

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



И.о. генерального директора
ФГУП «ВНИИМ им. Д.И. Менделеева»
А.Н. Пронин

м.п. «30» 09. 2021 г.

ЗАМЕСТИТЕЛЬ
ГЕНЕРАЛЬНОГО ДИРЕКТОРА
КРИВЦОВ Е.П.
ДОВЕРЕННОСТЬ №23/2021
ОТ 17 МАЯ 2021

Государственная система обеспечения единства измерений

Метеостанции автоматические WXT530

Методика поверки

МП 254-0158-2021

И.о. руководителя научно-исследовательского
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
2021 г.

1 Общие положения

Настоящая методика поверки распространяется на метеостанции автоматические WXT530 (далее – метеостанции WXT530) предназначенные для автоматических измерений метеорологических параметров: температуры воздуха, относительной влажности воздуха, скорости и направления воздушного потока, атмосферного давления, количества и интенсивности атмосферных осадков и устанавливает методы и средства их первичной и периодической поверки.

Методикой поверки должна обеспечиваться прослеживаемость метеостанций WXT530 к Государственному первичному специальному эталону единицы скорости воздушного потока (ГЭТ 150-2012), государственному первичному эталону единицы температуры в диапазоне 0,3 ... 273,16 К (ГЭТ 35-2021) и Государственному первичному эталону единицы температуры в диапазоне от 0 до 3200 °С (ГЭТ 34-2020), Государственный первичный эталон единиц относительной влажности газа, молярной (объемной) доли влаги, температуры точки росы/инея, температуры конденсации углеводородов (ГЭТ 151-2020), Государственному первичному эталону единицы давления для области абсолютных давлений в диапазоне $1 \cdot 10^{-1} \div 7 \cdot 10^5$ Па (ГЭТ 101-2011), Государственному первичному эталону единицы массы – килограмма (ГЭТ 3-2020).

Методы, обеспечивающие реализацию методики поверки:

- непосредственное сличение - при проверке измерений скорости и направления воздушного потока, относительной влажности воздуха, температуры воздуха, атмосферного давления;

- косвенные измерения – при проверке количества и интенсивности атмосферных осадков.

Метеостанции WXT530 подлежат первичной и периодической поверке. Методикой поверки предусмотрена, по заявке владельца СИ, поверка для меньшего числа измерительных каналов, с обязательным занесением данной информации в Федеральный информационный фонд по обеспечению единства измерений.

2 Перечень операций поверки средства измерений

Таблица 1

Наименование операции	Номер пункта документа о поверке	Проведение операции при	
		Первичной поверке	Периодической поверке
Внешний осмотр	7	да	да
Опробование	8.4	да	да
Подтверждение соответствия программного обеспечения	9	да	да
Определение метрологических характеристик при измерении:			
- температуры воздуха	10.1	да	да
- относительной влажности воздуха	10.2	да	да
- скорости и направления воздушного потока	10.3	да	да
- атмосферного давления	10.4	да	нет
	10.5	нет	да
- количества осадков	10.6	да	да
- интенсивности осадков	10.7	да	да

2.1 При отрицательных результатах одной из операций поверка прекращается.

3 Требования к условиям проведения поверки

При поверке должны быть соблюдены следующие условия:

- | | |
|--------------------------------------|-----------------|
| - температура воздуха, °С | от 20 до 30; |
| - относительная влажность воздуха, % | от 30 до 80; |
| - атмосферное давление, гПа | от 600 до 1100. |

4 Требования к специалистам, осуществляющим поверку

4.1 К проведению поверки допускаются лица, изучившие настоящую методику и эксплуатационную документацию (далее – ЭД), прилагаемую к метеостанциям WXT530.

