

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

СОГЛАСОВАНО

Генеральный директор

ООО «МГП Нанотех»

 А. В. Орлов

«20» февраля 2020 г.

М.п.




УТВЕРЖДАЮ

И. О. генерального директора ФГУП

«ВНИИМ

им. Д. И. Менделеева»

 А. Н. Пронин

«21» февраля 2020 г.

М.п.



Государственная система обеспечения единства измерений

РЕГИСТРАТОРЫ СКОРОСТИ ПОЛЁТА ПУЛИ РС-4М

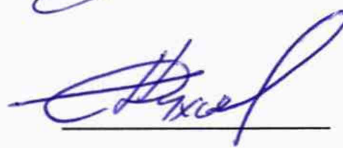
Методика поверки

РС-4.00.00.МП



Руководитель НИО

А. А. Янковский



Заместитель

руководителя НИО

Д. Б. Пухов

Санкт-Петербург  
2020 г.

## Оглавление

1. ОПЕРАЦИИ И СРЕДСТВА ПОВЕРКИ .....	4
2 СРЕДСТВА ПОВЕРКИ .....	4
3 ТРЕБОВАНИЯ БЕЗОПАСНОСТИ .....	5
4 УСЛОВИЯ ПОВЕРКИ .....	5
5. ПОРЯДОК ПРОВЕДЕНИЯ ПОВЕРКИ.....	6
5.1 Внешний осмотр, проверка комплектности и маркировки .....	6
5.2 Опробование.....	7
5.3 Проверка длины измерительной базы.....	8
5.4 Определение относительной погрешности и диапазона измерений скорости ..	9
6. ОФОРМЛЕНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ ИЗМЕРЕНИЙ.....	11
ПРИЛОЖЕНИЕ 1 .....	12

## ВВЕДЕНИЕ

1. Настоящая методика поверки распространяется на регистраторы скорости полёта пули РС-4М (далее по тексту – регистраторы) и устанавливает объём и порядок проведения поверки.

2. Методикой поверки не предусмотрена возможность проведения поверки отдельных измерительных каналов и (или) отдельных автономных блоков из состава средства измерений для меньшего числа измеряемых величин или на меньшем числе поддиапазонов измерений.

3. Перед началом работы необходимо ознакомиться с настоящей методикой, эксплуатационной документацией на регистратор, техническим описанием средства измерений и оборудования, используемых при проведении поверки.

4 В тексте настоящей методики поверки использованы ссылки на следующие нормативные документы:

- ГОСТ Р 8.736-2011 «ГСОЕИ. Измерения прямые многократные. Методы обработки результатов измерений. Основные положения»;
- МП – методика поверки;
- ЭД – эксплуатационная документация;
- ПС – паспорт;
- НСП – неисключённая систематическая погрешность результата измерений.

## 1. ОПЕРАЦИИ И СРЕДСТВА ПОВЕРКИ

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

Таблица 1 – Операции при проведении поверки

Наименование операции	Пункт пункта МП	Обязательность проведения операции при поверке	
		Первичной	Периодической
Внешний осмотр, проверка комплектности и маркировки.	4.1	да	да
Опробование	4.2	да	да
Проверка длины измерительной базы	4.3	да	да
Определение относительной погрешности и диапазона измерений скорости	4.4	да	да

## 2 СРЕДСТВА ПОВЕРКИ

При проведении поверки должны применяться средства измерений, указанные в таблице 2, имеющие свидетельства о поверке с неистекшим сроком действия.

