибор комбинированный Testo 622: диапазон измерений температуры от -10 до $+60$ °С, пределы допускаемой погрешности измерений температуры $\pm 0,4$ °С; диапазон измерений относительной влажности от 10 до 95 %, пределы допускаемой погрешности измерений относительной влажности ± 3 %; диапазон измерений абсолютного давления от 30 до 120 кПа, пределы допускаемой погрешности измерений абсолютного давления $\pm 0,5$ кПа
Напряжение и частота питающей сети	Мультиметр В7-80: диапазон измерений среднеквадратических значений напряжения переменного тока 0,2 – 400 В частотой 45 – 55 Гц, пределы допускаемой основной относительной погрешности измерений среднеквадратических значений напряжения переменного тока $\pm 0,5$ %, диапазон измерений частоты сигналов переменного тока 45 – 55 Гц, пределы допускаемой относительной погрешности измерений частоты сигналов переменного тока $\pm 0,01$ %
Примечание – Для контроля условий поверки могут быть использованы другие средства измерений с характеристиками, аналогичными характеристикам рекомендуемых средств измерений	

8.3 Перед проведением поверки выполнить подготовительные работы, указанные в разделе 3 «Подготовка прибора к работе» руководства по эксплуатации установки К2-92 АҚЯЦ.411728.010 РЭ.

8.4 Выполнить опробование установки К2-92 в соответствии с указаниями, изложенными в разделе 4 «Порядок работы» руководства по эксплуатации установки К2-92 АҚЯЦ.411728.010 РЭ.

8.5 Неработоспособная установка К2-92 – не прошедшая опробование в соответствии с п.8.4 – бракуется и направляется в ремонт.

9 Проверка программного обеспечения

9.1 Для проверки идентификационного наименования и номера версии (идентификационного номера) ПО в папке программы, установленной на ПЭВМ из состава установки К2-92, найти файл «Toscill.exe», кликнуть по нему правой кнопкой мыши и выбрать пункт «Свойства файла». В открывшемся окне выбрать вкладку «Подробно».

Убедиться в соответствии идентификационного наименования и номера версии (идентификационного номера) ПО указанным в таблице 5.

9.2 Для проверки цифрового идентификатора применить программу (утилиту) «MD_FileChecker», которая находится в свободном доступе в сети Internet (сайт www.winmd5.com).

Убедиться в соответствии цифрового идентификатора, рассчитанного программой «MD_FileChecker», указанному в таблице 5.

Таблица 5 – Идентификационные данные ПО

Идентификационные данные (признаки)	Значение
Идентификационное наименование ПО	«Toscill.exe»
Номер версии (идентификационный номер) ПО	2.0.3.6
Цифровой идентификатор ПО	823b297e06f51c1578502fa4256c5c2a
Алгоритм вычисления контрольной суммы исполняемого кода	MD-5

9.3 При несоответствии идентификационных данных ПО указанным в таблице 5, установка К2-92 бракуется и направляется в ремонт.

10 Определение метрологических характеристик и подтверждение соответствия средства измерений метрологическим требованиям

10.1 Определение диапазона измерений напряжения постоянного тока положительной и отрицательной полярности, абсолютной погрешности измерений напряжения постоянного тока, диапазона установки коэффициентов отклонения выполнить с использованием калибратора-вольтметра универсального Н4-12 (далее – калибратор-вольтметр Н4-12) по схеме электрической структурной, приведённой на рисунке 1.

Подготовить приборы к работе согласно руководствам по их эксплуатации.

В окне управляющей программы установки К2-92 установить режимы работы установки К2-92: число усреднений 16, коэффициент развёртки $K_P = 0$.

При отключённой от калибратора-вольтметра Н4-12 установке К2-92 установить напряжение $U_{уст}$ на выходе калибратора-вольтметра Н4-12 равным 10 мВ согласно таблице 5 для измерения номер 1.

ВНИМАНИЕ! При включении калибратора-вольтметра Н4-12 на его выходе может возникнуть неконтролируемое напряжение амплитудой до 10 В, поэтому при его включении установка К2-92 должна быть отключена от его выхода.

Для измерения номер 1 установить коэффициент отклонения установки К2-92 K_O равным 5 мВ/дел.

Зафиксировать показание курсора A_1 в окне управляющей программы установки К2-92.

Подключить выход калибратора-вольтметра Н4-12 к входу измерительного канала 1 установки К2-92.

