

СОГЛАСОВАНО

10 Первый заместитель генерального
директора – директор
исследовательского центра
«Авиационные двигатели»
ФАУ «ЦИАМ им. П.И. Баранова»

В.Г. Марков
В.Г. Марков



« 16 » 02 2026 г.

ГСИ. Система измерительная скорости полета постороннего предмета

Методика поверки

МП СИ-СПП

Москва, 2026

СОДЕРЖАНИЕ

ПРИНЯТЫЕ СОКРАЩЕНИЯ И УСЛОВНЫЕ ОБОЗНАЧЕНИЯ.....	3
1 ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ	4
2 ПЕРЕЧЕНЬ ОПЕРАЦИЙ ПОВЕРКИ СРЕДСТВА ИЗМЕРЕНИЙ.....	5
3 ТРЕБОВАНИЯ К УСЛОВИЯМ ПРОВЕДЕНИЯ ПОВЕРКИ.....	6
4 ТРЕБОВАНИЯ К СПЕЦИАЛИСТАМ, ОСУЩЕСТВЛЯЮЩИМ ПОВЕРКУ	7
5 МЕТРОЛОГИЧЕСКИЕ И ТЕХНИЧЕСКИЕ ТРЕБОВАНИЯ К СРЕДСТВАМ ПОВЕРКИ.....	8
6 ТРЕБОВАНИЯ (УСЛОВИЯ) ПО ОБЕСПЕЧЕНИЮ БЕЗОПАСНОСТИ ПРОВЕДЕНИЯ ПОВЕРКИ	9
7 ВНЕШНИЙ ОСМОТР СРЕДСТВА ИЗМЕРЕНИЙ	10
8 ПОДГОТОВКА К ПОВЕРКЕ И ОПРОБОВАНИЕ СРЕДСТВА ИЗМЕРЕНИЙ.....	11
9 ПРОВЕРКА ПРОГРАММНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ СРЕДСТВА ИЗМЕРЕНИЙ	12
10 ОПРЕДЕЛЕНИЕ МЕТРОЛОГИЧЕСКИХ ХАРАКТЕРИСТИК СРЕДСТВА ИЗМЕРЕНИЙ ..	13
11 ПОДТВЕРЖДЕНИЕ СООТВЕТСТВИЯ СРЕДСТВА ИЗМЕРЕНИЙ МЕТРОЛОГИЧЕСКИМ ТРЕБОВАНИЯМ.....	15
12 ОФОРМЛЕНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ ПОВЕРКИ	16

ПРИНЯТЫЕ СОКРАЩЕНИЯ И УСЛОВНЫЕ ОБОЗНАЧЕНИЯ

Сокращения:

ДИ – диапазон измерения;

ИК – измерительный канал;

КД – конструкторская документация;

КТ – контрольная точка диапазона измерений (ДИ), в которой устанавливается (задается) номинальное действительное значение измеряемой величины, принимаемое за истинное, при проведении экспериментальных исследований поверяемого ИК;

МП – методика поверки;

МХ – метрологические характеристики;

НД – нормативная документация;

ПО – программное обеспечение;

РЭ – руководство по эксплуатации;

СИ-СППП – Система измерительная скорости полета постороннего предмета;

СКЗ – среднеквадратическое значение;

ФИФ ОЕИ – Федеральный информационный фонд по обеспечению единства измерений.

Обозначения:

A_j – измеренное значение физической величины в j -той точке;

$A_{jэ}$ – значение физической величины, установленное рабочим эталоном в j -той точке.

1 ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ

1.1 Настоящая Методика поверки (МП) разработана в соответствии с Приказом Минпромторга России № 2907 от 28.08.2020 г. и № 2510 от 31.07.2020 г. и устанавливает порядок, методы и средства проведения первичной и периодических поверок ИК Системы измерительной скорости полета постороннего предмета (далее по тексту – СИ-СППП) при испытаниях на стендах ФАУ «ЦИАМ им. П.И. Баранова», г. Лыткарино Московской области.

СИ-СППП предназначена для измерения параметров скорости постороннего предмета с целью подтверждения (интервала времени, скорости) стойкости узлов и деталей газотурбинных двигателей при испытаниях на стендах ФАУ «ЦИАМ им. П. И. Баранова», г. Лыткарино Московской области.

1.2 Функционально Система включает в себя следующие ИК:

- ИК интервала времени;
- ИК скорости.

1.3 Способы поверки

1.3.1 Настоящая МП устанавливает комплектный способ поверки ИК.

