

## Измерители скорости воздушного потока ультразвуковые FLOWSIC 200

**Назначение средства измерений**

Измерители скорости воздушного потока ультразвуковые FLOWSIC 200 (далее – измерители) предназначены для измерений скорости воздушного потока в тоннелях (автодорожных, железнодорожных).

**Описание средства измерений**

Принцип действия измерителей основан на методе измерения разности между временем прохождения ультразвуковых импульсов по направлению потока и против движения потока воздуха.

На обеих сторонах тоннеля под определенным углом к потоку устанавливаются приемопередающие блоки (см. рисунок 1). Приемопередающие блоки имеют пьезоэлектрические ультразвуковые преобразователи, работающие попеременно как приемник и передатчик. Звуковые импульсы посылаются под углом  $\alpha$  к направлению потока. В зависимости от угла  $\alpha$  и скорости потока наблюдается различное время распространения для определенного направления звуковых импульсов.

Скорость потока рассчитывается из разницы значений времени распространения звуковых импульсов по и против потока, независимо от значения скорости звука в среде.

Конструктивно измерители в стандартном исполнении включают в себя два приемопередающих блока FLSE200 (для передачи, приема и обработки ультразвуковых импульсов, обработки сигналов и вычисления скорости воздушного потока) и один блок обработки данных – MCU (для обработки сигналов от приемопередающих блоков, управления системными функциями, ввода/вывода сигналов, энергоснабжения подключенных приемопередающих блоков, коммуникации с системами управления верхнего уровня через дополнительные модули).

Два приемопередающих блока FLSE200 работают как Master (ведущий) и Slave (ведомый). Ведущий FLSE200 оснащен вторым интерфейсом для обеспечения четкого разделения коммуникации между ведомым FLSE200 и MCU. Ведущее устройство запускает ведомое устройство и принимает соответствующий режим измерения. MCU независимо от этого может (асинхронно по отношению к такту измерения) запрашивать данные измерения от ведущего FLSE200. Связь между приемопередающими блоками и MCU осуществляется через интерфейс RS485.

С помощью блока MCU при использовании линии шины можно обеспечить подключение и обработку данных с нескольких измерительных точек (до четырех пар датчиков).

Измеритель управляется с помощью меню и клавиш, расположенных на передней панели MCU, а также удаленно при наличии опционального интерфейса связи. Блок обработки MCU может поставляться с жидкокристаллическим дисплеем или без него. На жидкокристаллическом дисплее MCU отображаются сообщения системы самодиагностики, результаты измерений и вычислений, данные архива.

Приемопередающий блок состоит из блока электроники и ультразвукового преобразователя. Блок электроники содержит все необходимые узлы для обработки сигналов, преобразования в цифровую форму и для коммуникации. Ультразвуковой преобразователь прочно соединен с корпусом. Коммуникация с MCU обеспечивается через подключаемое к шине соединение. Конструкция приемопередающих блоков FLSE200 может различаться в зависимости от рабочих условий эксплуатации. В таблице 1 приведены типы приемопередающих блоков.

Архангельск (8182)63-90-72  
Астана (7172)727-132  
Астрахань (8512)99-46-04  
Барнаул (3852)73-04-60  
Белгород (4722)40-23-64  
Брянск (4832)59-03-52  
Владивосток (423)249-28-31  
Волгоград (844)278-03-48  
Вологда (8172)26-41-59  
Воронеж (473)204-51-73  
Екатеринбург (343)384-55-89  
Иваново (4932)77-34-06

Ижевск (3412)26-03-58  
Иркутск (395)279-98-46  
Казань (843)206-01-48  
Калининград (4012)72-03-81  
Калуга (4842)92-23-67  
Кемерово (3842)65-04-62  
Киров (8332)68-02-04  
Краснодар (861)203-40-90  
Красноярск (391)204-63-61  
Курск (4712)77-13-04  
Липецк (4742)52-20-81  
Киргизия (996)312-96-26-47

Магнитогорск (3519)55-03-13  
Москва (495)268-04-70  
Мурманск (8152)59-64-93  
Набережные Челны (8552)20-53-41  
Нижний Новгород (831)429-08-12  
Новокузнецк (3843)20-46-81  
Новосибирск (383)227-86-73  
Омск (3812)21-46-40  
Орел (4862)44-53-42  
Оренбург (3532)37-68-04  
Пенза (8412)22-31-16  
Казахстан (772)734-952-31