Таблица 2 – Перечень средств измерений

Номер пункта МП	Наименование средства поверки и его тип	Основные метрологические характеристики
5,2-5,3	Вольтметр универсальный цифровой В7-38	Диапазон измерений от 10 мкВ до 1000В, пределы допускаемой относительной погрешности измерений напряжения $\pm 0,05$ %. Регистрационный номер в Федеральном информационном фонде по обеспечению единства измерений 8730-82
5,3	Штангенциркуль ШЦ-II	Диапазон измерений от 0 до 500мм, пределы допускаемой абсолютной погрешности измерений $\pm 0,1$ мм. Регистрационный номер в Федеральном информационном фонде по обеспечению единства измерений 52058-12
5,3	Меры длины концевые плоскопараллельные	$L_m = (300 \pm 0,2)$ мм, регистрационный номер в Федеральном информационном фонде по обеспечению единства измерений 9291-9
5,4	Генератор Г5-53	Амплитуда выходного сигнала от 1 до 10В, пределы допускаемой относительной погрешности $\pm 0,01$ %,

Номер пункта МП	Наименование средства поверки и его тип	Основные метрологические характеристики
		регистрационный номер в Федеральном информационном фонде по обеспечению единства измерений 3586-73
5,4	Частотомер электронно-счётный вычислительный ЧЗ-64	Диапазон измеряемых частот от 0,005 до $1,5 \cdot 10^9$ Гц, пределы допускаемой относительной погрешности $\pm 0,001\%$ . Регистрационный номер в Федеральном информационном фонде по обеспечению единства измерений 9135-83
5.2 – 5.4	Термогигрометр электронный CENTER модели 310	Диапазон измерений от минус 20 до плюс 60, пределы допускаемой абсолютной погрешности результата измерений температуры $\pm 0,7^\circ\text{C}$ , пределы допускаемой абсолютной погрешности результата измерений относительной влажности $\pm 3\%$ . Регистрационный номер в федеральном информационном фонде по обеспечению единства измерений № 22129-09.

Допускается применение других средств измерений, обеспечивающих требуемый запас точности (не менее  $1/3$ ), со свидетельствами о поверке с неистекшим сроком действия.

### 3 ТРЕБОВАНИЯ БЕЗОПАСНОСТИ

3.1 Во время подготовки к поверке и при её проведении необходимо соблюдать «Правила техники безопасности и производственной санитарии в электронной промышленности».

3.2 При проведении поверки регистратор и СИ должны быть заземлены в общей точке.

2.3 Сотрудники, проводящие поверку, должны изучить правила работы с поверяемым средством измерений и обладать соответствующей квалификацией для работы с эталонным и испытательным оборудованием.

### 4 УСЛОВИЯ ПОВЕРКИ

4.1 При проведении поверки должны быть выполнены условия:

- температура воздуха,  $^\circ\text{C}$  20 $\pm$ 10
- относительная влажность воздуха, от 30 до 80
- атмосферное давление, кПа от 84 до 106

4.2 При подготовке к поверке, средства поверки и вспомогательное оборудование должны быть подготовлены в соответствии с указаниями эксплуатационной документации.

4.3 Перед проведением поверки должны быть выполнены следующие подготовительные работы:

- проверка наличия поверочного оборудования и вспомогательных устройств (приспособлений), перечисленных в п.2;
- проверка наличия действующих свидетельств (отметок) о поверке используемых средств измерений;
- проверка соблюдения условий п.4;
- подготовка к работе регистратора, средств измерений и вспомогательных устройств, входящих в состав поверочного оборудования, в соответствии с их эксплуатационной документацией.

## 5. ПОРЯДОК ПРОВЕДЕНИЯ ПОВЕРКИ

### 5.1 Внешний осмотр, проверка комплектности и маркировки

5.1.1. Регистратор, подлежащий поверке, должен быть полностью укомплектован, не иметь внешних дефектов, иметь четкую маркировку всех органов управления и комплект технической документации.

5.1.2. Регистратор состоит из следующих основных частей (см. рис. 1).

5.1.3 Принцип действия регистратора основан на измерении времени пролёта пули через базу фиксированной длины, с последующим пересчётом этого времени в скорость полёта. Фиксированная длина задаётся двумя рамками 20, на которых смонтированы блоки фотореле 2, 18 и блоки зеркал 1, 19, образующие фотозлектрические створы. Каждое фотореле состоит из источника света - лампы накаливания и фотоприёмника.

