Государственное санитарно-эпидемиологическое нормирование Российской Федерации

4.1. МЕТОДЫ КОНТРОЛЯ. ХИМИЧЕСКИЕ ФАКТОРЫ

Измерение массовой концентрации мелкодисперсных частиц $PM_{2,5}$ и PM_{10} в атмосферном воздухе с использованием метода лазерной дифракции

Методические указания
МУК 4.1.3242—14

Издание официальное

Москва • 2015

gost.e-ecolog.ru

Федеральная служба по надзору в сфере защиты прав потребителей и благополучия человека

4.1. МЕТОДЫ КОНТРОЛЯ. ХИМИЧЕСКИЕ ФАКТОРЫ

Измерение массовой концентрации мелкодисперсных частиц $PM_{2,5}$ и PM_{10} в атмосферном воздухе с использованием метода лазерной дифракции

Методические указания
МУК 4.1.3242—14

ББК 51.21
И37

И37 Измерение массовой концентрации мелкодисперсных частиц $PM_{2,5}$ и PM_{10} в атмосферном воздухе с использованием метода лазерной дифракции: Методические указания.—М.: Федеральный центр гигиены и эпидемиологии Роспотребнадзора, 2015.—14 с.

ISBN 978—5—7508—1403—9

1. Разработаны Федеральным бюджетным учреждением науки «Федеральный научный центр медико-профилактических технологий управления рисками здоровью населения» (Т. С. Уланова, Н. В. Зайцева, А. В. Злобина, Е. А. Плеханова).

2. Рекомендованы к утверждению Комиссией по государственному санитарно-эпидемиологическому нормированию Федеральной службы по надзору в сфере защиты прав потребителей и благополучия человека (протокол от 6 ноября 2014 г. № 2).

3. Утверждены руководителем Федеральной службы по надзору в сфере защиты прав потребителей и благополучия человека, Главным государственным санитарным врачом Российской Федерации А. Ю. Поповой 29 декабря 2014 г.

4. Введены впервые.

ББК 51.21

ISBN 978—5—7508—1403—9

© Роспотребнадзор, 2015
© Федеральный центр гигиены и эпидемиологии Роспотребнадзора, 2015

УТВЕРЖДАЮ
Руководитель Федеральной службы
по надзору в сфере защиты прав
потребителей и благополучия человека,
Главный государственный санитарный
врач Российской Федерации
А. Ю. Попова
29 декабря 2014 г.

4.1. МЕТОДЫ КОНТРОЛЯ. ХИМИЧЕСКИЕ ФАКТОРЫ

Измерение массовой концентрации мелкодисперсных частиц $PM_{2,5}$ и PM_{10} в атмосферном воздухе с использованием метода лазерной дифракции

Методические указания МУК 4.1.3242—14

Свидетельство об аттестации МИ № 88-16374-097-01.00076-2013 от 15.11.13.

1. Назначение и область применения

1.1. Настоящие методические указания устанавливают порядок применения метода лазерной дифракции для измерения разовых и среднесуточных массовых концентраций мелкодисперсных частиц $PM_{2,5}$ и PM_{10} в атмосферном воздухе в диапазонах, приведенных в табл. 1.

Таблица 1

Наименования фракций взвешенных частиц, диапазоны измерений массовых концентраций мелкодисперсных частиц

Фракция взвешенных частиц	Диапазон измерений, мг/м^3	
	разовый отбор	среднесуточный отбор
PM_{10}	От 0,005 до 1 вкл.	От 0,004 до 1 вкл.
$PM_{2,5}$	От 0,005 до 1 вкл.	От 0,001 до 1 вкл.

Примечание. При определении объемной доли частиц $PM_{2,5}$ более 24 % (для сильно запыленного воздуха $C_{пыли} > 1$ мг/м^3) рекомендуется пользоваться другими методами.