Пермь (342)205-81-47  
Ростов-на-Дону (863)308-18-15  
Рязань (4912)46-61-64  
Самара (846)206-03-16  
Санкт-Петербург (812)309-46-40  
Саратов (845)249-38-78  
Севастополь (8692)22-31-93  
Симферополь (3652)67-13-56  
Смоленск (4812)29-41-54  
Сочи (862)225-72-31  
Ставрополь (8652)20-65-13  
Таджикистан (992)427-82-92-69

Сургут (3462)77-98-35  
Тверь (4822)63-31-35  
Томск (3822)98-41-53  
Тула (4872)74-02-29  
Тюмень (3452)66-21-18  
Ульяновск (8422)24-23-59  
Уфа (347)229-48-12  
Хабаровск (4212)92-98-04  
Челябинск (351)202-03-61  
Череповец (8202)49-02-64  
Ярославль (4852)69-52-93

Таблица 1 – Типы приемопередающих блоков FLSE200

Тип приемопередающего блока FLOWSIC200: FLSE200	Применение	Рекомендованный угол установки к оси туннеля	Измерительное расстояние, м	Конструкция преобразователя	Корпус блока электроники
Н	Применение в атмосферном воздухе с высоким содержанием соли, при больших измерительных расстояниях или при некачественной передаче ультразвукового импульса	45° до 10 м 60° свыше 10 м	от 5 до 40	Преобразователь из титана, высокая мощность	нержавеющая сталь V4A
НМ	Применение в атмосферном воздухе с высоким содержанием соли		от 5 до 25	Преобразователь из титана, средняя мощность	

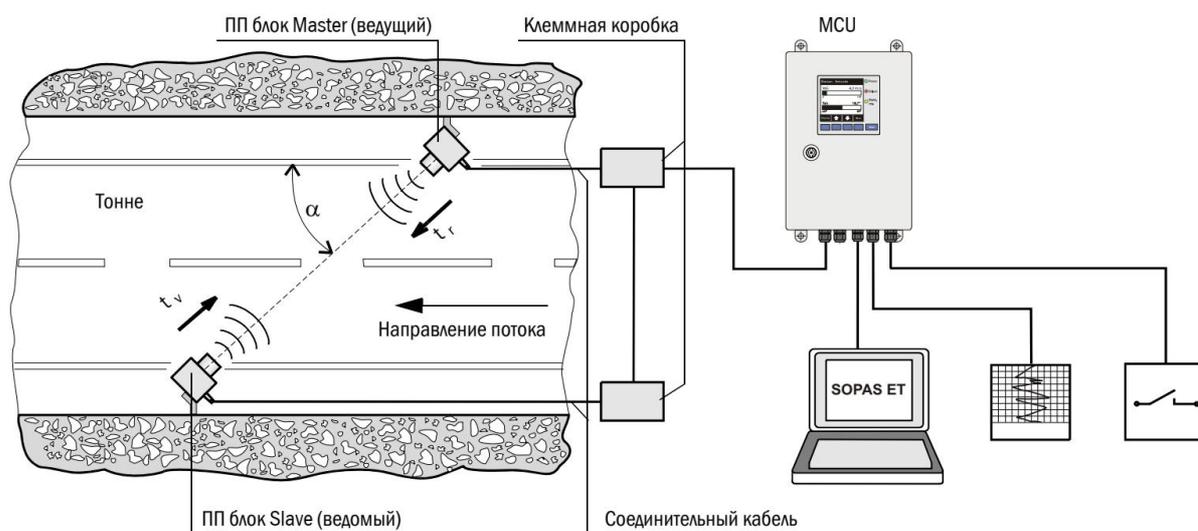


Рисунок 1 - Компоненты ультразвукового измерителя скорости воздушного потока FLOWSIC200