5 Метрологические и технические требования к средствам поверки

Таблица 2

Номер пункта документа по поверке	Наименование и тип (условное обозначение) основного или вспомогательного средства поверки; обозначение нормативного документа, регламентирующего технические требования, и (или) метрологические и основные технические характеристики средства поверки
10.1	Термометр сопротивления платиновый выборочный ПТСВ, модификации ПТСВ-2К-1 диапазон измерений температуры от -60 °С до +60 °С, пределы допускаемой абсолютной погрешности измерений температуры $\pm(0,1 + 0,0017 t)$, где t – абсолютное значение температуры, °С, регистрационный номер в Федеральном информационном фонде по обеспечению единства измерений 49400-12. Измеритель температуры многоканальный прецизионный МИТ 8.15, диапазон измерений сопротивления от 10 до 100 Ом, диапазон измерений температуры от -200 до 500 °С пределы абсолютной погрешности при измерении температуры $\pm(0,001 + 3 \cdot 10^{-6} \cdot t)$ °С, регистрационный номер в Федеральном информационном фонде по обеспечению единства измерений 19736-11. Камера климатическая, диапазон поддержания температуры от -60 °С до +60 °С
10.2	Гигрометр Rotronic, модификации HygroPalm, исполнение HP23-A, диапазон измерений от 0 до 100 %, пределы допускаемой абсолютной погрешности измерений ± 1 %, регистрационный номер в Федеральном информационном фонде по обеспечению единства измерений 64196-16. Камера климатическая, диапазон поддержания относительной влажности от 1 % до 100 %.
10.3	Рабочий эталон (аэродинамическая измерительная установка) по Государственной поверочной схеме для средств измерений скорости воздушного потока, утвержденной приказом Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии от «25» ноября 2019 г. №2815. Диапазон от 0,2 до 60 м/с, абсолютная погрешность $\pm(0,1+0,02 \cdot V)$ м/с. Лимб из состава КПП-4М, диапазон измерения угла поворота от 0 до 360°, пределы допускаемой абсолютной погрешности измерений угла поворота $\pm 1^\circ$, регистрационный номер в Федеральном информационном фонде по обеспечению единства измерений 83728-21.
10.4	Термобарокамера, диапазон задания абсолютного давления от 500 до 1100 гПа, с диапазоном поддержания температур от -60 °С до +60 °С. Барометр образцовый переносной БОП-1М, модификация БОП-1М-2, диапазон измерений абсолютного давления от 5 до 1100 гПа, предел допускаемой погрешности измерений абсолютного давления $\pm 0,1$ гПа, регистрационный номер в Федеральном информационном фонде по обеспечению единства измерений 26469-17.

10.5	Барокамера, диапазон задания абсолютного давления от 500 до 1100 гПа. Барометр образцовый переносной БОП-1М, модификация БОП-1М-2, диапазон измерений абсолютного давления от 5 до 1100 гПа, предел допускаемой погрешности измерений абсолютного давления $\pm 0,1$ гПа, регистрационный номер в Федеральном информационном фонде по обеспечению единства измерений 26469-17.
10.6	Цилиндр 2-го класса точности «Klin», номинальная вместимость 10 мл; 100 мл; 2000 мл, пределы допускаемой абсолютной погрешности измерений $\pm 0,2$ мл с номинальной вместимостью 100 мл; ± 1 мл с номинальной вместимостью 100 мл; ± 20 мл с номинальной вместимостью 2000 мл, регистрационный номер в Федеральном информационном фонде по обеспечению единства измерений 33562-06. Устройство каплеобразования.
10.7	Цилиндр 2-го класса точности «Klin», номинальная вместимость 10 мл; 100 мл; 2000 мл, пределы допускаемой абсолютной погрешности измерений $\pm 0,2$ мл с номинальной вместимостью 100 мл; ± 1 мл с номинальной вместимостью 100 мл; ± 20 мл с номинальной вместимостью 2000 мл, регистрационный номер в Федеральном информационном фонде по обеспечению единства измерений 33562-06. Секундомер механический СОПпр, регистрационный номер в Федеральном информационном фонде по обеспечению единства измерений 11519-11. Устройство каплеобразования.

5.1 Средства поверки должны иметь действующие о поверке сведения, эталоны – свидетельства об аттестации.

5.2 Допускается применение аналогичных средств поверки, обеспечивающих определение метрологических характеристик с требуемой точностью.

6 Требования (условия) по обеспечению безопасности проведения поверки

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

7 Внешний осмотр средства измерений

При проведении внешнего осмотра должно быть установлено соответствие метеостанции WXT530 следующим требованиям:

- 7.1 Соответствие внешнему виду СИ описанию типа СИ.
- 7.2 Наличию знака утверждения типа в месте, указанном в описании типа СИ.
- 7.3 Метеостанция WXT530 не должна иметь механических повреждений или иных дефектов, влияющих на качество ее работы.
- 7.4 На деталях не должно быть пятен, царапин и дефектов, влияющих на качество работы метеостанции WXT530.
- 7.5 Соединения в разъемах питания метеостанции WXT530 должны быть надежными.
- 7.6 Маркировка метеостанции WXT530 должна быть целой, четкой, хорошо читаемой.