1.2. Методические указания по измерению массовой концентрации мелкодисперсных частиц $PM_{2,5}$ и PM_{10} в атмосферном воздухе с исполь-

зованием метода лазерной дифракции предназначены для использования лабораториями учреждений Федеральной службы по надзору в сфере защиты прав потребителей и благополучия человека, производственными лабораториями предприятий, научно-исследовательскими институтами, работающими в области гигиены окружающей среды при осуществлении аналитического контроля качества атмосферного воздуха в районе расположения предприятий металлургической, машиностроительной, металлообрабатывающей, строительной отраслей, тепловых электростанций, транспортных предприятий, транспортных магистралей.

1.3. Методические указания носят рекомендательный характер.

2. Физико-химические и токсикологические свойства

Мелкодисперсные взвешенные частицы $PM_{2,5}$ – частицы с аэродинамическим диаметром 2,5 мкм и менее или, более точно, частицы, которые проходят через селективный импактор, обеспечивающий 50 %-ое отсеивание частиц с аэродинамическим диаметром 2,5 мкм, и верхний предел полного отсеивания равен 7 мкм. $PM_{2,5}$ составляют респирабельную часть общих взвешенных частиц, проникающих в нецилиарную область дыхательных путей у лиц из групп высокого риска (дети и взрослые с определенными легочными заболеваниями).

Мелкодисперсные взвешенные частицы PM_{10} – частицы с аэродинамическим диаметром 10 мкм и менее или, более точно, частицы, которые проходят через селективный импактор, обеспечивающий 50 %-ое отсеивание частиц с аэродинамическим диаметром 10 мкм. Верхняя граница распределения примерно соответствует аэродинамическому диаметру 30 мкм, что означает полное отсеивание частиц более 30 мкм. PM_{10} в основном составляют респирабельную фракцию общих взвешенных частиц, т. е. ту их часть, которая попадает в организм, минуя гортань.

Значения предельно допустимой концентрации мелкодисперсных частиц в атмосферном воздухе установлены в ГН 2.1.6.2604—10 и приведены в табл. 2.

Таблица 2

Предельно допустимые концентрации мелкодисперсных взвешенных частиц $PM_{2,5}$ и PM_{10} в атмосферном воздухе населенных мест

Наименование вещества	Величина ПДК, мг/м^3		
	максимальная разовая	среднесуточная	среднегодовая
Взвешенные частицы PM_{10}	0,3	0,06<*>	0,04
Взвешенные частицы $PM_{2.5}$	0,16	0,035<*>	0,025
<*> 99 процентиль			

3. Метрологические характеристики методики выполнения измерений

При соблюдении всех регламентированных условий и проведении анализа в точном соответствии с данной методикой значения погрешности результатов измерений не превышают значений, приведенных в табл. 3.

Таблица 3

Диапазон измерений, значение показателя точности измерений

Фракция взвешенных частиц	Диапазон измерений, мг/м^3		Показатель точности (границы относительной погрешности при вероятности $P = 0,95$), $\pm \delta$, %
	разовый отбор	среднесуточный отбор	
PM_{10}	от 0,005 до 1 вкл.	от 0,004 до 1 вкл.	25
$PM_{2.5}$	от 0,005 до 1 вкл.	от 0,001 до 1 вкл.	

Примечания.

1. Значение показателя точности установлено расчетно-экспериментальным методом.

2. При расчете показателя точности учтены погрешности используемых средств отбора проб и метода измерений, погрешности, обусловленные процедурой приготовления растворов, необходимых для проведения анализа отобранных проб.

3. Требования к погрешности измерений разработаны в соответствии с ГОСТ 17.2.4.02 «Погрешность метода не должна превышать ± 25 % во всем диапазоне измеряемых концентраций». Значение показателя точности измерений, приведенное в табл. 3, соответствует требованиям ГОСТ 17.2.4.02.

