

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

СОГЛАСОВАНО



Генеральный директор
ФГУП «ВНИИМ им. Д.И. Менделеева»
_____ А.Н. Пронин

М.п. «22» ноября 2023 г.

Государственная система обеспечения единства измерений

Комплексы судовые метеорологические Азимут

Методика поверки

МП 254-0219-2023

И.о.руководителя отдела госэталонов
в области аэрогидрофизических параметров
ФГУП «ВНИИМ им. Д.И. Менделеева»
_____ А.Ю. Левин

Руководитель лаборатории испытаний
в целях утверждения типа средств измерений
аэрогидрофизических параметров
ФГУП «ВНИИМ им. Д.И. Менделеева»
_____ П.К. Сергеев

г. Санкт-Петербург
2023 г.

1. Общие положения

1.1 Настоящая методика поверки распространяется на комплексы судовые метеорологические Азимут (далее – комплексы Азимут), предназначенные для автоматических измерений метеорологических параметров: температуры воздуха, относительной влажности воздуха, скорости и направления воздушного потока, атмосферного давления, метеорологической оптической дальности (МОД), высоты нижней границы облаков.

1.2 Методикой поверки должна обеспечиваться прослеживаемость комплексов Азимут к государственным первичным эталонам единиц величин: государственному первичному эталону единицы температуры в диапазоне от 0 до 3200 °С (ГЭТ34-2020), государственному первичному эталону единицы температуры-кельвина в диапазоне от 0,3 до 273,16 К (ГЭТ35-2021), государственному первичному специальному эталону единицы скорости воздушного потока (ГЭТ150-2012), к государственному первичному эталону единицы плоского угла (ГЭТ22-2014), государственному первичному эталону единиц относительной влажности газов, молярной (объемной) доли влаги, температуры точки росы/иней, температуры конденсации углеводородов (ГЭТ151-2020), государственному первичному эталону единицы давления для области абсолютного давления в диапазоне $1 \times 10^{-1} \div 7 \times 10^5$ Па (ГЭТ101-2011), государственному первичному эталону единицы длины-метра (ГЭТ2-2021), государственному первичному эталону единиц координат цвета, координат цветности и светового коэффициента пропускания (ГЭТ81-2023).

1.3 Методы, обеспечивающие реализацию методики поверки:

- непосредственное сличение – при поверке измерительных каналов (далее – ИК) температуры воздуха, относительной влажности воздуха, атмосферного давления, скорости и направления воздушного потока;
- прямые измерения – при поверке ИК МОД, ИК высоты нижней границы облаков.

Комплексы Азимут подлежат первичной и периодической поверке.

В результате поверки должны быть подтверждены следующие метрологические требования, приведенные в приложении Б.

Методикой поверки предусмотрена поверка для меньшего числа измерительных каналов и/или на меньшем числе поддиапазонов измерений.

Примечания:

1 В случае выхода из строя первичного измерительного преобразователя комплекса Азимут в течение интервала между поверками, допускается проводить ремонт вышедшего из строя первичного измерительного преобразователя (далее – ПИП) или его замену на однотипный, исправный, с проведением поверки ИК, в котором проводилась замена/ремонт ПИП, в объеме операций первичной поверки.

2 В случае добавления новых ИК к существующему комплексу Азимут, имеющего действующую поверку, необходимо проведение поверки только вновь добавленных ИК в соответствии с утвержденной методикой поверки в объеме операций первичной поверки.

Результаты поверки комплексов Азимут по пунктам 1, 2 примечаний оформляются в установленном порядке.

2. Перечень операций поверки средства измерений

Таблица 1 – Перечень операций поверки средства измерений

Наименование операции поверки	Обязательность выполнения операций поверки при		Номер пункта методики поверки
	первичной поверке	периодической поверке	
Внешний осмотр	да	да	7
Контроль условий поверки (при подготовке к поверке и опробовании средства измерений)	да	да	8.1
Опробование	да	да	8.6
Проверка программного обеспечения	да	да	9
Определение метрологических характеристик и подтверждение соответствия метрологическим требованиям:	да	да	10
–канала измерений атмосферного давления	да	да	10.1
–канала измерений температуры воздуха	да	да	10.2
–канала измерений относительной влажности воздуха	да	да	10.3
–канала измерений скорости воздушного потока	да	да	10.4
–канала измерений направления воздушного потока	да	да	10.5
–канала измерений метеорологической оптической дальности	да	да	10.6
–канала измерений высоты нижней границы облаков	да	да	10.7
Оформление результатов поверки	да	да	10.8
	да	да	11

2.1 При отрицательных результатах одной из операций поверка прекращается.

3. Требования к условиям проведения поверки

При проведении поверки в лабораторных условиях должны быть соблюдены следующие требования:

-температура воздуха, °С	от +15 до +35;
-относительная влажность воздуха, %	от 25 до 90;
-атмосферное давление, кПа	от 84 до 106.

При проведении поверки комплекса Азимут в условиях его эксплуатации допускается соблюдать следующие требования:

-температура воздуха, °С	от -15 до +45;
-относительная влажность воздуха, %	от 20 до 90;
-метеорологическая оптическая дальность, м	не менее 10000;
-отсутствие атмосферных осадков, опасных явлений.	

При этом не должны нарушаться требования к условиям применения (эксплуатации) средств поверки (эталонов).

