

УТВЕРЖДАЮ

Врид. начальника ФГБУ
«ГНМЦ» Минобороны России

Т. Мамлеев

2020 г.



ГОСУДАРСТВЕННАЯ СИСТЕМА ОБЕСПЕЧЕНИЯ ЕДИНСТВА ИЗМЕРЕНИЙ

ИНСТРУКЦИЯ

ВОЛЬТМЕТРЫ ВЫСОКОЧАСТОТНЫЕ 9241, 9242

МЕТОДИКА ПОВЕРКИ

г. Мытищи
2020 г.

Содержание

1 Введение.....	3
2 Операции поверки.....	3
3 Средства поверки.....	4
4 Требования безопасности.....	4
5 Условия поверки и подготовка к ней.....	5
6 Проведение поверки.....	5
6.1 Внешний осмотр.....	5
6.2 Опробование.....	5
6.3 Проверка электрического сопротивления изоляции и электрической прочности изоляции.....	6
6.3.1 Проверка электрического сопротивления изоляции.....	6
6.3.2 Проверка электрической прочности изоляции.....	6
6.4 Определение метрологических характеристик.....	7
6.4.1 Определение погрешности воспроизведения напряжения переменного тока на опорной частоте 10 кГц.....	7
6.4.2 Определение неравномерности АЧХ измерительного зонда 952001В относительно опорной частоты 10 кГц.....	8
6.4.3 Определение неравномерности АЧХ измерительного зонда 952016 относительно опорной частоты 10 кГц.....	9
7 Оформление результатов поверки.....	11

1 ВВЕДЕНИЕ

1.1 Настоящая методика распространяется на Вольтметры высокочастотные 9241, 9242 (далее по тексту – вольтметры), изготовленный фирмой «Boonton Electronics», США, и устанавливает методы и средства их первичной и периодической поверок.

1.2 Интервал между поверками 1 год.

1.3 Сокращенная поверка вольтметров для меньшего числа измеряемых величин не возможна.

2 ОПЕРАЦИИ ПОВЕРКИ

2.1 При проведении поверки должны выполняться операции, указанные в таблице 1.

Таблица 1

Наименование операции	Номер пункта методики	Проведение операции при	
		ввозе импорта и после ремонта	периодической поверке
1 Внешний осмотр	6.1	да	да
2 Опробование	6.2	да	да
3 Проверка электрического сопротивления изоляции и электрической прочности изоляции	6.3	да	нет
4 Определение метрологических характеристик	6.4		
4.1 Определение абсолютной погрешности измерений напряжения переменного тока на опорной частоте 10 кГц	6.4.1	да	да (сокр.)
4.2 Определение неравномерности АЧХ измерительного зонда 952001В относительно опорной частоты 10 кГц	6.4.2	да	да
4.3 Определение неравномерности АЧХ измерительного зонда 952016 относительно опорной частоты 10 кГц	6.4.3	да	да

3 СРЕДСТВА ПОВЕРКИ

3.1 При проведении поверки должны применяться средства поверки, указанные в таблице 2.

