

Федеральное государственное унитарное предприятие
«Всероссийский научно- исследовательский институт метрологии
им. Д. И. Менделеева»

СОГЛАСОВАНО
Генеральный директор
ФГУП «ВНИИМ им. Д.И. Менделеева



А.Н. Пронин

«20» октября 2022 г.

Государственная система обеспечения единства измерений

УСТАНОВКА ПЕРИОДИЧЕСКОГО ДАВЛЕНИЯ АВТОМАТИЗИРОВАННАЯ

Методика поверки

МП 2520-122-2022

И.о. руководителя научно-исследовательской
лаборатории госэталонов в области
измерений вибраций, удара и
переменных давлений
ФГУП «ВНИИМ им. Д.И. Менделеева»
Козляковский А.А.
« 20 » 10 2022 г.

Санкт-Петербург
2022

Содержание

1. ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ.....	3
2. ПЕРЕЧЕНЬ ОПЕРАЦИЙ ПОВЕРКИ СРЕДСТВА ИЗМЕРЕНИЙ.....	3
3. ТРЕБОВАНИЯ К УСЛОВИЯМ ПРОВЕДЕНИЯ ПОВЕРКИ	4
4. ТРЕБОВАНИЯ К СПЕЦИАЛИСТАМ, ОСУЩЕСТВЛЯЮЩИМ ПОВЕРКУ	4
5. МЕТРОЛОГИЧЕСКИЕ И ТЕХНИЧЕСКИЕ ТРЕБОВАНИЯ К СРЕДСТВАМ ПОВЕРКИ.....	4
7. ВНЕШНИЙ ОСМОТР СРЕДСТВА ИЗМЕРЕНИЙ.....	5
8. ПОДГОТОВКА К ПОВЕРКЕ И ОПРОБОВАНИЕ СРЕДСТВА ИЗМЕРЕНИЙ.....	5
9. ПРОВЕРКА ПРОГРАММНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ СРЕДСТВА ИЗМЕРЕНИЙ	6
10. ОПРЕДЕЛЕНИЕ МЕТРОЛОГИЧЕСКИХ ХАРАКТЕРИСТИК СРЕДСТВА ИЗМЕРЕНИЙ	6
10.1 Определение диапазонов амплитуд воспроизводимых периодических давлений.	6
10.2 Определение диапазонов частот воспроизводимых периодических давлений.....	7
10.3 Определение коэффициента гармоник воспроизводимых периодических давлений в диапазоне частот.	7
10.4 Определение относительной погрешности воспроизводимых периодических давлений.	8
11. ПОДТВЕРЖДЕНИЕ СООТВЕТСТВИЯ СРЕДСТВА ИЗМЕРЕНИЙ МЕТРОЛОГИЧЕСКИМ ТРЕБОВАНИЯМ	8
12. ОФОРМЛЕНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ ПОВЕРКИ.....	8

1. ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ

Настоящая методика поверки (далее – МП) распространяется на установку периодического давления автоматизированную (далее – установка), изготовленную ФАУ «ЦИАМ им. П.И. Баранова», Москва, ул. Авиамоторная, д. 2, и устанавливает методику её первичной и периодической поверок.

Методикой поверки обеспечивается прослеживаемость к Государственному первичному специальному эталону единицы давления для области переменного давления ГЭТ 131-81 согласно ГОСТ Р 8.801-2012 «Государственная система обеспечения единства измерений. Государственная поверочная схема для средств измерений переменного давления» в диапазоне от $1 \cdot 10^2$ до $2,5 \cdot 10^7$ Па для частот от $5 \cdot 10^{-1}$ до $1 \cdot 10^4$ Гц и длительностей от $1 \cdot 10^{-5}$ до 10 с при постоянном давлении до $5 \cdot 10^6$ Па».

Метод, обеспечивающий реализацию методики поверки - метод прямых измерений по ГОСТ Р 8.801-2012.

Настоящая методика поверки применяется для поверки установки, используемой в качестве рабочего эталона в соответствии с государственной поверочной схемой для средств измерений переменного давления.

В результате поверки должны быть подтверждены следующие метрологические требования, приведенные в таблице 1.

Таблица 1

Диапазон частот	Пределы допускаемой относительной погрешности рабочих эталонов
от 60 до 5800 Гц	$3 \cdot 10^{-2} - 1 \cdot 10^{-1}$

2. ПЕРЕЧЕНЬ ОПЕРАЦИЙ ПОВЕРКИ СРЕДСТВА ИЗМЕРЕНИЙ

2.1 При проведении поверки выполняются операции, указанные в таблице 2.