4. Метод измерений

Методика основана на определении массы частиц пыли, задержанных фильтром. Фильтрующий материал (фильтр) обладает волокнистой гладкой неворсистой поверхностью и плотной структурой, гидрофобен, стоек к действию кислот, слабых щелочей, растворов солей, не растворяется в спиртах, гексане; растворяется в дихлорэтане, толуоле, ксилоле, тетрагидрофуране (НЭЛ-3). При прохождении через него определенного объема воздуха, помещения фильтра с собранными частицами пыли в дисперсионную среду, состоящую из 1,4-диоксана и дистиллированной воды, измерения функции объемного распределения частиц по размерам в полученной суспензии с помощью метода лазерной дифракции, расчета объемной доли частиц, имеющих размеры в заданном диапазоне, вы-

полняется расчет массовой концентрации мелкодисперсных частиц фракций $PM_{2,5}$ и PM_{10} в атмосферном воздухе.

Плотность мелкодисперсных частиц фракции $PM_{2,5}$ и PM_{10} принимается равной плотности частиц пыли, задержанной фильтром, с размерами от 0,02 мкм до 1 408 мкм. Методика не рекомендуется для измерения массовых концентраций взвешенных частиц, растворимых в воде и 1,4-диоксане, например, хлорида натрия, хлорида калия.

5. Средства измерений, вспомогательные устройства, материалы, реактивы

5.1. Средства измерений

Лазерный анализатор размеров частиц, диапазон измерений размеров 0,02550—1408 мкм с устройством жидкостного диспергирования пробы	
Весы аналитические, диапазон измерений 0—100 мг	ГОСТ 24104
Аспиратор, диапазон объемной скорости 40—150 л/мин	ТУ 4215-000-11696625—03
Термометр жидкостный с ценой деления 1 °С	ГОСТ 28498—90
Барометр-анероид, диапазон измерений атмосферного давления от 80 до 106 кПа	ТУ 25-11.1513—79
Психрометр аспирационный	ТУ 25.1607.054—85
Пробирки мерные стеклянные с притертой пробкой П-2-5-14/23 вместимостью 5 $см^3$	ГОСТ 1770—74
Пробирки стеклянные П-1-10-0,1 вместимостью 10 $см^3$	ГОСТ 1770—74
Пипетки градуированные вместимостью 5 $см^3$	ГОСТ 29227—91

Примечания. Допускается использование средств измерений с аналогичными или лучшими характеристиками.

5.2 Вспомогательные устройства, материалы

Шкаф суховоздушный, диапазон автоматически поддерживаемых температур в рабочей камере (°С) 50—200	ТУ 9452-010-07609276—05
Дистиллятор	ТУ 61-1-721—79
Эксикатор исполнения 2 (без крана) диаметром корпуса 250 мм или более	ГОСТ 25336-82

Колба коническая плоскодонная вместимостью 100 $см^3$ с пришлифованной пробкой	ГОСТ 25336—82
Чашка Петри стеклянная	ГОСТ 23932—90
Фильтры	ТУ 951892—89
Фильтродержатели	
Трубка силиконовая для хирургических дренажей и комплектации медицинских устройств и аппаратов, внутренний диаметр 10 мм	ТУ 9398-006-48423543—03
Полиэтиленовые пакеты с защелкой ПВД 5×7 см	

Примечания. Допускается применение оборудования с аналогичными или лучшими техническими характеристиками.

5.3. Реактивы, стандартные образцы

1,4-Диоксан (≥ 99,5 %, ISO)	
Кальций хлористый безводный гранулированный, хч	ГОСТ 450—77
Вода дистиллированная	ГОСТ 6709—96
Государственные стандартные образцы (ГСО) гранулометрического состава порошкообразных материалов	ГСО 9359—09 (КМК 005), ГСО 9360—09 (КМК 007), ГСО 9361—09 (КМК 008), ГСО 9362—09 (КМК 018)

Примечание. Допускается использование реактивов с метрологическими и техническими характеристиками, аналогичными указанным.