Запуск отсчёта времени происходит при пролёте пули через первый створ (поз. 1, 2), остановка – при пролёте второго створа (18 и 19). Пульт управления регистратора 8 производится обработка информации, поступившей от блока датчиков 21 и вычисляется скорость полёта пули, которая отображается на четырёхразрядном индикаторе.

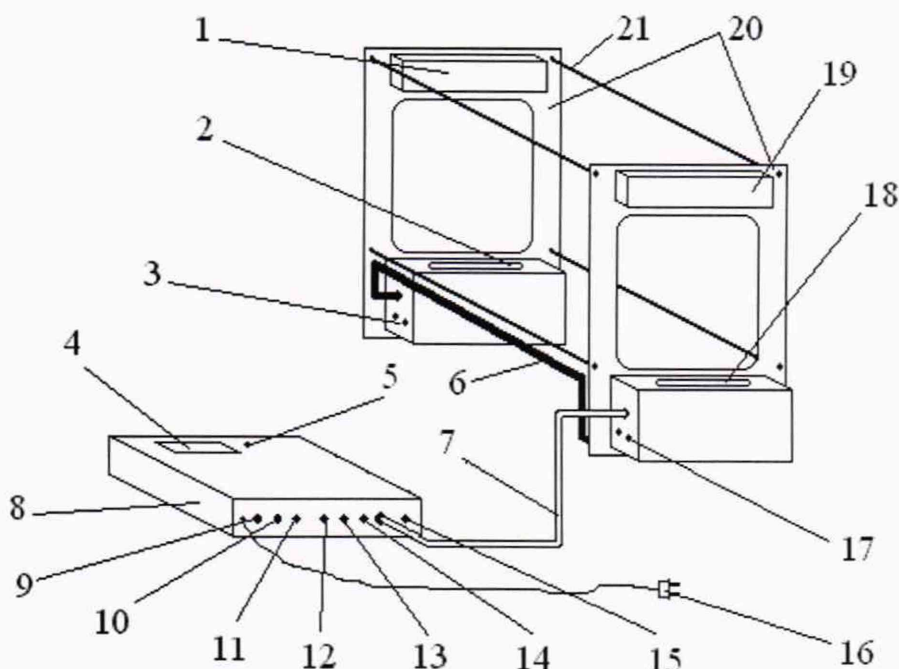


Рисунок 1 - Расположение элементов регистратора.

1- блок зеркал створа, 2 – блок фотореле первого створа, 3 – разъем для подключения вольметра к первому створу, 4 – индикатор «Скорость», 5 – индикатор включения режима проверки,

6 – короткий соединительный кабель, 7 – соединительный кабель между блоком датчиков и пультом управления, 8 – пульт управления регистратора, 9 – предохранитель, 10 – тумблер «Сеть», 11 – клемма заземления, 12 – тумблер «Режим проверки», 13 – тумблер «Выбор диапазона», 14 – кнопка «Запуск», 15 – кнопка «Сброс», 16 – сетевой шнур, 17 – разъём для подключения вольтметра ко второму створу, 18 – блок фотореле второго створа, 19 – блок зеркал второго створа, 20 – рамки, 21 – блок датчиков регистратора.

5.1.4 При проверке комплектности должно быть установлено её соответствие с перечнем, приведённым в паспорте регистратора.

## 5.2 Опробование

При проведении опробования должна быть установлена работоспособность регистратора.

5.2.1 Включить регистратор в сеть и прогреть в течении 3 минут.

5.2.2 Поставить тумблер «Сеть» 10 в положение «Вкл» и убедиться, что на блоке датчиков регистратора горят лампы накаливания под защитными стёклами на блоках фотореле створов 2, 18, а на пульте управления 8 светится цифровой индикатор «Скорость» 4.