Таблица 2 – Средства поверки

Номер пункта методики	Наименование и тип (условное обозначение) основного или вспомогательного средства поверки. Обозначение нормативного документа, регламентирующего технические требования, и (или) метрологические и основные технические характеристики средства поверки
Средства поверки	
6.3	Универсальная пробойная установка УПУ-10 (испытательное напряжение до 10 кВ) (проводится только при ввозе импорта и после ремонта). Мегаомметр М4100/3 (верхний предел измерений сопротивлений 2500 МОм) (проводится только при ввозе импорта и после ремонта)
6.4.1	Калибратор универсальный Н4-7 с усилителем напряжения: - диапазон устанавливаемых среднеквадратических значений напряжения переменного тока синусоидальной формы от 0,1 мкВ до 700 В в диапазоне частот от 0,1 Гц до 10 кГц и от 10 мВ до 20 В в диапазоне частот от 0,1 Гц до 1 МГц; пределы допускаемой основной относительной погрешности на частоте 10 кГц в диапазоне измерений от 10 мВ до 300 В $\pm(0,0044...0,086)\%$; - предел допускаемой основной относительной погрешности воспроизведения напряжения переменного тока синусоидальной формы на уровне 1 В и частоте 1 МГц: $\pm 0,3 \%$ (проводится только при ввозе импорта и после ремонта).
6.4.2...6.4.3	Калибратор переменного напряжения Н5-5: -диапазон воспроизведения переменного напряжения от 3 мкВ до 3 В в диапазоне частот от 10 Гц до 100 МГц, диапазон воспроизведения переменного напряжения от 100 мкВ до 3 В в диапазоне частот от 100 МГц до 2000 МГц; пределы допускаемой относительной погрешности $\pm(0,0066...14) \%$
Вспомогательное оборудование	
6.4.1...6.4.3	Переход тройниковый 50-Омный Boonton модели 952003
6.4.1	Переход коаксиальный типа Э2-114/3 (Тип III (вилка) – Тип V (розетка))
6.4.1	Кабель соединительный: Тип V (вилка) (BNC) – штекеры 4мм.
6.4.2...6.4.3	Переход коаксиальный типа Э2-112/1 (Тип III (вилка) – Тип III (вилка))
Примечания: 1 Вместо указанных в таблице 2 средств поверки разрешается применять другие аналогичные меры и измерительные приборы, обеспечивающие измерения соответствующих параметров с требуемой точностью. 2 Применяемые средства поверки должны быть исправны, поверены и иметь не просроченные свидетельства (отметки в формулярах или паспортах) о поверке	

4 ТРЕБОВАНИЯ БЕЗОПАСНОСТИ

4.1 При проведении поверки должны быть соблюдены требования безопасности, предусмотренные «Правилами технической эксплуатации электроустановок потребителей», «Правилами техники безопасности при эксплуатации электроустановок потребителей», а также изложенные в технической документации поверяемого вольтметра, в технической документации на применяемые при поверке эталоны и вспомогательное оборудование.

5 УСЛОВИЯ ПОВЕРКИ И ПОДГОТОВКА К НЕЙ

5.1 При проведении поверки должны быть соблюдены следующие условия:

- температура окружающего воздуха, °С..... 20 ± 5 ;
- относительная влажность воздуха, %до 80;
- атмосферное давление, кПа (мм рт.ст.)..... 100 ± 4 (750 ± 30);
- напряжение питающей сети, В..... от 198 до 242;
- частота питающей сети, Гц..... 50 ± 2 .

5.2 Перед проведением поверки необходимо выполнить следующие подготовительные работы:

- выдержать вольтметр в условиях, указанных в п. 5.1, в течение не менее 8 ч;
- выполнить операции, оговоренные в технической документации на вольтметр по его подготовке к измерениям;
- выполнить операции, оговоренные в технической документации на применяемые средства поверки по их подготовке к измерениям;
- осуществить предварительный прогрев средств измерений для установления их рабочего режима.

6 ПРОВЕДЕНИЕ ПОВЕРКИ

6.1 Внешний осмотр

При внешнем осмотре установить соответствие вольтметра требованиям технической документации фирмы-изготовителя. При внешнем осмотре проверить:

- наличие маркировки модели и заводского номера измерительного блока вольтметра, а так же четкость маркировки измерительных зондов. Особое внимание обратить на соответствие заводских номеров на маркировке измерительных зондов и их адаптеров данных;
- соответствие комплектности требованиям эксплуатационных документов;
- состояние лакокрасочного покрытия;
- отсутствие механических, электрических, химических и тепловых повреждений;
- чистоту гнезд, разъемов и клемм;
- работоспособность соединительных разъемов, проводов и кабелей;
- отсутствие внутри измерительного блока вольтметра незакрепленных предметов.

Проверить комплектность вольтметра в соответствии с технической документацией фирмы-изготовителя. Убедиться, что серийный номер зонда из комплекта поставки совпадает с серийным номером адаптера данных, из его комплекта. Для подключения вольтметра к средствам поверки необходимо применять тройниковый переход № 952003 производства «Boonton Electronics», совместно со стандартным коаксиальным переходом Э2-112/1 (или его аналогом) или стандартным коаксиальным переходом Э2-114/3 (или его аналогом) и кабелем-переходником BNC – штекеры 4мм.

