
**МИНИСТЕРСТВО ПРИРОДНЫХ РЕСУРСОВ И ЭКОЛОГИИ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ**

**Федеральная служба по гидрометеорологии и мониторингу окружающей среды
(Росгидромет)**

РУКОВОДЯЩИЙ ДОКУМЕНТ

РД

52.04.830-

2022

**МАССОВАЯ КОНЦЕНТРАЦИЯ ВЗВЕШЕННЫХ ЧАСТИЦ ФРАКЦИЙ
PM₁₀ И PM_{2,5} В ПРОБАХ АТМОСФЕРНОГО ВОЗДУХА
Методика измерений гравиметрическим методом**

Санкт-Петербург

2022

Предисловие

1 РАЗРАБОТАН Федеральным государственным бюджетным учреждением «Главная геофизическая обсерватория им. А.И. Воейкова» (ФГБУ «ГГО»)

2 РАЗРАБОТЧИК И.С. Яновский (руководитель разработки)

3 СОГЛАСОВАН:

- с Управлением мониторинга загрязнения окружающей среды, полярных и морских работ (УМЗА) Росгидромета

- с Федеральным государственным бюджетным учреждением «Научно-производственное объединение «Тайфун» (ФГБУ «НПО Тайфун»)

4 УТВЕРЖДЕН и введен в действие приказом Росгидромета от 25.05.2022 № 217

5 АТТЕСТОВАНА Федеральным государственным унитарным предприятием «Всероссийский научно-исследовательский институт метрологической службы» (ФГУП «ВНИИМС»). Свидетельство об аттестации методики измерений от 24 сентября 2021 г. № 205-18/RA.RU.311787/2021

6 ЗАРЕГИСТРИРОВАН головной организацией по стандартизации Росгидромета ФГБУ «НПО «Тайфун»

ОБОЗНАЧЕНИЕ РУКОВОДЯЩЕГО ДОКУМЕНТА РД 52.04.830-2022

7 ВЗАМЕН РД 52.04.830–2015 «Массовая концентрация взвешенных частиц фракций РМ10 и РМ2,5 в атмосферном воздухе. Методика измерений гравиметрическим методом»

8 СРОК ПЕРВОЙ ПРОВЕРКИ 2032 год

ПЕРИОДИЧНОСТЬ ПРОВЕРКИ 7 лет

Содержание

1	Область применения.....	1
2	Нормативные ссылки	1
3	Термины и определения	3
4	Требования к показателям точности измерений	4
5	Требования к средствам измерений, вспомогательным устройствам, материалам, реактивам	5
	5.1 Средства измерений, вспомогательные устройства	5
	5.2 Материалы, реактивы	6
6	Метод измерений	7
7	Требования безопасности, охраны окружающей среды	7
8	Требования к квалификации операторов	8
9	Требования к условиям измерений	8
10	Подготовка к выполнению измерений	9
	10.1 Оборудование весовой комнаты	9
	10.2 Подготовка эксикатора	10
	10.3 Калибровка весов	10
	10.4 Подготовка фильтров.....	11
	10.5 Подготовка аспиратора.....	12
	10.6 Отбор проб.....	13
11	Порядок выполнения измерений.....	14
12	Обработка результатов измерений.....	14
13	Оформление результатов измерений	15
14	Контроль качества результатов измерений при реализации методики в лаборатории	16
Приложение А (справочное) Установление корректировочного		

коэффициента для автоматического анализатора взвешенных частиц.....	19
Приложение Б (обязательное) Форма записи результатов измерений массы чистых фильтров	21
Приложение В (обязательное) Форма записи результатов отбора проб воздуха при измерениях массовой концентрации взвешенных частиц	22
Приложение Г (обязательное) Форма записи результатов измерений массовой концентрации взвешенных частиц	23
Библиография.....	24

Введение

Во многих странах мира всё большее внимание уделяется принятию действенных мер по уменьшению загрязнения воздуха мелкодисперсными взвешенными частицами PM₁₀ и PM_{2,5}. Признано, что именно мелкие частицы, попадая в организм человека и проникая глубоко в дыхательный тракт, наносят существенный вред здоровью. Стандарты качества воздуха для мелких частиц установлены в официальных документах Всемирной Организации Здравоохранения и Европейского Союза, используются в документообороте организаций системы ООН (ЕЭК ООН, Евростат, ЕМЕП).

Европейской комиссией по стандартизации (CEN) разработан референтный (эталонный) метод для отбора проб и измерения концентрации взвешенных частиц. Директивы устанавливают, что эталонным методом является гравиметрический метод измерений, остальные методы измерений концентрации взвешенных частиц рассматриваются как эквивалентные. Подтверждение эквивалентности производится при сравнительных испытаниях стандартного (эталонного) метода или средства измерения и аттестуемого анализатора.