6. Требования безопасности

6.1. При выполнении измерений следует соблюдать требования техники безопасности при работе с химическими реактивами по ГОСТ 12.1.007—76, требования безопасности, установленные для работ с токсичными, едкими и легковоспламеняющимися веществами по ГОСТ 12.1.005—88, требования электробезопасности при работе с электроустановками в соответствии с ГОСТ Р 12.1.019—09, а также требования, изложенные в технической документации на эксплуатацию лазерного анализатора размеров частиц.

6.2. Помещение лаборатории должно быть оборудовано приточно-вытяжной вентиляцией согласно ГОСТ 12.4.021—75, соответствовать требованиям пожарной безопасности по ГОСТ 12.1.004—91 и иметь средства пожаротушения по ГОСТ 12.4.009—83. Выброс воздуха из вентиляционной системы должен быть выведен наружу и оборудован воздушным фильтром для улавливания мелкодисперсных частиц.

6.3. Содержание вредных веществ в воздухе рабочей зоны не должно превышать ПДК, установленных ГН 2.2.5.1313—03.

7. Требования к квалификации оператора

К выполнению измерений допускаются лица, прошедшие обучение и владеющие техникой работы на лазерном анализаторе размеров частиц, аналитических весах.

8. Условия измерения

При подготовке проб к анализу и приготовлении растворов соблюдаются следующие условия:

- температура воздуха (20 ± 5) °С;
- атмосферное давление 630—800 мм рт. ст.;
- влажность воздуха – не более 80 % при температуре 25 °С.

Выполнение измерений на лазерном анализаторе размеров частиц проводят в условиях, рекомендуемых технической документацией к прибору.

9. Подготовка к выполнению измерений

Перед выполнением измерений проводят следующие работы: подготовка стеклянной посуды, подготовка фильтров, подготовка анализатора размеров частиц к измерению, установление правильности работы анализатора частиц, отбор проб атмосферного воздуха, подготовка проб к измерению.

9.1. Подготовка посуды

Используемую посуду необходимо тщательно вымыть с моющим средством (порошок, сода), ополоснуть водопроводной и дистиллированной водой и просушить при температуре 120 °С.

9.2. Подготовка фильтров

Фильтры извлекают из упаковки, помещают на сутки в эксикатор, заполненный безводным хлоридом кальция. Помещают фильтры в комнату для взвешивания на 2 часа. Взвешивают фильтры с точностью до 0,0001 г, помещают в кольцо фильтродержателя, нумеруют на фильтродержателе. До проведения отбора проб взвешенные фильтры следует хранить в эксикаторе.

9.3. Подготовка анализатора размеров частиц к измерению

Подготовка анализатора размеров частиц к измерению проводится согласно инструкции по эксплуатации анализатора размеров частиц, использующегося в работе лаборатории.

9.4. Установление правильности работы лазерного анализатора размеров частиц

В подготовленном к измерению режиме лазерного анализатора размеров частиц помещают в ячейку устройства жидкостного диспергирования небольшое количество, примерно 0,1 г, порошка ГСО гранулометрического состава порошкообразных материалов, дважды измеряют диаметры, определяющие границу, ниже которой находится 10, 50 и 90 % частиц, устанавливаемые в паспорте ГСО (табл. 4). При постановке и внедрении методики измеряют все ГСО, непосредственно перед измерением серии образцов допускается проверять правильность работы по одному ГСО.

Правильность работы анализатора частиц признается удовлетворительной при нахождении результата измерений в границах погрешности аттестованного значения ГСО с доверительной вероятностью 0,95.