Результаты внешнего осмотра считать положительными, если вольтметр удовлетворяет вышеперечисленным требованиям, комплектность вольтметра соответствует комплекту поставки, приведенному в эксплуатационных документах. В противном случае поверка не проводится до устранения выявленных недостатков.

6.2 Опробование

Провести опробование работы вольтметра для оценки его исправности.

6.2.1 Включить вольтметр в сеть питания. При включении убедиться, что тип прибора соответствует значению «9241 RF Voltmeter» или «9242 RF Voltmeter», а версия прошивки прибора не менее версии «Rev. 20170104».

6.2.2 Провести самодиагностику измерительного блока вольтметра.

Нажать кнопку «MENU».

Выбрать пункт меню «DIAGNOSTICS».

Выбрать пункт меню «SELFTTEST».

Начинается процедура самопроверки с индикацией этапов её прохождения. После успешного выполнения тестов самопроверки произойдет возврат в меню.

Нажать кнопку «MENU» и выйти в основной режим работы вольтметра. Появится надпись «>CH 1 *NO SENSOR»

6.2.3 Подключить к вольтметру измерительный зонд из комплекта поставки.

Во время подключения, зафиксировать надпись на вольтметре «READING CH1 ADAPTER», «MODEL NO.» и «SERIAL NO.». Сличить два последних параметра с моделью и серийным номером подключенного измерительного зонда.

6.2.4 Настроить режим отображения вольтметра в единицах «Вольт»

Нажать кнопку «MENU».

Выбрать пункт меню «CHANNELS»

Установить параметр «UNITS» в значение «VOLTS»

Нажатиями кнопки «MENU» и выйти в основной режим работы вольтметра.

6.2.5 Подключить вольтметр к калибратору универсальному или калибратору переменного напряжения (см. рис. 1 или рис. 2). Подать с калибратора переменное напряжение частотой 10 кГц и значением 1 вольт. Убедиться в корректных показаниях вольтметра (без учета определения погрешности).

6.2.6 В случае отсутствия корректных показаний, вольтметр дальнейшей поверке не подвергается, бракуется и направляется в ремонт.

6.3 Проверка электрического сопротивления изоляции и электрической прочности изоляции

6.3.1 Проверка электрического сопротивления изоляции

Отключить измерительный блок вольтметра от сети питания. Отключить измерительные зонды от измерительного блока.

Включить кнопку сетевого питания.

Соединить клеммы мегаомметра М4100/3 с закороченными разъемами питания и защитным выводом «⊥».

Измерить электрическое сопротивление изоляции.

Результаты поверки считать положительными, если сопротивление изоляции составляет не менее 20 МОм. В противном случае вольтметр бракуется и направляется в ремонт.

6.3.2 Проверка электрической прочности изоляции

Подключить к высоковольтному выходу пробойной установки УПУ-10 закороченные разъемы питания.

Подключить к общему выходу пробойной установки клемму «⊥» вольтметра.

Включить питание пробойной установки.

Плавно повысить испытательное напряжение до значения 1,5 кВ.

Выдерживать вольтметр под воздействием испытательного напряжения в течение 1 минуты.

Выключить питание пробойной установки.

Результаты поверки считать положительными, если не обнаружено неудовлетворительное состояние изоляции, на что указывает внезапное возрастание тока. В противном случае вольтметр дальнейшей поверке не подвергается, бракуется и направляется в ремонт.

6.4 Определение метрологических характеристик

6.4.1 Определение абсолютной погрешности измерений напряжения переменного тока на опорной частоте 10 кГц

6.4.1.1 Определение абсолютной погрешности измерений напряжения переменного тока на опорной частоте 10 кГц проводится с каждым из измерительных зондов (вне зависимости от типа зонда) методом прямых измерений.

6.4.1.2 Выполнить подготовку калибратора универсального к измерениям:

- использовать для подключения провод с переходом на коаксиальный разъем;
- калибратор должен быть прогрет в течение не менее 2 часов;
- устранить погрешности установки нуля на постоянном напряжении (в соответствии с руководством по эксплуатации);
- установить режим работы калибратора переменного напряжения с частотой 10 кГц.