В Российской Федерации постановлением Главного государственного санитарного врача Российской Федерации от 28.01.2021 № 2 утверждены предельно допустимые концентрации взвешенных частиц PM₁₀ и PM_{2,5} (СанПиН 1.2.3685-21 «Гигиенические нормативы и требования к обеспечению безопасности и (или) безвредности для человека факторов среды обитания»).

РУКОВОДЯЩИЙ ДОКУМЕНТ

МАССОВАЯ КОНЦЕНТРАЦИЯ ВЗВЕШЕННЫХ ЧАСТИЦ ФРАКЦИЙ PM10 И PM2,5 В ПРОБАХ АТМОСФЕРНОГО ВОЗДУХА Методика измерений гравиметрическим методом

Дата введения – 2022–08–01

1 Область применения

Настоящий руководящий документ устанавливает методику измерений массовой концентрации взвешенных частиц фракций PM10 и PM2,5 в пробах атмосферного воздуха гравиметрическим методом в диапазоне от 0,03 до 3,0 мг/м³ при объеме пробы воздуха 55 м³.

Настоящая методика измерений используется для получения данных о среднесуточных концентрациях взвешенных частиц и предназначена для выполнения измерений в процессе мониторинга загрязнения атмосферного воздуха.

2 Нормативные ссылки

В настоящем руководящем документе использованы нормативные ссылки на следующие нормативные документы:

ГОСТ 12.0.004–2015 Система стандартов безопасности труда.
Организация обучения безопасности труда. Общие положения

ГОСТ 12.1.004–91 Система стандартов безопасности труда. Пожарная безопасность. Общие требования

ГОСТ 12.1.005–88 Система стандартов безопасности труда. Общие санитарно-гигиенические требования к воздуху рабочей зоны

ГОСТ 12.1.007–76 Система стандартов безопасности труда. Вредные вещества. Классификация и общие требования безопасности

ГОСТ 12.1.019–2017 Система стандартов безопасности труда. Электробезопасность. Общие требования и номенклатура видов защиты

ГОСТ 12.4.009–83 Система стандартов безопасности труда. Пожарная техника для защиты объектов. Основные виды. Размещение и обслуживание

ГОСТ 17.2.4.02–81 Охрана природы. Атмосфера. Общие требования к методам определения загрязняющих веществ

ГОСТ 2715–75 Сетки металлические проволочные

ГОСТ 4142–77 Кальций азотнокислый 4-водный. Технические условия

ГОСТ 6709–72 Вода дистиллированная

ГОСТ 9433–80 Смазка циатим-221

ГОСТ 12302—2013 Пакеты из полимерных пленок и комбинированных материалов. Общие технические условия

ГОСТ 25336–82 Посуда и оборудование лабораторные стеклянные. Типы, основные параметры и размеры

ГОСТ OIML R 111-1–2009 ГСИ. Гири классов E_1 , E_2 , F_1 , F_2 , M_1 , M_{1-2} , M_2 , M_{2-3} и M_3 . Часть 1. Метрологические и технические требования

ГОСТ Р 51945–2002 Аспираторы. Общие технические условия

ГОСТ Р 53228–2008 Весы неавтоматического действия. Часть 1.

Метрологические и технические требования. Испытания

СанПиН 1.2.3685–21 Гигиенические нормативы и требования к обеспечению безопасности и (или) безвредности для человека факторов среды обитания.

П р и м е ч а н и е — При пользовании настоящим руководящим документом целесообразно проверять действие ссылочных документов:

- стандартов – в информационной системе общего пользования - на официальном сайте федерального органа исполнительной власти в сфере стандартизации в сети Интернет или по ежегодно издаваемому информационному указателю «Национальные стандарты», который опубликован по состоянию на 1 января текущего года, и по выпускам ежемесячно издаваемого информационного указателя «Национальные стандарты» за текущий год;

- санитарно-эпидемиологических правил и норм – на официальном интернет - портале правовой информации.

Если ссылочный документ заменен (изменен), то при пользовании настоящим руководящим документом, следует руководствоваться замененным (измененным) стандартом. Если ссылочный документ отменен без замены, то положение, в котором дана ссылка на него, применяется в части, не затрагивающей эту ссылку.

3 Термины и определения

В настоящем руководящем документе применены следующие термины с соответствующими определениями:

3.1 гравиметрический метод измерений: Метод количественного химического анализа, основанный на точном измерении массы вещества.

3.2 аспиратор: Устройство для отбора и измерения объема воздуха, обеспечивающее прокачку пробы атмосферного воздуха через аналитический фильтр.

3.3 импактор: Селективное устройство для отделения анализируемой фракции взвешенных частиц.

3.4 автоматический анализатор: Прибор, в основе которого заложен физический метод измерений (радиоизотопный, нефелометрический, метод счета частиц, микробалансовый метод).