4. Требования к специалистам, осуществляющим поверку

4.1 К проведению поверки допускаются лица, изучившие настоящую методику поверки и эксплуатационную документацию (ИСАТ.416531.050РЭ, ИСАТ.416531.050ФО), прилагаемую к комплексам Азимут.

5. Метрологические и технические требования к средствам поверки

Таблица 2 – Метрологические и технические требования к средствам поверки

Операции поверки, требующие применение средств поверки	Метрологические и технические требования к средствам поверки, необходимые для проведения поверки	Перечень рекомендуемых средств поверки
п. 8 Контроль условий поверки (при подготовке к поверке и опробовании средства измерений)	Средства измерений температуры окружающей среды в диапазоне измерений от -15 °С до +45 °С с абсолютной погрешностью не более ± 1 °С; Средства измерений относительной влажности воздуха в диапазоне измерений от 20 % до 90 %, с погрешностью не более ± 10 %; Средства измерений атмосферного давления в диапазоне измерений от 84 до 106 кПа, с абсолютной погрешностью не более $\pm 0,2$ кПа	Термогигрометр ИВА-6, регистрационный номер в ФИФ по ОЕИ (далее – рег. №) 46434-11
п. 9 Проверка программного обеспечения	Персональный компьютер с терминальной программой	Персональный компьютер с терминальной программой
п. 10.1 Определение метрологических характеристик канала измерений атмосферного давления	Эталоны единицы абсолютного давления и средства измерений, соответствующие требованиям к эталонам не ниже 2-го разряда по Государственной поверочной схеме для средств измерений абсолютного давления в диапазоне $1 \cdot 10^{-1} - 1 \cdot 10^7$ Па, утвержденной приказом Росстандарта № 2900 от 06.12.2019, в диапазоне измерений от 500 до 1100 гПа. Барокамера, диапазон задания атмосферного давления от 600 до 1100 гПа. Вспомогательные технические средства: Устройство задания и поддержания давления	Барометр образцовый переносной БОП-1М, рег. № 26469-17. Вспомогательные технические средства: Устройство задания и поддержания давления
п. 10.2 Определение метрологических характеристик канала измерений температуры воздуха	Эталоны единицы температуры и средства измерений, соответствующие требованиям к эталонам не ниже 3 разряда по Государственной поверочной схеме для средств измерений температуры, утвержденной приказом Росстандарта № 3253 от 23.12.2022 (часть 1–2) в диапазоне значений от -60 °С до +60 °С. Вспомогательные технические средства: Камера климатическая, диапазон поддержания температур от -60 °С до +60 °С	Измеритель температуры многоканальный прецизионный МИТ 8, рег. № 19736-11; Термометр сопротивления платиновый вибропрочный ПТСВ, рег. № 57690-14. Комплекс поверочный портативный КПП-2, рег. № 66622-17 Вспомогательные технические средства: Камера климатическая ТХВ-150

продолжение таблицы 2

Операции поверки, требующие применение средств поверки	Метрологические и технические требования к средствам поверки, необходимые для проведения поверки	Перечень рекомендуемых средств поверки
п. 10.3 Определение метрологических характеристик канала измерений относительной влажности воздуха	Эталоны единицы относительной влажности воздуха и средства измерений, соответствующие требованиям к эталонам не ниже 2-го разряда по Государственной поверочной схеме для средств измерений влажности газов и температуры конденсации углеводородов, утвержденной приказом Росстандарта № 2885 от 15.12.2021, в диапазоне измерений от 0 % до 100 %. Вспомогательные технические средства: Камера климатическая с диапазоном поддержания относительной влажности от 0 % до 100 %	Гигрометр Rotronic, рег. № 26379-10. Комплекс поверочный портативный КПП-3, рег. № 67967-17 Вспомогательные технические средства: Камера климатическая TXB-150
п. 10.4 Определение метрологических характеристик канала измерений скорости воздушного потока	Рабочий эталон (аэродинамическая измерительная установка) по Государственной поверочной схеме для средств измерений скорости воздушного потока, утвержденной Приказом Росстандарта № 2815 от 25.11.2019, в диапазоне измерений скорости воздушного потока от 0,2 до 75 м/с, с предельной допускаемой абсолютной погрешностью воспроизведения скорости воздушного потока не более $\pm(0,02+0,02 \cdot V_{\text{изм}})$ м/с;	Рабочий эталон (аэродинамическая измерительная установка) по государственной поверочной схеме для средств измерений скорости воздушного потока, утвержденной приказом Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии № 2815 от 25.11.2019, диапазон измерений скорости воздушного потока от 0,2 до 75 м/с, пределы допускаемой абсолютной погрешности измерений $\pm(0,02+0,02 \cdot V)$ м/с, где V – измеренная скорость воздушного потока, м/с Комплекс поверочный портативный КПП-4М, рег. номер № 83728-21.

