

**Анализатор взвешенных частиц в атмосферном воздухе автоматический
"Борей РМ"**

**Руководство по эксплуатации
СНМК.413316.001 РЭ**

ООО «Сенсоматика», г. Москва

Содержание

ОПИСАНИЕ И РАБОТА	4	
Назначение автоматического анализатора	4	
Описание прибора	4	
Метрологические и технические характеристики	5	
Устройство и работа прибора	7	
Инструмент и принадлежности	8	
Маркировка и пломбирование	8	
Упаковка	8	
ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ПО НАЗНАЧЕНИЮ	10	
Общие указания по эксплуатации	10	
Подготовка анализатора к использованию	10	
Распаковка и предварительный осмотр	10	
Начало работы	10	
Передача данных	11	
ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБСЛУЖИВАНИЕ	11	Внешний осмотр
		11 План

1. ОПИСАНИЕ И РАБОТА

1.1. Назначение анализатора автоматического

Анализатор взвешенных частиц в атмосферном воздухе автоматический "Борей РМ" (далее - Анализатор, Пылемер, Прибор, Устройство) предназначен для автоматизированного измерения массовой концентрации взвешенных (аэрозольных частиц) частиц (общая концентрация взвешенных частиц TSP, фракции PM10, PM2.5, PM1.0), температуры, влажности воздуха и атмосферного давления.

Область применения - мониторинг атмосферного воздуха, санитарно-гигиенический и технологический контроль воздушной среды, обеспечение промышленной безопасности, контроль среды в чистых помещениях и на различных объектах, обеспечение безопасных условий труда.

1.2. Описание прибора

Принцип работы основан на оптическом методе измерений по интенсивности рассеянного частицами света и одновременном измерении плотности частиц. При прокачке воздуха через измерительный объем оптической ячейки анализатора, аэрозольные частицы в пробе воздуха попадают в траекторию лазерного луча и рассеивают падающее излучение. Рассеянное излучение регистрируется под определенным углом фотоприемником. Интенсивность светового импульса пропорциональна размеру аэрозольной частицы, а количество импульсов определяет число аэрозольных частиц. Зарегистрированные аэрозольные частицы распределяются по их размерам в не менее чем 24 поддиапазонах в интервале от 0,2 мкм до 40 мкм. С учетом расхода воздушной пробы, количества и диаметров взвешенных частиц, а также температуры, атмосферного давления и влажности воздуха, рассчитывается их счетная концентрация. Массовая концентрация (общая концентрация взвешенных частиц TSP, фракции PM10, PM2.5, PM1.0), рассчитывается с учетом плотности взвешенных частиц. Плотность частиц определяется следующим образом:

- для модификаций L, LS, M и MS: гравиметрическим методом в пункте измерения, либо принимается равной 1 кг/м^3 .

- для модификаций LIm и LSIm: пробу воздуха прокачивают через импактор и подают в измерительную ячейку, которая регистрирует размер частиц прошедших через импактор; диаметр прошедших частиц определяется характеристиками импактора и плотностью частиц, что позволяет рассчитать ее значение.

Отбор проб атмосферного воздуха для определения массового содержания взвешенных частиц гравиметрическим методом, производится путем прокачивания пробы через аэрозольный фильтр (общая концентрация взвешенных частиц TSP) и импактор (фракции PM10, PM2.5) за счет разряжения создаваемого насосом прибора. Взвешенные частицы с определенными размерами и плотностью оседают на аэрозольных фильтрах, установленных в импакторе, и фильтродержателе аэрозольного фильтра. Определение массовой концентрации взвешенных частиц гравиметрическим методом проводят взвешиванием фильтров до и после отбора.

Режим работы прибора - автоматический, непрерывный, в режиме реального времени.

Анализатор производится в следующих модификациях:

L и LS - в корпусе для установки в приборную стойку 19" с экраном или без

LIm и LSIm - в корпусе для установки в приборную стойку 19" с импактором, с экраном

или без.

MS - переносной автономный с экраном.