Таблица 2 – Операции поверки

Наименование операции поверки	Обязательность выполнения операций поверки при		Номер раздела (пункта) методики поверки, в соответствии с которым выполняется операция поверки
	первичной поверке	периодической поверке	
Внешний осмотр средства измерений	да	да	7
Подготовка к поверке и опробование средства измерений	да	да	8
Проверка программного обеспечения средства измерений	да	да	9
Определение диапазонов амплитуд воспроизводимых периодических давлений	да	да	10.1
Определение диапазонов частот воспроизводимых периодических давлений	да	да	10.2
Определение коэффициента гармоник воспроизводимых периодических давлений в диапазоне частот	да	да	10.3
Определение относительной погрешности воспроизводимых периодических давлений	да	да	10.4
Подтверждение соответствия средства измерений метрологическим требованиям	да	да	11

3. ТРЕБОВАНИЯ К УСЛОВИЯМ ПРОВЕДЕНИЯ ПОВЕРКИ

При проведении поверки должны быть соблюдены следующие условия:

- температура окружающего воздуха, °С от + 15 до + 25;
- относительная влажность, %, не более 80.

4. ТРЕБОВАНИЯ К СПЕЦИАЛИСТАМ, ОСУЩЕСТВЛЯЮЩИМ ПОВЕРКУ

Поверку установки проводят поверители метрологических служб юридических лиц и индивидуальных предпринимателей, аккредитованных на проведение поверки в соответствии с законодательством Российской Федерации об аккредитации в национальной системе аккредитации.

Поверители обязаны иметь профессиональную подготовку и опыт работы с установкой, а также обязаны знать требования руководства по эксплуатации на установку и требования настоящей методики. Для проведения поверки установки достаточно одного поверителя

5. МЕТРОЛОГИЧЕСКИЕ И ТЕХНИЧЕСКИЕ ТРЕБОВАНИЯ К СРЕДСТВАМ ПОВЕРКИ

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

Таблица 3

Операции поверки, требующие применение средств поверки	Метрологические и технические требования к средствам поверки, необходимые для проведения поверки	Перечень рекомендуемых средств поверки
8	Средства измерений температуры окружающей среды в диапазоне измерений от +15 до +25 °С с абсолютной погрешностью не более $\pm 0,3$ °С, в диапазоне измерений относительной влажности от 40 до 80 % с погрешностью не более ± 2 %	Термогигрометр ИВА-6Н-Д рег. № 46434-11 в ФИФ
8, 10.1 – 10.2	Эталоны единицы давления для области переменных давлений, соответствующие требованиям к эталонам не ниже вторичных по ГОСТ Р 8.801-2012. «ГСИ. Государственная поверочная схема для средств измерений переменного давления в диапазоне от $1 \cdot 10^2$ до $2,5 \cdot 10^7$ Па для частот от $5 \cdot 10^{-1}$ до $1 \cdot 10^4$ Гц и длительностей от $1 \cdot 10^{-5}$ до 10 с при постоянном давлении до $5 \cdot 10^6$ Па»	Вторичный эталон по ГОСТ Р 8.801-2012
10.3	Средства измерений напряжения, диапазон измерения напряжения ± 10 В, предел допускаемой абсолютной погрешности измерения напряжения на частотах до 1 кГц $\pm 2,5 \cdot 10^{-3} \cdot U + 2$ мВ.	Преобразователь напряжения измерительный аналого-цифровой NI 4431, рег. № 43620-10 в ФИФ
Примечание - Допускается использовать при поверке другие утвержденные и аттестованные эталоны единиц величин, средства измерений утвержденного типа и поверенные, удовлетворяющие метрологическим требованиям, указанным в таблице.		

5.2 Средства измерений, применяемые при поверке должны быть поверены, а эталоны аттестованы.

6. ТРЕБОВАНИЯ (УСЛОВИЯ) ПО ОБЕСПЕЧЕНИЮ БЕЗОПАСНОСТИ ПРОВЕДЕНИЯ ПОВЕРКИ

При проведении поверочных работ необходимо соблюдать требования по обеспечению безопасности на рабочих местах по ГОСТ 12.2.061-81, а также все требования, указанные в технических условиях на преобразователь и нормативные документы на средства поверки.

Средства поверки, а также вспомогательное оборудование, которые подлежат заземлению, должны быть надежно заземлены.