4 Требования к показателям точности измерений

В соответствии с ГОСТ 17.2.4.02 погрешность измерений концентрации взвешенных частиц в соответствии с выбранным методом измерений не должна превышать 25 % во всем диапазоне измеряемых концентраций.

В СанПиН 1.2.3685 установлены ПДК_{м.р.}, ПДК_{с.с.} и ПДК_{с.г.} для взвешенных частиц, которые приведены в таблице 1.

Т а б л и ц а 1 — Значения ПДК для взвешенных частиц фракций РМ10 и РМ2,5 в атмосферном воздухе

Наименование вещества	ПДК, мг/м ³		
	максимальная разовая, ПДК _{м.р.}	среднесуточная, ПДК _{с.с.}	среднегодовая, ПДК _{с.г.}
Взвешенные частицы фракции РМ10	0,30	0,060	0,040
Взвешенные частицы фракции РМ2,5	0,16	0,035	0,025

При соблюдении всех регламентированных условий и проведении анализа в точном соответствии с данной методикой значения погрешности (и её составляющих) результатов измерений не превышают значений, приведенных в таблице 2.

Т а б л и ц а 2 — Показатели точности методики (границы относительной погрешности, относительное стандартное отклонение промежуточной прецизионности, предел промежуточной прецизионности)

Диапазон измерений массовой концентрации взвешенных частиц фракций РМ10 и РМ2,5 в пробах атмосферного воздуха при объеме пробы 55 м ³ , мг/м ³	Показатель точности (границы относительной погрешности), $\pm \delta$, % при $P = 0,95$	Показатель промежуточной прецизионности (относительное стандартное отклонение промежуточной прецизионности), $\sigma_{(T,O)}$, %	Предел промежуточной прецизионности ($m = 2$, $P = 0,95$), $R_{(T,O)}$, %
От 0,03 до 3,0 включ.	25	12	33

5 Требования к средствам измерений, вспомогательным устройствам, материалам, реактивам

5.1 Средства измерений, вспомогательные устройства

5.1.1 Аспиратор воздуха автоматический одноканальный типа LVS 3.1 с пределами допускаемой основной относительной погрешности объема отобранной пробы ± 5 % (в комплект поставки аспиратора должны быть включены кассеты для фильтров, устанавливаемые в фильтродержатель аспиратора).

П р и м е ч а н и е – Допускается применение аспиратора другого типа с метрологическими характеристиками не хуже указанной модели.

5.1.2. Весы специального класса точности I, диапазон измерений от 0,001 до 230 г, цена поверочного деления 1,0 мг, пределы допускаемой погрешности весов (при первичной поверке/в эксплуатации, мг): от 1 мг до 50 г включ. $\pm 0,10/\pm 0,15$; св. 50 до 200 г включ. $\pm 0,15/\pm 0,20$; св. 200 г $\pm 0,25/\pm 0,30$.

5.1.3 Мера массы – гиря с номинальным значением массы 100-500 мг класса E_1 , E_2 , или F_1 по ГОСТ OIML R 111-1 (1 шт.), предел допускаемой погрешности не более 0,08 мг.

5.1.4 Газовый счетчик СГК-G4 по [1], диапазон измерений от 0,7 до 100 дм³/мин, относительная погрешность измерений объема 3 %.

5.1.5 Барометр-анероид метеорологический БАММ-1 по [2], пределы допускаемой абсолютной погрешности $\pm 0,2$ кПа ($\pm 1,5$ мм рт.ст.).

5.1.6 Термометр лабораторный ТЛ-2 по [3], диапазон измерений от минус 30 до плюс 70 °С, цена деления 1 °С.

5.1.7 Секундомер механический по [4].

5.1.8 Лабораторный стакан типа В, исполнение 1 вместимостью 100 см³ по ГОСТ 25336.

5.1.9 Эксикатор стеклянный исполнения 2 диаметром 290 мм по ГОСТ 25336.

5.1.10 Пинцет, входящий в комплект поставки весов.

5.1.11 Полиэтиленовые пакеты размером 50×100 мм с гриппером по ГОСТ Р 52903.

5.1.12 Металлическая сетка тканая средняя размером 200×200 мм с площадью ячейки 25 мм² по ГОСТ 2715.

5.2 Материалы, реактивы

5.2.1 Аналитические фильтры типа GF-10 фирмы Whatman (Германия) или АФА-РСП-10 с коэффициентом улавливания не менее 0,98 по [5].

5.2.2 Кальций азотнокислый 4-водный, квалификация ч. по ГОСТ 4142.

5.2.3 Вода дистиллированная по ГОСТ 6709.

5.2.4 Смазка ЦИАТИМ-221 по ГОСТ 9433.

П р и м е ч а н и е – Допускается применение других средств измерений, вспомогательных устройств, материалов и реактивов с метрологическими и техническими характеристиками не хуже указанных выше.