6.4.1.3 Соединить клеммы «OUTPUT V HI» и «OUTPUT V LO» калибратора универсального со входом пробника поверяемого вольтметра с помощью переходников, в соответствии с рисунком 1.

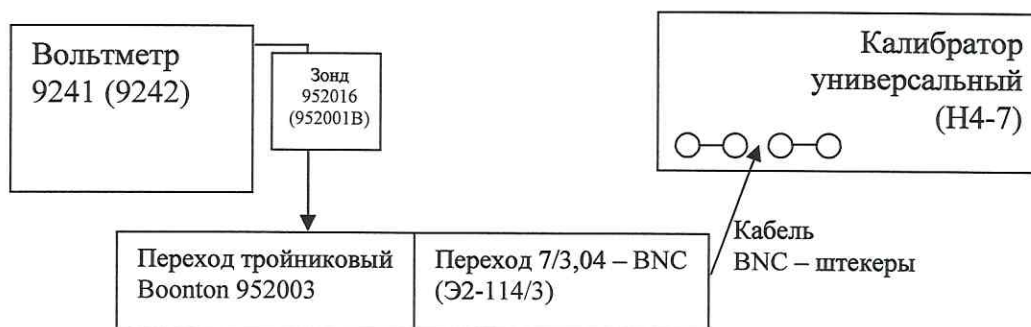


Рисунок 1 – Структурная схема соединения вольтметра с калибратором универсальным

6.4.1.4 Установить на вольтметре 4-х разрядный режим работы.

6.4.1.5 Установить выходное напряжение с калибратора универсального в соответствии с таблицей 3. Записать измеренное вольтметром значение в таблицу 3. Провести расчет абсолютной погрешности измерений и оценку соответствия пределам допускаемой погрешности.

6.4.1.6 Провести измерения остальных измеряемых вольтметром значений напряжений, приведенных в таблице 3, в аналогичном порядке.

Таблица 3 – Перечень отметок, поверяемых от калибратора универсального

Верхний предел поддиапазона	Проверяемые отметки	Измеренное значение	Абсолютная погрешность	Пределы допускаемой абсолютной погрешности измерений
10 В	10 мВ, 10 кГц*			± 110 мкВ
	100 мВ, 10 кГц			± 1,1 мВ
	250 мВ, 10 кГц*			± 2,6 мВ
	500 мВ, 10 кГц			± 5,1 мВ
	750 мВ, 10 кГц*			± 7,6 мВ
	1 В, 10 кГц			± 10,1 мВ
	1 В, 1 МГц*			± 10,1 мВ
	2,5 В, 10 кГц*			± 26 мВ
	5 В, 10 кГц			± 51 мВ
	7,5 В, 10 кГц*			± 76 мВ
	10 В, 10 кГц			± 101 мВ

Продолжение таблицы 3

Верхний предел поддиапазона	Проверяемые отметки	Измеренное значение	Абсолютная погрешность	Пределы допускаемой абсолютной погрешности измерений
300 В (с делителем 1:100)	3 В, 10 кГц*			± 31 мВ
	10 В, 10 кГц*			± 110 мВ
	30 В, 10 кГц			± 310 мВ
	75 В, 10 кГц*			± 760 мВ
	150 В, 10 кГц			$\pm 1,6$ В
	225 В, 10 кГц*			$\pm 2,3$ В
	300 В, 10 кГц			$\pm 3,1$ В

Примечания:

* – дополнительные измерения выполняются только при ввозе импорта и после ремонта;

** – измерения в диапазоне до 10 мВ проводятся при проверке неравномерности АЧХ относительно опорной частоты 10 кГц

6.4.1.7 По завершении измерений установить нулевое значение напряжения на калибраторе и отключить выходной сигнал с калибратора универсального.

6.4.1.8 Результаты поверки считать положительными, если значения абсолютной погрешности измерений напряжения переменного тока не превысила допускаемых пределов, указанных в таблице 3. В противном случае вольтметр бракуется и направляется в ремонт.

6.4.2 Определение неравномерности АЧХ измерительного зонда 952001В относительно опорной частоты 10 кГц

6.4.2.1 Погрешность измерений напряжения переменного тока определить с помощью метода прямых измерений.