1.3.2 В настоящей МП поверка ИК реализована с помощью метода прямых измерений.

1.4 Нормирование метрологических характеристик

1.4.1 Номенклатура МХ ИК, определяемых по данной МП, установлена в соответствии с ГОСТ 8.009-84 «ГСИ. Нормируемые метрологические характеристики средств измерений».

1.4.2 Оценка и форма представления погрешностей – по МИ 1317-2004 «ГСИ. Результаты и характеристики погрешности измерений. Формы представления. Способы использования при испытаниях образцов продукции и контроле их параметров».

1.4.3 Методы определения МХ ИК при поверке комплектным способом – по ГОСТ Р 8.736-2011 «ГСИ. Измерения прямые многократные. Методы обработки результатов измерений. Основные положения».

1.4.4 Нормирование поверки: количество КТ на ДИ – по МИ 2440-97 «ГСИ. Методы экспериментального определения и контроля характеристик погрешности измерительных каналов измерительных систем и измерительных комплексов».

1.5 Система обеспечивает прослеживаемость к следующим Государственным первичным эталонам:

– ГЭТ 1-2022 ГПЭ единиц времени, частоты и национальной шкалы времени в соответствии с Приказом Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии от 26.09.2022 г. № 2360 «Об утверждении государственной поверочной схемы для средств измерений времени и частоты».

1.6 Не допускается возможность проведения поверки отдельных измерительных каналов и (или) отдельных автономных блоков из состава средств измерений для меньшего числа измеряемых величин или на меньшем числе поддиапазонов измерений.

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

Таблица 1 – Метрологические требования

Измеряемые параметры (наименование измерительных каналов (ИК))	Измеряемые величины	Диапазон измерений	Пределы допускаемых погрешностей	Кол- во ИК
ИК интервала времени	Время	от $1 \cdot 10^{-4}$ до $1 \cdot 10^{-2}$ с	$\delta: \pm 0,1 \%$ от ИЗ	1
ИК скорости	Скорость	от 20 до 320 м/с	$\delta: \pm 2 \%$ от ИЗ	1

2 ПЕРЕЧЕНЬ ОПЕРАЦИЙ ПОВЕРКИ СРЕДСТВА ИЗМЕРЕНИЙ

2.1 Перечень операций, которые должны проводиться при поверке СИ-СППП, приведен в таблице 2.

Таблица 2 – Перечень операций поверки

Наименование операции	Номер пункта МП	Проведение операции при	
		первичной поверке	периодическо й поверке
<i>1</i>	<i>2</i>	<i>3</i>	<i>4</i>
1 Внешний осмотр	7	да	да
2 Подготовка к поверке и опробование средства измерений.	8	да	да
3 Проверка программного обеспечения средства измерений	9	да	да
4 Определение метрологических характеристик средства измерений	10	да	да
4.1 Определение МХ и погрешностей ИК интервала времени	10.1	да	да
4.2 Определение МХ и погрешностей ИК скорости	10.2	да	да
5 Подтверждение соответствия средства измерений метрологическим требованиям	11	да	да
6 Оформление результатов поверки	12	да	да

3 ТРЕБОВАНИЯ К УСЛОВИЯМ ПРОВЕДЕНИЯ ПОВЕРКИ

При проведении поверки СИ-СППП должны соблюдаться требования по технике безопасности, производственной санитарии и охране окружающей среды, изложенные в РЭ СИ-СППП.

При проведении поверки должны соблюдаться следующие условия:

– параметры электрического питания:

- 1) напряжение, В.....от 198 до 242;
- 2) частота, Гц.....от 49 до 51.

– рабочие условия эксплуатации Системы:

- 1) температура воздуха, °Сот 15 до 35;
- 2) относительная влажность воздуха, %.....не более 80;
- 3) атмосферное давление, кПа.....от 96 до 106,7.

При проведении поверочных работ условия окружающей среды должны соответствовать требованиям, указанным в руководствах по эксплуатации рабочих эталонов и требованиям, установленным ГОСТ 8.395-80 «ГСИ. Нормальные условия измерений при поверке. Общие требования».

4 ТРЕБОВАНИЯ К СПЕЦИАЛИСТАМ, ОСУЩЕСТВЛЯЮЩИМ ПОВЕРКУ

4.1 Поверка СИ-СППП должна проводиться юридическими лицами или индивидуальными предпринимателями, аккредитованными на право оказания услуг в области обеспечения единства измерения, в установленном действующим законодательством порядке.