Зафиксировать показание курсора A_2 в окне управляющей программы установки К2-92.

Определить измеренное установкой К2-92 напряжение $U_{ИЗМ}$ по формуле:

$$U_{ИЗМ} = A_2 - A_1. \quad (1)$$

Рассчитать значение абсолютной погрешности измерений напряжения постоянного тока ΔU , мВ, по формуле:

$$\Delta U = U_{ИЗМ} - U_{УСТ}, \quad (2)$$

где $U_{ИЗМ}$ – значение, определённое по формуле (1), мВ;

$U_{УСТ}$ – значение напряжения, установленное на выходе калибратора-вольтметра Н4-12.

Убедиться в том, что рассчитанное по формуле (2) значение абсолютной погрешности измерений напряжения постоянного тока находится в пределах согласно таблице 5.

Определить для измерительного канала 1 установки К2-92 абсолютную погрешность измерений напряжения постоянного тока ΔU во всём диапазоне измерений напряжения постоянного тока положительной и отрицательной полярности, последовательно установив напряжение $U_{уст}$ на выходе калибратора-вольтметра Н4-12 и коэффициенты отклонения К2-92 K_O в соответствии с таблицей 6.

Определить абсолютную погрешность измерений напряжения постоянного тока ΔU во всём диапазоне измерений напряжения постоянного тока положительной и отрицательной полярности для измерительного канала 2 установки К2-92 по приведённой для измерительного канала 1 методике.

Результаты выполнения операции поверки считать положительными, если значения абсолютной погрешности измерений напряжения постоянного тока ΔU , рассчитанные по формуле (2) для измерительных каналов 1, 2, находятся в пределах, указанных в таблице 6, в противном случае установка К2-92 бракуется и направляется в ремонт.

Таблица 6 – Определение диапазона измерений напряжения постоянного тока положительной и отрицательной полярности абсолютной погрешности измерений напряжения постоянного тока, диапазона установки коэффициентов отклонения установки К2-92

Номер измерения	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Напряжение $U_{уст}$ на выходе калибратора-вольтметра Н4-12, мВ	10	50	100	500	900	-10	-50	-100	-500	-900
Коэффициент отклонения установки К2-92 K_O , мВ/дел	5	10	50	100	200	5	10	50	100	200
Пределы допускаемой абсолютной погрешности измерений напряжения постоянного тока ΔU , мВ	±3,1	±3,5	±4	±8	±12	±3,1	±3,5	±4	±8	±12