Конструктивно анализатор выполнен в виде моноблока, состоящего из оптической измерительной ячейки, программно-аппаратного блока, на котором установлено специализированное программное обеспечение анализатора, корпуса и монитора (в зависимости от модификации), в модификациях LIm и LSIIm установлена дополнительная оптическая измерительная ячейка для определения плотности взвешенных частиц. Анализатор дополнительно оснащен датчиками для определения температуры и влажности анализируемого воздуха, а также атмосферного давления. Питание анализатора осуществляется от сети переменного тока или аккумуляторов.

Анализатор модификации LIm и LSIIm опционально комплектуется пробоотборным зондом, импактором и держателем для аэрозольного фильтра, модификации L и LS - пробоотборным зондом (опционально).

Примеры обозначения:

Борей PM L1,2 и LS1,2 - анализатор с номинальным объемным расходом воздуха 1,0 дм³/мин., в корпусе для установки в приборную стойку 19", с экраном (LS) или без (L);

Борей PM L3,0 и LS3,0 - анализатор с номинальным объемным расходом воздуха 2,83 дм³/мин., в корпусе для установки в приборную стойку 19", с экраном (LS) или без (L);

Борей PM LIm5,5 и LSIIm5,5 - анализатор с номинальным объемным расходом воздуха 5,5 дм³/мин., в корпусе для установки в приборную стойку 19", с экраном (LS) или без (L)

Борей PM MS - анализатор с номинальным объемным расходом воздуха 1,0 дм³/мин., переносной автономный в компактном корпусе для независимого размещения с экраном;

1.3. Метрологические и технические характеристики

Метрологические характеристики аналитического блока указаны в Таблице 1, технические характеристики прибора - в Таблице 2.

Таблица 1

Наименование характеристики	Значение
Диапазон измерения размеров взвешенных частиц, мкм	0,2-40
Номинальный объемный расход воздуха, дм ³ /мин: для модификаций L1,2, LS1,2 для модификаций L3,0, LS3,0 для модификаций L5,5, LS5,5, LIm5,5, LSIIm5,5 для модификации MS	1,0 2,83 5,5 1,0
Предел допускаемой относительной погрешности установки объемного расхода воздуха, %	±5
Диапазон показаний массовой концентрации аэрозольных частиц, мг/м ³	от 0 до 200

Диапазон измерений массовой концентрации аэрозольных частиц TSP, мг/м ³ PM1.0, PM2.5, PM10, мг/м ³	от 0 до 100 от 0 до 10
Пределы допускаемой основной приведенной погрешности измерений массовой концентрации аэрозольных частиц в диапазоне от 0 до 0,01 мг/м ³ включительно (общая концентрация взвешенных частиц TSP, PM10, PM2.5, PM-1.0) при нормальной температуре отбираемой пробы от +15 до +25°C, %	±20
Пределы допускаемой основной относительной погрешности измерений массовой концентрации аэрозольных частиц в диапазоне от 0,01 до 100 мг/м ³ . (общая концентрация взвешенных частиц TSP, PM10, PM2.5, PM1.0) при нормальной температуре отбираемой пробы от +15 до +25°C, %	±20
Пределы допускаемой дополнительной погрешности измерений массовой концентрации аэрозольных частиц (общая концентрация взвешенных частиц, PM10, PM2.5, PM1.0), вызванной изменением температуры отбираемой пробы от нормальной от +15 до +25°C, % на 1°C	±0,1
*Приведенная погрешность нормирована к верхней границе указанного поддиапазона измерений счетной концентрации аэрозольных частиц	

Таблица 2

Наименование характеристики	Значение
Напряжение питания: - от сети переменного тока частотой от 49 до 51 Гц, В - от аккумуляторных батарей (модификации М и MS), В	от 198 до 242 15
Потребляемая мощность, В*А, не более	500
Поддержка интерфейсов удаленного доступа и возможность вывода информации через разъемы	RS-232, RS-485, (Modbus RTU), RJ-45 (Modbus TCP)
Возможность подключения к серийно выпускаемым регистраторам данных	есть
Продолжительность измерения, мин., не более	1
Габаритные размеры модификации, мм, не более: для модификаций L, LS, LIm и LSIm - высота - ширина - длина	173 425 363