8 Подготовка к поверке и опробование средства измерений

- 8.1 Проверить комплектность метеостанции WXT530.
 - 8.2 Проверить электропитание метеостанции WXT530.
 - 8.3 Подготовить к работе и включить метеостанцию WXT530 согласно ЭД. Перед началом поверки метеостанция должна работать не менее 20 мин.
 - 8.4 Опробование
- Опробование метеостанции WXT530 должно осуществляться в следующем порядке:

8.4.1 Включите метеостанцию. Проведите тестирование метеостанции WXT530. Результаты тестирования должны показать, что все рабочие параметры метеостанции WXT530 находятся в заданных пределах.

9 Проверка программного обеспечения средства измерений

9.1 Идентификация встроенного ПО «WXT530» осуществляется путем проверки номера версии ПО и проверки опломбирования метеостанции WXT530.

9.2 Проверьте пломбировку на корпусе метеостанции на целостность.

9.3 Номер версии встроенного ПО «WXT530» отображается после соединения с метеостанцией при помощи терминальной программы (HyperTerminal) и открытия линии связи при помощи команды «ореп». Параметры соединения указаны в формуляре «Метеостанции автоматические WXT530».

9.4 Результаты идентификации программного обеспечения считают положительными, если считанные данные о ПО не ниже приведенных в таблице 3.

Таблица 3

Идентификационные данные (признаки)	Значение
Идентификационное наименование ПО	WXT530.bin
Номер версии (идентификационный номер) ПО	не ниже 1.0
Цифровой идентификатор ПО (CRC32)	8B12F809
Другие идентификационные данные (если имеются)	-

10 Определение метрологических характеристик

Первичная и периодическая поверка метеостанции WXT530 выполняется в следующем порядке:

10.1 Поверка канала измерений температуры воздуха, выполняется в следующем порядке:

10.1.1 Поместите в климатическую камеру метеостанцию WXT530 и эталонный термометр так, чтобы они были расположены максимально близко.

10.1.2 Подключите метеостанцию к ноутбуку согласно ЭД.

10.1.3 Последовательно задавайте значения температуры в климатической камере в трех точках равномерно распределенных в каждом поддиапазоне измерений. Повторите измерения в каждой точке не менее 2 раз.

10.1.4 Фиксируйте показания $T_{\text{изм}}$ метеостанции WXT530 и показания $T_{\text{эт}}$ эталонного термометра.

10.1.5 Определите абсолютную погрешность измерений температуры воздуха, ΔT °C, по формуле:

$$\Delta T = T_{\text{изм}} - T_{\text{эт}}$$

10.1.6 Результаты считаются положительными, если погрешность измерений температуры воздуха составляет:

$$|\Delta T| \leq 0,5 \text{ }^{\circ}\text{C}, \text{ в диапазоне от } -52 \text{ до } +20 \text{ }^{\circ}\text{C} \text{ включ.};$$

$$|\Delta T| \leq 0,3 \text{ }^{\circ}\text{C}, \text{ в диапазоне св. } +20 \text{ до } +40 \text{ }^{\circ}\text{C} \text{ включ.};$$

$$|\Delta T| \leq 0,4 \text{ }^{\circ}\text{C}, \text{ в диапазоне св. } +40 \text{ до } +60 \text{ }^{\circ}\text{C}.$$

10.2 Поверка канала измерений относительной влажности воздуха выполняется в следующем порядке:

10.2.1 Поместите в климатическую камеру метеостанцию WXT530 и гигрометр Rotronic так, чтобы они были расположены максимально близко.

10.2.2 Подключите метеостанцию к ноутбуку согласно ЭД.

10.2.3 Последовательно задавайте значения относительной влажности воздуха не менее в пяти точках равномерно распределенных в диапазоне измерений. Повторите измерения в каждой точке не менее 2 раз.

10.2.4 Фиксируйте показания $\varphi_{\text{изм}}$ метеостанции WXT530 на экране ноутбука, а эталонные значения влажности $\varphi_{\text{эт}}$ снимайте с помощью гигрометра Rotronic.

10.2.5 Вычислите абсолютную погрешность измерений влажности воздуха, $\Delta\varphi$ %, по формуле:

$$\Delta\varphi = \varphi_{\text{изм}} - \varphi_{\text{эт}}$$

10.2.6 Результаты считаются положительными, если погрешность измерений влажности воздуха составляет:

$$|\Delta\varphi| \leq 3 \% \text{ в диапазоне от } 0,8 \% \text{ до } 90 \% \text{ включ.};$$

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

10.3 Поверка канала измерений скорости и направления воздушного потока выполняется в следующем порядке:

10.3.1 Закрепите метеостанцию WXT530 в рабочей зоне аэродинамической измерительной установки (далее-эталон).