4.2 К проведению работ по поверке СИ-СППП допускаются лица, имеющие высшее, среднее профессиональное или дополнительное профессиональное образование, или прошедшие профессиональную переподготовку по специальностям (направлениям подготовки), содержащим в наименовании указание на метрологию и (или) стандартизацию, независимо от конкретной области аккредитации в сфере обеспечения единства измерений с опытом работы в соответствующем направлении не менее трёх лет.

4.3 Также к проведению работ по поверке СИ-СППП допускаются лица, имеющие высшее, среднее профессиональное или дополнительное профессиональное образование по специальностям, не содержащим в наименовании указание на метрологию, но прошедшие курсы повышения квалификации по профилю, соответствующему области аккредитации.

5 МЕТРОЛОГИЧЕСКИЕ И ТЕХНИЧЕСКИЕ ТРЕБОВАНИЯ К СРЕДСТВАМ ПОВЕРКИ

5.1 При проведении поверки использовать средства поверки и вспомогательное оборудование, приведенные в таблице 3.

Таблица 3 – Перечень средств поверки

Операции поверки, требующие применение средств поверки	Метрологические и технические требования к средствам поверки, необходимые для проведения поверки	Перечень рекомендуемых средств поверки, регистрационный № в ФИФ ОЕИ
1	2	3
Основные средства поверки		
10.1; 10.2	Рабочий эталон 4 разряда согласно Приказу Росстандарта от 26.09.2022 г. № 2360 «Об утверждении государственной поверочной схемы для средств измерений времени и частоты» в диапазоне от $1 \cdot 10^{-4}$ до $1 \cdot 10^{-2}$ с	Частотомер электронно-счетный ЧЗ-88 (регистрационный Номер в ФИФ ОЕИ 35904-19)
Вспомогательные средства поверки		
10.1; 10.2	Генератор сигналов специальной формы АКПП 3413/3 (регистрационный номер в ФИФ ОЕИ № 55497-13)	
	Термогигрометр ИВА-6 (регистрационный номер в ФИФ ОЕИ № 46434-11)	

5.2 При проведении поверки допускается применение других средств поверки, обеспечивающих определение метрологических характеристик поверяемых ИК с требуемой точностью (выбираются по поверочным схемам по соответствующим видам измерений).

5.3 Используемые средства поверки должны иметь действующее свидетельство об аттестации эталона и/или действующее свидетельство о поверке (с учетом требований поверочных схем), и/или наличие сведений о положительных результатах поверки в ФИФ ОЕИ.

6 ТРЕБОВАНИЯ (УСЛОВИЯ) ПО ОБЕСПЕЧЕНИЮ БЕЗОПАСНОСТИ ПРОВЕДЕНИЯ ПОВЕРКИ

6.1 При проведении поверки необходимо соблюдать требования техники безопасности, предусмотренные «Правилами технической эксплуатации электроустановок потребителей» и «Правилами по охране труда при эксплуатации электроустановок», ГОСТ 12.2.007.0-75 «ССБТ. Изделия электротехнические. Общие требования безопасности», ГОСТ 12.1.019-2017 «ССБТ. Электробезопасность. Общие требования и номенклатура видов защиты», ГОСТ ИЕС 61010-1-2014 «Безопасность электрических контрольно-измерительных приборов и лабораторного оборудования. Часть 1. Общие требования» и требования безопасности, указанные в технической документации на применяемые эталоны и вспомогательное оборудование. Любые подключения приборов проводить только при отключенном напряжении питания СИ-СППП.

6.2 Кроме того, необходимо соблюдать следующие требования:

- к работе по выполнению поверки допускаются лица не моложе 18 лет, прошедшие аттестацию по технике безопасности и промышленной санитарии, ознакомленные с эксплуатационной документацией на СИ-СППП, с инструкцией по эксплуатации электрооборудования СИ-СППП и с настоящей МП;
- помещение, где проводится поверка, должно быть оборудовано пожарной сигнализацией и средствами пожаротушения;
- установку средств поверки производить с таким расчетом, чтобы был обеспечен удобный доступ к ним при проведении работ;
- электрооборудование стенда, а также электроизмерительные приборы, используемые в качестве средств поверки, должны быть заземлены, блоки питания должны иметь предохранители номинальной величины;
- работы по выполнению поверки СИ-СППП должны проводиться по согласованию с лицами, ответственными за её эксплуатацию.