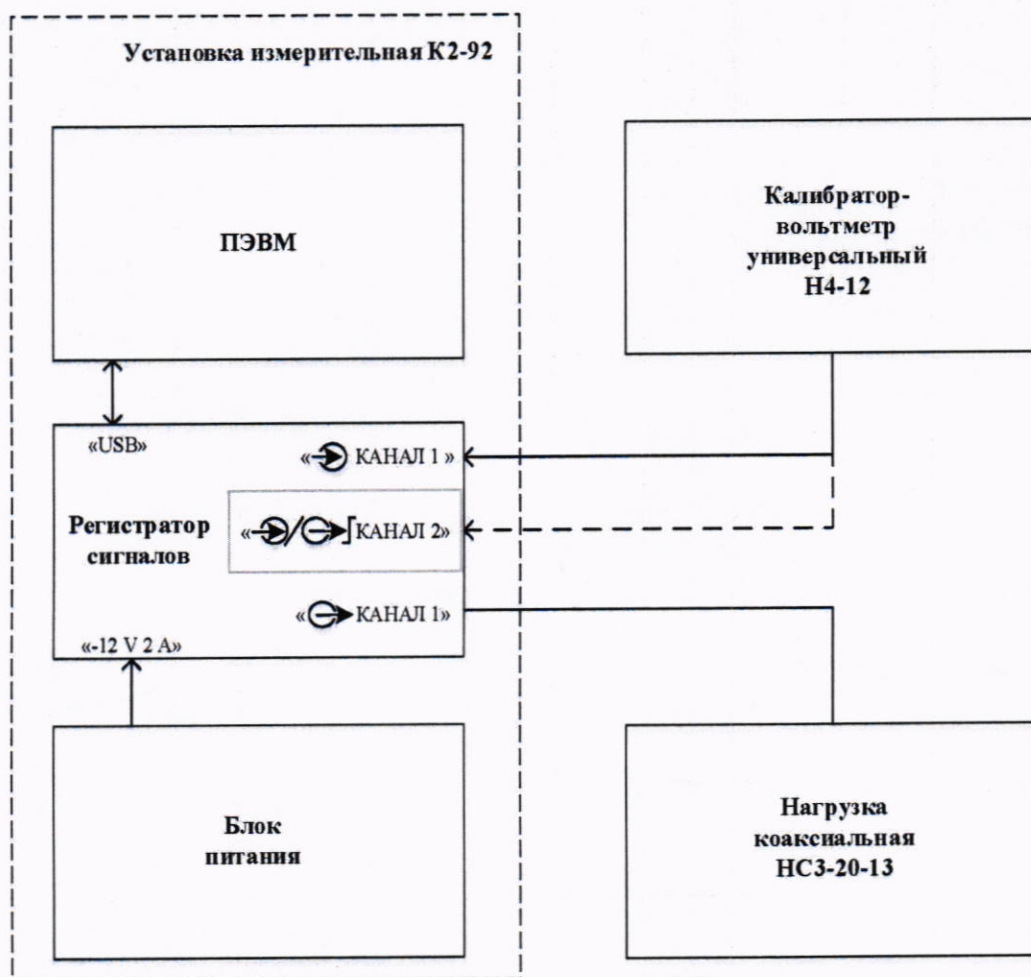


Рисунок 1 – Схема электрическая структурная определения диапазона измерений напряжения постоянного тока положительной и отрицательной полярности, абсолютной погрешности измерений напряжения постоянного тока, диапазона установки коэффициентов отклонения

10.2 Определение полосы пропускания установки К2-92 выполнить по схеме электрической структурной, приведённой на рисунке 2.

Установить для установки К2-92: режим внутренней синхронизации, число усреднений $N_y = 1$, коэффициент развёртки $K_p = 5$ нс/дел, число точек развёртки $N_p = 2048$, коэффициент отклонения $K_o = 50$ мВ/дел.

Установить частоту сигнала на выходе генератора сигналов Е8257D (далее – генератор Е8257D) равной 1 ГГц.

Подключить выход аттенюатора 6 дБ, вход которого подключён к выходу генератора Е8257D, к входу ваттметра поглощаемой мощности СВЧ NRP18T (далее – ваттметр NRP18T) и, регулируя уровень выходной мощности генератора Е8257D, установить показание ваттметра NRP18T равным 150 мкВт.

Отключить выход аттенюатора 6 дБ от ваттметра NRP18T.

Подключить выход аттенюатора 6 дБ, вход которого подключён к выходу генератора E8257D, к входу измерительного канала 1 установки К2-92.

Не добиваясь синхронизации, зафиксировать размах сигнала U_{m1} по шкале экрана. За размах принимать разницу верхней и нижней границы группирования точек индицируемого сигнала.

Последовательно устанавливать частоту сигнала на выходе генератора E8257D равной 4; 8; 10; 12; 14; 16; 18 ГГц; на каждой частоте подключать выход аттенюатора 6 дБ к ваттметру NRP18T, регулировкой уровня выходной мощности генератора E8257D устанавливать показание ваттметра NRP18T равным 150 мкВт и, не добиваясь синхронизации, фиксировать размах сигнала U_m по шкале экрана. За размах принимать разницу верхней и нижней границы группирования точек индицируемого сигнала.

Вычислить отношение A_{III} для каждой установленной частоты сигнала на выходе генератора E8257D по формуле:

$$A_{III} = \frac{U_m}{U_{m1}}. \quad (3)$$

Выполнить аналогичные операции для входа измерительного канала 2.

Результаты выполнения операции проверки считать положительными, если для обоих каналов отношение A_{III} находится в пределах от 0,7 до 1,2, в противном случае установка К2-92 бракуется и направляется в ремонт.

10.3 Определение диапазона измерений временных интервалов, абсолютной погрешности измерений временных интервалов, диапазона установки коэффициентов развёртки выполнить с применением установки измерительной К2С-62А (далее – установка К2С-62А).

Подключить выход «КХ» установки К2С-62А к входу проверяемого канала установки К2-92.

Для установки К2-92 установить коэффициент отклонения – 50 мВ/дел, число точек развёртки – 2048.

Амплитуду сигнала на выходе «КХ» установки К2С-62А установить равной 200 мВ.