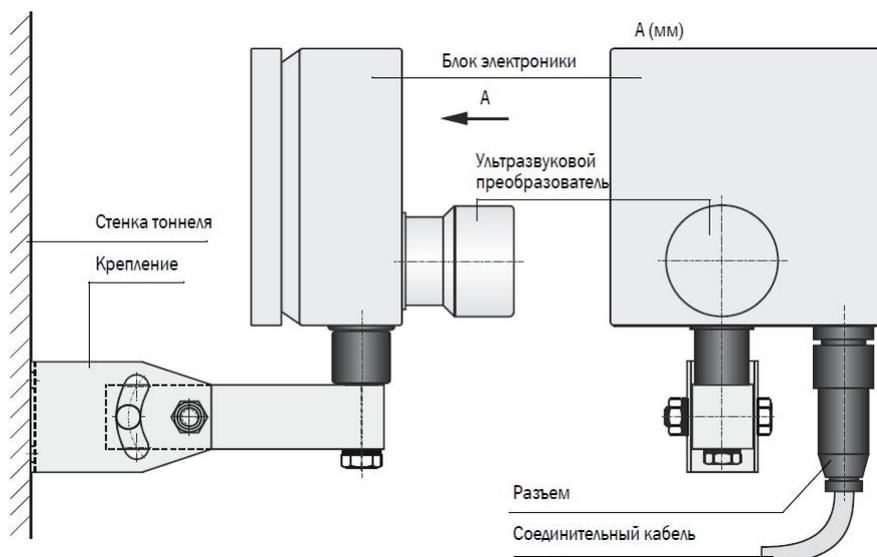


Рисунок 2 - Приемопередающий блок FLSE200-H, FLSE200-NM



Рисунок 3 - Общий вид приемопередающих блоков

В измерителях предусмотрена возможность измерения скорости воздушного потока как в прямом, так и в обратном направлениях (в реверсивном режиме), самодиагностика и проверка нулевых и контрольных значений измеряемых величин.

Блок обработки данных MCU обеспечивает

- управление передачей и обработкой данных от приемопередающих блоков, подключенных через интерфейс RS485;
- вывод сигнала через аналоговый выход (измеренное значение) и релейные выходы (состояние прибора);
- ввод сигнала через аналоговые и цифровые входы;
- энергоснабжение подключенных приемопередающих блоков;
- коммуникацию с системами управления верхнего уровня через дополнительные модули.

Параметры установки и оборудования возможно настроить с помощью ноутбука и сервисной программы через интерфейс USB. Установленные параметры сохраняются даже при отключении энергоснабжения. С помощью шинного варианта к MCU можно подключить до 8 приемопередающих блоков.

Блок обработки данных MCU стандартно встроен в корпус из нержавеющей стали.