продолжение таблицы 2

Операции поверки, требующие применение средств поверки	Метрологические и технические требования к средствам поверки, необходимые для проведения поверки	Перечень рекомендуемых средств поверки
п. 10.5 Определение метрологических характеристик канала измерений направления воздушного потока	Средства измерений направления воздушного потока в диапазоне измерений от 0° до 360° с абсолютной погрешностью не более $\pm 1^\circ$	Установка аэродинамическая АТ-60, рег. № 84585-22; Комплекс поверочный портативный КПП-4М, рег. номер № 83728-21.
п. 10.6 Определение метрологических характеристик канала измерений метеорологической оптической дальности	Устройства воспроизведения метеорологической оптической дальности в диапазоне воспроизведения МОД от 10 до 20000 м, с относительной погрешностью не более $\pm 5\%$ в диапазоне от 10 до 20000 м;	Устройство задания метеорологической оптической дальности УСМОД, рег. № 86932-22
п. 10.7 Определение метрологических характеристик канала измерений высоты нижней границы облаков	Рабочий эталон единицы длины по локальной поверочной схеме, согласованной ФГУП «ВНИИМ им. Д.И. Менделеева», для средств измерений высоты нижней границы облаков в диапазоне от 10 до 10000 м, абсолютная погрешность $\pm 2,5$ м в диапазоне от 10 до 50 м включ., относительная погрешность $\pm 1\%$ в диапазоне свыше 50 до 10000 м	Рабочий эталон единицы длины по локальной поверочной схеме, согласованной ФГУП «ВНИИМ им. Д.И. Менделеева», для средств измерений высоты нижней границы облаков в диапазоне от 10 до 10000 м
<i>Примечание:</i> - Допускается использовать при поверке другие утвержденные и аттестованные эталоны единиц величин, средства измерений утвержденного типа и поверенные, удовлетворяющие метрологическим требованиям, указанным в таблице.		

6. Требования (условия) по обеспечению безопасности проведения поверки

- требования безопасности по ГОСТ 12.3.019;
- требования безопасности, изложенные в эксплуатационной документации на средство поверки
- в целях обеспечения безопасности работ и возможности выполнения процедур поверки достаточно одного специалиста.

7. Внешний осмотр средства измерений

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

- соответствие внешнего вида СИ описанию типа СИ;
- маркировка должна быть целой, четкой, хорошо читаемой;
- наличие знака утверждения типа в месте, указанном в описании типа СИ;
- комплектность должна соответствовать эксплуатационной документации на комплекс

Азимут;

- комплексы Азимут не должны иметь дефектов, способных оказать влияние на безопасность проведения поверки и на результаты поверки.

8. Подготовка к поверке и опробование средства измерений

8.1 Контроль условий проведения поверки.

8.1.1 При поверке должны быть проверены условия проведения поверки, указанные в п. 3 настоящей методики поверки.

8.1.2 Для контроля условий поверки используются средства поверки, приведенные в таблице 2.

8.2 Проверьте комплектность комплекса Азимут.

8.3 Проверьте электропитание комплекса Азимут.

8.4 Подготовьте к работе и включите первичные измерительные преобразователи из состава комплекса Азимут согласно ИСАТ.416531.050РЭ (перед началом проведения поверки комплекс Азимут должен проработать не менее 1 часа).

8.5 Убедитесь, что для механических первичных измерительных преобразователей скорости воздушного потока момент трогания подшипников и характеристики вертушек, флюгарок соответствуют установленным в ИСАТ.416531.050РЭ.

8.6 Опробование комплекса Азимут должно осуществляться в следующем порядке:

8.6.1 При опробовании комплекса Азимут устанавливается работоспособность в соответствии с ИСАТ.416531.050РЭ.

8.6.2 Включите центральное устройство и проверьте его работоспособность.

8.6.3 Проведите проверку работоспособности измерительных преобразователей, вспомогательного оборудования комплекса Азимут.

8.6.4 Контрольная индикация должна указывать на работоспособность блока БПР, блока УО, первичных измерительных преобразователей (далее – ПИП) вспомогательного и дополнительного оборудования.

9. Проверка программного обеспечения средства измерений

9.1 Подтверждение соответствия программного обеспечения производится в следующем порядке:

9.1.1 Идентификация встроенного ПО осуществляется путем проверки номера версии ПО.

9.1.2 Идентификация встроенного ПО «Метеопост» осуществляется путем проверки номера версии ПО. Номер версии встроенного ПО отображается в информационном окне программы во вкладке главного меню «Версия программы».

9.1.3 Результаты идентификации программного обеспечения считают положительными, если номер версии ПО соответствует данным в таблице 3.

Таблица 3

Идентификационные данные (признаки)	Значения
Идентификационное наименование ПО	«Метеопост»
Номер версии (идентификационный номер) ПО	1.х
1 - метрологически значимая часть ПО; х – метрологически незначимая часть ПО	

10. Определение метрологических характеристик

10.1 Определение метрологических характеристик канала измерений атмосферного давления выполняется в следующем порядке.

10.1.1 Определение метрологических характеристик канала измерений атмосферного давления с первичным измерительным преобразователем (далее – ПИП) ДАДС-1 выполняется в следующем порядке.

10.1.1.1 Разместите ПИП атмосферного давления ДАДС-1 из состава комплекса Азимут и эталонный барометр БОП-1М на одном уровне.

10.1.1.2 Подключите к ПИП ДАДС-1 к эталонному барометру и устройству задания и поддержания давления.

10.1.1.3 Задайте значения абсолютного давления в пяти точках, равномерно распределенных по всему диапазону измерений, контроль задания осуществляйте эталонным барометром. Повторите измерения в каждой точке не менее двух раз.