для модификаций M и MS – высота – ширина – длина	60 150 330
Масса, кг, не более для модификаций L, LS, LIm и LSIm для модификаций M и MS	10 1,1
Рабочие условия эксплуатации: - температура окружающего воздуха, °С - относительная влажность окружающего воздуха, % - атмосферное давление, кПа - температура отбираемой пробы, °С	от +4 до +50 от 0 до 95, без конденсации от 84 до 106,7 от -50* до +50
Срок службы, лет, не менее	7
Срок эксплуатации анализатора в непрерывном режиме (72 измерения в сутки) без обслуживания: - в условиях продолжительной низкой или умеренной запыленности (до 1 ПДК _{мр}), дней, не менее - в условиях продолжительной сильной и сверхсильной запыленности (более 10 ПДК _{мр}), дней, не менее	365 30
Срок гарантии, месяцев	12

1.4. Устройство и работа прибора

Анализатор является блочно-модульным прибором и состоит из двух аналитических блоков и программно-аппаратного блока, в состав анализатора также входят датчики температуры, влажности температуры и давления атмосферного воздуха.

Первый аналитический блок соединен с входным пробоотборным штуцером. Анализируемый воздух непрерывно за счет разрежения создаваемого насосом аналитического блока (встроенным или внешним) подается через пробоотборный зонд во входной штуцер и далее в аналитический блок, где происходит определение счетного количества и размеров взвешенных частиц с размерами от 0,1 мкм до 40 мкм в 24 поддиапазонах. Массовая концентрация (общая концентрация взвешенных частиц TSP, фракции PM10, PM2.5, PM1.0), рассчитывается специализированным ПО с учетом плотности взвешенных частиц. Плотность частиц определяется следующим образом: пробу воздуха за счет разрежения создаваемого насосом второго анализатора прокачивают через импактор и подают во второй анализатор, который регистрирует количество и размер частиц в интервале от 0,1 до 40 мкм, прошедших через импактор в 24 поддиапазонах. На основе технических характеристик импактора о том, частицы какого

размера должны регистрироваться на выходе из импактора, и их размеров, фактически измеренных вторым анализатором, аналитический блок производит расчет плотности ВЧ. Одновременно, аналитический блок с учетом данных о фактической температуре и давлении атмосферного воздуха приводит значение массовой концентрации ВЧ к нормальным условиям, а также осуществляет сбор и архивирование результатов измерений в виде отдельных файлов во встроенной памяти анализатора.

Отбор проб атмосферного воздуха для определения массового содержания взвешенных частиц гравиметрическим методом, производится путем прокачивания пробы через аэрозольный фильтр (общая концентрация взвешенных частиц TSP) и импактор (фракции PM10, PM2.5) за счет разряжения создаваемого насосом прибора. Взвешенные частицы с определенными размерами и плотностью оседают на аэрозольных фильтрах установленных в импакторе и фильтродержателе аэрозольного фильтра. Определение массовой концентрации взвешенных частиц гравиметрическим методом проводят взвешиванием фильтров до и после отбора.

1.5. Программное обеспечение

Анализаторы имеют встроенное программное обеспечение (ПО), Встроенное ПО являются метрологически значимыми. Основные функции встроенного ПО: управление узлами прибора, фиксация и обработка сигналов первичных измерительных преобразователей, расчет концентраций измеряемых величин, диалог с внешним устройством, работа пользовательского интерфейса, обеспечение возможности градуировки и калибровки прибора.

ПО предоставляет удобный интерфейс общения пользователя с анализатором, наглядное графическое и табличное представления результатов измерений, простой и быстрый ввод данных с помощью клавиатуры, возможность сохранения результатов измерений в отдельных файлах в памяти прибора.

Информационные данные программного обеспечения представлены в таблице 3.

Таблица 3

Идентификационные данные (признаки)	Значение
	встроенное ПО
Идентификационное наименование ПО	BOREAS PM
Номер версии (идентификационный номер) ПО	не ниже 1.0.1
Цифровой идентификатор ПО (контрольная сумма исполняемого кода)	—

1.6 Инструмент и принадлежности

Комплект поставки анализатора отражен в Таблице 4.