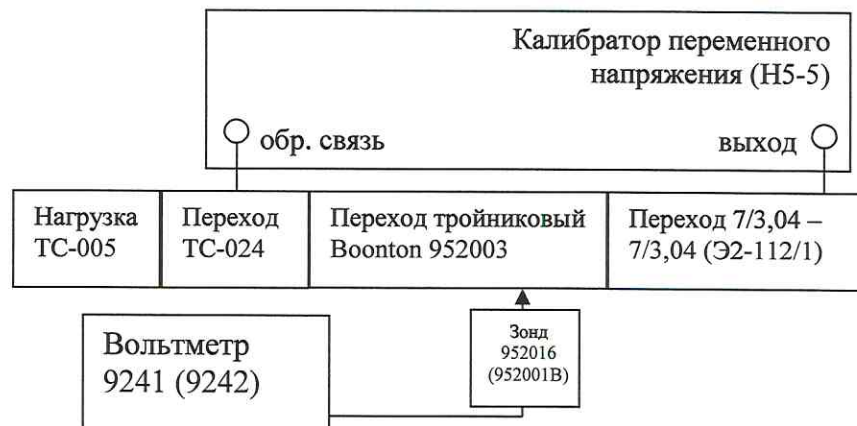


Рисунок 2 – Структурная схема соединения приборов вольтметра с калибратором переменного напряжения

6.4.2.2 Выполнить подготовку калибратора переменного напряжения Н5-5 к измерениям:

- подключить вольтметр к калибратору переменного напряжения с применением тройника Boonton 952003 с переходом на коаксиальный разъем Э2-112/1 или аналогичного по схеме, изображенной на рисунке 2;

- калибратор должен быть прогрет в течение не менее 2 часов;

- провести на калибраторе калибровку тракта с ограничением в диапазоне частот до 1200 МГц, в соответствии с указаниями руководства по эксплуатации на калибратор;

- по окончании калибровки оставить калибратор в положении выдачи «нулевого» сигнала (не выходить в основной режим и не проводить перезагрузку калибратора).

6.4.2.3 Выполнить установку «нуля» вольтметра в нижеследующем порядке.

Измерительный зонд соединить с нагрузкой 50-Ом из комплекта поставки зонда.

Дождаться устойчивых значений показаний «-LOW- uV» на дисплее измерительного блока.

Нажать кнопку «SENSOR».

Нажать кнопку «ZERO».

Нажать кнопку «ENTER».

После выполнения процедуры вольтметр вернется к нормальному режиму измерений. По окончании данной процедуры вывести калибратор переменного напряжения Н5-5 в основной режим измерений.

6.4.2.4 Установить выходное напряжение с калибратора переменного напряжения в соответствии с таблицей 4. Записать измеренное вольтметром значение в таблицу 4. Провести расчет абсолютной погрешности измерений и оценку её соответствия пределам допускаемой погрешности.

Провести измерения остальных измеряемых вольтметром значений напряжений, приведенных в таблице 4, в аналогичном порядке.

Таблица 4 – Перечень отметок, поверяемых от калибратора переменного напряжения для измерительного зонда 952001В

Верхний предел поддиапазона	Проверяемые отметки	Измеренное значение	Разность значений относительно 10 кГц	Пределы допускаемой абсолютной погрешности измерений
*	1 мВ, 10 кГц*		-	± 33 мкВ
	3 мВ, 10 кГц*		-	± 80 мкВ
952001В (предел 10 В, уровень 1 В)	10 кГц		-	± 10,1 мВ
	100 кГц			± 10 мВ
	1 МГц			± 10 мВ
	10 МГц			± 30 мВ
	100 МГц			± 30 мВ
	150 МГц			± 40 мВ
	300 МГц			± 75 мВ
	600 МГц			± 110 мВ
	800 МГц			± 150 мВ
	1 ГГц			± 150 мВ
	1,2 ГГц			± 180 мВ

Примечание: * – дополнительные измерения выполняются только при ввозе импорта и после ремонта

6.4.2.5 По завершении измерений установить частоту переменного напряжения с калибратора 10 кГц, а затем установить минимальное значение напряжения на калибраторе (например, 10 мкВ).