10.1.1.4 На каждом заданном значении фиксируйте значения атмосферного давления, измеренные Азимут, $P_{\text{изм}i}$ и значения эталонные, $P_{\text{эт}i}$ измеренные эталонным барометром.

10.1.1.5 Вычислите абсолютную погрешность измерений атмосферного давления по формуле:

$$\Delta P = P_{\text{изм}i} - P_{\text{эт}i}$$

10.1.1.6 Результаты считаются положительными, если абсолютная погрешность измерительного канала атмосферного давления во всех выбранных точках не превышает:

$$|\Delta P| \leq 0,3 \text{ гПа}$$

10.1.2 Определение метрологических характеристик канала измерений атмосферного давления с ПИП ДМП выполняется в следующем порядке.

10.1.2.1 Поместите ПИП атмосферного давления ДМП из состава комплекса Азимут в барокамеру БК-300.

10.1.2.2 Подключите барокамеру к эталонному барометру.

10.1.2.3 Задайте значения абсолютного давления в пяти точках, равномерно распределенных по всему диапазону измерений, контроль задания осуществляйте эталонным барометром. Повторите измерения в каждой точке не менее двух раз.

10.1.2.4 На каждом заданном значении фиксируйте значения, измеренные комплексом Азимут, $P_{\text{изм}i}$ и значения эталонные, $P_{\text{эт}i}$ измеренные эталонным барометром.

10.1.2.5 Вычислите абсолютную погрешность измерений атмосферного давления по формуле:

$$\Delta P = P_{\text{изм}i} - P_{\text{эт}i}$$

10.1.2.6 Результаты считаются положительными, если абсолютная погрешность измерительного канала атмосферного давления во всех выбранных точках не превышает:

$$|\Delta P| \leq 0,5 \text{ гПа}$$

10.2 Определение метрологических характеристик канала измерений температуры воздуха выполняется в следующем порядке:

10.2.1 Определение метрологических характеристик канала измерений температуры воздуха с ПИП ДМП, ДТВВ-1 выполняется в следующем порядке:

10.2.1.1 Поместите ПИП ДМП, ДТВВ-1 канала измерений температуры воздуха и эталонный термометр в климатическую камеру таким образом, чтобы ПИП ДМП, ДТВВ-1 находились в непосредственной близости от эталонного термометра.

10.2.1.2 Последовательно задайте значения температуры в климатической камере в пяти точках равномерно распределённых по всему диапазону измерений.

10.2.1.3 На каждом заданном значении фиксируйте значения, измеренные ПИП канала измерений температуры воздуха, $t_{\text{в изм}i}$ и значения эталонные, $t_{\text{в эт}i}$ измеренные эталонным термометром.

10.2.1.4 Вычислите абсолютную погрешность канала измерений температуры воздуха по формуле:

$$\Delta t_{\text{в}} = t_{\text{в изм}i} - t_{\text{в эт}i}$$

10.2.1.5 Результаты считаются положительными, если абсолютная погрешность измерительного канала температуры воздуха с ПИП ДМП во всех выбранных точках не превышает:

$$|\Delta t_{\text{в}i}| \leq 0,3 \text{ }^{\circ}\text{C}$$

10.2.1.6 Результаты считаются положительными, если абсолютная погрешность измерительного канала температуры воздуха с ПИП ДТВВ-1 во всех выбранных точках не превышает:

$$|\Delta t_{\text{в}i}| \leq 0,2 \text{ }^{\circ}\text{C}$$

10.2.2 Допускается проведение периодической поверки ПИП ДТВВ-1 канала измерений температуры воздуха в условиях эксплуатации в следующем порядке:

10.2.2.1 Поместите ПИП ДТВВ-1 канала измерений температуры воздуха и эталонный термометр из состава комплекса поверочного портативного КПП-2 в калибратор температуры комплекса поверочного портативного КПП-2.

10.2.2.2 Последовательно задайте значения температуры калибратором в пяти точках равномерно распределённых по всему диапазону измерений.

10.2.2.3 На каждом заданном значении фиксируйте значения, измеренные ПИП канала измерений температуры воздуха ДТВВ-1, $t_{в\text{ изм}i}$ и значения эталонные, $t_{в\text{ эт}i}$ измеренные комплексом КПП-2.

10.2.2.4 Вычислите абсолютную погрешность канала измерений температуры воздуха Δt_v по формуле:

$$\Delta t_v = t_{в\text{ изм}i} - t_{в\text{ эт}i}$$

10.2.2.5 Результаты считаются положительными, если абсолютная погрешность измерительного канала температуры воздуха с ПИП ДТВВ-1 во всех выбранных точках не превышает:

$$|\Delta t_{vi}| \leq 0,2\text{ }^{\circ}\text{C}$$

10.3. Определение метрологических характеристик канала измерений относительной влажности воздуха выполняется в следующем порядке:

10.3.1 Проверка диапазона и определение абсолютной погрешности измерений относительной влажности воздуха в лабораторных условиях выполняются в следующем порядке:

10.3.1.1 Поместите в климатическую камеру ПИП ДМП, ДТВВ-1 канала измерений относительной влажности и гигрометр Rotronic таким образом, чтобы ПИП ДМП, ДТВВ-1 канала измерений относительной влажности находились в непосредственной близости от гигрометра Rotronic.