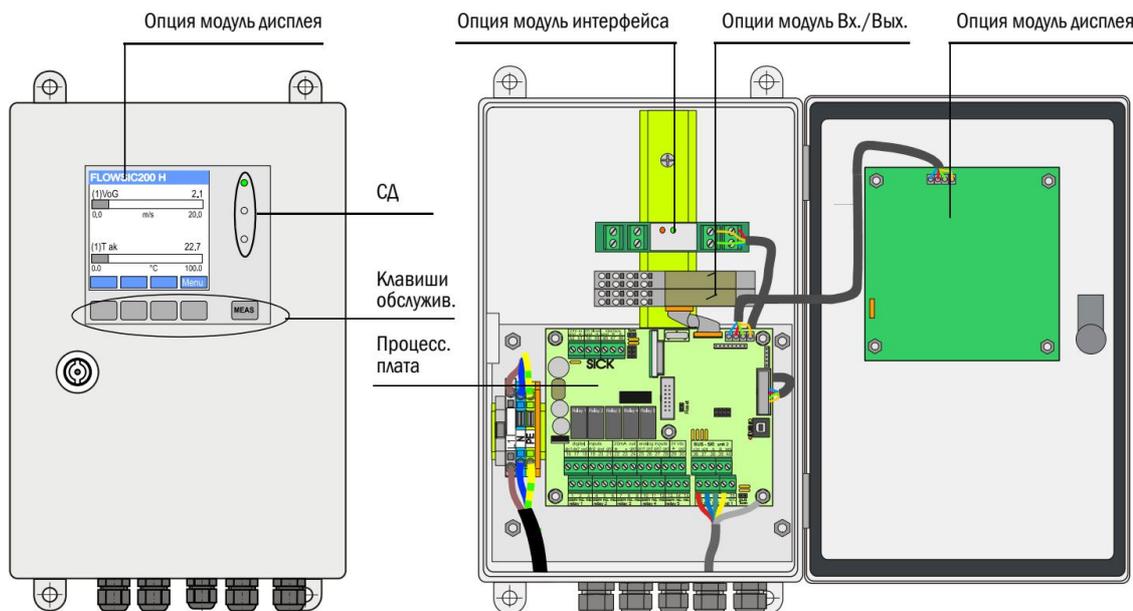


Рисунок 4 - Блок обработки данных MCU с опциями

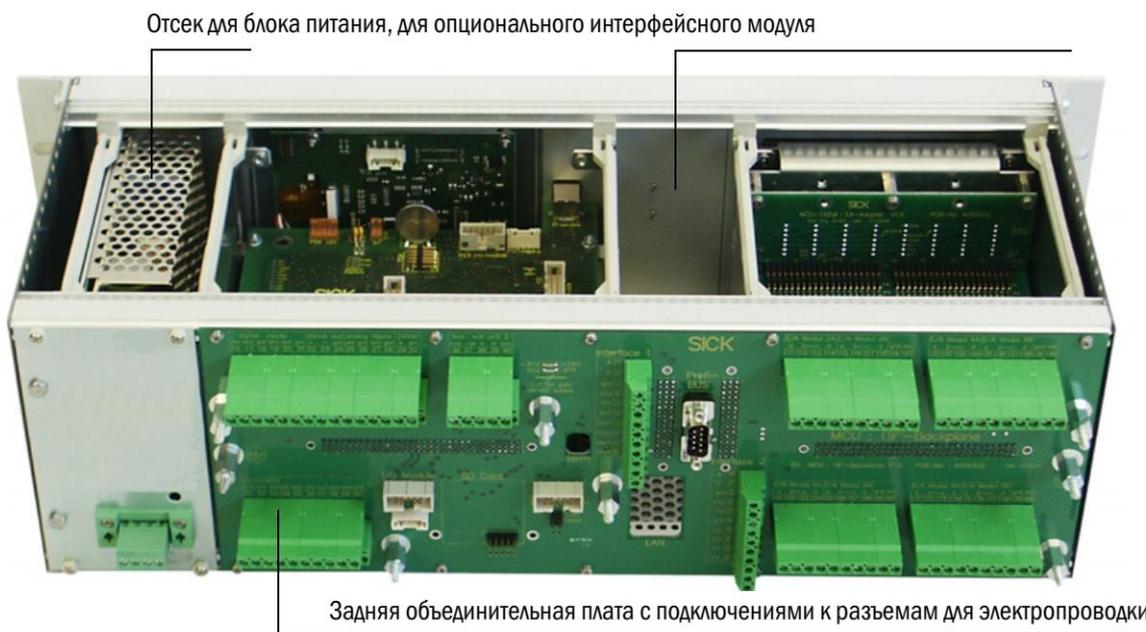
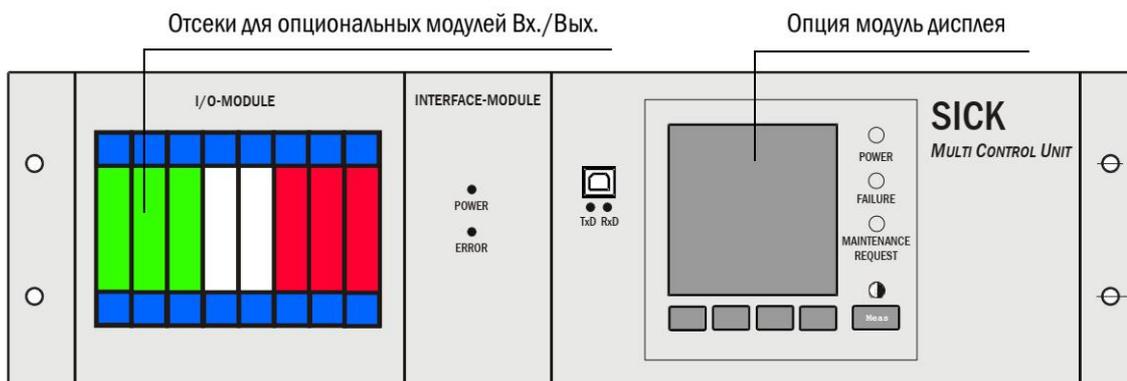


Рисунок 5 - Блок обработки данных MCU в 19" - корпусе с опциями

Все изменения конфигурируемых параметров или архивов автоматически протоколируются.

В измерителях предусмотрен следующий стандартный набор устройств ввода/вывода:

- аналоговый выход – активный 0/2/4 – 22 мА (с гальванической развязкой, активный);
- два аналоговых входа – стандартный, без гальванической развязки 0-20 мА;
- два цифровых входа для подключения беспотенциальных контактов, для подключения переключателя в случае техобслуживания или для активирования контрольного цикла;
- пять переключающихся контактов (48 В, 1А) для вывода сигналов состояния;
- интерфейсы USB1.1 и RS232 – для запроса результатов измерений, параметризации и обновления программно-аппаратного обеспечения;
- интерфейс RS485 – для подключения приемопередающих блоков.