Таблица 4

Аттестованные значения ГСО для установления правильности работы лазерного анализатора размеров частиц

Аттестованная характеристика	Аттестованное значение, мкм				Границы относительной погрешности аттестованного значения δ*, ($P = 0,95$), %
	ГСО 9359—09	ГСО 9360—09	ГСО 9361—09	ГСО 9362—09	
D_{10}**	0,98	1,52	2,58	9,2	± 7
D_{50}	4,53	6,7	8,6	16,2	± 5
D_{90}	9,4	11,7	14,5	25,8	± 7

* Соответствует расширенной неопределенности (U) при коэффициенте охвата 2;
** D_{10} – диаметр, определяющий границу, ниже которой находится 10 % частиц;
D_{50} – диаметр, определяющий границу, ниже которой находится 50 % частиц;
D_{90} – диаметр, определяющий границу, ниже которой находится 90 % частиц

Примечание. Аттестованные значения приводятся в паспорте государственного стандартного образца гранулометрического состава порошкообразных материалов.

9.5. Отбор проб

Отбор проб атмосферного воздуха для определения массовых концентраций мелкодисперсных частиц $PM_{2,5}$ и PM_{10} проводят в соответствии с ГОСТ 17.2.3.01.

Для определения максимально-разовой концентрации мелкодисперсных частиц $PM_{2,5}$ и PM_{10} атмосферный воздух отбирают с помощью аспиратора на 3 подготовленных фильтра, устанавливаемые в фильтродержатели, параллельно со скоростью 50 $дм^3$/мин в течение 240 мин. Объем отобранного воздуха для каждого фильтра должен составить не менее 12 $м^3$.

Для определения среднесуточной концентрации атмосферный воздух отбирают 4 раза в сутки с помощью аспиратора на 3 подготовленных фильтра со скоростью 50 $дм^3$/мин в течение 200 мин. Объем отобранного воздуха для каждого фильтра должен составить не менее 50 $м^3$.

Фильтры сворачивают экспонированной поверхностью внутрь, помещают последовательно в пакет из кальки и в полиэтиленовый пакет, закрывают его на защелку. Маркируют пакет: наименование города; номер поста, дата и время отбора; показания объема отобранного воздуха на счетчике аспиратора для трех каналов; температуру воздуха, проходящего через аспиратор, атмосферное давление во время отбора пробы, влажность воздуха. После этого фильтр передается в лабораторию для определения массы и фракционного состава пыли.

В сопроводительном документе указывают дату и место отбора, время начала и конца отбора пробы, расход воздуха, метеоусловия на момент отбора пробы.

9.6. Подготовка проб к измерению

Фильтры достают из полиэтиленового пакета с защелкой, помещают в чашку Петри, далее помещают в эксикатор. Срок хранения отобранных проб при комнатной температуре – не более 20 суток.

10. Выполнение измерений

Перед взвешиванием фильтры не менее часа выдерживают в помещении, где производится взвешивание. Если отбор пробы проводился при относительной влажности воздуха, близкой к 100 %, то фильтр доводят до постоянной массы. Для этого его необходимо поместить в стеклянной чашке в эксикатор с плавленым хлористым кальцием на 2 ч или в сушильный шкаф с температурой (40—50) °С на 30—50 мин, а затем выдержать 40—50 мин в помещении, где производится взвешивание. Если при взвешивании масса фильтра изменяется, то повторяют

операцию просушивания. Находят разницу масс фильтра до и после отбора пробы (2).

Определяют объемную долю частиц с размерами менее 10,0 и менее 2,5 мкм на каждом в отдельности из трех фильтров.

Помещают фильтр с помощью пинцета в коническую колбу объемом 100 см^3. Расправляют фильтр, добавляют 2 см^3 дистиллированной воды с помощью пипетки, затем добавляют 5 см^3 1,4-диоксана, перемешивают до растворения поверхности фильтра и перехода взвешенных частиц в суспензию. Нерастворенную часть фильтра убирают из колбы пинцетом. Помещают аликвотную часть 5 см^3 суспензии в ячейку устройства жидкостного диспергирования, в подготовленном к измерению режиме лазерного анализатора размеров частиц. Проводят обработку образца ультразвуком в течение 1 мин, через 3—5 мин, дважды проводят измерение объемной доли частиц размером менее 10 мкм и менее 2,5 мкм. Промывают устройство жидкостного диспергирования как описано в п. 9.3. Усредняют объемные доли частиц размером менее 10 мкм и менее 2,5 мкм, полученные в результате двух последовательных измерений суспензии из одного фильтра.

