

Государственное санитарно-эпидемиологическое нормирование
Российской Федерации

4.1. МЕТОДЫ КОНТРОЛЯ. ХИМИЧЕСКИЕ ФАКТОРЫ

**МЕТОДИКА ИЗМЕРЕНИЯ МАССОВОЙ КОНЦЕНТРАЦИИ
АЭРОЗОЛЕЙ ПРЕИМУЩЕСТВЕННО ФИБРОГЕННОГО ДЕЙСТВИЯ
В ВОЗДУХЕ РАБОЧЕЙ ЗОНЫ ГРАВИМЕТРИЧЕСКИМ МЕТОДОМ**

Методические указания по методам контроля
МУК 4.1.4155-25

Москва 2025

Методика измерения массовой концентрации аэрозолей преимущественно фиброгенного действия в воздухе рабочей зоны гравиметрическим методом. МУК 4.1.4155-25

1. Разработаны ФГБНУ «НИИ МТ» (Ковалевский Е.В., Цхомария И.М.), ФБУН ЕМНЦ ПОЗРПП Роспотребнадзора (Сутункова М.П., Кашанский С.В., Федорук А.А., Другова О.Г.)
2. Утверждены руководителем Федеральной службы по надзору в сфере защиты прав потребителей и благополучия человека, Главным государственным санитарным врачом Российской Федерации А.Ю. Поповой «25» ~~июня~~ 2025 г.
3. **МУК 4.1.4155-25 введены взамен МУК 4.1.2468-09 «Изменение массовых концентраций пыли в воздухе рабочей зоны предприятий горнорудной и нерудной промышленности», утвержденных руководителем Федеральной службы по надзору в сфере защиты прав потребителей и благополучия человека, Главным государственным санитарным врачом Российской Федерации 02.02.2009.**

УТВЕРЖДАЮ

Руководитель Федеральной службы
по надзору в сфере защиты прав
потребителей и благополучия человека,
Главный государственный санитарный
врач Российской Федерации



 А.Ю. Попова

«25» июня 2025 г.

Дата введения «25» октября 2025 г.

4.1. МЕТОДЫ КОНТРОЛЯ. ХИМИЧЕСКИЕ ФАКТОРЫ

МЕТОДИКА ИЗМЕРЕНИЯ МАССОВОЙ КОНЦЕНТРАЦИИ АЭРОЗОЛЕЙ ПРЕИМУЩЕСТВЕННО ФИБРОГЕННОГО ДЕЙСТВИЯ В ВОЗДУХЕ РАБОЧЕЙ ЗОНЫ ГРАВИМЕТРИЧЕСКИМ МЕТОДОМ

Методические указания по методам контроля
МУК 4.1. 4155-25

I. ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ И ОБЛАСТЬ ПРИМЕНЕНИЯ

1.1. Настоящие методические указания по методам контроля (далее – МУК) описывают порядок определения массовой концентрации промышленной пыли (твердой дисперсной фазы аэрозоля) в воздухе рабочей зоны, в том числе аэрозолей преимущественно фиброгенного действия (далее – АПФД), гравиметрическим методом в диапазоне массовых концентраций от 0,05 до 250 мг/м³.

1.2. Настоящие МУК предназначены для специалистов Федеральной службы по надзору в сфере защиты прав потребителей и благополучия человека, лабораторий центров гигиены и эпидемиологии в субъектах Российской Федерации и промышленных предприятий, аккредитованных в установленном порядке¹, и осуществляющих контроль содержания вредных веществ в воздухе рабочей зоны, а также могут быть использованы специалистами научно-исследовательских и других организаций, проводящих исследования загрязнения воздуха рабочей зоны вредными веществами.

¹ Федеральный закон Российской Федерации от 28.12.2013 № 412-ФЗ «Об аккредитации в национальной системе аккредитации».

II. ХАРАКТЕРИСТИКА ВЕЩЕСТВ

2.1. Промышленная пыль является термином общего характера, обозначающим рассеянные в воздухе частицы твердого вещества, образовавшиеся при различных производственных процессах на промышленных предприятиях и в сельском хозяйстве. С физической точки зрения промышленная пыль представляет собой аэрозоль – сложную аэродисперсную систему, которая состоит из дисперсной среды (воздух, газы или смесь газов) и дисперсной фазы (твёрдые частицы).

Агрегатное состояние в воздухе – аэрозоль дезинтеграции или аэрозоль конденсации (пыль).

2.2. Токсикологическая характеристика промышленной пыли, в том числе и АПФД.

Пыль с учетом преимущественного типа действия и ответной реакции организма человека, разделяют на: токсическую, раздражающую, фотосенсибилизирующую, аллергическую, канцерогенную и фиброгенного действия. Также пыль, на поверхности которой содержатся биологические агенты или радиоактивные элементы, может оказывать соответствующие эффекты.

АПФД – аэрозоли, имеющие преимущественно фиброгенный тип действия при воздействии которых на работника возможно развитие пневмокониозов. Кроме пневмокониозов, последствием профессионального и непрофессионального контакта с АПФД может являться, например, развитие хронического профессионального бронхита, ряда заболеваний верхних дыхательных путей, онкологических заболеваний органов дыхания.

«Инертной», не действующей на организм человека пыли не существует. Даже при действии малотоксичных пылевых частиц в высоких концентрациях в течение длительного периода времени может развиваться диффузно-склеротический процесс и типичные узелковые фиброзные изменения.

В санитарно-эпидемиологических требованиях² АПФД обозначаются индексом «Ф»³.

Величины ПДК_{мр} для АПФД в воздухе рабочей зоны установлены для 30-минутного промежутка времени при максимальном пылевыделении в течение рабочей смены, а величины ПДК_{сс} – за восьмичасовую рабочую смену⁴.

² Таблица 2.1 СанПиН 1.2.3685-21 «Гигиенические нормативы и требования к обеспечению безопасности и (или) безвредности для человека факторов среды обитания», утвержденных постановлением, Главного государственного санитарного врача Российской Федерации от 28.01.2021 № 2 (зарегистрировано Министром России 29.01.2021, регистрационный № 62296), с изменениями, внесенными постановлением Главного государственного санитарного врача Российской Федерации от 30.12.2022 № 24 (зарегистрировано Министром России 09.03.2023, регистрационный № 72558) (далее – СанПиН 1.2.3685-21).

³ ГОСТ Р 54578-2011 «Воздух рабочей зоны. Аэрозоли преимущественно фиброгенного действия. Общие принципы гигиенического контроля и оценки воздействия», введенный приказом Росстандарта от 01.12.2011 № 677-ст (далее – ГОСТ Р 54578-2011).

⁴ ГОСТ Р 54578-2011.

III. МЕТРОЛОГИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ

3.1. При соблюдении всех регламентированных условий и проведении анализа в соответствии с методикой, изложенной в настоящих МУК, при выполнении измерений массовой концентрации метрологические характеристики не превышают значений, представленных в таблице 3.1 (при доверительной вероятности $P=0,95$).

