

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



УТВЕРЖДАЮ
И.о. директора ФГУП «ВНИИМ
им. Д.И. Менделеева»

_____ А.Н. Пронин

« 16 » апреля 2018 г.

Государственная система обеспечения единства измерений

Лидары импульсные ветровые ИВЛ-5000

Методика поверки
МП 2540-0035-2018

Зам. руководителя НИЛ 2540

_____ М.Ф. Баязитов

Разработчик

_____ Фомина Е.П. Фомина

г. Санкт-Петербург
2018 г.

Содержание

1	Операции поверки.....	3
2	Средства поверки	3
3	Требования к квалификации поверителей.....	4
4	Требования безопасности.....	4
5	Условия поверки	4
6	Подготовка к поверке	4
7	Проведение поверки	4
8	Оформление результатов поверки.....	8
	Приложение А Метрологические характеристики ИВЛ	10
	Приложение Б Форма протокола поверки	11

Настоящая методика поверки распространяется на лидары импульсные ветровые ИВЛ-5000 (далее –ИВЛ) и устанавливает методы и средства первичной и периодических поверок ИВЛ.

Метрологические характеристики (МХ) ИВЛ приведены в таблице 1 Приложения А к настоящему документу.

Интервал между поверками – 1 год.

Допускается проведение периодической поверки в ограниченном диапазоне измерений по письменному обращению владельца ИВЛ с обязательным занесением данной информации в свидетельство о поверке.

1 Операции поверки

1.1 При проведении поверки должны быть выполнены операции, приведенные в таблице 1.

Таблица 1 – Операции поверки

Наименование операции	Номер пункта настоящей методики	Проведение операции при	
		первичной поверке	периодической поверке
Внешний осмотр	7.1	+	+
Опробование	7.2	+	+
Подтверждение соответствия программного обеспечения	7.3	+	+
Определение метрологических характеристик	7.4		
Проверка диапазона измерений и определение абсолютной погрешности измерений скорости воздушного потока	7.4.1	+	+
Проверка диапазона дальностей измерений радиальной скорости	7.4.2	+	+

1.2 При отрицательных результатах одной из операций, указанных в таблице 1, поверку прекращают.

2 Средства поверки

2.1 Перечень основных и вспомогательных средств поверки приведен в таблице 2.

Таблица 2 – Перечень основных и вспомогательных средств поверки

Номер пункта методики	Наименование и тип основного или вспомогательного средства поверки; обозначение нормативного документа, регламентирующего технические требования и (или) метрологические и основные технические характеристики средства поверки
7.2	Стенд поверочный для лидарной метеосистемы инфракрасного диапазона (№ 66113-16), диапазон воспроизведения скорости от 1 до 49 м/с, пределы допускаемой абсолютной погрешности воспроизведения линейной скорости $\pm 0,1$ м/с;
7.4.1	Рабочий эталон 1-го разряда единицы скорости воздушного потока в диапазоне от 0,05 до 100 м/с по ГОСТ 8.886-2015; Плоское оптическое зеркало, коэффициент отражения для длины волны 1,557 мкм 97 %, диаметр, не менее 110 мм, входящее в состав стенда поверочного для лидарной метеосистемы инфракрасного диапазона Плоско-выпуклая линза, просветление для длины волны 1,557 мкм, диаметр линзы не менее 100 мм, входящая в состав стенда поверочного для лидарной метеосистемы инфракрасного диапазона
7.4.2	Стенд поверочный для лидарной метеосистемы инфракрасного диапазона (№ 66113-16), диапазон воспроизведения скорости от 1 до 49 м/с, пределы допускаемой абсолютной погрешности воспроизведения линейной скорости $\pm 0,1$ м/с; Волоконный патч-корд с разъемами FC/APC длиной 68 м; 2 волоконных патч-корда с разъемами FC/APC суммарной длиной 3500 м.

2.2 Средства поверки должны иметь необходимую эксплуатационную документацию и действующие свидетельства о поверке.

2.3 Допускается применение других средств поверки, обеспечивающих определение (контроль) метрологических характеристик поверяемых средств измерений с требуемой точностью.