Аналогично проводят измерения распределения по размерам образцов частиц на других фильтрах.

11. Обработка результатов измерений

Массовую концентрацию $\bar{X}(\mathrm{PM}_{10})$ и $\bar{X}$ $(\mathrm{PM}_{2,5})$ (мг/м^3) вычисляют по формулам (1) и (3):

$$\bar{X}(\mathrm{PM}_{10}) = \frac{m_{пыли} \cdot \Phi_{10}}{V_{воздуха} \cdot 100\ \%}, \text{ где} \qquad (1)$$

Φ_{10} – среднее арифметическое двух результатов измерений объемной доли частиц с гидродинамическим диаметром менее 10 мкм, %;

$m_{пыли}$ – масса частиц пыли, уловленных на фильтре, вычисляемая по формуле (2):

$$m_{пыли} = m_2 - m_1, \text{ где} \qquad (2)$$

m_1 – масса фильтра без пыли, мг;

m_2 – масса фильтра с пылью, мг;

$V_{воздуха}$ – объем воздуха, отобранный для анализа, приведенный к нормальным условиям, м^3.

$$\bar{X}(\mathrm{PM}_{2,5}) = \frac{m_{пыли} \cdot \Phi_{2,5}}{V_{воздуха} \cdot 100\ \%}, \text{ где} \qquad (3)$$

$Ф_{2,5}$ – среднее арифметическое двух результатов измерений объемной доли частиц с гидродинамическим диаметром менее 2,5 мкм, %;

$m_{пыли}$ – масса частиц пыли, уловленных на фильтре, вычисляемая по формуле (2);

$V_{воздуха}$ – объем воздуха, отобранный для анализа, приведенный к нормальным условиям, м^3.

$V_{воздуха}$ вычисляют по формуле (4):

$$V_{воздуха} = \frac{V \cdot 273,2 \cdot P}{(273,2 + t) \cdot 760}, \text{ где} \quad (4)$$

V – объем протянутого воздуха по счетчику аспиратора, м^3;

P – атмосферное давление при отборе пробы воздуха, мм. рт. ст.;

t – температура воздуха при отборе пробы воздуха, °С.

12. Оформление результатов измерений

Результат измерения массовой концентрации мелкодисперсных частиц $\overline{X}$ ($PM_{2,5}$) и $\overline{X}$ (PM_{10}) представляют в виде (5):

$$\overline{X}\,(PM_{10}) \pm \Delta_{10}\ (мг/м^3);$$

$$\overline{X}\,(PM_{2,5}) \pm \Delta_{2,5}\ (мг/м^3), \text{ где} \quad (5)$$

Δ – характеристика погрешности, мг/м^3, при $P = 0,95$, значение Δ рассчитывают по формуле (6):

$$\Delta_{10} = \frac{\delta \cdot \overline{X}(PM_{10})}{100};\ \Delta_{2,5} = \frac{\delta \cdot \overline{X}(PM_{2,5})}{100}, \quad (6)$$

где значение δ приведено в п. 3.

13. Процедуры обеспечения достоверности измерений

13.1. Обеспечение достоверности измерений в пределах лаборатории организуют и проводят путем проверки правильности работы анализатора частиц, проведения оперативного контроля процедуры измерений и контроля стабильности результатов измерений в соответствии с ГОСТ Р ИСО 5725-6.

Периодичность получения результатов контрольных процедур и формы их регистрации приводят в документах лаборатории, устанавливающих порядок и содержание работ по организации методов контроля стабильности результатов измерений в пределах лаборатории.