Таблица 3.1

Диапазон измерения массовой концентрации пыли, значение показателя точности измерений

Анализируемый объект	Диапазон измерений массовых концентраций пыли, $\text{мг}/\text{м}^3$	Показатель точности (граница относительной погрешности, $P=0,95$), $\pm\delta, \%$
Воздух рабочей зоны	От 0,05 до 250 вкл.	35

IV. МЕТОД ИЗМЕРЕНИЙ

4.1. Измерение массовой концентрации пыли в воздухе рабочей зоны проводится путем аспирирования воздуха через фильтры с последующим гравиметрическим (весовым) определением массы пыли (дисперсной фазы аэрозолей), осажденной на фильтре, и расчетом концентрации, исходя из установленной массы пыли, осевшей на фильтре, и объема аспирированного через фильтр воздуха. Методика позволяет определить разовую концентрацию – содержание вредного вещества в разовой пробе, отбираемой за любой фиксированный промежуток времени с целью определения максимально разовых и среднесменных концентраций⁵.

4.2. Контроль содержания пыли в воздухе рабочей зоны проводится путем сравнения максимально разовых и среднесменных концентраций с установленными в действующих нормативных документах предельно допустимыми значениями – максимально разовыми ($\text{ПДК}_{\text{рп}}$) и среднесменными ($\text{ПДК}_{\text{сс}}$)⁶.

4.3. Отбор проб пыли проводят на фильтры типа АФА-ВП.

4.4. Проведению измерений мешает присутствие соединений, взаимодействующих с материалом фильтров (например, ацетон, бензол, ксиол, дихлорэтан).

V. СРЕДСТВА ИЗМЕРЕНИЙ, РЕАКТИВЫ, ВСПОМОГАТЕЛЬНОЕ ОБОРУДОВАНИЕ, УСТРОЙСТВА И МАТЕРИАЛЫ

5.1. При выполнении измерений и подготовке проб применяют средства измерений, реактивы, вспомогательное оборудование, устройства и материалы, приведенные в таблицах 5.1-5.3.

⁵ Пункты 3.3, 3.4 ГОСТ Р 54578-2011.

⁶ Приложение 9 Р 2.2.2006-05 «Руководство по гигиенической оценке факторов рабочей среды и трудового процесса. Критерии и классификация условий труда», утвержденного руководителем Федеральной службы по надзору в сфере защиты прав потребителей и благополучия человека, Главным государственным санитарным врачом Российской Федерации 29.07.2005 (далее – Р 2.2.2006-05).

Таблица 5.1

Средства измерений

Наименование средств измерения	Обозначение и наименование документов, технические характеристики
Весы аналитические	С пределом допустимой погрешности $\pm 0,0005$ г, ГОСТ Р 53228-2008
Колбы мерные	2-го класса точности, 2-50-2, вместимостью 50 см ³ , ГОСТ 1770-74
Меры массы	Класс Е ₁ , Е ₂ или F ₁ , ГОСТ ОИМЛ R 111-1-2009
Прибор/приборы для измерения параметров микроклимата:	Внесены в «Утвержденные типы средств измерений» Федерального информационного фонда по обеспечению единства измерений
- атмосферное давление	Диапазон измерений 84-106,7 кПа (630 – 800 мм.рт.ст.)
- температура	Диапазон измерений от минус 10 до плюс 40 °C
- влажность	Диапазон измерений от 20 до 97 %
- скорость движения воздуха	Диапазон измерений 0,1-20 м/с
Аспиратор	обеспечивающий прохождение воздуха через фильтр с объемным расходом до 20 дм ³ /мин и (или) 140 дм ³ /мин (относительная погрешность не более $\pm 5\%$) ⁷
Прибор для измерения продолжительности отбора - секундомер механический типа СОПр-2а	Внесен в «Утвержденные типы средств измерений» Федерального информационного фонда по обеспечению единства измерений, класс точности 3
Примечание: допускается использование средств измерения с аналогичными или лучшими характеристиками.	

Таблица 5.2

Реактивы

Наименование реактивов	Обозначение и наименование документов, технические характеристики
Изооктан или бензин-растворитель	Химически чистый Нефрас С2 80/120, «Калоша»
Хлористый кальций	ГОСТ 450-77
Примечание: допускается использование реактивов с более высокой квалификацией, не требующих дополнительной очистки растворителей.	

Таблица 5.3

Вспомогательное оборудование, устройства и материалы

Наименование вспомогательного оборудования, устройств и материалов	Обозначение и наименование документов, технические характеристики
Фильтродержатели	-
Аналитические аэрозольные фильтры гидрофобные	На основе перхлорвинаила с площадью рабочей поверхности 10 и/или 20 см ² (АФА-ВП-10 или АФА-ВП-20)
Эксикатор	ГОСТ 25336-82
Стаканчик для взвешивания (бюкс) СВ-34/12	ГОСТ 25336-82
Колба коническая Кн-1-250-14/23 ТС	Кн-1-250-14/23 ТС, ГОСТ 25336-82

⁷ Примечание: для индивидуальных аспираторов (пробоотборников) допускается более низкие объемные расходы воздуха, но не менее 1 дм³/мин.

Наименование вспомогательного оборудования, устройств и материалов	Обозначение и наименование документов, технические характеристики
Пинцет медицинский	ГОСТ 21241-2023
Опорная сетка для фильтродержателей	из латуни или нержавеющей стали
Сушильный шкаф (при необходимости выполнения п. 10.1)	Обеспекивающий поддержание температуры 50 °С
Примечание: допускается использование вспомогательного оборудования, устройств и материалов с аналогичными или лучшими техническими характеристиками.	

VI. ТРЕБОВАНИЯ БЕЗОПАСНОСТИ

6.1. Специалисты должны пройти проверку знаний по программам обучения по охране труда и пожарной безопасности⁸, должны быть обеспечены средствами индивидуальной защиты и смывающими средствами⁹.

6.2. При организации и проведении работ должны соблюдаться требования противопожарной безопасности¹⁰, в наличии должны быть средства пожаротушения¹¹.

6.3. При выполнении измерений с использованием электрического оборудования соблюдают правила электробезопасности¹² и инструкции по эксплуатации прибора.

6.4. Подключать электрические инструменты к электросети во время выполнения измерений должен сотрудник, ответственный за обслуживание электросети на объекте, где производятся измерения.

6.5. Помещение лаборатории должно быть оборудовано приточно-вытяжной вентиляцией. Содержание вредных веществ в воздухе не должно превышать гигиенических нормативов¹³.

6.6. При работе с реактивами соблюдают требования безопасности, установленные для работы с токсичными, едкими и легковоспламеняющимися веществами¹⁴.