6 Метод измерений

Измерения массовой концентрации взвешенных частиц фракций PM10 и PM2,5 выполняют гравиметрическим методом. Массу навески, осажденную на аналитический фильтр с использованием автоматического аспиратора для отбора проб воздуха взвешенных частиц фракций PM10 или PM2,5 измеряют с помощью аналитических весов. Полученное значение массы используют в дальнейшем для расчета массовой концентрации.

Фильтры с навеской могут быть использованы для последующего определения бенз(а)пирена, тяжелых металлов, сажи и других загрязняющих веществ в пробах атмосферного воздуха, которые могут содержаться во взвешенных частицах.

Гравиметрический метод измерений может быть использован для корректировки показаний автоматических анализаторов взвешенных частиц фракций PM10 и PM2,5.

Процедура установления корректировочного коэффициента для автоматического анализатора приведена в приложении А.

7 Требования безопасности, охраны окружающей среды

7.1 При выполнении измерений массовой концентрации взвешенных частиц фракций РМ10 и РМ2,5 в пробах атмосферного воздуха гравиметрическим необходимо соблюдать правила по технике безопасности на сети наблюдений Росгидромета [6], а также требования:

- безопасности при работе с химическими реактивами по ГОСТ 12.1.007;
- электробезопасности при работе с электроустановками по ГОСТ Р 12.1.019.

7.2 Помещение химической лаборатории должно соответствовать требованиям пожарной безопасности по ГОСТ 12.1.004 и быть обеспечено средствами пожаротушения по ГОСТ 12.4.009.

7.3 Организацию обучения работников безопасности труда следует осуществлять по ГОСТ 12.0.004.

8 Требования к квалификации операторов

К выполнению измерений, обработке и оформлению результатов допускаются специалисты, имеющие высшее или среднее специальное образование, опыт работы в химической лаборатории, прошедшие обучение и имеющие соответствующую квалификацию для работы на оборудовании.

9 Требования к условиям измерений

При выполнении измерений соблюдают условия, приведенные в таблице 3.

Т а б л и ц а 3 – Условия проведения измерений

Наименование параметра	В лаборатории (при выполнении измерений)	В пункте наблюдений (при отборе проб)
Температура окружающего воздуха, °С	От 20 до 25	От 5 до 40
Атмосферное давление, мм рт.ст.	От 630 до 800	
Относительная влажность воздуха при 25 °С, %, не более	80	90
Электрическое напряжение, В	$220 \begin{pmatrix} +15 \\ -10 \end{pmatrix}$	
Частота переменного тока, Гц	50 ± 5	

10 Подготовка к выполнению измерений

10.1 Оборудование весовой комнаты

10.1.1 В лаборатории должна быть отдельная весовая комната.

10.1.2 Допустимым вариантом является отдельное выделенное место в лаборатории площадью от 10 до 15 м², в котором исключены сквозняки и обеспечена стабильная температура, а также отсутствуют посторонние люди, кроме оператора, для предотвращения вибраций, влияющих на весы. Перемещать фильтр к весам необходимо быстро, без задержки фильтра в окружающей среде.

10.1.3 Аналитические весы должны быть установлены на столе со столешницей на массивном основании, исключающем возможность возникновения вибраций. В весовой комнате должно быть размещено только необходимое оборудование, в первую очередь, аналитические весы, эксикатор и полиэтиленовые пакеты с гриппером. Это оборудование должно располагаться в непосредственной близости друг от друга и быть изолированным от помещения лаборатории.

10.1.4 Перед использованием весов необходимо убедиться, что они

находятся на ровной горизонтальной поверхности и выровнены по встроенному уровню.

10.2 Подготовка эксикатора

10.2.1 Перед первым использованием эксикатор выдерживается в течение 24 ч в весовой комнате при температуре $(20 \pm 5)^\circ\text{C}$.

10.2.2 В эксикаторе должна быть обеспечена относительная влажность 50 % при температуре $(20 \pm 5)^\circ\text{C}$. Для этого в эксикатор устанавливается лабораторный стакан вместимостью 100 см³ с раствором 4-водного азотнокислого кальция.

10.2.3 Раствор азотнокислого кальция готовят следующим образом:

- в лабораторном стакане готовится раствор 40 г 4-водного азотнокислого кальция в 10 г дистиллированной воды;
- о наличии установившегося равновесия свидетельствует присутствие кристаллов не растворившейся соли под слоем жидкости в стакане раствора азотнокислого кальция;
- лабораторный стакан с раствором азотнокислого кальция устанавливается на дно эксикатора.

Раствор азотнокислого кальция должен находиться в эксикаторе постоянно, его следует заменять свежеприготовленным при растворении соли, но не реже, чем раз в 6 мес.

10.3 Калибровка весов

10.3.1 Перед использованием весов необходимо установить весы на ровную горизонтальную поверхность (отклонение не более 3°).

10.3.2 Весы устанавливают на массивное основание, исключающее возможность вибрации.