7. ВНЕШНИЙ ОСМОТР СРЕДСТВА ИЗМЕРЕНИЙ

7.1 При проведении внешнего осмотра должно быть установлено соответствие установки следующим требованиям:

- соответствие комплектности и маркировки требованиям, установленным в эксплуатационной документации на установку;
- отсутствие внешних повреждений, влияющих на работоспособность установки;
- исправность органов управления и четкость всех надписей на корпусах установки.

7.2 Результат проверки считается положительным, если установка соответствует требованиям эксплуатационной документации и признается пригодной к применению, если выполняется п. 7.1.

8. ПОДГОТОВКА К ПОВЕРКЕ И ОПРОБОВАНИЕ СРЕДСТВА ИЗМЕРЕНИЙ

8.1 Подготовка к поверке установки:

8.1.1 Подготовка установки к поверке должна производиться в соответствии с требованиями эксплуатационной документации на неё.

8.1.2 Перед проведением поверки необходимо проверить условия окружающей среды на соответствие требованиям пункта 3 настоящей методики поверки.

8.1.3 При проведении поверки необходимо соблюдать требования раздела «Требования безопасности» инструкции по эксплуатации и других нормативных документов на установку.

8.1.4 Все подключения и отключения к установке можно производить только при отключенном напряжении питания.

8.2 Для проведения опробования необходимо выполнить следующие операции:

8.2.1 При проведении опробования проверяют работоспособность установки.

Проверяют наличие заземления барокамеры, усилителей, персонального компьютера, шкафа управления.

8.2.2 Устанавливают преобразователь давления из состава вторичного эталона (далее – эталонный преобразователь) на пульсатор. Эталонный датчик установлен в резонансной камере пульсатора постоянно.

8.2.3 Проверяют подключение воздушных магистралей к пульсатору. Закрывают вентили на пневматическом пульте управления.

8.2.4 Включают электропитание ~220В всех технических средств.

8.2.5 Включают персональный компьютер и после загрузки производят запуск программы «WINПульсатор».

8.2.6 Подготавливают экраны мониторов к работе, т.е. размещают на экранах мониторов вкладки: на основном мониторе – вкладка «управление», на 3-х остальных мониторах следующие вкладки: «осциллограмма», «частотный анализ», «отчёт по АЧХ».

8.2.7 Проверяют сигнализацию включения основного двигателя (далее – КЕВ) и шаговых двигателей в распределительном шкафу: на блоках питания шаговыми двигателями

должны гореть два зелёных светодиода; на блоке управления КЕВ должен гореть красный светодиод.

8.2.8 На вкладке «управление» нажимают клавишу «старт», после чего запускается двигатель установки - раскручивается до оборотов начальной частоты, рейка устанавливается в положение для начальной частоты и сразу нажимают «паузу».

8.2.9 Заполняют входной ресивер пневматического пульта установки давлением 3,0 МПа для работы при атмосферном давлении, при повышенном давлении в барокамере – 6,0 МПа. Давление контролируют по манометру, установленному в воздушной магистрали перед входным ресивером.

8.2.10 На вкладке «осциллограмма» контролируют прохождение сигналов от всех датчиков.

8.2.11 Результаты опробования считаются удовлетворительными, если на вкладке «осциллограмма» проходят сигналы от всех датчиков.

9. ПРОВЕРКА ПРОГРАММНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ СРЕДСТВА ИЗМЕРЕНИЙ

9.1 Процедура проверки соответствия программного обеспечения следующая:

Для проверки ПО:

- запустить программу WINПульсатор двойным нажатием левой кнопкой мыши на ярлыке запуска;
- при запуске программа отобразит приветственный экран «Splash screen» с данными о программном обеспечении:

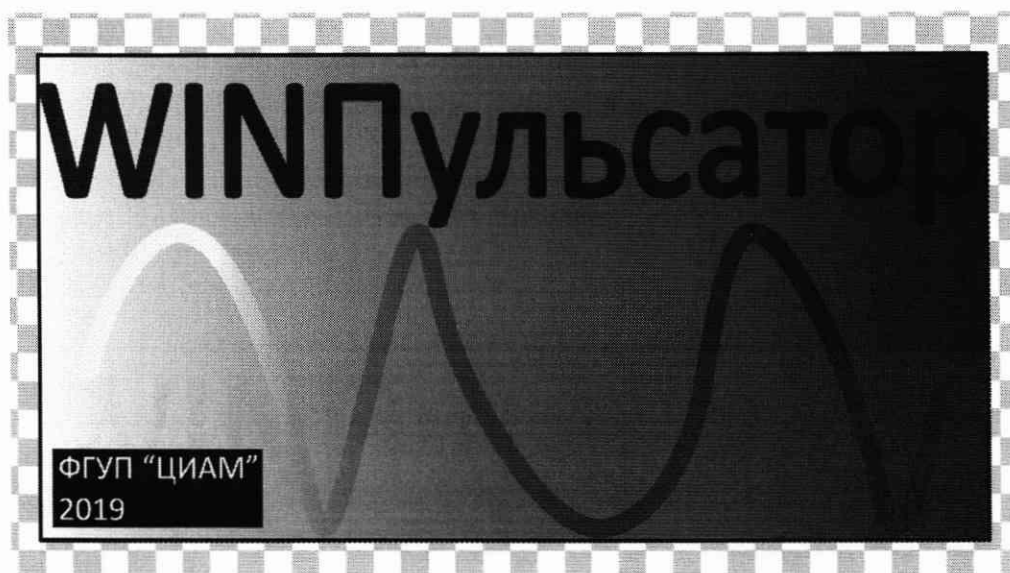


Рисунок 1 - Приветственный экран «Splash screen»

9.2 Результат подтверждения соответствия программного обеспечения считается положительным, если идентификационные данные (идентификационное наименование и номер версии) проверяемого программного обеспечения WINПульсатор соответствуют данным эксплуатационной документации на установку.

10. ОПРЕДЕЛЕНИЕ МЕТРОЛОГИЧЕСКИХ ХАРАКТЕРИСТИК СРЕДСТВА ИЗМЕРЕНИЙ

10.1 Определение диапазонов амплитуд воспроизводимых периодических давлений.

10.1.1 Для определения диапазонов амплитуд воспроизводимых периодических давлений, на установку монтируется эталонный преобразователь в специальное отверстие.

Измерения амплитуды воспроизводимых периодических давлений проводятся на базовой частоте (1000 Гц).

Амплитуда воспроизводимого периодического давления, задаваемая на установке, определяется по формуле (1), кПа:

$$P_{\text{эт}} = \frac{U_{\text{эт}}}{K_{\text{эт}}}, \quad (1)$$

где $U_{\text{эт}}$ - амплитудное значение выходного напряжения согласующего усилителя (мВ);

$K_{\text{эт}} = K_{\text{д}} \cdot K_{\text{ус}}$ - коэффициент преобразования измерительного канала в составе эталонного преобразователя и согласующего усилителя (мВ/кПа).

10.1.2 Для определения диапазонов амплитуд воспроизводимых периодических давлений необходимо отжать «паузу» и перейти в автоматический режим работы установки. Воспроизвести колебания давления в резонансной камере с частотой (начальная граница диапазона – 40 Гц), далее происходит переход на следующую частоту работы установки с установленным заранее шагом по частоте. При достижении частоты 960 Гц нажать «паузу» и в этом режиме нажать клавишу «>», что означает переход на частоту колебаний давления 1000 Гц.

В режиме «пауза» воспроизвести колебания давления в резонансной камере с амплитудами всего диапазона амплитуд последовательно от 2 кПа до максимального значения шагом в 2 кПа в атмосфере.

10.1.3 Результаты определения считаются удовлетворительными если диапазон амплитуд воспроизводимых периодических давлений установки находится в пределах:

- от 2 до 10 кПа в атмосфере;
- от 2 до 10 кПа в барокамере.

10.2 Определение диапазонов частот воспроизводимых периодических давлений.

10.2.1 Для определения диапазонов частот воспроизводимых периодических давлений установки выполняются действия по пункту 10.1.1.

10.2.2 В автоматическом режиме воспроизводятся частоты всего диапазона частот последовательно шагом в 40 Гц.

10.2.3 На начальной частоте диапазона 60 Гц воспроизводится периодическое давление амплитудой 10 кПа.

10.2.4 Результаты определения считают удовлетворительными, если диапазон частот воспроизводимых периодических давлений установки находится в пределах от 60 до 5800 Гц.

10.3 Определение коэффициента гармоник воспроизводимых периодических давлений в диапазоне частот.

10.3.1 Коэффициент гармоник определяется в диапазоне частот от 60 до 5800 Гц на каждой частоте воспроизводимых давлений.