5.2.3 Нажать кнопку «Сброс» 15 на пульте управления, на индикаторе «Скорость» должно появиться значение «0000».

5.2.4 Установить на пульте управления тумблер «Режим проверки» 12 в положение «Вкл», при этом должен загореться красный светодиод 5, соответствующий этому режиму.

5.2.5 Последовательно устанавливая тумблер «Выбор диапазона» 13 на пульте управления в верхнее и нижнее положения. В каждом из положений тумблера нажатием кнопки «Сброс» обнулить показания индикатора «Скорость», затем нажать и примерно 2 сек. удерживать кнопку «Запуск» 14, при этом на индикаторе «Скорость» появятся значения «0098» либо «0391» в зависимости от положения тумблера «Выбор диапазона».

5.2.6 Вернуть тумблер «Режим проверки» в положение «Выкл», при этом красный светодиод 5 должен погаснуть.

5.2.7 Подключить вольтметр к выходам 3 (рис. 1), измеренное значение напряжения должно составлять не менее 70 мВ. Подключить вольтметр к выходам 17 (рис. 1), измеренное значение напряжения должно составлять не менее 70 мВ.

Регистратор считается прошедшим поверку по п. 5.2, если подтверждена его работоспособность

### 5.3 Проверка длины измерительной базы

#### 5.3.1 Включить регистратор и прогреть в течении 3 минут.

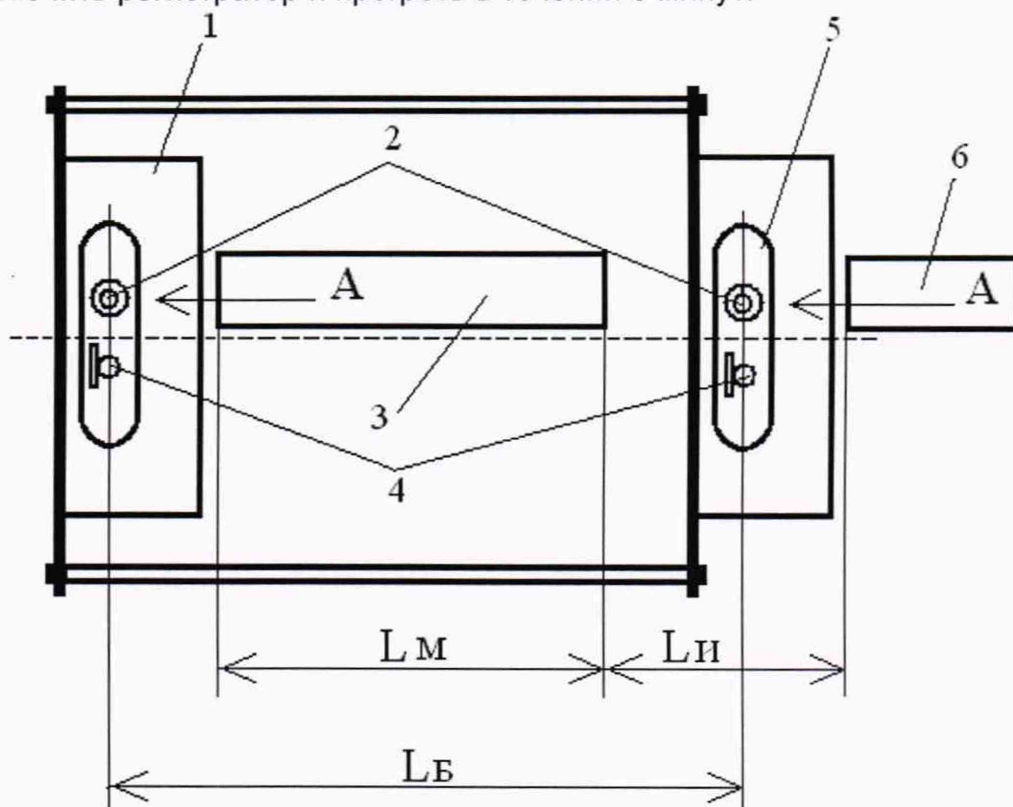


Рисунок 2 - Проверка длины измерительной базы

На Рис. 2 показан порядок проверки измерительной базы, где: 1- блок фотореле первого створа, 2 – фотоприёмники под защитным стеклом, 3 – концевая мера длиной 300 мм, 4- лампы накаливания под защитным стеклом, 5- блок фотореле второго створа, 6- вспомогательная концевая мера (произвольной длины).