⁸ Постановление Правительства Российской Федерации от 24.12.2021 № 2464 «О порядке обучения по охране труда и проверки знания требований охраны труда»; приказ МЧС России от 18.11.2021 № 806 «Об определении Порядка, видов, сроков обучения лиц, осуществляющих трудовую или служебную деятельность в организациях, по программам противопожарного инструктажа, требований к содержанию указанных программ и категорий лиц, проходящих обучение по дополнительным профессиональным программам в области пожарной безопасности» (зарегистрирован Министерством России 25.11.2021, регистрационный № 65974).

⁹ Приказ Минтруда России от 29.10.2021 № 766н «Об утверждении Правил обеспечения работников средствами индивидуальной защиты и смывающими средствами» (зарегистрирован в Министерстве юстиции Российской Федерации 29.12.2021 № 66670).

¹⁰ ГОСТ 12.1.004-91 «Пожарная безопасность. Общие требования», введенный постановлением Госстандарта СССР от 14.06.1991 № 875.

¹¹ ГОСТ 12.4.009-83 «Пожарная техника для защиты объектов. Основные виды. Размещение и обслуживание», введенный постановлением Госстандарта СССР от 10.10.1983 № 4882.

¹² ГОСТ 12.1.019-2017 «Электробезопасность. Общие требования и номенклатура видов защиты», введенный приказом Росстандарта от 07.11.2018 № 941-ст.

¹³ СанПиН 1.2.3685-21.

¹⁴ ГОСТ 12.1.007-76 «Вредные вещества. Классификация и общие требования безопасности», введенный постановлением Госстандарта СССР от 10.03.1976 № 579; ГОСТ 12.1.005-88 «Общие санитарно-гигиенические требования к воздуху рабочей зоны», введенный постановлением Госстандарта СССР от 29.09.1988 № 3388.

6.7. Специалисты, проводящие измерения массовой концентрации пыли, должны знать требования, предъявляемые к отбору и анализу проб, устройство применяемых приборов и правила работы с ними.

VII. ТРЕБОВАНИЯ К КВАЛИФИКАЦИИ ОПЕРАТОРОВ

7.1. Измерения в соответствии с настоящей методикой может выполнять специалист, имеющий опыт работы в аналитической лаборатории, освоивший данную методику и подтвердивший экспериментально соответствие получаемых результатов нормативам контроля погрешности измерений.

VIII. УСЛОВИЯ ИЗМЕРЕНИЙ

8.1. Отбор проб воздуха рабочей зоны осуществляется при условиях, обеспечивающих надлежащую эксплуатацию всей пробоотборной цепи.

8.2. Применение фильтров АФА-ВП ограничено, если в воздухе присутствуют соединения, указанные в п. 4.4. Параметры микроклимата, при которых эксплуатируются фильтры, должны соответствовать параметрам эксплуатации пробоотборников.

8.3. Проведение отбора проб на открытых производственных площадках не допускается в период выпадения осадков (снега или дождя). Выполнять отбор следует после высыхания поверхностей или после уборки снега.

При проведении отбора проб в воздухе, поступающем в сторону открытых выработок (карьера), измерения должны проводиться на борту, с наветренной стороны в 10 м от бровки выработок.

8.4. Подготовка и обработка фильтров, выполнение измерений в лаборатории, процедура контроля погрешности измерений должны проводиться в следующих условиях:

- температура окружающего воздуха плюс (20±5) °C;
- атмосферное давление (84,0-106,7) кПа или (630-800) мм.рт.ст.;
- относительная влажность воздуха не более 80%.

IX. ПОДГОТОВКА К ВЫПОЛНЕНИЮ ИЗМЕРЕНИЙ

9.1. Перед выполнением измерений проводят следующие работы: подготовка фильтров к отбору проб, подготовка аспиратора для отбора проб воздуха, отбор проб воздуха.

Подготовка фильтров к отбору проб

9.2. Подготовка фильтров к отбору проб в лаборатории.

9.3. Выбор вида аналитических аэрозольных фильтров (АФА-ВП-10 или АФА-ВП-20, т.е. с рабочей площадью 10 см² или 20 см² соответственно) зависит от предполагаемой навески, а также объемного расхода аспиратора.

9.4. При определении содержания пыли в воздухе с использованием фильтров АФА-ВП-10 и АФА-ВП-20 навеска пыли должна быть не менее 1,3¹⁵ и 2 мг и не более 25 и 50 мг, соответственно. Максимально возможный объемный расход воздуха через фильтры АФА-ВП-10 не должен превышать 70 дм³/мин, а для АФА-ВП-20 – 140 дм³/мин.

9.5. Взвешивание фильтров производят до и после отбора проб в лабораторных условиях на одних и тех же аналитических весах. При первом и повторном взвешивании допускается изменение температуры воздуха в помещении в пределах ± 2 °С и относительной влажности воздуха $\pm 10\%$. Фильтры до отбора и перед взвешиванием необходимо выдержать не менее 2 ч в помещении, в котором будет производиться взвешивание. Все процедуры с используемыми фильтрами должны выполняться в соответствии с инструкциями завода-изготовителя. Перед отбором проб выполняют процедуру взвешивания по следующему алгоритму:

- извлекают фильтр из защитной упаковки, складывают с помощью пинцета и помещают в центр чаши весов так, чтобы фильтр не выступал за ее края, после чего производят взвешивание;
- после взвешивания фильтр осторожно расправляют за отпрессованные края с помощью пинцета, помещают фильтр в защитное бумажное кольцо, наносят номер фильтра и его массу на выступе кольца и заносят эти данные в лабораторный журнал;
- готовят таким способом необходимое количество фильтров;
- готовые фильтры упаковывают в защитную упаковку (например, кальку или бумажный пакет);
- доставляют к месту отбора проб.

9.6. При проведении измерений фильтры АФА-ВП-10 или АФА-ВП-20 устанавливают в фильтродержатель соответствующего размера (с опорной сеткой из латуни или нержавеющей стали (например, сетка опорная СО-20), если планируют отбор проб с объемным расходом воздуха через фильтр более 3 дм³/мин×см². Фильтродержатель подсоединяется к аспиратору посредством резиновой или силиконовой трубы.

Подготовка аспиратора для отбора проб воздуха

9.7. Проверяют работу аспиратора в соответствии с инструкцией по эксплуатации.

9.8. Перед выходом на объект в лаборатории проверяют герметичность соединений аспиратора, соединительных шлангов, фильтродержателей с пробным лабораторным фильтром. Для исключения разгерметизации соединений рекомендуется использовать материал для герметизации (например, изоленту).

¹⁵ Примечание: минимальная масса пыли на фильтре определяется абсолютной погрешностью взвешивания (производится трижды) и требуемой относительной погрешностью определения массы пыли. При абсолютной погрешности взвешивания 0,1 мг и относительной погрешности определения массы пыли на фильтре не более 16 %, масса пыли на фильтре должна быть не менее 1,3 мг (ГОСТ Р 54578-2011).