При использовании опционального интерфейсного модуля:

- модуль аналоговых выходов с 2 выходами 0/4-22 мА, для вывода дополнительных измеряемых величин (полное сопротивление нагрузки 500 Ом);
- модуль аналоговых входов с 2 входами 0/4-22 мА, для ввода значений внешних датчиков;
- модуль цифровых выходов с 2 выходами (переключающий контакт, допустимая нагрузка 48 В перем.т./пост. т. 5А);
- модуль цифровых выходов с 4 выходами (переключающий контакт, допустимая нагрузка 48 В перем.т./пост. т. 5А);
- интерфейс RS485;
- интерфейс Ethernet.

Протоколы передачи данных: MODBUS, Profibus DP.

Программное обеспечение SOPAS ET, устанавливаемое на персональный компьютер (ПК), предназначено для конфигурирования, параметризации и диагностики измерителя. Содержит процедурные модули, предназначенные для проведения проверки технического состояния расходомера и его поверки (модуль автоматического сбора и импорта данных измерителя), калькулятор скорости звука в среде и другие модули.

Схема пломбировки от несанкционированного доступа представлены на рисунках 6 и 7.

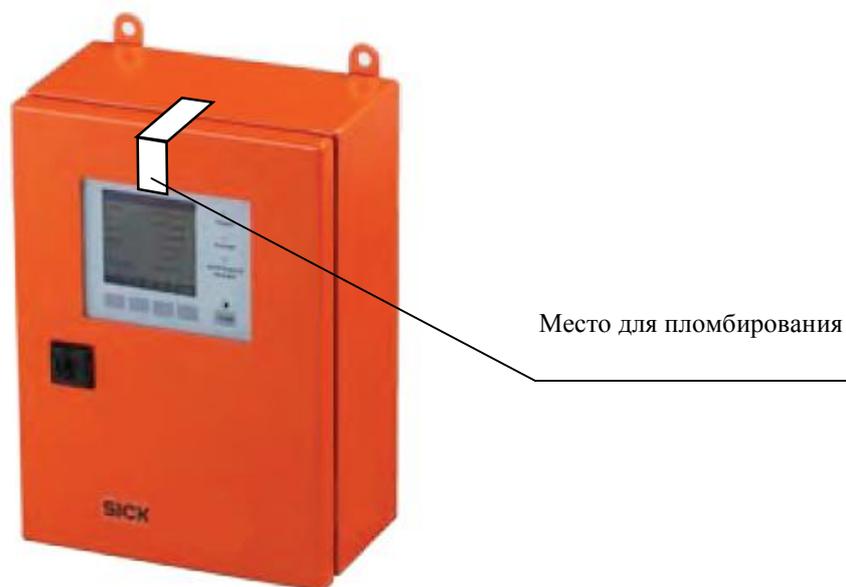


Рисунок 6 – Пломбирование блока обработки данных (MCU)

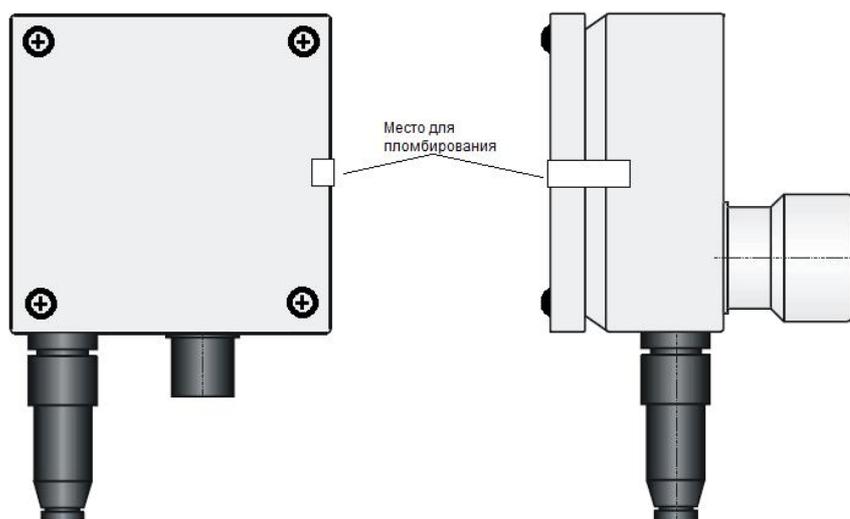


Рисунок 7 – Пломбирование приемопередающего блока (FLSE200)