10.3.2 Разместите метеостанцию WXT530 в зоне равных скоростей эталона.

10.3.3 Подключите метеостанцию к ноутбуку согласно ЭД.

10.3.4 Перед определением погрешности измерений скорости воздушного потока проведите технологический прогон метеостанции WXT530 при скорости воздушного потока (10 ± 1) м/с в течение 5 минут.

10.3.5 Задавайте эталоном последовательно скорости воздушного потока $V_{\text{эт}}$ не менее чем в пяти точках равномерно распределенных в диапазоне измерений.

10.3.6 На каждой скорости воздушного потока фиксируйте показания метеостанции WXT530 $V_{\text{изм}}$.

10.3.7 Вычислите абсолютную и относительную погрешность измерений скорости воздушного потока по формулам:

$$\Delta V = V_{\text{изм}} - V_{\text{эт}}, \text{ в диапазоне от } 0,2 \text{ до } 10 \text{ м/с включ.},$$

$$\delta V = \frac{V_{\text{изм}} - V_{\text{эт}}}{V_{\text{эт}}} \cdot 100 \% \text{ в диапазоне св. } 10 \text{ до } 60 \text{ м/с}.$$

10.3.8 Результаты считаются положительными, если погрешность измерений скорости воздушного потока составляет:

$$|\Delta V| \leq 0,5 \text{ м/с в диапазоне от } 0,2 \text{ до } 10 \text{ м/с, включ.}$$

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

10.3.9 Закрепите метеостанцию WXT530 на лимбе из состава комплекса поверочного портативного КПП-4М так, чтобы направление «North» метеостанции WXT530 совпадало со значением «0» на лимбе.

10.3.10 Разместите метеостанцию WXT530 в аэродинамической измерительной установки (далее - эталон) навстречу потоку.

10.3.11 Перед определением погрешности измерений направления воздушного потока проведите технологический прогон метеостанции WXT530 при скорости воздушного потока (10 ± 1) м/с в течение 15 минут.

10.3.12 Установите скорость воздушного потока эталоном 10 м/с и снимайте показания $A_{\text{изм}}$ при значениях, установленных лимбом из состава комплекса поверочного портативного КПП-4М $A_{\text{эт}}$: 0° , 90° , 180° , 270° и 360° .

10.3.13 Вычислите абсолютную погрешность измерений направления воздушного потока для каждого значения по формуле:

$$\Delta A = A_{\text{изм}} - A_{\text{эт}}$$

10.3.14 Погрешность измерений направления воздушного потока должна удовлетворять условию:

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

10.4 Первичная поверка канала измерений атмосферного давления выполняется в следующем порядке:

10.4.1 Разместите метеостанцию WXT530 в барокамере. Подключите метеостанцию к ноутбуку согласно ЭД.

10.4.2 Присоедините вакуумные шланги барокамеры к штуцеру барометра образцового переносного БОП-1М.

10.4.3 Установите значение температуры воздуха в термобарокамере равное минус 52 °С. После выхода барокамеры на заданную температуры задавайте значения атмосферного давления в пяти точках, равномерно распределенных по диапазону измерений.

10.4.4 Фиксируйте показания метеостанции WXT530 $P_{изм}$ на экране ноутбука, а эталонного барометра $P_{эт}$ с его дисплея.

10.4.5 Повторите пункты 10.4.3 – 10.4.4 задавая значения температуры равные 30 °С, 60 °С.

10.4.6 Вычислите абсолютную погрешность измерений атмосферного давления ΔP по формуле:

$$\Delta P = P_{изм} - P_{эт}$$

10.4.7 Результаты считаются положительными, если абсолютная погрешность измерений атмосферного составляет:

$$|\Delta P| \leq 0,5 \text{ гПа, при температуре св. } 0 \text{ до } +30 \text{ °С включ.};$$

$$|\Delta P| \leq 1,0 \text{ гПа, при температуре от } -52 \text{ до } 0 \text{ °С включ., и св. } +30 \text{ до } +60 \text{ °С.}$$

10.5 Периодическая поверка канала измерений атмосферного давления выполняется при температуре воздуха от +15 °С до +25 °С в следующем порядке:

10.5.1 Разместите метеостанцию WXT530 в термобарокамере.