Установить период следования сигнала на выходе «КХ» установки К2С-62А T_y равным 0,5 нс, коэффициент развёртки установки К2-92 – 0,1 нс/дел.

С помощью органов управления уровнем синхронизации установки К2-92 добиться стабильного отображения сигнала на экране ПЭВМ установки К2-92.

Зафиксировать период следования сигнала T_n , измеренный установкой К2-92 с применением маркеров.

Вычислить абсолютную погрешность измерений временных интервалов установкой К2-92 Δ_T , нс:

$$\Delta_T = T_n - T_y. \quad (4)$$

Последовательно устанавливая в соответствии с таблицей 7 остальные значения периодов следования сигнала T_y на выходе установки К2С-62А 1 – 90000 нс и соответствующие коэффициенты развёртки для установки К2-92, определить по приведённой методике абсолютную погрешность измерений значений временных интервалов для установки К2-92.

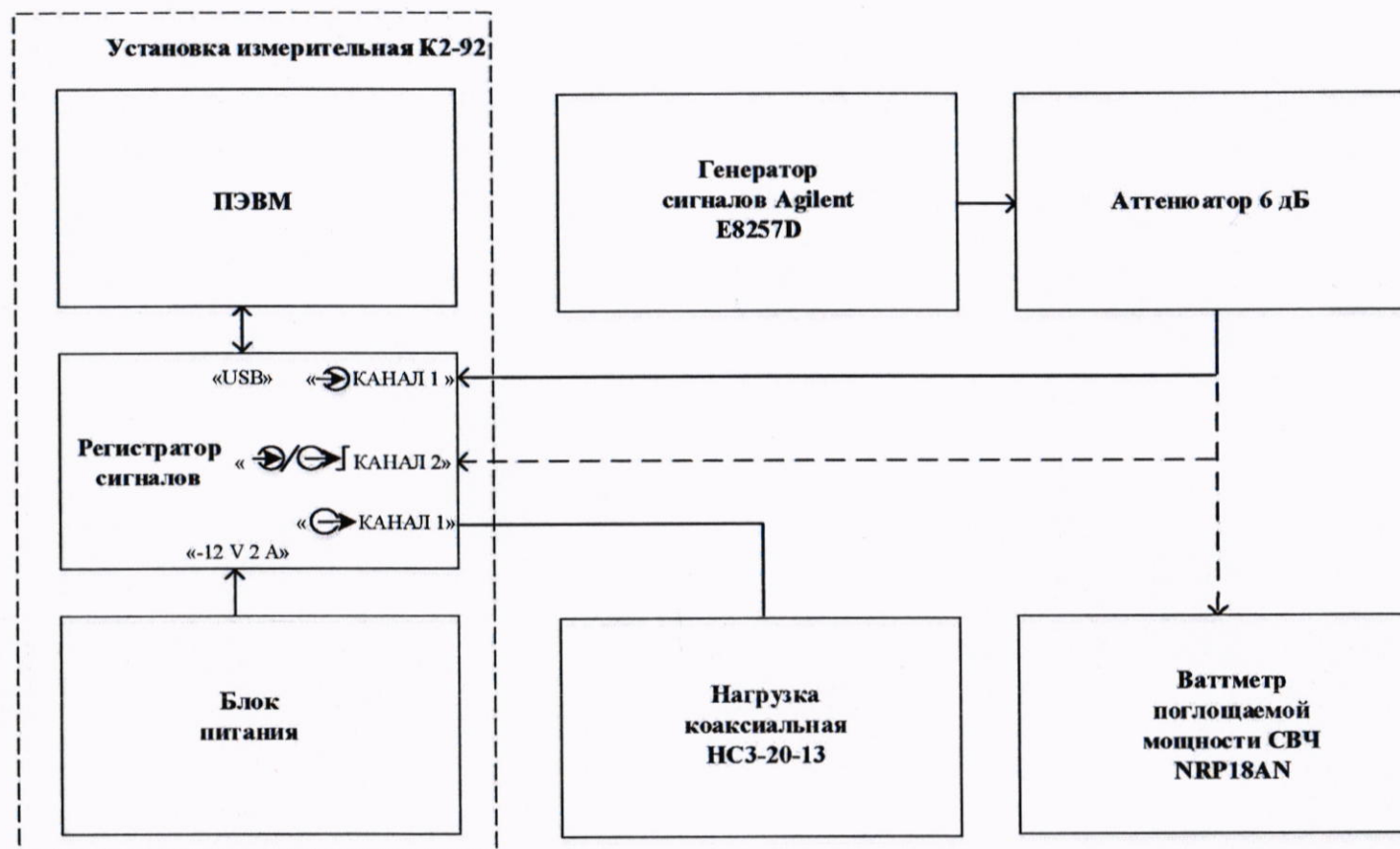


Рисунок 2 – Схема электрическая структурная определения полосы пропускания установки К2-92