5.3.2 С помощью вольтметра измерить напряжение на фотоприёмнике при полностью открытом первом фотоэлектрическом створе –  $U_{max}$  и при полностью перекрытом концевой мерой –  $U_{min}$ , для чего необходимо перекрыть защитное стекло на блоке фотореле в районе расположения фотоприёмника концевой мерой длиной 300 мм (перекрыть световой поток между фотоприёмником и блоком зеркал). Мультиметр при этом надо подключить к разъёмам 3 и 17, изображённым на рисунке 1.

Аналогично измерьте напряжения  $U_{max}$  и  $U_{min}$ , для второго створа.

5.3.3 В поле зрения первого створа (рис. 2) медленно вводите концевую меру длиной  $L_M=300$  мм по направлению стрелки А, до тех пор, пока напряжение на выходе фотоприёмника не станет равным  $U = \frac{U_{max}+U_{min}}{2}$ . Зафиксируйте меру.

5.3.4 Для второго створа повторите операции п. 5.3.3 с использованием вспомогательной концевой меры.

5.3.5 С помощью штангенциркуля измерить расстояние между концевыми мерами  $L_{И}$ . Полученный результат занести в таблицу 2 ПРИЛОЖЕНИЯ 1.

5.3.6 Повторить операции, описанные в п. п. 5.3.2 -5.3.5 не менее 10 раз.

5.3.7 Вычислить среднее значение  $L_{И}$  и среднеквадратическое отклонение результата измерений.

5.3.8 Определить длину измерительной базы по формуле  $\delta L_{\phi} = L_M + L_{И}$

Регистратор считается прошедшим поверку по пункту 5,3, если отклонение длины измерительной базы  $\delta L_{\phi}$  от номинального значения не превышает  $\pm 0,5$  %.



## 5.4 Определение относительной погрешности и диапазона измерений скорости

5.4.1 Для определения относительной погрешности и диапазона измерений скорости регистратора используется оборудование, собранное по вспомогательной схеме, приведённой на рисунке 3.