10.3.1.2 Задавайте значения относительной влажности в пяти точках, равномерно распределённых по диапазону (поддиапазону) измерений.

10.3.1.3 На каждом заданном значении фиксируйте показания, измеренные ПИП ДМП, ДТВВ-1 канала измерений относительной влажности, $\varphi_{\text{изм}i}$, и показания эталонные, $\varphi_{\text{эт}i}$, измеренные гигрометром Rotronic. Повторите измерения не менее трех раз.

10.3.1.4 Вычислите для соответствующих диапазонов (поддиапазонов) абсолютную погрешность канала измерений относительной влажности воздуха, $\Delta \varphi_i$, по формуле:

$$\Delta \varphi_i = \varphi_{\text{изм}i} - \varphi_{\text{эт}i}$$

10.3.1.5 Результаты считаются положительными, если абсолютная погрешность канала измерений относительной влажности комплекса Азимут с измерительным преобразователем комплексными ДМП во всех выбранных точках не превышает:

$$|\Delta \varphi_i| \leq 2\text{ } \%, \text{ в диапазоне от } 5 \text{ до } 90\text{ } \% \text{ включ.},$$

$$|\Delta \varphi_i| \leq 5\text{ } \%, \text{ в диапазоне св. } 90 \text{ до } 100\text{ } \%.$$

10.3.1.6 Результаты считаются положительными, если абсолютная погрешность канала измерений относительной влажности комплекса Азимут с измерительным преобразователем комплексными ДТВВ-01 во всех выбранных точках не превышает:

$$|\Delta \varphi_i| \leq 3\text{ } \%, \text{ при температуре от минус } 60\text{ }^{\circ}\text{C} \text{ до минус } 40\text{ }^{\circ}\text{C} \text{ включ.}$$

$$\text{в диапазоне от } 10 \text{ до } 90\text{ } \% \text{ включ.}$$

$$|\Delta \varphi_i| \leq 2\text{ } \%, \text{ при температуре св. минус } 40\text{ }^{\circ}\text{C} \text{ до плюс } 60\text{ }^{\circ}\text{C} \text{ включ.}$$

$$\text{в диапазоне от } 10 \text{ до } 90\text{ } \% \text{ включ.}$$

$$|\Delta \varphi_i| \leq 3\text{ } \%, \text{ при температуре св. минус } 40\text{ }^{\circ}\text{C} \text{ до плюс } 60\text{ }^{\circ}\text{C} \text{ включ.}$$

$$\text{в диапазоне от } 0 \text{ до } 10\text{ } \% \text{ и св. } 90 \text{ до } 100\text{ } \%$$

10.3.2 Допускается проведение периодической поверки канала измерений относительной влажности воздуха для ПИП ДТВВ-1 в условиях эксплуатации в следующем порядке:

10.3.2.1 Последовательно помещайте ПИП ДТВВ-1 канала измерений относительной влажности воздуха и эталонный гигрометр в растворы солей (LiCl , MgCl_2 , NaCl , K_2SO_4) из состава комплекса поверочного портативного КПП-3. Растворы солей приготовить в соответствии с р. 3 РЭ на калибраторы влажности НМК15.

10.3.2.2 Выдерживайте в каждой из солей ПИП ДТВВ-1 канала измерений относительной влажности воздуха и эталонный гигрометр не менее четырех часов.

10.3.2.3 На каждом заданном значении фиксируйте значения, измеренные ПИП ДТВВ-1 канала измерений относительной влажности воздуха, $\Phi_{\text{изм}i}$ и значения эталонные, $\Phi_{\text{эт}i}$ измеренные эталонным гигрометром.

10.3.2.4 Вычислите абсолютную погрешность комплекса Азимут по каналу измерения относительной влажности воздуха по формуле:

$$\Delta\Phi = \Phi_{\text{изм}i} - \Phi_{\text{эт}i}$$

10.3.2.5 Результаты считаются положительными, если абсолютная погрешность канала измерений относительной влажности комплекса Азимут с измерительным преобразователем комплексными ДТВВ-01 во всех выбранных точках не превышает:

$$|\Delta\Phi_i| \leq 3 \% \text{ в диапазоне от } 10 \text{ до } 90 \% \text{ включ.}$$

при температуре от минус 60 °С до минус 40 °С включ.

$$|\Delta\Phi_i| \leq 2 \% \text{ в диапазоне от } 10 \text{ до } 90 \% \text{ включ.}$$

при температуре св. минус 40 °С до плюс 60 °С включ.

$$|\Delta\Phi_i| \leq 3 \%, \text{ в диапазоне от } 0 \text{ до } 10\% \text{ и св. } 90 \text{ до } 100\%$$

при температуре св. минус 40 °С до плюс 60 °С включ.

10.4 Определение метрологических характеристик канала измерений скорости воздушного потока выполняются в следующем порядке:

10.4.1 Первичная поверка канала измерений скорости воздушного потока выполняется в следующем порядке:

10.4.1.1 Поместите ПИП ДМП, ДСНВ, ДСНВ-А канала измерений скорости воздушного потока в измерительный участок установки аэродинамической.

10.4.1.2 Задавайте установкой аэродинамической АТ-60 значения скорости воздушного потока не менее чем в пяти точках, $V_{\text{эт}i}$, равномерно распределенных по поддиапазону измерений.