Отбор проб воздуха

9.9. При стационарном отборе на рабочих местах концентрацию пыли необходимо измерять в зоне дыхания или в случае невозможности такого отбора – с максимальным приближением к ней воздухозаборного устройства (на высоте 1,5 м от пола при работе стоя и 1,0 м – при работе сидя). Если рабочее место не фиксировано, измерение концентрации пыли проводят в точках рабочей зоны, в которых работающий находится в течение смены¹⁶. Допускается проводить персональный мониторинг с использованием индивидуальных пробоотборников с расположением фильтров в зоне дыхания работника (возможно для определения соответствия фактических уровней среднесменным ПДК в случаях, когда выполнение трудовых операций работником проводится на непостоянных рабочих местах, отбор проводится в соответствии с п. 9.17).

9.10. При отборе пробы фильтродержатель с фильтром следует располагать так, чтобы плоскость всасывания образовывала угол 90⁰ с направлением движения потока воздуха. Если направление воздушного потока выражено неявно, поверхность фильтра следует направлять в сторону источника пылеобразования. При отборе проб в восстающих выработках фильтродержатель с фильтром допускается направлять вниз или в сторону от источника пылеобразования во избежание попадания в него воды или шлама.

9.11. Допускается как непрерывный отбор проб пыли, так и дискретный.

9.12. Количество и длительность отбора разовых проб воздуха для измерения массовой концентраций промышленной пыли, в том числе АПФД, и установления их соответствия максимальным разовым и среднесменным ПДК при дискретном отборе определяется в зависимости от ожидаемых уровней запыленности воздуха и данных хронометража рабочего времени (в том числе, числа технологических операций и их продолжительности). При постоянном технологическом процессе (или при постоянном выполнении работ при выполнении одной технологической операции) рекомендуется пользоваться таблицей 9.1.

Таблица 9.1

Рекомендуемое минимальное количество проб в зависимости от длительности отбора одной пробы¹⁷

Длительность отбора одной пробы	Минимальное число проб
До 10 с	30
От 10 с до 1 мин	20
От 1 до 5 мин	12
От 5 до 30 мин	4
От 30 мин до 1 ч	3
От 1 до 2 ч	2
Более 2 ч	1

¹⁶ Приложение 9 Р 2.2.2006-05.

¹⁷ Приложение 9 Р 2.2.2006-05.

9.13. Объем аспирируемого воздуха зависит от предполагаемого содержания пыли и определяется необходимостью накопления на фильтре такого количества пыли, которое достаточно для надёжного взвешивания, а именно не менее 1,3 мг, и не превышает пылеёмкости применяемого фильтра (п. 9.4).

В обоснованных случаях (например, при проведении измерений в условиях низких уровней запыленности, когда за период отбора разовой концентрации навеска пыли составила менее 1,3 мг) при измерении всей витающей в воздухе пыли учитывают навески менее 1,3 мг при прохождении через фильтр более 2 м³ воздуха.

9.14. Ориентировочные показатели объемного расхода воздуха и минимальной продолжительности отбора при таких показателях объемного расхода воздуха и при предполагаемом содержании пыли в воздухе рабочей зоны представлены в таблице 9.2.

Таблица 9.2

Ориентировочные показатели объемного расхода воздуха и минимальная продолжительность отбора при предполагаемом содержании пыли в воздухе рабочей зоны

Предполагаемое содержание пыли, мг/м ³	Объемный расход воздуха, дм ³ /мин	Продолжительность пробоотбора, мин
<0,5*	100	30
0,5-2	100	20-30
2-10	50	10-20
10-50	20	10
50-250	20	5

Примечание: * – масса навески может быть меньше 1,3 мг.

9.15. Отбор проб воздуха для определения максимального разовых концентраций.

9.15.1. Длительность отбора одной пробы зависит от предполагаемой концентрации пыли в воздухе рабочей зоны и объемного расхода воздуха при отборе (табл. 9.2). Общая продолжительность отбора проб воздуха при контроле соответствия ПДК_{мр} для промышленной пыли, в том числе АПФД, должна быть равна или быть приведена к 30-минутному периоду времени.

9.15.2. При отборе нескольких (две и более) разовых проб в течение 30 мин, вычисляют среднеарифметическую (при равном времени отбора отдельных проб, см. п. 11.2.1) или средневзвешенную по времени (если время отбора проб разное, см. п.11.2.2) величину из полученных результатов, которую сравнивают с установленной ПДК_{мр}. В случае если метод контроля предусматривает длительность отбора одной пробы за время, превышающее 30 мин, то такой отбор проб рассматривается как исключение, а результат такого измерения приводят к 30-минутному временному периоду и сравнивают с установленной для него ПДК_{мр} (по аналогичной формуле (8)).

9.15.3. В каждой точке отбора, как правило, следует отбирать не менее трех последовательных проб для уменьшения влияния случайных и систематических факторов¹⁸.

9.16. Отбор проб воздуха для определения среднесменных концентраций.

9.16.1. Контроль соблюдения ПДК_{cc} проводится применительно к конкретному работнику или экспозиционной группе.

9.16.2. Экспозиционная группа должна представлять работников, которые подвергаются изучаемым видам воздействия от одного и того же источника (источников) и которые объединены выполнением трудовых операций в одной и той же зоне. Для любого представителя этой группы экспозиция может быть предсказана с вероятностью не менее чем 90%. Формирование экспозиционной группы только по наименованию профессии, без учета вышеперечисленных факторов, может привести к серьезным ошибкам при оценке экспозиции.

Для характеристики экспозиционной группы (или профессиональной, если она отвечает перечисленным выше требованиям) в зависимости от ее численности среднесменную концентрацию рекомендуется определять не менее чем у 10-30 % работников¹⁹.

9.16.3. Измерение среднесменной концентрации при использовании стационарных или индивидуальных (приборов индивидуального контроля) аспираторов (пылеотборников) проводится при непрерывном или дискретном (последовательном) отборе проб в течение всей смены или не менее 75% ее продолжительности, при условии охвата всех (не только пылеобразующих) производственных операций в течение смены (основных и вспомогательных), в том числе перерывов (включая нерегламентированные) в работе, и при выполнении установленной нормы выработки.

Среднесменную концентрацию можно определить на основе отдельных измерений как средневзвешенную во времени смены концентрацию (см. п. 11.2.2).

9.16.4. Среднесменная концентрация может быть рассчитана путем вероятностной обработки данных пылевого контроля. Она позволяет, используя возможности логнормальной подчиненности концентраций пыли, получать исчерпывающие характеристики пылевого фактора: пределы колебания концентраций пыли (K_{\min} и K_{\max}); характеристику постоянства концентрации пыли в течение смены по стандартному геометрическому отклонению δ_g ; медиану (Me), характеризующую то, воздействию каких концентраций чаще всего подвергается человек в течение смены; среднесменную концентрацию (K_{cc}), характеризующую воздействие средневзвешенной по времени смены концентрации, которой подвергается работник.