10.5.2 Присоедините вакуумные шланги термобарокамеры к штуцеру барометра образцового переносного БОП-1М.

10.5.3 Задавайте значения атмосферного давления в пяти точках равномерно распределенных по диапазону измерений.

10.5.4 Фиксируйте показания метеостанции WXT530 $P_{изм}$ на экране ноутбука, а эталонного барометра $P_{эт}$ с его дисплея.

10.5.5 Вычислите абсолютную погрешность измерений атмосферного давления, ΔP , гПа, для метеостанции WXT530 по формуле:

$$\Delta P = P_{изм} - P_{эт}$$

10.5.7 Результаты считаются положительными, если абсолютная погрешность измерений атмосферного давления составляет:

$$|\Delta P| \leq 0,5 \text{ гПа.}$$

10.6 Проверка диапазона и определение погрешности канала измерений количества осадков выполняется в следующем порядке:

10.6.1 Установите метеостанцию WXT530 на ровную плоскую поверхность и подключите её к ноутбуку.

10.6.2 Установите устройство каплеобразования (далее - устройство) над метеостанцией WXT530 согласно схеме приведенной в приложении А, так чтобы центр устройства совпадал с центром метеостанции WXT530.

10.6.3 Наполните цилиндр «Klin» водой до отметки в 10 мл, что соответствует количеству осадков $M_{эт}$ 0,2 мм. (см. приложение А). Наполните устройство водой из цилиндра «Klin». Откройте задвижку на устройстве, вода начнет капать на метеостанцию WXT530.

10.6.4 По истечению всей воды из устройства, зафиксируйте показания метеостанции WXT530, $M_{изм}$.

10.6.5 Повторите операции с п. 10.6.3 – 10.6.4 наполняя устройство водой 50 мл, 100 мл, 200 мл, 1000 мл, 2000 мл, что соответствует $M_{эт}$ 1,1 мм; 2,1 мм; 4,1 мм; 20,7 мм; 41,3 мм.

10.6.6 Вычислите абсолютную погрешность измерений количества осадков ΔM , мм, по формуле

$$\Delta M = M_{изм} - M_{эт}$$

10.6.7 Результаты считаются положительными, если погрешность измерений количества осадков составляет:

$$|\Delta M| \leq (0,2 + 0,05 \cdot M) \text{ мм, где } M - \text{измеренное количество осадков.}$$

10.7 Проверка диапазона и определение абсолютной погрешности измерений интенсивности атмосферных осадков выполняется в следующем порядке.

10.7.1 Установите метеостанцию WXT530 на горизонтальную поверхность.

10.7.2 Установите в устройство каплеобразования согласно схеме приведенной в приложении А сменное дно, обеспечивающее интенсивность осадков 0,2 мм/ч.

10.7.3 Наполните устройство каплеобразования водой с помощью цилиндра «Klin» объемом 10 мл. Откройте задвижку и с помощью секундомера механического СОПрр фиксируйте время, t .

10.7.4 Фиксируйте значения измерений по каналу интенсивности осадков $H_{изм}$ измеренные метеостанцией WXT530.

10.7.5 Повторите п. 10.7.2 – 10.7.4 задавая значения интенсивности атмосферных осадков в точках: 5; 50; 100 и 200 мм/ч равномерно распределённых по всему диапазону измерений, устанавливая соответствующее сменное дно и заполняя устройство каплеобразования водой с помощью цилиндра «Klin» объемом 100 мл.

10.7.6 Вычислите значение измерений интенсивности осадков $H_{эт}$ по формуле:

$$H_{эт} = M/t$$

10.7.7 Вычислите абсолютную погрешность измерений интенсивности осадков ΔH , мм/ч, по формуле:

$$\Delta H = H_{изм} - H_{эт}$$

10.7.8 Результаты проверки считаются положительными, если абсолютная погрешность измерений интенсивности осадков не превышает:

$$\Delta H \leq (0,2 + 0,05 \cdot H) \text{ мм/ч.}$$

11 Подтверждение соответствия средства измерений метрологическим требованиям

В результате анализа характеристик, полученных в результате поверки, делается вывод о пригодности дальнейшего использования средства измерений. Критериями пригодности являются соответствие погрешностей средства измерений п. 10.1.6, 10.2.6, 10.3.8, 10.3.14, 10.4.7, 10.5.7, 10.6.7, 10.7.8 настоящей методики поверки.

12 Оформление результатов поверки

12.1 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 или выдается извещение о непригодности к применению средства измерений.