3 Требования к квалификации поверителей

3.1 К работе по поверке допускаются лица, прошедшие специальную подготовку и имеющие подтвержденное действующим документом право проведения поверки средств измерений метеорологического назначения.

4 Требования безопасности

4.1 При проведении поверки должны быть соблюдены требования:

- ГОСТ 12.3.019-80 «Система стандартов безопасности труда. Испытания и измерения электрические. Общие требования безопасности»;
- ГОСТ 12.1.019-2009 «Система стандартов безопасности труда. Электробезопасность. Общие требования и номенклатура видов защиты»;
- «Правила техники безопасности при эксплуатации электроустановок потребителей»;
- общие правила техники безопасности, производственной санитарии, охраны окружающей среды, а также указаний по безопасности, изложенных в эксплуатационной документации поверяемых и используемых при поверке средств измерений и оборудования.

4.2 Поверка не относится к вредным и особо вредным условиям труда.

5 Условия поверки

5.1 При проведении поверки должны быть соблюдены следующие условия:

- температура окружающего воздуха, °С от +20 до +30;
- атмосферное давление, гПа от 840 до 1070;
- относительная влажность воздуха, % от 45 до 80;

5.2 Условия эксплуатации применяемых средств поверки – в соответствии с эксплуатационной документацией на них.

6 Подготовка к поверке

6.1 Проверить соответствие условий поверки требованиям п.5.1 настоящей методики. Фактические значения параметров окружающего воздуха внести в таблицу «Условия поверки» протокола поверки, форма которого приведена в Приложении Б настоящего документа.

6.2 Перед выполнением операций поверки:

- проверить наличие комплекта эксплуатационной документации, - руководства по эксплуатации САЦН.416311.008 РЭ и паспорта САЦН.416311.008 ПС на поверяемый образец ИВЛ;
- проверить соответствие маркировки ИВЛ данным, указанным в руководстве по эксплуатации;
- сличить комплектность и заводской номер поверяемого ИВЛ с данными, указанными в паспорте;
- проверить наличие свидетельства о предыдущей поверке или оттиска клейма поверочного в паспорте (при периодических поверках) ИВЛ.

6.3 Подготовить к работе средства поверки и оборудование, указанные в таблице 2 настоящего документа, в соответствии с эксплуатационной документацией на них.

7 Проведение поверки

7.1 Внешний осмотр

При внешнем осмотре убедиться в наличии пломб в местах пломбировки, в отсутствии повреждений корпусов составляющих модулей, в отсутствии повреждений кабелей и разъемов, при наличии которых ИВЛ не может быть допущен к применению.

Результат внешнего осмотра считать удовлетворительным, если выполняются вышеперечисленные требования.

7.2 Опробование

Соединить клемму заземления на корпусе ИВЛ-5000 с контуром заземления.

Подключить к сети переменного тока напряжением (220 ± 10) В и частотой (50 ± 1) Гц.

Подключить ЖК монитор к сервисному разъему VGA на щите питания и управления ИВЛ-5000, подключить клавиатуру и манипулятор «мышь» к сервисным разъемам USB.

Включить электропитание ИВЛ-5000.

На экране ЖК монитора появится окно авторизации, в котором необходимо ввести логин и пароль пользователя и выполнить вход.

Для запуска СПО IWL-5000 Server навести курсор на ярлык СПО IWL-5000 Server на рабочем столе и дважды щелкнуть по нему левой кнопкой мыши. На экране появится главное окно СПО IWL-5000 Server.

Щелкнуть левой кнопкой мыши по названию модуля «LidarDetectorModule» на панели главного окна и нажать на кнопку «Extra Control». Откроется вкладка «RuporLidarDetector».

Работоспособность ИВЛ-5000 контролируется с помощью стенда поверочного для лидарной метеосистемы инфракрасного диапазона. Собрать измерительную схему в соответствии с РЭ на Стенд поверочный. Установить частоту вращения диска оптического модулятора, соответствующую значению линейной скорости $15 \pm 0,5$ м/с.

Произвести измерения, нажав кнопку Start во вкладке «RuporLidarDetector». Результат измерений отобразится на графике распределения радиальной скорости по дальности.