9.17. Во всех случаях измерения концентрации пыли в воздухе необходимо проводить вне зоны действия факторов, влияющих на измерение, например, таких как:

- выбросы отработанного сжатого воздуха от пневмомашин и механизмов;
- воздух, выбрасываемый из электродвигателей с воздушным охлаждением;

¹⁸ Приложение 9 Р 2.2.2006-05.

¹⁹ Приложение 9 Р 2.2.2006-05.

- воздушный поток, входящий в воздуховод или выходящий из него;
- диспергированная жидкость и фрагменты горной массы и т.д.

9.18. При отборе проб воздуха проводят следующие процедуры:

- извлекают из упаковки фильтр за выступ защитного бумажного кольца, вставляют фильтр с защитным кольцом в фильтродержатель;

- устанавливают на штативе или подвешивают в соответствии с изложенными выше требованиями фильтродержатель с фильтром и соединяют его резиновыми трубками с аспиратором. В местах отбора проб, где скорость воздушного потока превышает 1,5 м/с, фильтродержатель должен иметь опорную сетку для исключения прорыва фильтра;

- включают аспиратор и проверяют плотность герметизации соединений фильтродержателя с фильтром и аспиратором. В случае утечки воздуха из пробоотборной цепи прекращают отбор, фильтр забраковывают и выясняют причины нарушения герметичности;

- устанавливают необходимый расход воздуха и с учетом предполагаемой концентрации пыли в воздухе и площади фильтра, фиксируют время начала измерений, включают секундомер (или настраивают время на встроенном датчике счета времени аспиратора) и производят отбор пробы, данные о скорости отбора пробы записывают в акт отбора проб или другом документе;

- во время отбора проб определяют параметры микроклимата (температуру, барометрическое давление и относительную влажность²⁰ для приведения проб к стандартным условиям, см. приложения 1, 2 к настоящим МУК), измерения проводят в соответствии с инструкцией по эксплуатации приборов, показания для каждой отдельной разовой пробы записывают в акте отбора проб;

- по окончании отбора пробы выключают прибор, записывают в акт отбора проб или другом документе время начала и окончания отбора каждой отдельной разовой пробы;

- извлекают фильтры из фильтродержателя, при этом фильтродержатель для сохранения уловленной пыли должен находиться в вертикальном положении фильтром вверх, каждый фильтр складывают (запыленной стороной внутрь) с помощью пинцета (охватывая края), укладывают в отдельный бумажный пакет и доставляют все фильтры в лабораторию.

X. ВЫПОЛНЕНИЕ ИЗМЕРЕНИЙ

10.1. После отбора пробы воздуха проводят повторное взвешивание фильтров в лаборатории при условиях, указанных в п.п. 8.4 и 9.5, с выполнением операций, аналогичных изложенным в п. 9.5.

При отборе проб в условиях повышенной влажности (более 75%) перед повторным взвешиванием фильтры следует помещать в эксикатор с помещенным в него осушителем (например, прокаленный хлористый кальций или другой осушитель) на 2 ч и затем в течение не менее 2 ч выдерживать в условиях лаборатории с учетом п.8.4.

²⁰ ГОСТ Р ИСО 8756-2005 «Качество воздуха. Обработка данных по температуре, давлению и влажности», введенный приказом Ростехрегулирования от 31.05.2005 № 109-ст.

Допускается проводить сушку в сушильном шкафу в течение 30 мин при температуре 50 °С и последующую выдержку фильтров в течение не менее 2 ч в условиях лаборатории с учетом п.п. 8.4 и 9.5.

При отборе проб воздуха рабочей зоны, загрязненного аэрозолями минеральных масел (например, от работы пневматических машин и механизмов), следует проводить их экстракцию растворителями, которые растворяют минеральные масла, не реагируют с материалом фильтра и пылью, при высушивании испаряются без остатка. Пример методики экстракции с помощью изооктана или бензина «Калоша» представлен в приложении 4 к настоящим МУК.

XI. ВЫЧИСЛЕНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ ИЗМЕРЕНИЙ

11.1. Массовую концентрацию пыли в разовой пробе (K_n , мг/м³), рассчитывают по формуле (1):

$$K_n = \frac{(m_n - m_o) \cdot 1000}{V_{20}}, \quad (1)$$

где: K_n – массовая концентрация всей витающей в воздухе пыли в разовой пробе, мг/м³;

m_o – масса фильтра до отбора пробы, мг;

m_n – масса фильтра с пылью после экстрагирования масел (при необходимости), мг;

V_{20} – объем воздуха, отобранный для анализа и приведенный к стандартным условиям, дм³ (приложение 1 к настоящим МУК);

1000 – коэффициент для пересчета дм³ в м³.

11.2. Расчет концентрации пыли в воздухе рабочей зоны для контроля соответствия максимальным ПДК.

11.2.1. Если время отбора отдельных проб одинаково, то расчет среднеарифметической концентрации пыли ($K_{o,l}$) ведут по формуле (2):

$$K_{o,l} = \frac{K_1 + K_2 + \dots + K_n}{n}, \quad (2)$$

где: $K_{o,l}$ – среднеарифметическая концентрация пыли в воздухе рабочей зоны, мг/м³;

K_1, K_2, \dots, K_n – концентрации пыли по результатам измерения отдельных проб, мг/м³;

n – количество отобранных проб за 30 мин.

Среднеарифметические значения концентраций пыли являются характеристиками нормального закона, которому динамические концентрации пыли, как правило, не подчиняются. В этой связи следует использовать более общую формулу (3).

11.2.2. Если время отбора разовых проб различно, то рассчитывают средневзвешенную по времени концентрацию пыли по формуле (3):

15

$$K_{o,l} = \frac{K_1 \cdot t_1 + K_2 \cdot t_2 + \dots + K_n \cdot t_n}{t_1 + t_2 + \dots + t_n}, \quad (3)$$

где: $K_{o,l}$ – средневзвешенная концентрация пыли в воздухе рабочей зоны, $\text{мг}/\text{м}^3$;

K_1, K_2, \dots, K_n – концентрации пыли в разовых пробах, $\text{мг}/\text{м}^3$;

t_1, t_2, \dots, t_n – время отбора разовой пробы, мин.

11.2.3. Полученный результат $K_{o,l}$ сравнивают со значением ПДК_{mp} для данного вида пыли.

11.3. Расчетный метод среднесменной концентрации пыли в воздухе рабочей зоны.

11.3.1. Рассчитывают среднюю концентрацию пыли (K_o , $\text{мг}/\text{м}^3$) для каждой операции (этапа технологической стадии) по результатам отбора разовых проб за время этой операции (этапа) по формуле (3).