### Программное обеспечение

Конфигурационные параметры, значения условно-постоянных величин, параметры хранения измеренной информации и другие метрологически значимые параметры определяемые, изменяемые, передаваемые в процессе эксплуатации защищены многоуровневой системой паролей доступа с обязательным протоколированием всех вмешательств. Целостность метрологически значимого ПО, не относящегося к области кода, определяют по журналам событий и состояниям специально выделенных параметров конфигурации, предназначенных для целей проверки целостности ПО в соответствии с руководством по эксплуатации.

Уровень защиты программного обеспечения «средний» в соответствии с Р 50.2.077-2014.

Таблица 2 – Идентификационные данные программного обеспечения

Идентификационные данные (признаки)	Значение
Идентификационное наименование ПО	SOPAS ET
Номер версии (идентификационный номер) ПО	не ниже 4.0
Цифровой идентификатор ПО	-

### Метрологические и технические характеристики

Таблица 3 – Метрологические характеристики

Наименование характеристики	Значение
Диапазон измерения скорости воздушного потока, м/с	От 0,1 до 20 (в прямом и обратном направлении потока)
Пределы допускаемой абсолютной погрешности измерений скорости воздушного потока, м/с:	$\pm 0,25$

Таблица 4 – Основные технические характеристики

Наименование характеристики	Значение
Напряжение питания, В - переменного тока 50/60 Гц - постоянного тока	от 90 до 250 от 22 до 28
Потребляемая мощность, Вт, не более	20
Диапазон температур окружающей среды, °С	от - 40 до +60
Максимальная относительная влажность окружающей среды, %	95
Атмосферное давление, кПа	от 84 до 106,7

Наименование характеристики	Значение
Масса, кг, не более - приемопередающий блок - блок обработки данных	3 5
Габаритные размеры (в зависимости от модели исполнения) - приемопередающий блок - блок обработки данных	приведены в эксплуатационной документации (различаются в зависимости от модели исполнения и условий применения)
Степень защиты от проникновения пыли, влаги и твердых тел по ГОСТ 14254-2015 - приемопередающий блок - блок обработки данных	IP66 IP65
Средний срок службы, лет, не менее	15
Максимальная длина кабельных линий между приемопередающими блоками и блоком обработки данных, м	1000
<p><b>Примечание:</b> При установке приемопередающих блоков на стенках тоннеля требуется соблюдение рекомендаций, изложенных в Руководстве по эксплуатации, и следующих условий: отклонение от соосности в плоскости измерения скорости не более <math>\pm 1,0^\circ</math>; отклонение от соосности в горизонтальной плоскости не более <math>\pm 1,0^\circ</math>; ошибка при измерениях угла установки <math>\pm 1,0^\circ</math>, измерительного расстояния <math>\pm 0,5\%</math></p>	

### Знак утверждения типа

наносят на маркировочную табличку измерителя фотохимическим способом, на титульный лист руководства по эксплуатации типографским способом.

### Комплектность средства измерений

Таблица 5 – Комплектность средства измерений

Наименование	Обозначение	Количество
Блок обработки данных	MCU	1 шт.
Приемопередающие блоки для FLOWSIC200: блоки FLSE200 <sup>1)</sup>	(HM, H)	2 шт.
Руководство по эксплуатации	-	1 экз.
Методика поверки	МП 4.29.002-2019	1 экз.
Программное обеспечение для конфигурирования, параметризации и диагностики измерителя	SOPAS ET	1 шт.
Монтажные принадлежности	-	1 комплект
Соединительный кабель	-	1 комплект
Дополнительное оборудование <sup>2)</sup> :	-	
Шасси модуля	-	По заказу
Соединительный кабель для дополнительных модулей ввода/вывода	-	По заказу
Интерфейсный модуль Profibus DP с соединительным кабелем для MCU	-	По заказу
Интерфейсный модуль Ethernet с соединительным кабелем для MCU	-	По заказу
Интерфейсный модуль Ethernet 3-кратн. с соединительным кабелем для MCU	-	По заказу
Интерфейсный модуль Modbus RS485 с соединительным кабелем для MCU	-	По заказу

Наименование	Обозначение	Количество
Интерфейсный модуль Modbus TCP с соединительным кабелем для MCU	-	По заказу
Крючковый ключ	-	По заказу
Прибор для измерения расстояния DME 2000	-	По заказу
Комплект запасных частей	-	По заказу
<b>Примечания</b>		
1) Тип приемопередающего блока выбирается в зависимости от рабочих условий эксплуатации в тоннеле.		
2) Поставляются по дополнительному заказу.		