10.3.3 Весы, используемые для взвешивания фильтров, должны быть с предельной чувствительностью не более 0,01 мг. В процессе эксплуатации перед взвешиванием должна проводиться калибровка весов с использованием мер массы, входящих в комплект поставки.

10.3.4 Перед калибровкой весов проверить готовность весов к взвешиванию, для этого:

- убедиться в правильной установке уровня;
- провести калибровку весов в соответствии с инструкцией по эксплуатации;
- провести проверку с помощью меры масс.

10.4 Подготовка фильтров

10.4.1 Для гравиметрического метода измерений предпочтительными являются стекловолоконные фильтры. Эти фильтры не сорбируют влагу и не накапливают статическое электричество. Перед использованием следует проверить качество поверхностей фильтров, равномерность опрессовки (для фильтра АФА-РСП-10), отсутствие посторонних вкраплений и механических повреждений. При обнаружении таковых фильтры отбраковываются.

10.4.2 Перед взвешиванием чистые фильтры не менее 2 ч выдерживают в эксикаторе с азотнокислым кальцием с целью доведения до постоянной массы. Подготовленные таким образом чистые фильтры взвешивают на весах. Каждый фильтр взвешивают не менее трех раз. По результатам взвешивания вычисляют среднее арифметическое значение массы фильтра. Результаты взвешивания заносят в рабочий журнал. Форма

записи результатов измерений приведена в приложении Б. Ведение рабочего журнала в лаборатории проводится в свободной форме.

Чтобы не испортить рабочую поверхность фильтра, при всех операциях его следует брать пинцетом за край. Взвешенные чистые фильтры устанавливают в кассету, вкладывают в пакеты с застежкой «гриппер». Подготовленные чистые фильтры используют для отбора проб.

10.5 Подготовка аспиратора

10.5.1 Аспиратор устанавливают в павильоне поста. Пробозаборная труба пропускается через отверстие в крыше павильона поста через герметизирующий фланец с внутренним диаметром 50 мм.

10.5.2 Фланец закрывается крышками с уплотняющими прокладками с внешней и внутренней сторон павильона поста. Герметизация должна быть достаточной, чтобы воздух из павильона не проникал наружу.

10.5.3 На выступающий над крышей павильона конец пробозаборной трубы устанавливается импактор на уровне не менее 0,5 м от поверхности крыши.

П р и м е ч а н и е – Пробозаборная труба, импактор, кассеты для фильтров, фильтродержатель и метеодатчики входят в комплект поставки аспиратора.

10.5.4 Аспиратор программируют на отбор проб на один фильтр в течение 23 ч 55 мин. Начало отбора проб устанавливают в один из сроков наблюдений. Целесообразно выбрать срок так, чтобы обеспечить удобство обслуживания наблюдателем, например, 19 ч вечера. Таким образом, отбор проб будет заканчиваться в 18 ч 55 мин каждые сутки и для наблюдателя остается 5 мин для замены фильтра.

10.5.5 Перед первым запуском аспиратора необходимо провести следующие установки следуя описанию в руководстве по эксплуатации аспиратора [7]:

- установить текущую дату;
- установить местное время;
- установить режим приведения объема отобранной пробы атмосферного воздуха к нормальным условиям (0 °С, 760 мм рт.ст.);
- установить расход воздуха 2,3 м³/ч для аспиратора одноканального типа LVS 3.1.

10.6 Отбор проб

10.6.1 Отбор проб атмосферного воздуха осуществляется через пробозаборную трубу, выведенную на крышу поста пункта наблюдений, предназначенного для проведения наблюдений.

10.6.2 Для проведения отбора проб взвешенных частиц PM10 и PM2,5 выполняют следующие работы:

- покрывают диск захвата отсекаемых взвешенных частиц, находящийся внутри импактора, смазкой ЦИАТИМ (допускается применять технический вазелин или силиконовую смазку);
- устанавливают кассету с чистым фильтром;
- запускают аспиратор кнопкой СТАРТ, устанавливают расход воздуха в соответствии с техническими характеристиками импактора.

Замену смазки пылеулавливающей плиты импактора проводят с периодичностью не реже одного раза в квартал.

10.6.3 После окончания цикла отбора пробы атмосферного воздуха кассета с фильтром с отобранной пробой упаковывается в полиэтиленовый пакет с герметичной застежкой (гриппер) и переносится в лабораторию, где производится взвешивание с последующим расчетом массовой концентрации. В аспиратор устанавливается кассета с чистым фильтром, кнопкой СТАРТ запускается следующий цикл отбора пробы.

10.6.4 Результаты отбора пробы атмосферного воздуха заносят в рабочий журнал. Форма записи приведена в приложении В.

10.6.5 Объем пробы атмосферного воздуха, приведенный к нормальным условиям, заносят в рабочий журнал. Форма записи приведена в приложении Г.