11.3.2. По результатам определения средних концентраций за операцию (K_o) с учетом продолжительности операции (T_o) рассчитывают среднесменную концентрацию (K_{cc}) как средневзвешенную по времени величину за смену по формуле (4):

$$K_{cc} = \frac{K_{o1} \cdot T_{o1} + K_{o2} \cdot T_{o2} + \dots + K_{on} \cdot T_{on}}{\sum T}, \quad (4)$$

где: $K_{o1}, K_{o2}, \dots, K_{on}$ – средневзвешенная концентрация за операцию, $\text{мг}/\text{м}^3$;

$T_{o1}, T_{o2}, \dots, T_{on}$ – продолжительность операции, мин;

$\sum T$ – продолжительность всех операций, соответствующая продолжительности рабочей смены, мин.

Для достоверной характеристики воздушной среды необходимо получить данные не менее чем по трем сменам.

11.3.3. Для получения необходимых статистических характеристик концентраций пыли в воздухе рабочей зоны рассчитывают медиану (Me) и стандартное геометрическое отклонение (σ_g) по формулам (5-7):

$$Me = e^{\ln Me}, \quad (5)$$

$$\ln Me = \frac{t_1 \ln K_1 + t_2 \ln K_2 + \dots + t_n \ln K_n}{\sum t}, \quad (6)$$

где: Me – безразмерное среднее геометрическое значение, характеризующее концентрации пыли;

K_1, K_2, \dots, K_n – концентрации пыли в разовых пробах, $\text{мг}/\text{м}^3$;

t_1, t_2, \dots, t_n – время отбора разовой пробы, мин;

$\sum t$ – продолжительность отбора всех проб, мин.

Me делит всю совокупность значений измеренных концентраций на две равные части: 50% проб выше значения медианы, а 50% – ниже:

$$\sigma_g = e^{\sqrt{2 \ln \frac{K_{cc}}{M_e}}}, \quad (7)$$

где: σ_g – стандартное геометрическое отклонение, являющееся показателем стабильности технологического процесса;

K_{cc} – среднесменная концентрация, $\text{мг}/\text{м}^3$;

M_e – медиана, $\text{мг}/\text{м}^3$.

11.3.4. Для сравнения концентрации, полученной для смены, продолжительность которой отлична от восьмичасовой (например, двенадцатичасовая, шестичасовая) со среднесменной предельно допустимой концентрацией, которая устанавливается для восьмичасовой смены, следует использовать формулу (8):

$$K_{cc,pr.} = \frac{T_c}{8} \cdot K_{cc,\text{факт.}}, \quad (8)$$

где: $K_{cc,pr.}$ – концентрация, приведенная к 8-часовой рабочей смене, $\text{мг}/\text{м}^3$;

T_c – длительность смены, ч;

$K_{cc,\text{факт.}}$ – фактически измеренная среднесменная концентрация, $\text{мг}/\text{м}^3$.

11.3.5. $\sigma_g \leq 3$ свидетельствует о стабильности распределения концентраций пыли в воздухе рабочей зоны за оцениваемый промежуток времени (смену) и не требует повышенной частоты контроля; $\sigma_g > 6$ свидетельствует о значительных колебаниях концентраций в течение смены и требует повышенной частоты контроля загрязнения воздуха для данной профессиональной группы.

Расчет другим способом – графоаналитическим, а также примеры расчетов двумя способами приведены в приложении 3 к настоящим МУК.

XII. ОФОРМЛЕНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ ИЗМЕРЕНИЙ

12.1. Результат измерений округляют до двух значащих цифр после запятой в диапазоне измерений $0,05 - 1 \text{ мг}/\text{м}^3$, до одной значащей цифры после запятой – в диапазоне измерений $1 - 50 \text{ мг}/\text{м}^3$ и до целых единиц – в диапазоне $50 - 250 \text{ мг}/\text{м}^3$.

12.2. Результаты измерений концентрации пыли в воздухе рабочей зоны (максимально разовая – $K_{o,1}$, среднесменная – K_{cc}) регистрируют в журналах учета отбора проб воздуха на пыль и иной документации, где требуется представление этих данных.

12.3. В случае если массовые концентрации пыли в воздухе рабочей зоны ниже нижней (выше верхней) границы диапазона измерений, то указывают, что «массовая концентрация пыли в воздухе рабочей зоны менее $0,05 \text{ мг}/\text{м}^3$ (более $250 \text{ мг}/\text{м}^3$)».

ХIII. КОНТРОЛЬ КАЧЕСТВА РЕЗУЛЬТАТОВ ИЗМЕРЕНИЙ ПРИ РЕАЛИЗАЦИИ МЕТОДИКИ В ЛАБОРАТОРИИ

13.1. Контроль погрешности и воспроизводимости измерений осуществляется в соответствии с документами по стандартизации²¹ и документами системы менеджмента качества лаборатории.

Периодичность и формы контроля определяется руководством по качеству.

13.2. Показатели повторяемости и воспроизводимости, пределы повторяемости и воспроизводимости при $P=0,95$ приведены в таблице 13.1.

Таблица 13.1

Метрологические характеристики

Анализируемый объект	Показатель повторяемости (средне-квадратичное отклонение повторяемости), σ_r , %	Показатель воспроизводимости (среднеквадратичное отклонение воспроизводимости), σ_R , %	Предел повторяемости (значение допустимого расхождения между двумя результатами параллельных определений), r , %	Предел воспроизводимости (значение допустимого расхождения между двумя результатами измерений, полученными в разных лабораториях), R , %
Воздух рабочей зоны	5,4	7,6	15	21

²¹ ГОСТ Р ИСО 5725-1-2002 «Точность (правильность и прецизионность) методов и результатов измерений. Часть 1. Основные положения и определения», введенный в действие постановлением Госстандarta России от 23.04.2002 № 161-ст; ГОСТ Р ИСО 5725-2-2002 «Точность (правильность и прецизионность) методов и результатов измерений. Часть 2. Основной метод определения повторяемости и воспроизводимости стандартного метода измерений», введенный в действие постановлением Госстандarta России от 23.04.2002 № 161-ст; ГОСТ Р ИСО 5725-3-2002 «Точность (правильность и прецизионность) методов и результатов измерений. Часть 3. Промежуточные показатели прецизионности стандартного метода измерений», введенный в действие постановлением Госстандarta России от 23.04.2002 № 161-ст; ГОСТ Р ИСО 5725-4-2002 «Точность (правильность и прецизионность) методов и результатов измерений. Часть 4. Основные методы определения правильности стандартного метода измерений», введенный в действие постановлением Госстандarta России от 23.04.2002 № 161-ст; ГОСТ Р ИСО 5725-5-2002 «Точность (правильность и прецизионность) методов и результатов измерений. Часть 5. Альтернативные методы определения прецизионности стандартного метода измерений», введенный в действие постановлением Госстандarta России от 23.04.2002 № 161-ст; ГОСТ Р ИСО 5725-6-2002 «Точность (правильность и прецизионность) методов и результатов измерений. Часть 6. Использование значений точности на практике», введенный в действие постановлением Госстандarta России от 23.04.2002 № 161-ст.