7 ВНЕШНИЙ ОСМОТР СРЕДСТВА ИЗМЕРЕНИЙ

7.1 При выполнении внешнего осмотра должно быть установлено соответствие поверяемого ИК СИ-СППП следующим требованиям:

- комплектность ИК и его элементов должна соответствовать требованиям КД и НД на СИ-СППП;
- внешний вид средства измерений должен соответствовать описанию и изображению, приведенному в описании типа;
- проверить правильность электрического и механического монтажа (соединительные линии не должны иметь повреждений и должны быть надёжно соединены с разъёмами и клеммами;
- должны отсутствовать следы механических повреждений, очаги загрязнения и коррозии, препятствующие эксплуатации элементов ИК;
- СИ-СППП должна быть защищена от несанкционированного вмешательства.

7.2 Результаты внешнего осмотра считать удовлетворительными, если выполняются условия, изложенные в пункте 7.1. В противном случае поверка не проводится до устранения выявленных недостатков.

8 ПОДГОТОВКА К ПОВЕРКЕ И ОПРОБОВАНИЕ СРЕДСТВА ИЗМЕРЕНИЙ.

8.1 Подготовка к поверке

8.1.1 Включить СИ-СППП в соответствии с РЭ СИ-СППП.

8.1.2 Проверить техническое состояние и подготовить СИ-СППП к работе в соответствии с РЭ СИ-СППП.

8.1.3 Проверить соответствие условий поверки требованиям раздела 3.

8.1.4 При подготовке к поверке:

- проверить наличие действующих свидетельств об аттестации эталонов на средства поверки и/или действующих свидетельств о поверке, и/или наличие сведений о положительных результатах поверки в ФИФ ОЕИ;

- технические средства, если они находились в условиях отрицательных температур, либо повышенной влажности, выдержать не менее 2 часов в условиях, указанных в разделе 3;

- подготовить средства поверки в соответствии с их эксплуатационной документацией;

- при необходимости обеспечить оперативную связь оператора у монитора с оператором, задающим контрольные значения;

- включить питание аппаратуры;

- ожидать прогрева аппаратуры не менее 30 минут.

8.1.5 Перед началом поверки измерить и занести в протокол поверки условия окружающей среды (температура, влажность воздуха и атмосферное давление). Условия должны соответствовать значениям, приведенным в разделе 3, в противном случае подготовка к поверке приостанавливается до устранения причин несоответствий.

8.2 Опробование средства измерений

8.2.1 При опробовании СИ-СППП необходимо:

- включить СИ-СППП, подав напряжение питания на все ее компоненты;

- запустить ПО СПО СППП, которое хранится непосредственно на компьютере Системы, имеющем свой пароль;

- проверить соответствие характеристик в информационном окне программы;

- проверить настройку режимов работы измерительных модулей;

- выбрать количество и тип измерительных каналов;

- просмотреть измеряемый сигнал в реальном масштабе времени в различном представлении (графики, пиктограммы или цифровые значения);

- выбрать поверяемый ИК СИ-СППП. Подать на вход выбранного ИК значение физической величины в пределах диапазона измерений ИК;

- изменять в сторону увеличения и/или уменьшения значение физической величины в пределах диапазона измерений ИК. Контролировать изменение значения физической величины.

8.2.2 Результаты опробования поверяемого ИК считать положительными, если при изменении значения физической величины происходит изменение показаний выбранного ИК СИ-СППП.

9 ПРОВЕРКА ПРОГРАММНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ СРЕДСТВА ИЗМЕРЕНИЙ

9.1 Для проверки наименования и версии метрологически значимого ПО необходимо запустить ПО двойным нажатием левой кнопки манипулятора «мышь» на ярлык программы на рабочем столе. В открывшемся главном окне программы щелчком правой кнопки «мыши» по пиктограмме «Digital – Continuous Input.vi» в левом верхнем углу открыть контекстное меню. Щелчком левой кнопки манипулятора «мышь» в контекстном меню на опции «О программе» открыть информационное окно.

9.2 Убедиться в соответствии идентификационных данных программного обеспечения приведенным ниже:

- идентификационное наименование – СПО СППП.exe;
- номер версии – 1.0;
- ID (цифровой идентификатор) – e89572ed.

9.3 Результаты проверки ПО считать положительными, если идентификационные данные совпадают с приведенными в п. 9.2

10 ОПРЕДЕЛЕНИЕ МЕТРОЛОГИЧЕСКИХ ХАРАКТЕРИСТИК СРЕДСТВА ИЗМЕРЕНИЙ

10.1 Определение МХ и погрешностей ИК интервала времени

Поверку ИК выполнять комплектным способом в следующей последовательности:

10.1.1 Собрать схему поверки в соответствии с рисунком 1, для чего ко входам каналов 1 и 2 модуля NI-9401 подключить генератор импульсов в режиме воспроизведения одиночного прямоугольного импульса по каждому из выходных каналов генератора (А и В), амплитуда напряжения 5 В. Для контроля длительности интервала времени между импульсами генератора, подключить дополнительно частотомер в режиме измерения и интервалов времени.