13.2. Оперативный контроль процедуры измерений с использованием образцов для контроля.

Образцы для контроля представляют собой чистые фильтры АФА с внесенными на них добавками стандартных образцов гранулометрического состава порошкообразных материалов.

Оперативный контроль процедуры измерений проводят путем сравнения результата контрольных процедур $K_к$ с нормативом контроля K.

При реализации контрольных процедур в соответствии с п. 10 проводят подготовку образцов для контроля к анализу и измеряют размеры частиц, получая воспроизведенные значения аттестованных характеристик стандартных образцов.

Для каждого результата измерений и каждой аттестованной характеристики рассчитывают результаты контрольных процедур:

$$|d_{10} - D_{10}| \le K_{10} \quad (7)$$

$$|d_{50} - D_{50}| \le K_{50} \quad (8)$$

$$|d_{90} - D_{90}| \le K_{90}, \text{ где} \quad (9)$$

d_{10}, d_{50}, d_{90} – результаты контрольных измерений диаметров частиц, ниже которых находится 10 % частиц, 50 % частиц, 90 % частиц соответственно;

D_{10}, D_{50}, D_{90} – аттестованные значения диаметров частиц, ниже которых находится 10 % частиц, 50 % частиц, 90 % частиц соответственно.

Нормативы контроля K_{10}, K_{50}, K_{90} рассчитывают по формуле:

$$K_{10} = \pm 0{,}01 \cdot \delta'_л \cdot D_{10} \quad (10)$$

$$K_{50} = \pm 0{,}01 \cdot \delta'_л \cdot D_{50} \quad (11)$$

$$K_{90} = \pm 0{,}01 \cdot \delta'_л \cdot D_{90}, \text{ где} \quad (12)$$

$\pm \delta'_л$ – характеристика относительной погрешности измерений при реализации методики в лаборатории без учета погрешности процедуры отбора проб.

$$\delta'_л = \sqrt{\delta_л^2 - \Theta_{отб}^2}, \text{ где} \quad (13)$$

$\delta_л$ – показатель точности результатов измерений при реализации методики в лаборатории. Значения $\delta_л$ приведены в Протоколе установленных показателей качества результатов измерений при реализации методики в лаборатории;

$\Theta_{отб}$ – погрешность отбора проб.

Примечание. Допустимо границы абсолютной погрешности результатов измерений при внедрении методики в лаборатории (без учета погрешности отбора проб) устанавливать на основе выражения: $\delta'_л = 0,84\sqrt{\delta^2 - \Theta^2_{отб}}$ с последующим уточнением по мере накопления информации в процессе контроля стабильности результатов измерений.

$\pm \delta'_л$ – границы относительной погрешности результатов измерений;

$\Theta_{отб}$ – погрешность отбора проб.

Значение $\pm \delta$ приведено в табл. 3.

Измерение массовой концентрации мелкодисперсных частиц $PM_{2,5}$ и PM_{10} в атмосферном воздухе с использованием метода лазерной дифракции

Методические указания
МУК 4.1.3242—14

Ответственный за выпуск Н. В. Митрохина
Редактор Н. В. Кожока
Технический редактор Е. В. Ломанова
Подписано в печать 16.12.15
Формат 60x84/16 Печ. л. 1,0
Тираж 150 экз. Заказ 81

Федеральная служба по надзору
в сфере защиты прав потребителей и благополучия человека
127994, Москва, Вадковский пер., д. 18, стр. 5, 7

Оригинал-макет подготовлен к печати и тиражирован
отделением издательского обеспечения отдела научно-методического обеспечения
Федерального центра гигиены и эпидемиологии Роспотребнадзора
117105, Москва, Варшавское ш., 19а
Реализация печатных изданий, тел./факс: 8 (495) 952-50-89

gost.e-ecolog.ru