Таблица 7 – Допускаемые значения абсолютной погрешности измерений временных интервалов в диапазоне от 0,5 до 90000 нс

Период следования сигнала T_y , установленный на выходе установки К2С-62А, нс	Коэффициент развёртки, устанавливаемый для установки К2-92, нс/дел	Допускаемое значение абсолютной погрешности измерений временных интервалов, нс
0,5	0,1	$\pm 0,008$
1	0,2	$\pm 0,010$
100	20	$\pm 0,505$
1000	200	± 5
10000	2000	± 50
90000	20000	± 490

Результаты выполнения операции поверки считать положительными, если полученные при измерениях значения абсолютной погрешности измерений временных интервалов находятся в пределах, указанных в таблице 7, в противном случае установка К2-92 бракуется и направляется в ремонт.

10.4 Определение длительности фронта импульса с перепадом напряжения положительной полярности, формируемого на выходе « КАНАЛ 2» (далее – выход встроенного генератора установки К2-92), выполнить с использованием измерителя стробоскопического из состава эталона-переносчика ЭП-46.

Подключить выход встроенного генератора установки К2-92 к входу стробоскопического измерителя из состава эталона-переносчика ЭП-46. Измерить в соответствии с руководством по эксплуатации на эталон-переносчик ЭП-46 длительность фронта импульса t_f на выходе встроенного генератора установки К2-92.

Результаты выполнения операции поверки считать положительными, если измеренное значение длительности фронта импульса t_f не более 35 пс.

В противном случае установка К2-92 бракуется и направляется в ремонт.

10.5 Определение характеристик сигнала на выходе « 2 ГГц» установки К2-92 (далее – калибратор развёртки) выполнить с применением ваттметра NRP18T и частотомера ЧЗ-89, соответственно.

К выходу канала 1 подключить нагрузку согласованную НС3-20-13.

Подключить к выходу калибратора развёртки ваттметр NRP18T, включить приборы и измерить ваттметром NRP18T мощность сигнала на выходе калибратора развёртки.

Выключить ваттметр NRP18T и взамен него подключить к выходу калибратора развёртки частотомер ЧЗ-89. Измерить частотомером ЧЗ-89 частоту сигнала на выходе калибратора развёртки.

Результаты выполнения операции поверки считать положительными, если на выходе калибратора развёртки:

- измеренное значение мощности сигнала не менее 0,05 мВт,
- измеренное значение частоты находится в пределах $(2,000 \pm 0,001)$ ГГц.

В противном случае установка К2-92 бракуется и направляется в ремонт.

10.6 Соответствие установки К2-92 метрологическим требованиям, установленным при утверждении типа, подтверждается положительными результатами выполнения всех операций поверки, выполненных в соответствии с разделом 10.

11 Оформление результатов поверки

11.1 Результаты определения метрологических характеристик заносятся в протоколы, оформляемые по форме, установленной организацией, проводящей поверку.

11.2 Сведения о результатах поверки в целях её подтверждения передаются в Федеральный информационный фонд по обеспечению единства измерений в соответствии с порядком создания и ведения Федерального информационного фонда по обеспечению единства измерений.

11.3 По письменному заявлению владельца или лица, представляющего установку К2-92 на поверку, при положительных результатах поверки аккредитованным лицом, выполнившим поверку, выдаётся свидетельство о поверке установленного образца и вносится запись в формуляре по установленной форме.

11.4 Знак поверки наносится в виде наклейки на лицевую панель установки К2-92.

11.5 В случае отрицательных результатов поверки (не выполнена с положительным результатом хотя бы одна из операций поверки) выдаётся извещение о непригодности к применению установленного образца.

Начальник отдела
ФГБУ «ГНМЦ» Минобороны России

А.В. Мазур

Старший научный сотрудник
ФГБУ «ГНМЦ» Минобороны России

М.Ф. Гапеева