Таблица 4

Наименование	Кол-во
--------------	--------

Анализатор взвешенных частиц в атмосферном воздухе автоматический "Борей РМ"	1 шт.
Пробоотборный зонд (опционально)	1 шт.
Импактор (для модификаций LIm и LSIIm)	1 шт.
Руководство по эксплуатации	1 экз.
Паспорт	1 экз.

1.7. Маркировка и пломбирование

Табличка с указанием наименования и модификации прибора, его серийным номером, наименованием предприятия изготовителя, года и месяца изготовления и кратких технических характеристик.

Пломбирование производится путем установки индикаторных пломб на крепежные элементы корпуса анализатора, уведомляющие производителя о несанкционированном вскрытии прибора.

1.Упаковка

В качестве упаковочной тары применяется потребительская тара производителя, изготовленной из экологически чистых материалов, не наносящих вред окружающей среде, которые могут быть сданы на пункты переработки вторичного сырья.

Упаковочная тара предназначена для защиты от внешних воздействующих факторов (климатических, механических, биологических), а также обеспечивают сохранность при выполнении погрузочно-разгрузочных работ, транспортировании и хранении.

2. ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ПО НАЗНАЧЕНИЮ

2.1. Общие указания по эксплуатации

ВНИМАНИЕ:

ЗАПРЕЩАЕТСЯ ЭКСПЛУАТИРОВАТЬ АНАЛИЗАТОР В УСЛОВИЯХ И РЕЖИМАХ, ОТЛИЧАЮЩИХСЯ ОТ УКАЗАННЫХ В НАСТОЯЩЕМ РУКОВОДСТВЕ ПО ЭКСПЛУАТАЦИИ.

ЭКСПЛУАТАЦИЯ АНАЛИЗАТОРА С ПОВРЕЖДЕННЫМИ ЭЛЕМЕНТАМИ И ДРУГИМИ НЕИСПРАВНОСТЯМИ КАТЕГОРИЧЕСКИ ЗАПРЕЩЕНА!

Монтаж и подключение анализатора проводятся при отключенном электропитании.

Анализатор следует устанавливать в местах, которые обеспечивают соответствие условий эксплуатации значениям, установленным предприятием изготовителем. Не допускается эксплуатация анализатора за пределами установленного диапазона значений.

При использовании прибора для анализа атмосферного воздуха, содержащего взвешенные частицы с линейными размерами более 50 мкм, возможен выход из строя элементов газового блока до установленного срока годности. Замена осуществляется предприятием изготовителем.

При выборе места размещения необходимо учитывать, что прибор должен быть легкодоступным для проведения периодического технического обслуживания.

Условия, срочность работы или другие причины не являются основанием для нарушений указаний по эксплуатации.

2.2. Подготовка анализатора к использованию

Для подготовки анализатора к использованию необходимо:

- провести визуальный осмотр упаковочной тары на предмет дефектов;
- распаковать и проверить комплектность анализатора путем сличения с комплектностью в Таблице 3;
- провести визуальный осмотр оборудования на предмет дефектов;
- смонтировать анализатор и пробоотборный зонд;
- подключить кабель питания, интерфейсный кабель, соединить анализатор с пробоотборным зондом газовой магистралью и интерфейсным кабелем.

2.3. Распаковка и предварительный осмотр

Перед распаковкой необходимо выдержать анализатор в нормальных условиях не менее 6 ч. Если анализатор при транспортировке подвергался воздействию отрицательных температур - не менее 24 ч.

2.4. Начало работы

После подготовки анализатора к использованию необходимо:

для модификации L и LS подсоединить шнур питания к розетке, штуцер проба соединить с входом в пробоотборный зонд (при наличии), включить прибор;

для модификации LIm и LSIIm подсоединить шнур питания к розетке, смонтировать пробоотборный зонд (согласно инструкции), установить импактор на выходе пробоотборного зонда (согласно инструкции), подсоединить штуцеры проба 1 и проба 2 к выходу импактора и выходу пробоотборного зонда, соответственно (согласно инструкции), включить прибор.

для модификации M и MS включить прибор.

После этого происходит загрузка и самодиагностика прибора, на экране (модификации LS, LSIIm, MS) появляются значения версии ПО, далее прибор переходит в стадию “подготовка”, на экране появляются обозначения TSP, PM10, PM2,5 и PM1,0 и строка состояния “идет выход на режим” (Рис. 1.).