Результат опробования считают положительным, если разность между заданным и измеренным ИВЛ-5000 значениями линейной скорости не превышает $\pm 0,25$ м/с.

7.3 Подтверждение соответствия программного обеспечения

Подтверждение соответствия программного обеспечения осуществляется путем проверки идентификационных данных ПО для чего необходимо подключить ЖК монитор к сервисному разъему VGA на щите питания и управления ИВЛ-5000, подключить клавиатуру и манипулятор «мышь» к сервисным разъемам USB, при этом на экране ЖК монитора появится окно авторизации, в котором необходимо ввести логин и пароль пользователя и выполнить вход. Для запуска СПО IWL-5000 Server навести курсор на ярлык СПО IWL-5000 Server на рабочем столе и дважды щелкнуть по нему левой кнопкой мыши. На экране появится главное окно СПО IWL-5000 Server.

Для просмотра номера версии (идентификационный номер) СПО IWL-5000 Server необходимо зайти в «Панель управления» («Control Panel»), раздел «Программы и компоненты» («Programs and Features»), затем в списке «Удаление или изменение программ» («Uninstall or change program») найти строку «IWL-5000 Server». В столбце «Версия» («Version») проконтролировать значение версии. Версия должна быть не ниже, указанной в описании типа.

Проверку расчета контрольной суммы для динамически подключаемых библиотек и исполняемых файлов СПО IWL-5000 Server, приведенных в таблице 3, выполняют с помощью архиватора 7-Zip версии не ниже 18.05. Необходимо открыть папку C:\Program Files\IWL-5000 Server\, выделить файл библиотеки (исполняемый файл). Затем нажать правую кнопку мыши, в появившемся меню выбрать пункт «CRC SHA», далее «SHA-1». На экране появится окно с отображением рассчитанной контрольной суммы для выбранного файла.

Для просмотра идентификационных данных для динамически подключаемых библиотек и исполняемых файлов СПО IWL-5000 Server, приведенных в таблице 3, необходимо открыть папку C:\Program Files\IWL-5000 Server\, нажать правой кнопкой мыши по файлу, в появившемся окне свойств файла выбрать вкладку «Подробно», в которой отображается: имя файла, версия файла, размер файла и другая информация.

Номера версий ПО, идентификационные признаки и соответствующие им значения цифровых идентификаторов приведены в таблице 3.

Таблица 3

Идентификационное наименование ПО	Номер версии (идентификационный номер) ПО	Цифровой идентификатор ПО
программа ПЛИС IWL-5000		
minsk_530_aver150k_20180725 .flash	-	417C478780293F73280A7F573B8 4CF35D914F39D
СПО IWL-5000 Server		
IWL-5000 Server	не ниже 1.0.1	
NetworkModuls.dll	не ниже 1.0.0.1419	C477AC7EF63AC86329D2E87035 DFF9D1E2ED7EE1

Продолжение таблицы 3

Идентификационное наименование ПО	Номер версии (идентификационный номер) ПО	Цифровой идентификатор ПО
WindProfilerLib.dll	не ниже 1.0.0.1437	8C74957C9FD8234CAEA819B94 3769B7B22809E24
PulseLidarProcessing.dll	не ниже 1.0.0.1419	16FC57E32601D7468B3860018E7 5D865E8829F6B
Constants.dll	не ниже 1.0.0.1428	4D87F9C6589641F9F8CB0ABBF A3C4BCA56BB126E
XmlProtocol2.dll	не ниже 2.0.0.1419	D47CBDCFBDE1893B75F71FB41 101C035E80071DC
PulseLidarNative.dll	не ниже 1.0.0.1	B372A66A6DEE9EC6C18226975 500213FBC96CF14
NCalc.dll	не ниже 1.4.1.0	8842D4CC0A32A2FC45F8BCDA 6789D0022CFB2AB0
Services.LidarDetector.exe	не ниже 1.0.0.1424	77F4301851670B80C2939CD1CC 7FD0F14857307B
Services.WindProfiler.exe	не ниже 1.0.0.1424	48A47C9F18C8C1F3D3C8597287 E44D79D78B7FAD
Services.WatchDog2.exe	не ниже 1.0.0.1424	C0CA29FB793A3716C7574D8443 850E9FCD95B0DA
Services.ExternalServer.exe	не ниже 1.0.0.1424	D8029F74E301EC53A6F2655685 E338FF1A278082
Services.LaserAmplifier.exe	не ниже 1.0.0.1424	7CA912065BBEFA4B7A1F2A3F2 CEEFB8837E68800
Services.Scanner.exe	не ниже 1.0.0.1424	4C990A34C5687976FF3F23E9D5 4A7CA17DC8D4F1
ModulsServer.exe	не ниже 1.0.0.1437	548978DE89A4A0845BBC7DD80 4AEF82348210681
* Контрольная сумма рассчитана по алгоритму SHA-1 и указана для номеров версий, приведенных в таблице		