11 Порядок выполнения измерений

11.1 До отбора проб проводят взвешивание чистого фильтра по 10.4.

11.2 После отбора проб атмосферного воздуха фильтр с отобранной пробой доставляются с пункта наблюдения и укладываются в эксикатор на 24 ч.

11.3 Перед взвешиванием фильтра с отобранной пробой в рабочий журнал заносят результаты измерений температуры окружающего воздуха, относительной влажности и атмосферного давления в лаборатории.

11.4 Через 24 ч фильтры вынимают из эксикатора и взвешивают на аналитических весах. Измерение массы каждого из фильтров проводят дважды.

11.5 Результат измерений массовой концентрации взвешенных частиц записывают в рабочий журнал в соответствии с приложением Г.

12 Обработка результатов измерений

12.1 Массовую концентрацию взвешенных частиц фракций РМ10 и РМ2,5 в пробе атмосферного воздуха X , мг/м³, рассчитывают по формуле

$$X = (M_2 - M_1) / V_0, \quad (1)$$

где M_1 – среднее значение массы фильтра до отбора пробы, мг;

M_2 – среднее значение массы фильтра после отбора пробы, мг;

V_0 – объём пробы атмосферного воздуха, взятый для анализа и приведённый к нормальным условиям, м³.

12.2 Расчет V_0 выполняют по формуле

$$V_0 = 2,7 \cdot V_t \cdot P / (273 + t), \quad (2)$$

где V_t – объём воздуха, измеренный при температуре t и давлении P в месте отбора пробы, м³;

t – температура воздуха в месте отбора пробы, °C;

P – атмосферное давление в месте отбора пробы, кПа.

13 Оформление результатов измерений

13.1 Результат анализа в документах, предусматривающих его использование, представляют в виде

$$X \pm 0,01 \cdot \delta \cdot X, \quad \text{при } P = 0,95, \quad (3)$$

где X – рассчитанная массовая концентрация взвешенных частиц в анализируемой пробе атмосферного воздуха, мг/м³;

δ – значение относительной погрешности измерений, % (см. таблица 2).

13.2 Если массовая концентрация взвешенных частиц ниже нижней (выше верхней) границы диапазона измерений, то делают следующую запись: «Массовая концентрация взвешенных частиц менее 0,03 мг/м³» или «Массовая концентрация взвешенных более 3,0 мг/м³» (см. таблица 2).

14 Контроль качества результатов измерений при реализации методики в лаборатории

14.1 Аспиратор имеет погрешность измерения объема воздуха, прокачанного через фильтр, не более 5 % в соответствии с ГОСТ Р 51945.

Необходимо периодически проверять расход и объем прокачанного воздуха. Не реже одного раза в квартал следует проводить проверку по образцовому газовому счетчику СГК-4.

Для этого необходимо подсоединить газовый счетчик между входным штуцером аспиратора и трубкой, ведущей к фильтродержателю. В фильтродержателе должна быть установлена кассета с фильтром. Перед тестовыми испытаниями фиксируют начальные показания газового счетчика N_1 . Кнопкой СТАРТ запускают аспиратор, одновременно запускают секундомер. Через 10 мин кнопкой СТОП производится остановка аспиратора, фиксируют конечные показания газового счетчика N_2 . По дисплею аспиратора считывают измеренный объем отобранной пробы $V_{\text{изм}}$. По результатам испытаний проводят расчеты по формулам

$$V_0 = 2,7 \cdot (N_2 - N_1) \cdot P / (273 + t), \quad (4)$$

$$Q_0 = V_0 / T, \quad (5)$$

где V_0 – объем воздуха, измеренный с помощью газового счетчика и приведенный к нормальным условиям, м³;

P – атмосферное давление, кПа;

t – температура пробы воздуха, °С;

Q_0 – измеренный расход воздуха, м³/ч;

T – время работы аспиратора, мин.

Результаты проверки считают удовлетворительными, если выполняются условия

$$|Q_0 - Q_n| / Q_n \leq 0,05, \quad (6)$$

$$|V_0 - V_{\text{изм}}| / V_0 \leq 0,05 \quad (7)$$

где Q_n – расход воздуха по руководству по эксплуатации аспиратора.

При невыполнении указанных условий проводят настройку в соответствии с руководством по эксплуатации аспиратора.

14.2 Для аспиратора должна проводиться регулярно проверка герметичности воздушного тракта, периодическая (один раз в три года) замена защитного фильтра и лопастей компрессора. Регулярно, после 30 циклов аспирации, необходимо промывать внутренние трубы импактора дистиллированной водой, протирать пылеулавливающую плиту и смазывать ее поверхность смазкой ЦИАТИМ.

В комплект поставки аспираторов входят метеодатчики, которые крепятся в непосредственной близости от импактора.