10.4.1.3 Фиксируйте показания комплекса АЗИМУТ, $V_{\text{изм}i}$, измеренные ПИП ДМП, ДСНВ, ДСНВ-А канала измерений скорости воздушного потока, и значения эталонные, $V_{\text{эт}i}$, полученные с установки аэродинамической.

10.4.1.4 Вычислите для соответствующих диапазонов погрешность канала измерений скорости воздушного потока комплекса Азимут, ΔV_i , по формулам:

$$\Delta V_i = V_{\text{изм}i} - V_{\text{эт}i}$$

$$\delta V_i = \frac{V_{\text{изм}i} - V_{\text{эт}i}}{V_{\text{эт}i}} \times 100\%$$

10.4.1.5 Результаты считаются положительными, если абсолютная погрешность измерительного канала скорости воздушного потока с ПИП ДСНВ, ДСНВ-А во всех выбранных точках не превышает:

$$|\Delta V_i| \leq (0,04 + 0,04 \cdot V),$$

где V- измеренная скорость воздушного потока.

10.4.1.6 Результаты считаются положительными, если погрешность измерительного канала скорости воздушного потока с ПИП ДМП во всех выбранных точках не превышает:

$$|\Delta V_i| \leq (0,1 + 0,5 \cdot V), \text{ в диапазоне от } 0,2 \text{ до } 0,5 \text{ м/с включ.}$$

где V - измеренная скорость воздушного потока.

$$|\Delta V_i| \leq 0,5 \text{ м/с, в диапазоне св. } 0,5 \text{ до } 10,0 \text{ м/с включ.}$$

$$|\delta V| \leq 5 \%, \text{ в диапазоне св. } 10 \text{ до } 60 \text{ м/с}$$

10.4.2 Периодическая поверка канала измерений скорости воздушного потока в условиях эксплуатации для ПИП канала измерений скорости воздушного потока механического типа выполняется в следующем порядке:

10.4.2.1 Присоедините раскручивающее устройство из состава комплекса поверочного портативного КПП-4М (далее – КПП-4М) к ПИП ДСНВ, ДСНВ-А канала измерений скорости воздушного потока.

10.4.2.2 Задавайте с помощью КПП-4М значения частоты вращения оси раскручивающего устройства в пяти точках, равномерно распределенных по диапазону измерений. Соответствие частоты вращения и скорости воздушного потока для ПИП канала измерений скорости воздушного потока механического типа представлено в Приложении А.

10.4.2.3 На каждой имитируемой скорости воздушного потока фиксируйте значения, измеренные ПИП ДСНВ, ДСНВ-А канала измерений скорости воздушного потока механического типа, $V_{\text{изм}}$, и значения эталонные, $V_{\text{эт}}$, полученные с КПП-4М.

10.4.2.4 Результаты считаются положительными, если абсолютная погрешность измерительного канала скорости воздушного потока с ПИП ДСНВ, ДСНВ-А во всех выбранных точках не превышает:

$$|\Delta V_i| \leq (0,04 + 0,04 \cdot V),$$

где V - измеренная скорость воздушного потока.

10.5 Определение метрологических характеристик канала измерений направления воздушного потока выполняются в следующем порядке:

10.5.1 Первичная поверка канала измерений направления воздушного потока с ПИП канала измерений направления воздушного потока выполняется в следующем порядке:

10.5.1.1 Разметьте ПИП ДМП, ДСНВ, ДСНВ-А канала измерений направления воздушного потока на поворотном координатном столе из состава установки аэродинамической таким образом, чтобы показания ПИП канала измерений направления воздушного потока и поворотного стола соответствовали 0 градусам.

10.5.1.2 Задайте установкой аэродинамической значение скорости воздушного потока, равное 0,5 м/с. При заданной скорости воздушного потока последовательно задайте координатным столом четыре значения направления воздушного потока, равномерно распределенных по всему диапазону измерений, $A_{\text{эти}}$.

10.5.1.3 На каждом заданном значении фиксируйте показания, $A_{\text{изми}}$, измеренные ПИП ДСНВ, ДСНВ-А канала измерений направления воздушного потока и значения эталонные, $A_{\text{эти}}$, полученные с установки аэродинамической.

10.5.1.4 Повторите пункты 10.5.1.3 установив скорость воздушного потока, равную 30 м/с, в рабочей зоне установки аэродинамической.

10.5.1.5 Вычислите абсолютную погрешность канала измерений направления воздушного потока комплекса Азимут, ΔA_i , по формуле:

$$\Delta A_i = A_{\text{изми}} - A_{\text{эти}}$$

10.5.1.6 Первичная и периодическая поверка канала измерений направления воздушного потока с ПИП ультразвукового типа выполняются по п. 10.5.1.1–10.5.1.5 настоящей методики.