Результат проверки идентификационных данных ПО ИВЛ считать положительным, если отображающиеся на «Панели управления» («Control Panel»), в разделе «Программы и компоненты» («Programs and Features»), в списке «Удаление или изменение программ» («Uninstall or change program»), в строке «IWL-5000 Server», в столбце «Версия» («Version») и в папке C:\Program Files\IWL-5000 Server\, для каждого выделенного файла в окне Контрольная сумма и окне свойств файла во вкладке «Подробно» идентификационные признаки соответствуют данным таблицы 3.

7.4 Определение метрологических характеристик

7.4.1 Проверка диапазона измерений и определение абсолютной погрешности измерений скорости воздушного потока.

7.4.1.1 ИВЛ располагают на расстоянии от рабочей зоны аэродинамической установки, входящей в состав рабочего эталона 1-го разряда единицы скорости воздушного потока в диапазоне от 0,05 до 100 м/с.

7.4.1.2 ИВЛ располагают относительно воздушного потока согласно рисунку 1.

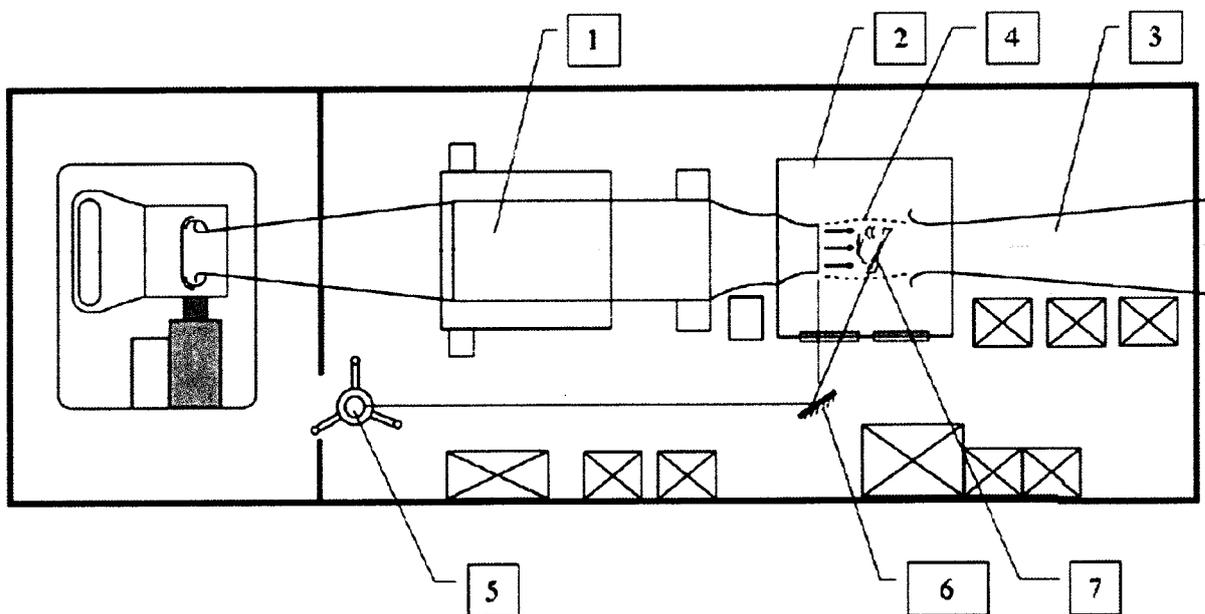


Рисунок 1 – Схема проверки диапазона измерений и определения абсолютной погрешности измерений скорости воздушного потока

- 1-аэродинамическая установка (АУ); 2-рабочая часть АУ; 3-выхлопной диффузор;
4-границы воздушного потока; 5- ИВЛ-5000; 6- плоское оптическое зеркало;
7-измерительный объем.