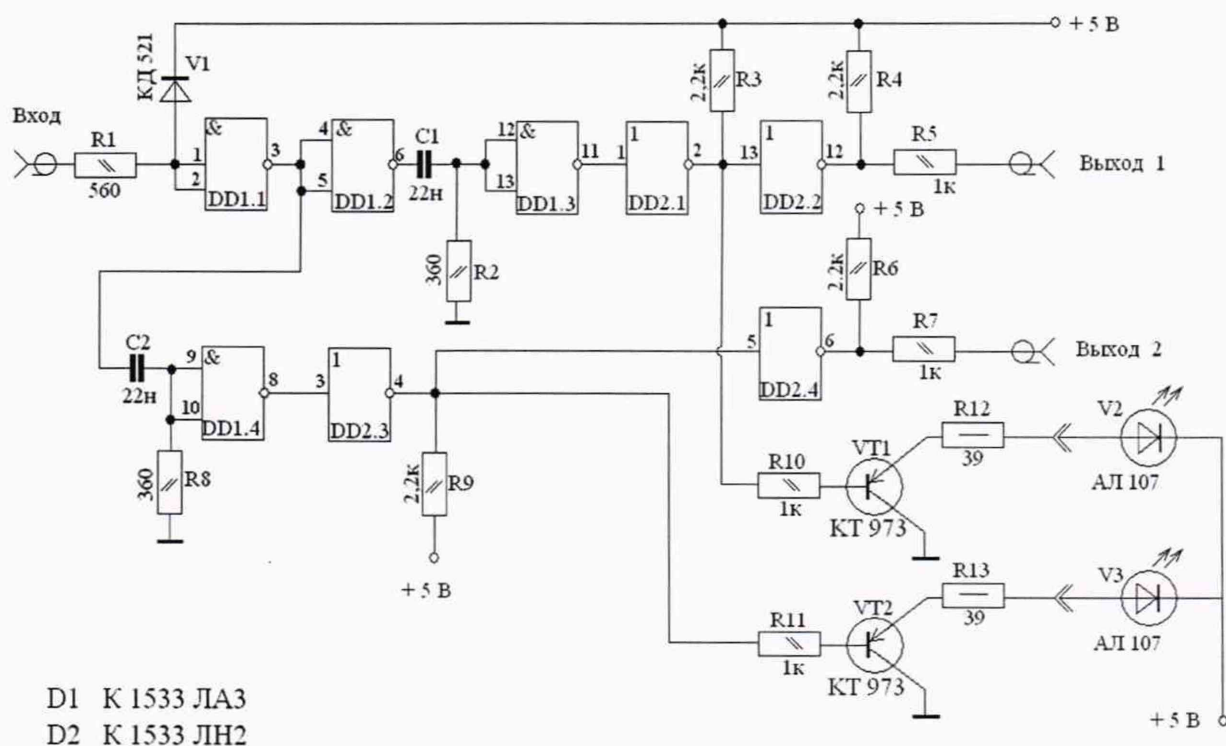


Рисунок 3 - Вспомогательная схема

На коаксиальный разъём «Вход» подать прямоугольный импульс, задаваемый генератором Г5-53, длительность которого равна пролётному времени между рамками прибора РС-4М («6,666», «4,000», «1,333», «0,500» и «0,308») мс для проверяемых скоростей, схема преобразует входной импульс от генератора в два отрицательных импульса, обеспечивающих последовательное отключение двух ИК светодиодов V2 и V3, располагаемых над фотоприёмниками, входящими в состав фотореле двух створов регистратора и, как следствие – последовательное срабатывание фотореле.

Одновременно через коаксиальные разъёмы «Выход 1» и «Выход 2» производится запуск частотомера ЧЗ-64. Измерение интервалов времени проводится по передним фронтам импульсов отрицательной полярности (через блок измерения интервалов времени), что позволяет одновременно проводить точное измерение интервала времени между срабатываниями первой и второй рамок.

5.4.2 Собрать измерительную схему как указано на рисунке 4. ИК светодиоды 1,2 расположите непосредственно над фотоприёмниками фотореле первого и второго створов.

5.4.3 С помощью генератора (рис. 2 поз. 3) задать первое значение длительности импульсов из ряда «6,666», «4,000», «1,333», «0,500» и «0,308» мс. Заданное значение длительности импульса  $\tau_i$  (время пролёта) контролировать с помощью частотомера 6. Измерение провести не менее 10 раз. Одновременно с измерением длительности импульса снять показания с индикатора «Скорость» на пульте управления регистратора. Полученное значение занести в таблицу 2.