Приложение 1
к МУК 4.1.4155-25

ПРИВЕДЕНИЕ ОБЪЕМА ВОЗДУХА К СТАНДАРТНЫМ УСЛОВИЯМ

1. Приведение объема воздуха к стандартным условиям при температуре плюс 293 К (20 °С) и атмосферном давлении 101,33 кПа (760 мм.рт.ст.) производят по формуле (9):

$$V_{20} = \frac{V_t \times (273 + 20) \times P}{(273 + t) \times 760}, \quad (9)$$

где: V_t – объем воздуха, отобранный для анализа, дм³;

P – барометрическое давление в месте отбора проб, кПа (101,33 кПа = 760 мм.рт.ст.);

t – температура воздуха в месте отбора пробы, °С.

Для удобства расчета следует пользоваться таблицей коэффициентов (приложение 2 к настоящим МУК). Для приведения воздуха к стандартным условиям надо умножить V_t на соответствующий коэффициент.

Приложение 2
к МУК 4.1.4155-25

Коэффициенты для приведения объема воздуха, отобранного для анализа, в соответствии с ГОСТ 8.395-80 при температуре 293 К (20 °C) и атмосферном давлении 101,3 кПа (760 мм.рт.ст.)

t °C	Давление Р, кПа/мм.рт.ст.									
	97,33/730	97,86/734	98,4/738	98,93/742	99,46/746	100/750	100,53/754	101,06/758	101,33/760	101,86/764
-30	1,1582	1,1646	1,1709	1,1772	1,1836	1,1899	1,1963	1,2026	1,2058	1,2122
-26	1,1393	1,1456	1,1519	1,1581	1,1644	1,1705	1,1768	1,1831	1,1862	1,1925
-22	1,1212	1,1274	1,1336	1,1396	1,1458	1,1519	1,1581	1,1643	1,1673	1,1735
	1,1036	1,1097	1,1158	1,1218	1,1278	1,1338	1,1399	1,1460	1,1490	1,1551
-14	1,0866	1,0926	1,0986	1,1045	1,1105	1,1164	1,1224	1,1284	1,1313	1,1373
-10	1,0701	1,0760	1,0819	1,0877	1,0986	1,0994	1,1053	1,1112	1,1141	1,1200
-6	1,0540	1,0599	1,0657	1,0714	1,0772	1,0829	1,0887	1,0945	1,0974	1,1032
-2	1,0385	1,0442	1,0499	1,0556	1,0613	1,0669	1,0726	1,0784	1,0812	1,0869
0	1,0309	1,0366	1,0423	1,0477	1,0535	1,0591	1,0648	1,0705	1,0733	1,0789
+2	1,0234	1,0291	1,0347	1,0402	1,0459	1,0514	1,0571	1,0627	1,0655	1,0712
+6	1,0087	1,0143	1,0198	1,0253	1,0309	1,0363	1,0419	1,0475	1,0502	1,0557
+10	0,9944	0,9999	0,0054	1,0108	1,0162	1,0216	1,0272	1,0326	1,0353	1,0407
+14	0,9806	0,9860	0,9914	0,9967	1,0027	1,0074	1,0128	1,0183	1,0209	1,0263
+18	0,9671	0,9725	0,9778	0,9830	0,9884	0,9936	0,9989	1,0043	1,0069	1,0122
+20	0,9605	0,9658	0,9711	0,9783	0,9816	0,9868	0,9921	0,9974	1,0000	1,0053
+22	0,9539	0,9592	0,9645	0,9696	0,9749	0,9800	0,9853	0,9906	0,9932	0,9985
+24	0,9475	0,9527	0,9579	0,9631	0,9683	0,9735	0,9787	0,9839	0,9865	0,9917
+26	0,9412	0,9464	0,9516	0,9566	0,9618	0,9669	0,9721	0,9773	0,9799	0,9851
+28	0,9349	0,9401	0,9453	0,9503	0,9555	0,9605	0,9657	0,9708	0,9734	0,9785
+30	0,9288	0,9339	0,9391	0,9440	0,9432	0,9542	0,9594	0,9645	0,9670	0,9723
+34	0,9167	0,9218	0,9268	0,9318	0,9368	0,9418	0,9468	0,9519	0,9544	0,9595
+38	0,9049	0,9099	0,9149	0,9199	0,9248	0,9297	0,9347	0,9397	0,9421	0,9471

Приложение 3
к МУК 4.1.4155-25
(рекомендуемы образец)

**Пример расчета среднесменной и максимальной концентраций пыли и их
характеристик (статистические показатели) в воздухе рабочей зоны
(расчетный и графоаналитический методы)**

1. Технологический процесс на исследуемом участке предприятия по результатам хронометража рабочего времени подразделяется на несколько этапов (в данном примере на 4). Продолжительность смены – 8 ч. Продолжительность этапов технологического процесса составляет 70, 193, 150, 67 мин. соответственно. Отбор проб воздуха производился в течение 2 смен. Было отобрано: в первую смену – по 3 пробы на первом, по 2 пробы – на втором и третьем этапах, 1 проба – на четвертом этапе; во вторую смену – 2 пробы на каждом этапе.

Результаты измерений концентрации пыли в воздухе рабочей зоны (K_m и K_{cc}) регистрируют в журналах учета отбора проб воздуха на пыль.

Расчетный метод

2. Для определения среднесменной концентрации пыли расчетным методом заполняют таблицу П.3.1:

- 1) Заполняют графы 1, 2, 3 таблицы П.3.1.
- 2) Концентрацию пыли в отдельной пробе определяют по формуле (1).
- 3) Заполняют графы 4, 5 таблицы П.3.1.
- 4) Рассчитывают средние концентрации (K_0) для каждой операции по формулам (2) или (3), и заносят в графу 6 таблицы П.3.1.

5) По результатам определения средних концентраций за операцию (K_0) и длительности операций (7) рассчитывают среднесменную концентрацию (K_{cc}) как средневзвешенную величину за смену по формуле (4). Получаем: $K_{cc} = 29,6 \text{ мг}/\text{м}^3$.

6) Определяют статистические показатели, характеризующие процесс загрязнения воздуха рабочей зоны в течение смены:

- минимальную разовую концентрацию за смену K_{\min} – наименьшее значение (из графы 4 таблицы П.3.1) из полученных результатов. Отсюда $K_{\min} = 4,0 \text{ мг}/\text{м}^3$;
- максимальную разовую концентрацию за смену K_{\max} – наибольшее значение (из графы 4 таблицы П.3.1) из полученных результатов. Отсюда $K_{\max} = 173,3 \text{ мг}/\text{м}^3$;
- медиану (Me) по формулам (5, 6). Отсюда $Me = 18,4$;
- стандартное геометрическое отклонение (σ_g) по формуле (7). Отсюда $\sigma_g = 2,6$.