14.3 Аспиратор, используемый для отбора проб, должен иметь действующее свидетельство о поверке. В межповерочный интервал должна проводиться проверка расхода воздуха образцовым газовым счетчиком один раз в 6 мес. Для аспиратора LVS 3.1 номинальный расход воздуха равен $2,3 \text{ м}^3/\text{ч}$. При контроле допустимо отклонение от заданного не более 5 %. Периодически, один раз в три года, необходимо проводить замену защитного фильтра и лопастей компрессора.

14.4 Необходимо контролировать раствор азотнокислого кальция в эксикаторе и температуру в помещении, где установлены весы и эксикатор. Это оборудование должно располагаться в непосредственной близости друг от друга и быть изолированным от помещения лаборатории.

14.5 Особое внимание следует обращать на обслуживание импактора. Регулярно, после 30 циклов аспирации, необходимо промывать внутренние трубы импактора дистиллированной водой, протирать пылеулавливающую

плиту и смазывать поверхность ее техническим вазелином или смазкой ЦИАТИМ.

14.6 Для фильтров АФА-РСП-10 проводится процедура по снятию электростатического заряда. При использовании фильтров GF-10 процедура не обязательна.

Приложение А

(справочное)

Установление корректировочного коэффициента для автоматического анализатора взвешенных частиц

А.1 Общие положения

А.1.1 Для измерений массовой концентрации взвешенных частиц фракций PM10 и PM2,5 используют автоматические анализаторы типа F-701, BAM 1020, EDM 180, MP 101M и аналогичные.

А.1.2 Результаты измерений, получаемых с помощью автоматических анализаторов, корректируют умножением на коэффициент, определяемый гравиметрическим методом.

А.1.3 Время отбора пробы аспиратором устанавливают равным 24 ч для фракции PM10 и 48 ч для фракции PM2,5.

А.1.4 Первичный запуск процедуры суточного отбора пробы воздуха проводят в определенное заданное время, например, 19 ч.

А.1.5 После автоматической остановки пробоотбора проводят определение массовой концентрации взвешенных частиц гравиметрическим методом в соответствии с разделами 11, 12 и 13.

А.2 Вычисление корректировочного коэффициента

А.2.1 Для определения значения корректировочного коэффициента необходимо выполнить не менее 3 циклов отбора пробы атмосферного воздуха.

А.2.2 По результатам измерений в каждом цикле корректирующий коэффициент K_i рассчитывают по формуле

$$K_i = C_{ri} / C_{ai} \quad (A.1)$$

где C_{ri} – значение массовой концентрации взвешенных частиц, определенное с помощью гравиметрического метода, мг/м³;

C_{ai} – среднее за период отбора значение массовой концентрации, определенное с помощью анализатора, мг/м³.

А.2.3 Среднее значение корректировочного коэффициента K рассчитывают по формуле

$$K = \Sigma K_i / N \quad (\text{A.2})$$

где N – число циклов измерений.

А.2.4 Результат измерения массовой концентрации C , мг/м³, с помощью анализатора представляют в виде

$$C = K \cdot C_a \quad (\text{A.3})$$

где C_a – измеренное с помощью анализатора значение массовой концентрации, мг/м³;

K – среднее значение корректировочного коэффициента.

А.2.5 Один раз в квартал необходимо проверять изменение значения корректирующего коэффициента по уравнению

$$\Delta K = |K_2 - K_1| / K_1 \quad (\text{A.4})$$

где K_2 – средний корректирующий коэффициент, полученный при текущем отборе пробы;

K_1 – средний корректирующий коэффициент, полученный при предыдущем отборе пробы.

А.2.6 Если $\Delta K < 0,1$, то периодичность проверки можно увеличить до 6 мес. В дальнейшем, если ΔK будет оставаться меньше или равным 0,1, то периодичность проверки можно будет увеличить до одного года.

А.2.7 Внеочередное установление корректировочного коэффициента может потребоваться в случае резкого изменения показаний автоматического анализатора.

Приложение Б

(обязательное)

Форма записи результатов измерений массы фильтров

Дата _____

Температура окружающего воздуха, °C _____

Относительная влажность воздуха, % _____

Атмосферное давление, кПа _____

Время, ч, мин _____

Тип фильтра _____

Номер (шифр) фильтра	Масса фильтра, мг, при взвешивании			Среднее арифметическое значение массы фильтра, мг
	1	2	3	

Исполнитель _____
подпись

инициалы, фамилия

Приложение Г

(обязательное)

Форма записи результатов измерений массовой концентрации взвешенных частиц

Фракция взвешенных частиц _____

Дата _____

Температура окружающего воздуха, °C _____

Относительная влажность воздуха, % _____

Атмосферное давление, кПа _____

Время _____

Номер (шифр) фильтра	Среднее значение массы фильтра, мг		Объём пробы воздуха, приведенный к нормальным условиям, м ³	Массовая концентрация взвешенных частиц, мг/м ³
	до отбора пробы	после отбора пробы		