6.4.2.6 Результаты поверки считать положительными, если разность значений переменного напряжения измеряемой частоты и опорной частоты 10 кГц не превышает пределов допускаемой погрешности, указанных в таблице 4.

В противном случае вольтметр бракуется и направляется в ремонт.

6.4.3 Определение неравномерности АЧХ измерительного зонда 952016 относительно опорной частоты 10 кГц

6.4.3.1 Погрешность измерений напряжения переменного тока определить с помощью метода прямых измерений.

6.4.3.2 Выполнить подготовку калибратора переменного напряжения Н5-5 к измерениям:

- подключить вольтметр к калибратору с применением тройника Boonton 952003 с переходом на коаксиальный разъем Э2-112/1 или аналогичного по схеме, изображенной на рисунке 2;

- калибратор должен быть прогрет в течение не менее 2 часов;
- провести на калибраторе калибровку тракта с ограничением в диапазоне частот до 100 МГц, в соответствии с указаниями руководства по эксплуатации на калибратор;
- по окончании калибровки оставить калибратор в положении выдачи «нулевого» сигнала (не выходить в основной режим и не проводить перезагрузку калибратора).

6.4.3.3 Выполнить установку «нуля» вольтметра в нижеследующем порядке.

Измерительный зонд соединить с нагрузкой 50-Ом из комплекта поставки зонда.

Дождаться устойчивых значений показаний «-LOW- uV» на дисплее измерительного блока.

Нажать кнопку «SENSOR».

Нажать кнопку «ZERO».

Нажать кнопку «ENTER».

После выполнения процедуры вольтметр вернется к нормальному режиму измерений. По окончании данной процедуры вывести калибратор переменного напряжения Н5-5 в основной режим измерений.

6.4.3.4 Установить выходное напряжение с калибратора переменного напряжения в соответствии с таблицей 5. Записать измеренное вольтметром значение в таблицу 5. Провести расчет абсолютной погрешности измерений и оценку её соответствия пределам допускаемой погрешности.

Провести измерения остальных измеряемых вольтметром значений напряжений, приведенных в таблице 5, в аналогичном порядке.

Таблица 5 – Перечень отметок, поверяемых от калибратора переменного напряжения для измерительного зонда 952016

Верхний предел поддиапазона	Проверяемые отметки	Измеренное значение	Разность значений относительно 10 кГц	Пределы допускаемой абсолютной погрешности измерений
*	1 мВ, 10 кГц*		-	± 33 мкВ
	3 мВ, 10 кГц*		-	± 80 мкВ
952016 (предел 10 В, уровень 1 В)	10 кГц		-	± 10,1 мВ
	10 Гц			± 50 мВ
	100 Гц			± 50 мВ
	1 кГц			± 50 мВ
	100 кГц			± 50 мВ
	1 МГц			± 50 мВ
	10 МГц			± 50 мВ
	100 МГц			± 50 мВ
Примечание: * – дополнительные измерения выполняются только при ввозе импорта и после ремонта				

6.4.3.5 По завершении измерений установить частоту переменного напряжения с калибратора 10 кГц, а затем установить минимальное значение напряжения на калибраторе (например, 10 мкВ).

6.4.3.6 Результаты поверки считать положительными, если разность значений переменного напряжения измеряемой частоты и опорной частоты 10 кГц не превышает пределов допускаемой погрешности, указанных в таблице 5.

В противном случае вольтметр бракуется и направляется в ремонт.

7 ОФОРМЛЕНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ ПОВЕРКИ

7.1 Результаты измерений и расчетов занести в протокол поверки.

7.2 При положительных результатах поверки на вольтметр выдается свидетельство установленного образца. Свидетельство о поверке должно содержать сведения о заводском номере измерительного блока и заводских номерах измерительных зондов из комплекта поставки. Знак поверки заносится в свидетельство о поверке.

7.3 При отрицательных результатах поверки применение вольтметра запрещается, оформляется извещение о непригодности к применению с указанием причин забракования.

Начальник отдела
ФГБУ «ГНМЦ» Минобороны России



А. Микрюков

Научный сотрудник
ФГБУ «ГНМЦ» Минобороны России



А. Мишина