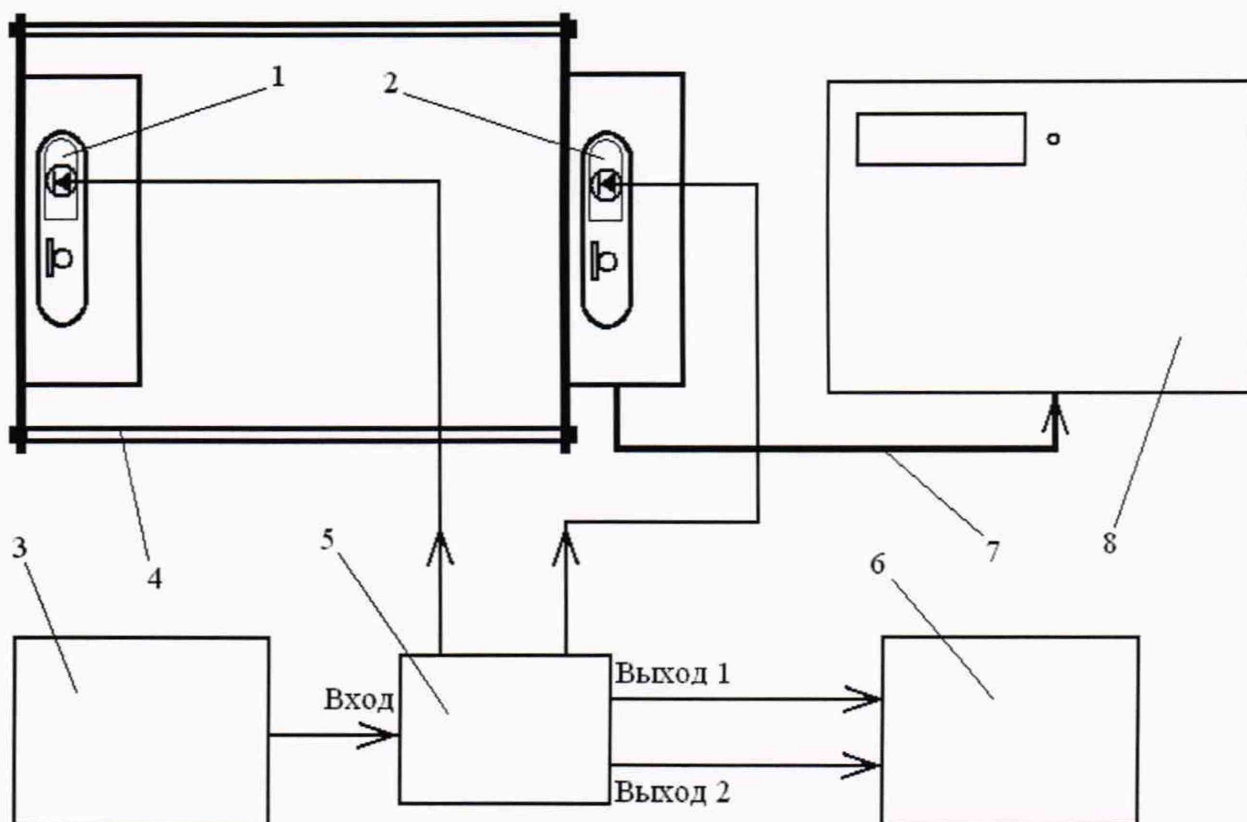


Рисунок 4 - Схема соединения средств измерения.

1 - ИК светодиод, устанавливаемый на первый створ, 2 - ИК светодиод, устанавливаемый на второй створ, 3 - генератор Г5-53, 4 – блок датчиков, 5- вспомогательная схема, 6– частотомер ЧЗ-64, 7 – соединительный кабель регистратора, 8 – пульт управления регистратора.

Таблица 2 – Результаты измерений

№ п/п	$\tau_i$ , мс	$V_i$ , м/с	$\tau_i$ , мс	$V_i$ , м/с	$\tau_i$ , мс	$V_i$ , м/с	$\tau_i$ , мс	$V_i$ , м/с	$\tau_i$ , мс	$V_i$ , м/с
	6,666		4,000		1,333		0,500		0,308	
1										
2										
3										
4										
5										
6										
7										
8										
9										
10										
$\bar{\tau}_i$										
$\bar{V}_i$										
$\sigma_V$										
$\delta_V, \%$										
$\delta V_p, \%$										

5.4.4 Выполнить пункт 4.5.3 для значений длительности импульсов «4,000», «1,333», «0,500» и «0,308» мс.