Исполнитель _____

подпись

инициалы, фамилия

Библиография

- | | | |
|-----|--|---|
| [1] | Технические условия
ТУ 4213-054-51415204-01 | Счетчики газа бытовые |
| [2] | Технические условия
ТУ 25-11.1513-79 | Барометр-анероид
метеорологический БАММ-1 |
| [3] | Технические условия
ТУ 25-2021.003-88 | Термометры ртутные
стеклянные лабораторные |
| [4] | Технические условия
ТУ 25-2021.003-88 | Секундомер механический |
| [5] | Технические условия
ТУ 95-1892-89 | Фильтры аналитические
аэрозольные |
| [6] | Правила по технике безопасности при производстве наблюдений и работ на сети Росгидромета, М., Гидрометеиздат, 1983. – С. 161-189 | |
| [7] | Руководство по эксплуатации | Аспиратор LVS 3.1 |

Ключевые слова: концентрация, взвешенные частицы PM10, PM2,5 атмосферный воздух, метод измерений, гравиметрический метод, аналитический фильтр, контроль качества измерений, анализатор

Лист регистрации изменений

Поряд- ковый номер измене- ния	Номер страницы				Номер регистра- ции из- менения в ГОС, дата	Подпись	Дата	
	изме- нен- ной	замене- нной	новой	анули- рован- ной			внесения изм.	введения изм.

Федеральное агентство по техническому регулированию и метрологии
(Росстандарт)

ИРСТ|ВНИИМС

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ УНИТАРНОЕ ПРЕДПРИЯТИЕ
«Всероссийский научно-исследовательский институт метрологической службы»
Регистрационный номер в реестре аккредитованных лиц № RA.RU.311787

СВИДЕТЕЛЬСТВО

ОБ АТТЕСТАЦИИ МЕТОДИКИ (МЕТОДА) ИЗМЕРЕНИЙ

№ 205-18/RA.RU.311787/2021

Методика измерений массовой концентрации взвешенных частиц фракций PM10 и

PM2,5 в пробах атмосферного воздуха гравиметрическим методом,
разработанная Федеральным государственным бюджетным учреждением
«Главному физическая обсерватория им. А.И. Войткевича» (ФГБУ «ГТО»)
(194021, Россия, г. Санкт-Петербург, ул. Карбышева, д. 7)

и речьяментирова- Методика измерений массовой концентрации взвешенных частиц
ная в документе: фракций PM10 и PM2,5 в пробах атмосферного воздуха гравиметрическим методом,

утвержденном в 2021 г. и содержащем 26 стр.,
обозначение и наименование документа

аттестована в соответствии с Приказом Минпромторга России от 15.12.2015 N 4091,
ГОСТ Р 8.563-2009 «Государственная система обеспечения единства измерений. Методи-
ки (методы) измерений», ГОСТ Р ИСО 5725-2:2002 «Точность (правильность и прецизион-
ность) методов и результатов измерений».

Аттестация осуществляется по результатам теоретических и экспериментальных
зад работ: метрологическая экспертиза материалов по разработке методики измерений,

исследования методики измерений.

теоретическое или экспериментальное исследование Методики измерений, др. виды работ

В результате аттестации установлено, что методика измерений соответствует
предъявляемым к ней метрологическим требованиям и обладает основными метрологи-
ческими характеристиками, приведенными на оборотной стороне настоящего свидетел-
ства.

Первый заместитель директора по науке

Начальник отдела № 205

«24» сентября 2021 года

Ф.В. Будыгин

С.В. Вахроа

000066

ПОКАЗАТЕЛИ ТОЧНОСТИ ИЗМЕРЕНИЙ

Диапазон измерений массовой концентрации взвешенных частиц фракций РМ10 и РМ2,5 в пробах атмосферного воздуха при объеме пробы 55 м ³ , мг/м ³	Показатель точности (границы относительной погрешности), $\pm \delta$, % при $P = 0,95$	Показатель промежуточной прецизионности (относительное стандартное отклонение промежуточной прецизионности) $\sigma_{I(T,O)}$, %	Предел промежуточной прецизионности ($m = 2$, $P = 0,95$), $R_{(T,O)}$, %
от 0,03 до 3,0 включ.	25	12	33

Начальник отдела № 205

Старший научный сотрудник отдела № 205



С.В. Вихрова

Г.А. Микрюкова

Подписано в печать 28.06.2022
Формат 60×84 ¹/₁₆. Гарнитура Times New Roman. Бумага офсетная.
Усл. печ. л. 1,98. Тираж 300 экз. Заказ № 2203-22.

Отпечатано в соответствии с предоставленными материалами
в ООО «Амирит», 410004, г. Саратов, ул. Чернышевского, 88.
Тел.: 8-800-700-86-33 | (845-2) 24-86-33

E-mail: zakaz@amirit.ru

Сайт: amirit.ru