Рисунок 1 – Схема поверки ИК

10.1.1.1 Включить питание СИ-СППП и загрузить операционную систему Windows. Запустить ПО и выполнить настройку для поверки ИК. При настройке выбираются ИК модуля NI-9401, к которым подключены средства поверки и алгоритм расчета интервалов времени (по передним фронтам импульсов).

10.1.1.2 Поверка проводится по крайним точкам ДИ интервала времени ($1 \cdot 10^{-4}$ и $1 \cdot 10^{-2}$ с). Выполнить не менее трех измерений для каждого значения интервала времени.

10.1.1.3 Для установки необходимого интервала времени с помощью генератора рекомендуется использовать следующие настройки:

- форма сигнала по каналам А и В – одиночный импульс с периодом 360 мкс (для интервала $1 \cdot 10^{-4}$ с), 36 мс (для интервала $1 \cdot 10^{-2}$ с);
- уровень (амплитуда) сигнала – 5 В (СКЗ);
- длительность импульса – 10 мкс;
- синхронизировать фазу сигнала между каналами;
- для канала А установить смещение фазы в градусах ($^{\circ}$), равное необходимому значению интервала времени в мкс/мс (для периода 360 мкс, 100° соответствует $1 \cdot 10^{-4}$ с; для периода 36 мс, 100° соответствует $1 \cdot 10^{-2}$ с);
- для каждого установленного на генераторе интервала времени фиксировать показания частотомера (значения с максимальным отклонением от заданного на генераторе).

10.1.2 С помощью ПО СПО СППП провести запись данных в файл для каждого заданного значения интервала времени. Провести обработку полученных данных в соответствии с разделом 11 настоящей МП, при этом за фактическое (эталонное) значение интервала времени принимать показания частотомера.

10.2 Определение МХ и погрешностей ИК скорости

10.2.1 ИК скорости реализован на основе аттестованной методики измерений СПП-ПС-2025 МИ (регистрационный номер № ФР.1.28.2025.53023) и ИК интервала времени, результаты поверки ИК считать положительными, если погрешность ИК интервала времени не превышает установленных для нее значений.

11 ПОДТВЕРЖДЕНИЕ СООТВЕТСТВИЯ СРЕДСТВА ИЗМЕРЕНИЙ МЕТРОЛОГИЧЕСКИМ ТРЕБОВАНИЯМ

11.1 Обработка результатов измерений

11.1.1 Расчет абсолютной погрешности ИК

Значение абсолютной погрешности измерений в j -той точке определить по формуле:

$$\Delta A_j = \pm |A_j - A_{jз}| \quad (10.1)$$

11.1.2 Определение относительной погрешности ИК

Значение относительной погрешности измерений в j -той точке определить по формуле:

$$\delta_j = \pm \left| \frac{\Delta A_j}{A_{jз}} \right| \cdot 100\% \quad (10.2)$$

11.2 Критерии принятия решения по подтверждению соответствия СИ-СППП метрологическим требованиям

11.2.1 Результаты поверки ИК системы считать положительными, если погрешности измерений ИК по результатам поверки находятся в допускаемых пределах, установленных в описании типа.

11.2.2 В случае невыполнения условий, указанных в п.11.2.1, ИК признается непригодным к применению. После устранения несоответствий ИК подлежит внеочередной поверке в соответствии с данной МП.

12 ОФОРМЛЕНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ ПОВЕРКИ

12.1 Сведения о результатах поверки передаются в ФИФ ОЕИ.

12.2 Результаты поверки заносятся в протокол поверки.

12.3 Нанесение знака поверки на средство измерений не предусмотрено.

12.4 По заявлению владельца средства измерений или лица, представившего его на поверку, аккредитованное на поверку лицо, проводившее поверку, в случае положительных результатов поверки выдает свидетельство о поверке и (или) вносит запись о проведенной поверке в паспорт (формуляр). В случае отрицательных результатов поверки выдает извещение о непригодности к применению.

Главный метролог, начальник отдела
ФАУ «ЦИАМ им. П.И. Баранова»

Заместитель начальника отдела

Начальник сектора



Б.И. Минеев

Р.Г. Павлов

М.В. Корнеев