10.5.1.7 Результаты считаются положительными, если абсолютная погрешность канала измерений направления воздушного потока комплекса Азимут с ПИП ДМП во всех выбранных точках не превышает:

$$|\Delta A_i| \leq 3^\circ$$

10.5.1.8 Результаты считаются положительными, если абсолютная погрешность канала измерений направления воздушного потока комплекса Азимут с ПИП ДСНВ, ДСНВ-А во всех выбранных точках не превышает:

$$|\Delta A_i| \leq 2^\circ$$

10.5.2 Периодическая поверка канала измерений направления воздушного потока с ПИП канала измерений направления воздушного потока механического типа может проводиться как в лаборатории, так и в условиях эксплуатации. Периодическая поверка канала измерений направления воздушного потока с ПИП ДСНВ, ДСНВ-А канала измерений направления воздушного потока в лаборатории производится в объеме операций первичной поверки. Периодическая поверка ПИП ДСНВ, ДСНВ-А канала измерений направления воздушного потока в условиях эксплуатации выполняется в следующем порядке:

10.5.2.1 Совместите отметку «N» / «Север» на ПИП ДСНВ, ДСНВ-А канала измерений направления воздушного потока с значением «0» на лимбе из состава КПП-4М.

10.5.2.2 Задайте лимбом значения направления воздушного потока в четырех точках, равномерно распределенных по всему диапазону измерений.

10.5.2.3 На каждом заданном значении фиксируйте показания, $A_{изм_i}$, измеренные ПИП ДСНВ, ДСНВ-А канала измерений направления воздушного потока, и значения эталонные, $A_{эт_i}$, полученные с лимба КПП-4М.

10.5.2.4 Вычислите абсолютную погрешность измерительного канала направления воздушного потока, $\Delta A_{пi}$, по формуле:

$$\Delta A_{пi} = A_{изм_i} - A_{эт_i}$$

10.5.2.5 Результаты считаются положительными, если абсолютная погрешность ПИП ДСНВ, ДСНВ-А измерительного канала направления воздушного потока во всех выбранных точках не превышает:

$$|\Delta A_{пi}| \leq 2^\circ$$

10.6 Определение метрологических характеристик канала измерений МОД выполняются в следующем порядке:

10.6.1 Закрепите устройство задания метеорологической оптической дальности УСМОД (далее – устройство УСМОД) на ПИП ДМДВ канала измерений МОД.

10.6.2 Задавайте устройством УСМОД значения МОД, $S_{эт}$, в трех точках, равномерно распределенных по диапазону (поддиапазону) измерений.

10.6.3 После стабилизации показаний в каждой точке заданного значения МОД, фиксируйте показания МОД, измеренные ПИП ДМДВ канала измерений МОД, $S_{изм}$, и значения эталонные, $S_{эт}$ (из формуляра на УСМОД).

10.6.4 Вычислите относительную погрешность измерительного канала МОД, δS_i , по формуле:

$$\delta S_i = \frac{S_{изм} - S_{эт}}{S_{эт}} \times 100\%$$

10.6.5 Результаты считаются положительными, если относительная погрешность измерительного канала МОД во всех выбранных точках не превышает:

$$|\delta S_i| \leq 8 \%, \text{ в диапазоне от 10 до 600 м включ.},$$

$$|\delta S_i| \leq 10 \%, \text{ в диапазоне св. 600 до 10000 м включ.},$$

$$|\delta S_i| \leq 20 \%, \text{ в диапазоне св. 10000 до 20000 м}$$

10.7 Определение метрологических характеристик канала измерений высоты нижней границы облаков (далее- ВНГО) выполняются в следующем порядке:

10.7.1 Подсоедините волоконно-оптическую линию задержки из состава рабочего эталона единицы длины (далее – ВОЛЗ) к ПИП SKYDEX-15, SKYDEX-15-М из состава

комплекса Азимут. Схема подключения приведена в ИСАТ.416531.050РЭ на ПИП SKYDEX-15, SKYDEX-15-M.

10.7.2 Задавайте при помощи ВОЛЗ следующие значения ВНГО: 10, 20, 30, 1000, 2000, 3000, 4000, 5000, 6000, 7000, 8000 м. Фиксируйте показания измерений ВНГО, $H_{изм}$, ПИП SKYDEX-15, SKYDEX-15-M.

10.7.3 Вычислите для соответствующих поддиапазонов абсолютную погрешность измерений ВНГО, ΔH_i , по формуле:

$$\Delta H_i = H_{измi} - H_{эti}$$

10.7.4 Вычислите для соответствующих поддиапазонов относительную погрешность измерений ВНГО, δH_i , по формуле:

$$\delta H_i = \frac{H_{измi} - H_{эti}}{H_{эti}} \cdot 100 \%$$

10.7.5 Результаты считаются положительными, если абсолютная и относительная погрешности измерений ВНГО с ПИП SKYDEX-15, SKYDEX-15-M во всех выбранных точках не превышают:

$$|\Delta H_i| \leq 5 \text{ м, в диапазоне от 10 до 100 м включ.,}$$

$$|\delta H_i| \leq 2 \%, \text{ в диапазоне св. 100 до 8000 м.}$$

10.8 Подтверждение соответствия средства измерений метрологическим требованиям

В результате анализа характеристик, полученных в результате поверки, делается вывод о пригодности дальнейшего использования средства измерений.

11 Оформление результатов поверки

11.1 Результаты поверки средств измерений подтверждаются сведениями о результатах поверки средств измерений, включенными в Федеральный информационный фонд по обеспечению единства измерений. По заявлению владельца средства измерений или лица, представившего его на поверку, выдается свидетельство о поверке средства измерений, и (или) в формуляр средства измерений вносится запись о проведенной поверке, заверяемая подписью поверителя и знаком поверки, с указанием даты поверки, или выдается извещение о непригодности к применению средства измерений.