7.4.1.3 Соединяют клемму заземления на корпусе ИВЛ-5000 с контуром заземления.

7.4.1.4 Подключают к сети переменного тока напряжением (220 ± 10) В и частотой (50 ± 1) Гц.

7.4.1.5 Подключают ЖК монитор к сервисному разъему VGA на щите питания и управления ИВЛ-5000, подключают клавиатуру и манипулятор «мышь» к сервисным разъемам USB.

7.4.1.6 Включают электропитание ИВЛ-5000.

7.4.1.7 На экране ЖК монитора появится окно авторизации, в котором вводят логин и пароль пользователя и выполняют вход.

7.4.1.8 Для запуска СПО IWL-5000 Server наводят курсор на ярлык СПО IWL-5000 Server на рабочем столе и дважды нажимают левую кнопку мыши. На экране появится главное окно СПО IWL-5000 Server.

7.4.1.9 Наводят курсор на модуль «LidarDetectorModule» на панели главного окна и нажимают левую кнопку мыши. Нажимают на кнопку «Extra Control». Откроется вкладка «RuporLidarDetector».

7.4.1.10 Направляют лазерный луч на плоское оптическое зеркало. С помощью карточки-визуализатора контролируют положение луча на плоском оптическом зеркале. Луч должен полностью попадать на рабочую поверхность плоского оптического зеркала.

7.4.1.11 С помощью плоского оптического зеркала направляют лазерный луч под углом к оси воздушного потока. Перед рабочей зоной установки на оптической оси лазерного луча устанавливают плоско-выпуклую линзу таким образом, чтобы фокус луча совпадал с осью воздушного потока.

7.4.1.12 Измеряют угол α между осью воздушного потока и оптической осью лазерного луча. Измерения проводят три раза и вычисляют среднее арифметическое значение угла.

7.4.1.13 Рассчитывают скорость воздушного потока по формуле:

$$V_{\text{эт.}} = \frac{V_{\text{эт. пр.}}}{\cos \alpha}$$

где $V_{\text{эт. пр.}}$ – проекция скорости воздушного потока на лазерный луч, для разных значений $V_{\text{эт. пр.}}$ от 1 до 60 м/с с шагом 10 м/с.

7.4.1.14 Устанавливают в аэродинамической установке рассчитанные значения скорости воздушного потока $V_{эт.}$ и для каждой из них с помощью ИВЛ производят пять измерений скорости $V_{изм.}$. Определяют средние арифметические значения $V_{ср. изм.}$.

7.4.1.15 Рассчитывают значение проекции скорости воздушного потока на лазерный луч по формуле:

$$V_{эт. пр.} = V_{эт.} \cdot \cos(\alpha)$$

где $V_{эт.}$ – эталонное значение скорости воздушного потока.

7.4.1.16 Рассчитывают абсолютную погрешность для каждого значения проекции скорости воздушного потока на лазерный луч $V_{эт. пр.}$ по формуле:

$$\Delta = (V_{ср. изм.} - V_{эт. пр.})$$

7.4.1.17 Результаты проверки диапазона измерений и погрешности измерений скорости воздушного потока считают положительными, если значения абсолютной погрешности, рассчитанные для каждого значения проекции скорости воздушного потока на лазерный луч $V_{эт. пр.}$ в диапазоне от 1 до 60 м/с находятся в пределах $\pm 0,25$ м/с включительно.

7.4.2 Проверка диапазона дальностей измерений радиальной скорости.

Проверку диапазона дальностей измерений радиальной скорости проводят с использованием стенда поверочного для лидарной метеосистемы инфракрасного диапазона и волоконных линий задержки.

7.4.2.1 Собирают схему проверки в соответствии с рисунком 2. К изделию подключают технологический ноутбук для визуализации результатов измерений.