12.2 Протокол оформляется по заявлению владельца средства измерений или лица, представившего его на поверку.

Приложение А

Устройство каплеобразования

Устройство каплеобразования представляют собой сосуды прямоугольной формы, выполненные из оргстекла, в дне устройств просверлены отверстия, так же имеются задвижки.

Размеры устройства каплеобразования: высота (200 ± 1) мм, ширина (220 ± 1) мм, длина (220 ± 1) мм.

Устройство каплеобразования имеет сменное дно, обеспечивающее задание интенсивности атмосферных осадков 0,2; 5; 50; 100 и 200 мм/ч при объеме воды 100 мл.

Уровень воды в устройстве рассчитывается по формуле $h = V/S$, где V - объем воды, наливаемый в устройство, S - площадь основания устройства. При расчете площади устройства допуски не учитываются, так как их вклад в погрешность пренебрежимо мал. Уровень воды в устройстве эквивалентен количеству выпадающих осадков. Интенсивность атмосферных осадков рассчитывается по формуле $H = M/t$.

Таблица 1 – Соответствие объема воды в устройстве количеству осадков.

Объем воды	Количество осадков
10 мл	0,2 мм
50 мл	1,1 мм
100 мл	2,1 мм
200 мл	4,1 мм
1000 мл	20,7 мм
2000 мл	41,3 мм

Примечание: под количеством осадков понимается толщина слоя выпавших осадков в миллиметрах.

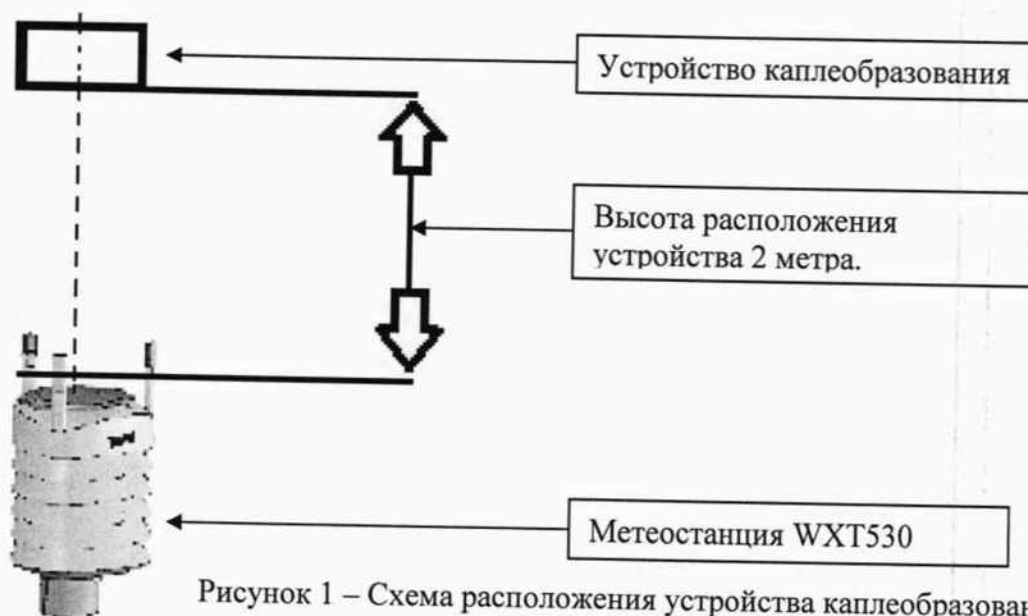


Рисунок 1 – Схема расположения устройства каплеобразования

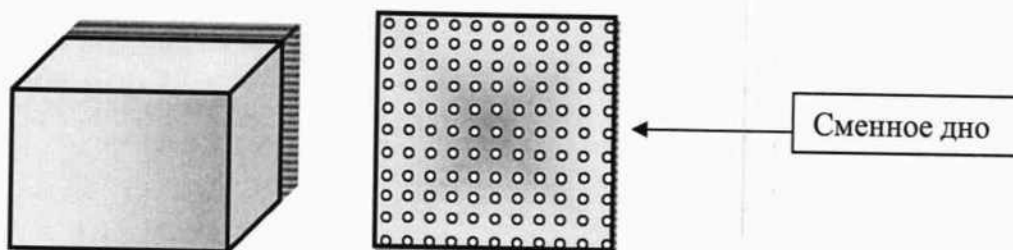


Рисунок 2 – Общий вид устройств каплеобразования