10.3.2 К выходу согласующего усилителя подключается преобразователь напряжения измерительный аналого-цифровой типа NI 4431. В автоматическом режиме работы установки используя клавишу «пауза» на установке последовательно задают частоты переменного давления в рабочем диапазоне частот и измеряют коэффициент гармоник K_2 .

10.3.3 Результаты определения считают удовлетворительными, если коэффициент гармоник K_2 воспроизводимых периодических давлений не превышает 10 %.

10.4 Определение относительной погрешности воспроизводимых периодических давлений.

10.4.1 Относительная погрешность воспроизводимых периодических давлений в диапазоне частот от 60 до 5800 Гц в атмосфере и барокамере при доверительной вероятности 0,95 определяется по формуле (2), %.

$$\delta_{уст} = \pm 1,1 \sqrt{\delta_0^2 + \delta_{ус} + \delta_{АЦП} + \delta_r^2}, \quad (2)$$

где $\delta_{уст}$ – относительная погрешность воспроизводимых периодических давлений;

δ_0 – относительная погрешность эталонного датчика установки;

$\delta_{ус}$ – относительная погрешность усилителя, %;

$\delta_{АЦП}$ – относительная погрешность модуля аналого-цифрового преобразования (АЦП) установки, %;

δ_r – относительная погрешность от наличия гармонических составляющих, % (не более 0,5 % при k_z не более 10 %).

10.4.2 Результаты определения считают удовлетворительными, если относительная погрешность воспроизводимых периодических давлений не превышает ± 10 %.

11. ПОДТВЕРЖДЕНИЕ СООТВЕТСТВИЯ СРЕДСТВА ИЗМЕРЕНИЙ МЕТРОЛОГИЧЕСКИМ ТРЕБОВАНИЯМ

11.1 Установка соответствует метрологическим требованиям, если диапазон амплитуд воспроизводимых периодических давлений установки находится в пределах:

– от 2 до 10 кПа в атмосфере;

– от 2 до 10 кПа в барокамере.

11.2 Установка соответствует метрологическим требованиям, если диапазоны частот воспроизводимых периодических давлений находятся в пределах от 60 до 5800 Гц в атмосфере и в барокамере.

11.3 Установка соответствует метрологическим требованиям, если коэффициент гармоник воспроизводимых периодических давлений в диапазоне частот не превышает 10 %.

11.4 Установка соответствует метрологическим требованиям, если относительная погрешность воспроизводимых периодических давлений не превышает ± 10 %.

11.5 При соблюдении всех требований пп. 11.1 – 11.4 настоящей методики поверки установка подтверждается соответствующей обязательным требованиям, предъявляемым к рабочему эталону по ГПС, согласно ГОСТ Р 8.801-2012 «Государственная система обеспечения единства измерений. Государственная поверочная схема для средств измерений переменного давления» в диапазоне от $1 \cdot 10^2$ до $2,5 \cdot 10^7$ Па для частот от $5 \cdot 10^{-1}$ до $1 \cdot 10^4$ Гц и длительностей от $1 \cdot 10^{-5}$ до 10 с при постоянном давлении до $5 \cdot 10^6$ Па».

11.6 На основании положительных результатов поверки установка признается пригодной к применению в качестве рабочего эталона согласно ГПС ГОСТ Р 8.801-2012.

12. ОФОРМЛЕНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ ПОВЕРКИ

12.1 Результаты поверки считаются положительными, если метрологические характеристики установки удовлетворяют всем требованиям данной методики. В этом случае результаты поверки оформляются в соответствии с действующими нормативными документами Российской Федерации.

12.2 Протокол поверки оформляется в соответствии с действующими нормативными документами Российской Федерации. Копия протокола для средства

измерений, применяемого в качестве эталона единиц величин, передается в Федеральный информационный фонд по обеспечению единства измерений.

12.3 При отрицательных результатах поверки установка к применению не допускается и на неё оформляется извещение о непригодности.

12.4 Сведения о результатах поверки средства измерений в целях подтверждения поверки передаются в Федеральный информационный фонд по обеспечению единства измерений.

12.5 По заявлению владельца средства измерений или лица, представившего его на поверку в случае положительных результатов поверки (подтверждено соответствие средства измерений метрологическим требованиям) выдает свидетельство о поверке, оформленное в соответствии с требованиями к содержанию свидетельства о поверке.

12.6 Знак поверки наносится на свидетельство о поверке (в случае его оформления).