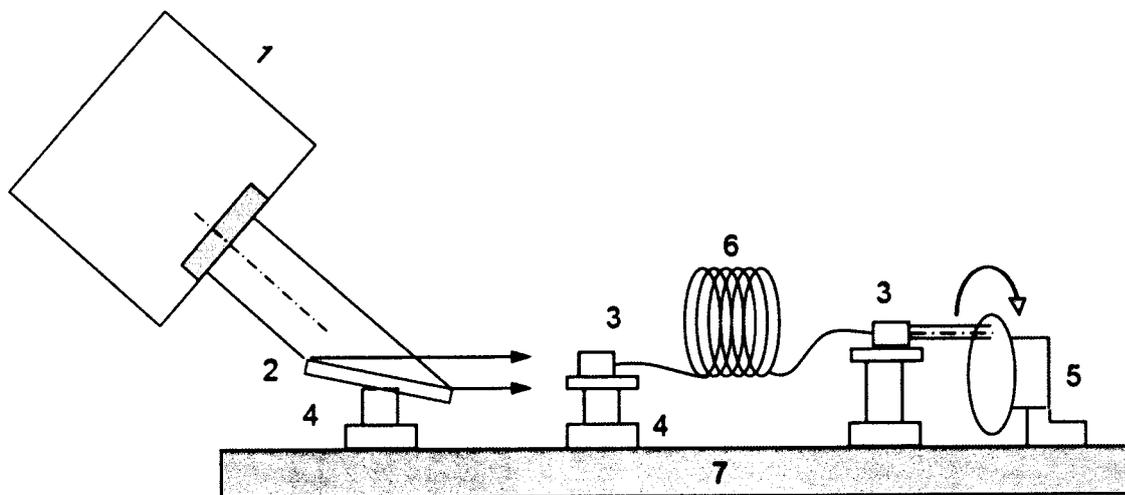


Рисунок 2 – Схема проверки диапазона дальностей измерений радиальной скорости

1 – ИВЛ-5000, 2 – плоское оптическое зеркало, 3 – волоконный коллиматор, 4 – устройство юстировочное, 5 – узел оптического модулятора, 6 – волоконный патч-корд, 7 – оптический стол

7.4.2.2 Оптическую ось ИВЛ с помощью зеркала 2 и юстировочного устройства 4 совмещают с осью волоконного коллиматора 3.

7.4.2.3 К коллиматору 3 подсоединяют волоконный патч-корд 6 длиной 68 м, соответствующей минимальной дистанции определения радиальной скорости 100 м.

7.4.2.4 К свободному концу патч-корда 6 присоединяют второй волоконный коллиматор 3, и с помощью устройства юстировочного 4 направляют лазерный луч на вершину вращающегося диска стенда поверочного для лидарной метеосистемы инфракрасного диапазона 5. С помощью карточки-визуализатора контролируют попадание лазерного излучения на торец диска.

7.4.2.5 Задают пять различных значений скорости вращения диска, соответствующих линейной скорости $V_{эт.}$ 2, 15, 30, 40 и 49 м/с. При каждом значении скорости вращения диска снимают по пять показаний воспроизводимой скорости воздушного потока с помощью ИВЛ $V_{изм.}$. Определяют средние арифметические значения $V_{ср. изм.}$.

7.4.2.6 В схеме проверки заменяют волоконный патч-корд, соответствующий минимальной дистанции измерений скорости на 2 волоконных патч-корда с разъемами FC/APC суммарной длиной 3500 м, соответствующей максимальной дистанции измерений скорости 5000 м.

Допускается использовать для максимальной дистанции измерений волоконный патч-корд, состоящий из не более чем двух частей. При необходимости визуализатором контролируют попадание лазерного излучения на торец диска.

7.4.2.7 Повторяют измерения в соответствии с п. 7.4.2.5.