PM 1.0	0,0000	мг/м ³
PM 2.5	0,0000	мг/м ³
PM 10.0	0,0000	мг/м ³
TSP	0,0000	мг/м ³
Температура	0,0	°C
Влажность	0,0	%

СОСТОЯНИЕ ПРИБОРА: ИДЕТ ВЫХОД НА РЕЖИМ

Рисунок 1- внешний вид экрана прибора (модели LS, LSIIm, MS)

По прошествии не более 1 (одной) минуты в строке состояния появляется надпись “идет измерение” и прибор начинает измерять концентрацию взвешенных частиц.

По умолчанию время измерения составляет 1 мин, время осреднения 20 мин, каждые 20 мин очередного часа (00, 20, 40) появляются измеренные и осредненные за предыдущие период 20 мин значения TSP, PM10, PM2.5 и PM1.0, одновременно в памяти прибора в папке *pm_results* формируется на каждый календарный день измерений .csv файл с названием год-месяц-дата, куда записываются время измерения, значения TSP, PM10, PM2.5, PM1.0, температура, относительная влажность атмосферного воздуха (Рис. 2).

При отключении электропитания, все измеренные данные остаются во встроенной памяти прибора.

Время	PM1.0	PM2.5	PM10	TSP	Температура, С	Давление, ГПа	Относ. влажность, %
00:00:06	5.289988	22.04163	111.6723	215.5081	32.7	1012.7	14.1
00:50:25	3.24666	13.43796	89.30043	147.053	33.8	1012.6	12.6
01:40:43	8.20855	15.41104	62.56661	165.2464	34.4	1012.6	11.4
02:31:02	6.773277	13.57937	64.59621	146.3637	35.8	1012.5	10.3
03:21:21	3.289194	9.084483	46.52796	108.9245	37.2	1012.6	9.2
04:11:39	3.737513	13.52846	81.43397	149.9465	38.7	1012.6	8.9
05:01:58	5.50925	14.20815	60.11345	140.9902	40.7	1012.7	7.1
05:52:16	5.034299	13.18021	56.5524	133.0816	39.8	1013	7.7
06:42:35	8.099497	40.76638	120.0222	286.0408	35.7	1013.4	10.4
07:32:53	6.542689	16.623	79.45802	191.3257	29.3	1013.9	16
08:23:12	4.085612	14.51079	94.6246	163.6796	31	1013.8	14.1
09:13:31	7.424852	14.41725	79.08551	195.9784	34.5	1013.9	10.6
10:03:49	9.239075	11.57384	31.6606	146.775	35.3	1013.9	10.8
10:54:08	1.553772	4.891413	31.453	61.939	28.4	1014.3	17.4
11:44:27	4.744898	8.348125	37.95185	92.08217	35.9	1014.3	12
12:34:45	1.32973	7.176552	59.55865	88.99387	30.1	1014.3	17.7
13:25:04	1.026305	5.890066	55.97084	77.21864	28.6	1014.5	19.3
14:15:23	1.626774	7.762961	60.88618	96.12892	31	1014.4	17
15:05:41	4.321308	9.807408	61.64348	118.0987	34.1	1014.2	13.9
15:56:00	1.112937	5.592195	43.77682	66.96627	38.9	1013.7	9.8
16:46:18	3.561521	8.556091	57.9349	122.4213	36.7	1013.5	11.8
17:36:37	5.838254	10.48003	57.86961	123.3235	35.9	1013.7	11.6
18:26:56	7.26735	11.12823	43.03333	123.0377	35.4	1013.4	12.4

Рисунок 2 - Внешний вид таблицы данных

2.5. Передача данных

По окончании цикла измерения, либо при отключении электропитания, массовые концентрации взвешенных частиц сохраняются во встроенной памяти прибора. Способ передачи данных зависит от способа подключения в сеть. Предусмотрено подключение анализатора к локальной сети пользователя или серийно выпускаемым регистраторам данных через интерфейсы RS-232, RS-485, RJ-45, либо запись сохраненных данных непосредственно на USB-носитель. IP адрес прибора указан в паспорте.

3. ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБСЛУЖИВАНИЕ

В процессе эксплуатации анализатора необходимо проводить следующие работы:

- внешний осмотр;
- плановое техническое обслуживание;
- очистку корпуса анализатора от загрязнений (при необходимости).

ВНИМАНИЕ:

ПРИ ПРОВЕДЕНИИ РАБОТ ПО ТЕХНИЧЕСКОМУ ОБСЛУЖИВАНИЮ АНАЛИЗАТОРА НЕОБХОДИМО ПРИМЕНЕНИЕ МЕРОПРИЯТИЙ, УСТРАНЯЮЩИХ ИЛИ ОГРАНИЧИВАЮЩИХ ОПАСНОЕ ВОЗДЕЙСТВИЕ СТАТИЧЕСКОГО ЭЛЕКТРИЧЕСТВА НА ОРГАНЫ НАСТРОЙКИ ПРИБОРА И ЕГО ЭЛЕКТРИЧЕСКИЕ ЦЕПИ!

3.1. Внешний осмотр

Периодичность внешнего осмотра – перед использованием. Дополнительно внешний осмотр должен проводиться после монтажа, проведения ремонта и перед проведением планового технического осмотра.

При внешнем осмотре должно быть проверено:

- наличие и целостность пломб;

- отсутствие внешних повреждений, влияющих на степень защиты прибора и его работоспособность;
- отсутствие повреждения оболочек шнуров питания и интерфейсов;
- надежность присоединения шнуров питания и интерфейсов.

3.2. Плановое техническое обслуживание

Плановое техническое обслуживание анализатора осуществляется при передаче прибора на обслуживание в уполномоченный сервисный центр или производителю. Также возможно обслуживание на месте сертифицированными специалистами обслуживающей организации или производителя.

Периодичность проведения планового технического обслуживания и поверки составляет не реже чем 1 (один) раз в год.

Калибровка проводится производителем, либо авторизованным центром.

3.3. Очистка корпуса

Очистка корпуса от загрязнений выполняется тканью, смоченной мыльным раствором. Для удаления следов моющих средств с корпуса анализатора использовать ткань, смоченную в чистой воде. После отмывки следует протереть отмытые поверхности прибора сухой тканью и визуально проконтролировать отсутствие повреждения лакокрасочного покрытия.

4. ГАРАНТИЯ ИЗГОТОВИТЕЛЯ

Изготовитель (поставщик) гарантирует соответствие прибора его паспорту при соблюдении условий транспортировки, хранения и эксплуатации.

Гарантии распространяются на анализатор в течении 12 (двенадцати) месяцев со дня поставки потребителю.

Предприятие-изготовитель обеспечивает в течение гарантийного срока безвозмездный ремонт прибора.

Гарантийные обязательства на приборы не распространяются на случаи возникновения условий для попадания и накопления в оптической камере и/или насосе аналитического блока крупных частиц (сверхсильная запыленность, нарушение правил пробоотбора и т.д.)

5. ХРАНЕНИЕ

Анализаторы следует хранить на складах в упаковке предприятия-изготовителя при температуре окружающего воздуха от +5°C до +40°C и относительной влажности не выше 90% при температуре 35°C.

Срок хранения прибора без переконсервации не более 3 лет.

По истечении срока хранения или при изменении цвета силикагеля-индикатора с синего или фиолетового на розовый необходимо провести переконсервацию.

6. ТРАНСПОРТИРОВАНИЕ

Транспортирование анализаторов производится в упаковке предприятия-изготовителя и допустима всеми видами транспорта.

Указания манипуляционных знаков и предупредительных надписей на транспортной таре должно выполняться на всех этапах транспортирования приборов от грузоотправителя до грузополучателя, а также при погрузке, выгрузке.

Значения климатических и механических воздействий при транспортировании не должны превышать следующих значений:

- воздействие температур от -50°C до $+50^{\circ}\text{C}$;
- воздействие повышенной относительной влажности $(95\pm 3)\%$ при температуре плюс 35°C .

7. УТИЛИЗАЦИЯ

В случае невозможности продления срока эксплуатации, прибор подлежит разборке и утилизации.