## Поверка

осуществляется по документу МП 4.29.002-2019 «ГСИ. Измерители скорости потока ультразвуковые FLOWSIC 200. Методика поверки», утвержденному ФГУП «ЦАГИ» 25 июля 2019 г.

Основные средства поверки:

- установка аэродинамическая измерительная, диапазон измерений от 0,1 до 20 м/с, пределы допускаемой относительной погрешности измерения скорости воздушного потока  $\pm 1,5$  %;
- вторичный эталон по ГОСТ Р 8.886-2015 (Эталонный приемник воздушного давления комбинированный типа ПД-53 №61 из состава вторичного эталона единицы скорости воздушного потока «ЭМС 0,05/100» (рег. № 2.1.АОЛ.0035.2016));
- дальномер лазерный, верхний предел измерений не менее 40 м, пределы допускаемой абсолютной погрешности  $\pm 25$  мм.

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

Знак поверки наносится на свидетельство о поверке или паспорт.

**Сведения о методиках (методах) измерений** приведены в эксплуатационном документе.

## Нормативные и технические документы, устанавливающие требования к измерителям скорости потока ультразвуковым FLOWSIC 200

Приказ Минприроды России от 7 декабря 2012 г. № 425 «Об утверждении перечня измерений, относящихся к сфере государственного регулирования обеспечения единства измерений и выполняемых при осуществлении деятельности в области охраны окружающей среды, и обязательных метрологических требований к ним, в том числе показателей точности измерений».

ГОСТ Р 8.886-2015 ГСИ. Государственная поверочная схема для средств измерений воздушного потока.

Техническая документация фирмы «SICK AG», Германия

Архангельск (8182)63-90-72  
Астана (7172)727-132  
Астрахань (8512)99-46-04  
Барнаул (3852)73-04-60  
Белгород (4722)40-23-64  
Брянск (4832)59-03-52  
Владивосток (423)249-28-31  
Волгоград (844)278-03-48  
Вологда (8172)26-41-59  
Воронеж (473)204-51-73  
Екатеринбург (343)384-55-89  
Иваново (4932)77-34-06

Ижевск (3412)26-03-58  
Иркутск (395)279-98-46  
Казань (843)206-01-48  
Калининград (4012)72-03-81  
Калуга (4842)92-23-67  
Кемерово (3842)65-04-62  
Киров (8332)68-02-04  
Краснодар (861)203-40-90  
Красноярск (391)204-63-61  
Курск (4712)77-13-04  
Липецк (4742)52-20-81  
Киргизия (996)312-96-26-47

Магнитогорск (3519)55-03-13  
Москва (495)268-04-70  
Мурманск (8152)59-64-93  
Набережные Челны (8552)20-53-41  
Нижний Новгород (831)429-08-12  
Новокузнецк (3843)20-46-81  
Новосибирск (383)227-86-73  
Омск (3812)21-46-40  
Орел (4862)44-53-42  
Оренбург (3532)37-68-04  
Пенза (8412)22-31-16  
Казахстан (772)734-952-31

Пермь (342)205-81-47  
Ростов-на-Дону (863)308-18-15  
Рязань (4912)46-61-64  
Самара (846)206-03-16  
Санкт-Петербург (812)309-46-40  
Саратов (845)249-38-78  
Севастополь (8692)22-31-93  
Симферополь (3652)67-13-56  
Смоленск (4812)29-41-54  
Сочи (862)225-72-31  
Ставрополь (8652)20-65-13  
Таджикистан (992)427-82-92-69

Сургут (3462)77-98-35  
Тверь (4822)63-31-35  
Томск (3822)98-41-53  
Тула (4872)74-02-29  
Тюмень (3452)66-21-18  
Ульяновск (8422)24-23-59  
Уфа (347)229-48-12  
Хабаровск (4212)92-98-04  
Челябинск (351)202-03-61  
Череповец (8202)49-02-64  
Ярославль (4852)69-52-93