7.4.2.8 Рассчитывают абсолютную погрешность для каждого значения заданной скорости $V_{эт.}$, для минимальной и максимальной дальности измерений, по формуле:

$$\Delta = (V_{ср. \text{ изм.}} - V_{эт.})$$

7.4.2.9 Результаты проверки диапазона дальностей измерений радиальной скорости считают положительными, если значения абсолютной погрешности, рассчитанные для каждого значения заданной скорости $V_{эт.}$, для минимальной и максимальной дальности измерений, в диапазоне от 1 до 60 м/с находятся в пределах $\pm 0,25$ м/с включительно.

8 Оформление результатов поверки

8.1 Результаты поверки оформить единым протоколом по форме Приложения Б настоящей методики.

В протоколе указать наименования использованных средств поверки.

8.2 При положительных результатах поверки на ИВЛ выдать Свидетельство о поверке по форме в соответствии с Приказом Минпромторга России № 1815.

К Свидетельству о поверке ИВЛ приложить протокол поверки, выполненный в соответствии с требованиями п. 8.1.

Знак поверки наносится на Свидетельство о поверке.

8.3 При отрицательных результатах поверки ИВЛ забраковать и выдать Извещение о его непригодности по форме в соответствии с Приказом Минпромторга России № 1815.

Метрологические характеристики лидаров импульсных ветровых ИВЛ-5000 приведены в таблице А1

Таблица А1

Наименование характеристики	Значение
Диапазон измерений радиальной скорости воздушного потока, м/с	от 1 до 60
Пределы допускаемой абсолютной погрешности измерений радиальной скорости воздушного потока, м/с	$\pm 0,25$
Диапазон дальностей измерений радиальной скорости, м - при длительности импульса излучения 400 нс - при длительности импульса излучения 200 нс	от 100 до 5000 от 100 до 1500

Форма протокола поверки

адрес лаборатории, корпус, помещение

ПРОТОКОЛ ПОВЕРКИ

№ ____/____ - ____ от ____ г.

Наименование прибора, тип	Лидар импульсный ветровой ИВЛ-5000
Регистрационный номер в Федеральном информационном фонде по обеспечения единства измерений	
Заводской номер	
Изготовитель	ООО «НПП «Лазерные системы»
Год выпуска	
Заказчик	
Серия и номер знака предыдущей поверки	
Дата предыдущей поверки	

Вид поверки

Методика поверки МП 254-0035-2018 «Лидары импульсные ветровые ИВЛ-5000. Методика поверки»

Средства поверки:

Наименование и регистрационный номер эталона, тип СИ, заводской номер, идентификационные данные ГСО	Метрологические характеристики
Рабочий эталон 1-го разряда единицы скорости воздушного потока	Диапазон от 0,05 до 100 м/с
Стенд поверочный для лидарной метеосистемы инфракрасного диапазона	Диапазон воспроизведения скорости от 1 до 49 м/с, пределы допускаемой абсолютной погрешности воспроизведения линейной скорости $\pm 0,1$ м/с

Условия поверки:

Параметры	Требования НД	Измеренные значения
Температура окружающего воздуха, °С		
Относительная влажность воздуха, %		
Атмосферное давление, кПа		

Результаты поверки:

1. Внешний осмотр:
2. Опробование
3. Определение метрологических характеристик:
 - 3.1 Результаты проверки метрологических характеристик ИВЛ приведены в таблице Б1.

Таблица Б1

Заданные значения скорости воздушного потока, $V_{эт}$, м/с	Проекция скорости воздушного потока $V_{эт.пр.} = V_{эт.} * \cos(\alpha)$	Показания ИВЛ, $V_{ср. изм.}$, м/с	Абсолютная погрешность, $\Delta = V_{ср. изм.} - V_{эт. пр.}$, м/с	Пределы допускаемой абсолютной погрешности, м/с	Оценка соответствия
				±0,25	

3.2 Результаты проверки диапазона дальностей измерений радиальной скорости

Таблица Б2

Дальность измерений, м	Заданные значения скорости воздушного потока, $V_{эт}$, м/с	Показания ИВЛ, $V_{ср. изм.}$, м/с	Абсолютная погрешность, $\Delta = V_{ср. изм.} - V_{эт}$, м/с	Пределы допускаемой абсолютной погрешности, м/с	Оценка соответствия
100				±0,25	
5000					

На основании результатов поверки выдано:

Поверку произвел _____

ФИО

подпись

дата