11.2 Протокол оформляется по запросу.

Приложение А

(Обязательное)

Соответствие частоты вращения вала и скорости воздушного потока первичных измерительных преобразователей.

Соответствие частоты вращения вала и скорости воздушного потока для ПИП ДСНВ

Значения частоты вращения, об/мин	Имитируемые значения скорости воздушного потока, м/с
20	0,5
50	1,3
100	2,6
200	4,8
500	11,5
1000	22,8
1500	34,0
2000	45,2
2500	56,4
3000	67,6

Соответствие частоты вращения вала и скорости воздушного потока для ПИП ДСНВ-А

Значение частоты вращения, об/мин	Эквивалентные значения скорости воздушного потока, м/с
30	1,0
60	1,6
120	3,0
600	13,8
1800	40,7
2500	56,3
3300	74,2

Приложение Б
(Обязательное)
Метрологические характеристики

Наименование измерительного канала	Наименование применяемого компонента	Наименование характеристики	Значение
ИК атмосферного давления	ДМП исполнение ИСАТ.416311.002	Диапазон измерений, гПа	от 600 до 1100
		Пределы допускаемой абсолютной погрешности измерений, гПа	$\pm 0,5$
	ДМП исполнение ИСАТ.416311.002-01	Диапазон измерений, гПа	от 600 до 1100
		Пределы допускаемой абсолютной погрешности измерений, гПа	$\pm 0,5$
	ДАДС-1	Диапазон измерений, гПа	от 500 до 1100
		Пределы допускаемой абсолютной погрешности измерений, гПа	$\pm 0,3$
ИК температуры воздуха	ДМП исполнение ИСАТ.416311.002	Диапазон измерений, °C	от -50 до +60
		Пределы допускаемой абсолютной погрешности измерений воздуха, °C	$\pm 0,3$
	ДМП исполнение ИСАТ.416311.002-01	Диапазон измерений, °C	от -50 до +60
		Пределы допускаемой абсолютной погрешности измерений воздуха, °C	$\pm 0,3$
	ДТВВ-01	Диапазон измерений, °C	от -60 до +60
		Пределы допускаемой абсолютной погрешности измерений, °C	$\pm 0,2$
ИК относительной влажности воздуха	ДМП исполнение ИСАТ.416311.002	Диапазон измерений, %	от 5 до 100
		Пределы допускаемой абсолютной погрешности измерений, %:	± 2
		- в диапазоне от 5 % до 90 % включ. - в диапазоне св. 90 % до 100 %	± 5
	ДМП исполнение ИСАТ.416311.002-01	Диапазон измерений, %	от 5 до 100
		Пределы допускаемой абсолютной погрешности измерений, %:	± 2
		- в диапазоне от 5 % до 90 % включ. - в диапазоне св. 90 % до 100 %	± 5
	ДТВВ-01	Диапазон измерений, %	от 0 до 100
		Пределы допускаемой абсолютной погрешности измерений, %:	± 3
		- при температуре от -60 °C до -40 °C включ.	± 2
		- при температуре св. -40 °C до +60 °C в диапазоне от 10 % до 90 %; - при температуре св. -40 °C до +60 °C в диапазоне от 0 % до 10 % и от 90 % до 100 %	± 3

Наименование измерительного канала	Наименование применяемого компонента	Наименование характеристики	Значение
ИК скорости воздушного потока	ДМП исполнение ИСАТ.416311.002	Диапазон измерений, м/с:	от 0,2 до 60,0
		Пределы допускаемой погрешности измерений: - абсолютной, в диапазоне от 0,2 до 0,5 м/с включ., м/с - абсолютной, в диапазоне от 0,5 до 10,0 м/с включ., м/с - относительной, в диапазоне св. 10 до 60 м/с, %	$\pm(0,1 + 0,5V^*)$ $\pm 0,5$ ± 5
		ДСНВ, ДСНВ-А	Диапазон измерений, м/с:
	Пределы допускаемой абсолютной погрешности измерений, м/с:	$\pm(0,04 + 0,04V^*)$	
ИК направления воздушного потока	ДМП исполнение ИСАТ.416311.002	Диапазон измерений	от 0° до 360°
		Пределы допускаемой абсолютной погрешности измерений	$\pm 3^\circ$
	ДСНВ, ДСНВ-А	Диапазон измерений	от 0° до 360°
		Пределы допускаемой абсолютной погрешности измерений	$\pm 2^\circ$
ИК метеорологической оптической дальности	ДМДВ	Диапазон измерений, м	от 10 до 20 000
		Пределы допускаемой относительной погрешности измерений, %: - в диапазоне от 10 до 600 м включ. - в диапазоне св. 600 до 10 000 м включ. - в диапазоне св. 10 000 до 20 000 м	± 8 ± 10 ± 20
ИК высоты нижней границы облачности	SKYDEX-15 SKYDEX-15-M	Диапазон измерений, м	от 10 до 8 000
		Пределы допускаемой погрешности измерений: - абсолютной в диапазоне от 10 до 100 м включ., м - относительной в диапазоне св. 100 до 8 000 м, %	± 5 ± 2
		* V – измеренное значение скорости воздушного потока, м/с.	