5.4.5 Для каждого заданного значения длительности импульса  $\tau_i$ , рассчитать среднее арифметическое значение  $\bar{V}_i$  и среднеквадратическое отклонение  $\sigma_v$  результата измерений скорости.

5.4.6 Для каждой выбранной по п.5.4.3 точке определить заданную скорость по формуле

$$V_p = \frac{L_6}{\bar{\tau}_i} \quad (1)$$

где  $\bar{\tau}_i$  – среднее значение длительности импульсов (времени пролёта), мс.

5.4.7 По полученным экспериментальным данным определить относительную погрешность измерений скорости в каждой выбранной точке диапазона по формуле 2 при доверительной вероятности  $P=0,997$ :

$$\delta V_p = 3 \cdot \sqrt{\sigma_v^2 + 1/3 \cdot (\delta_v^2 + \delta L_6^2)} \quad (2)$$

Где:

$\sigma_v$  - относительная случайная составляющая погрешности результата измерений скорости, определённая по пункту 5.4.5.

$\delta_v = \frac{(\bar{V}_i - V_{и})}{V_{и}} \cdot 100$  - относительная НСП результата измерений скорости (при  $p=0,997$ );

$\delta L_6$  - относительная НСП результата измерений длины базы, определённая по пункту 5.3.

Регистратор считается прошедшим поверку по пункту 5.4 ПИ, если относительная погрешность измерений скорости не превышает 1,7% в диапазоне скоростей от 60 до 100 м/с включительно и 1,0% в диапазоне скоростей от 100 до 1300 м/с.

## 6. ОФОРМЛЕНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ ИЗМЕРЕНИЙ

6.1 При положительных результатах поверки, проведённой в соответствии с настоящей методикой, оформляется протокол поверки и выдаётся свидетельство о поверке. Знак поверки наносится на свидетельство о поверке.

6.2 При отрицательных результатах поверки регистратор к применению не допускается и на него оформляется извещение о непригодности.

ПРИЛОЖЕНИЕ 1

Результаты измерений по методике поверки  
РС-4.00.00.МП

Тип \_\_\_\_\_ Заводской № \_\_\_\_\_ Изготовитель \_\_\_\_\_

Владелец \_\_\_\_\_

Применяемые средства поверки и их метрологические характеристики:

Условия проведения поверки

Таблица 1 – Условия проведения поверки

Наименование параметра	Единицы измерения	Значение
1. Температура окружающего воздуха	°С	
2. Относительная влажность	%	
3. Атмосферное давление	кПа	

Проверка длины измерительной базы по п. 4.3.5, 4.3.6

Таблица 2 – Результаты измерений измерительной базы

Li, мм	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10

L<sub>иср</sub> = \_\_\_\_\_ мм

$\sigma$  = \_\_\_\_\_ мм

L<sub>б</sub> = \_\_\_\_\_ мм

$\delta$  L<sub>б</sub> (P=0,997) = \_\_\_\_\_ %

Выводы: регистратор удовлетворяет требованиям п.4.3 МП

2. Результаты измерений по п. 4.4.2

Таблица 3 – Результаты измерений скорости

№ п/п	$\tau_i$ , мс	$V_i$ , м/с	$\tau_i$ , мс	$V_i$ , м/с	$\tau_i$ , мс	$V_i$ , м/с	$\tau_i$ , мс	$V_i$ , м/с	$\tau_i$ , мс	$V_i$ , м/с
	6,666		4,000		1,333		0,500		0,308	
1										
2										
3										
4										
5										
6										
7										
8										
9										
10										
$\bar{\tau}_i$										
$\bar{V}_i$										
$\sigma_v$										
$\delta_v$ , %										
$\delta V_p$ , %										

Выводы: регистратор удовлетворяет требованиям п.4.4 МП

Измерения провёл \_\_\_\_\_

подпись, дата

\_\_\_\_\_

расшифровка подписи