Таблица П.3.1

Результаты отбора проб воздуха для определения среднесменных концентраций расчетным методом

Предприятие:**Цех:****Профессия:****Пыль:****Отборщик проб:****Выработка:****ФИО:****Дата отбора:**

Наименование	Длительность этапа производственного процесса T , мин	Длительность отбора пробы t , мин	Концентрация пыли в пробе (K , мг/м ³)	Произведение $t \cdot K$	Средняя взвешенная по времени концентрация по операции, K_0 , мг/м ³	Статистические показатели
1	2	3	4	5	6	7
I этап	70	10	40,5	405		$K_{cc} = 29,6$ мг/м ³
		7	59,5	416,5		
		5	173,3	866,5		Максимальная из разовых концентраций
		10	110,6	1106		$K_{max} = 173,3$ мг/м ³
		5	121,1	605,5		
		37		3399,5	91,9	
II этап	193	21	18,8	394,8		Минимальная из разовых концентраций $K_{min} = 4,0$ мг/м ³
		38	17,8	676,4		
		13	29,9	388,7		
		15	20	300		
		87		1759,9	20,2	
III этап	150	10	39,4	394		$Me = 18,4$ $\sigma_g = 2,6$
		30	14,2	426		
		11	23,7	260,7		
		10	23,3	233		
		61		1313,7	21,5	
IV этап	67	15	21,5	322,5		
		16	11,8	188,8		
		40	4	160		
		71		671,3	9,5	
Смена	480	256				

Примечание: концентрации пыли рассчитываются с приведением объема протянутого воздуха к стандартным условиям.

Графоаналитический метод обработки данных контроля

3. Для расчета среднесменной концентрации пыли в воздухе рабочей зоны графоаналитическим методом результаты отбора отдельных проб по всем сменам вносят в таблицы П.3.2 и П.3.3.

Описание операций технологического процесса, их длительность, длительность отбора каждой пробы и соответствующие им концентрации вносят в

таблицу П.3.2.

Результаты измерений концентраций пыли в порядке возрастания вносят в графу 2 таблицы П.3.3, а в графе 3 отмечают соответствующую длительность отбора пробы. Время отбора всех проб суммируется и принимается за 100%.

Если при отборе проб строго соблюдены условия по 9.16, то несмотря на то, что общее время отбора всех проб может быть меньше продолжительности смены, использование закона логнормальной подчиненности распределения концентраций пыли в воздухе с помощью логарифмической вероятностной сетки позволяет получить полное представление о всех концентрациях пыли в течение всей смены.

Далее определяют долю времени отбора каждой пробы (%) в общей длительности отбора всех проб (Σt), принятой за 100%, и данные заносят в графу 4 таблицы П.3.3.

Определяют накопленную частоту путем последовательного суммирования времени каждой пробы, указанной в графе 4 таблицы П.3.3, которая в сумме должна составить 100% (заполняют графу 5 таблицы П.3.3).

На логарифмически вероятностную сетку (рисунок П 3.1) наносят значения концентраций (по оси абсцисс) и соответствующие им накопленные частоты (по оси ординат) в процентах. Через нанесенные точки строится прямая линейной аппроксимации так, чтобы сумма расстояний от точек до прямой с обеих сторон была примерно одинаковой.

- Определяют значение медианы (Me) по пересечению интегральной прямой с 50% значением вероятности.

- Определяют значения K_{84} и K_{16} , которые соответствуют 84% и 16% вероятности накопленных частот (оси ординат). Они необходимы для оценки разброса концентраций.

Рассчитывают стандартное геометрическое отклонение (σ_g), характеризующее пределы (колебаний) концентраций по формуле (10):

$$\sigma_g = \left(\frac{K_{84}}{Me} + \frac{Me}{K_{16}} \right) : 2 = \left(\frac{42,1}{15} + \frac{15}{5,4} \right) : 2 = 2,8 \quad (10)$$

при этом $\frac{K_{84}}{Me}$ и $\frac{Me}{K_{16}}$ должны быть примерно равны.

Значение среднесменной концентрации рассчитывают по формулам (11,12):

$$K_{cc} = e^{\ln K_{cc}} = e^{3,24} = 25,5, \quad (11)$$

$$\text{где: } \ln K_{cc} = \ln Me + 0,5 \cdot (\ln \sigma_g)^2 = \ln 15 + 0,5 \cdot (\ln 2,8)^2 = 3,24 \quad (12)$$

Значение максимальной концентрации за смену соответствует значению, находящемуся выше 95% накопленных частот при 8-часовой продолжительности рабочей смены (от ~ 78 мг/м³).

Таблица П.3.2

Общие данные по отбору проб

№	Наименование операции этапа производственного процесса	Длительность операции (этапа) производственного процесса Т, мин	Длительность отбора пробы t , мин	Концентрация пыли в пробе, $\text{мг}/\text{м}^3$
1	I этап	70	10	40,5
2			7	59,5
3			5	173,3
4			10	110,6
5			5	121,1
6	II этап	180	21	18,8
7			38	17,8
8			13	29,9
9			15	20
10	III этап	150	10	39,4
11			30	14,2
12			11	23,7
13			10	23,3
14	IV этап	80	15	21,5
15			16	11,8
16			40	4

Примечание: $\Sigma T = 480$.

Таблица П.3.3

Значения накопленных частот с учетом расположенных в порядке возрастания концентраций

№	Концентрация в порядке ранжирования, $\text{мг}/\text{м}^3$	Длительность отбора пробы, t , мин	Длительность отбора пробы, %, от общей продолжительности отбора проб	Накопленная частота, %
1	4	40	15,6	15,6
2	11,8	16	6,3	21,9
3	14,2	30	11,7	33,6
4	17,8	38	14,8	48,4
5	18,8	21	8,2	56,6
6	20	15	5,9	62,5
7	21,5	15	5,9	68,4
8	23,3	10	3,9	72,3
9	23,7	11	4,3	76,6
10	29,9	13	5,1	81,6
11	39,4	10	3,9	85,5
12	40,5	10	3,9	89,5
13	59,5	7	2,7	92,2
14	110,6	10	3,9	96,1
15	121,1	5	2,0	98,0
16	173,3	5	2,0	100,0
		$\Sigma t, \text{мин} = 256$	$\Sigma t, \% = 100,0$	

Примечание: статистические показатели и их значения: $M_e = 15$ $\sigma_g = 2,8$ $K_{cc} = 25,5 \text{ мг}/\text{м}^3$; пределы колебания концентраций – от 4 до 173,3 $\text{мг}/\text{м}^3$.

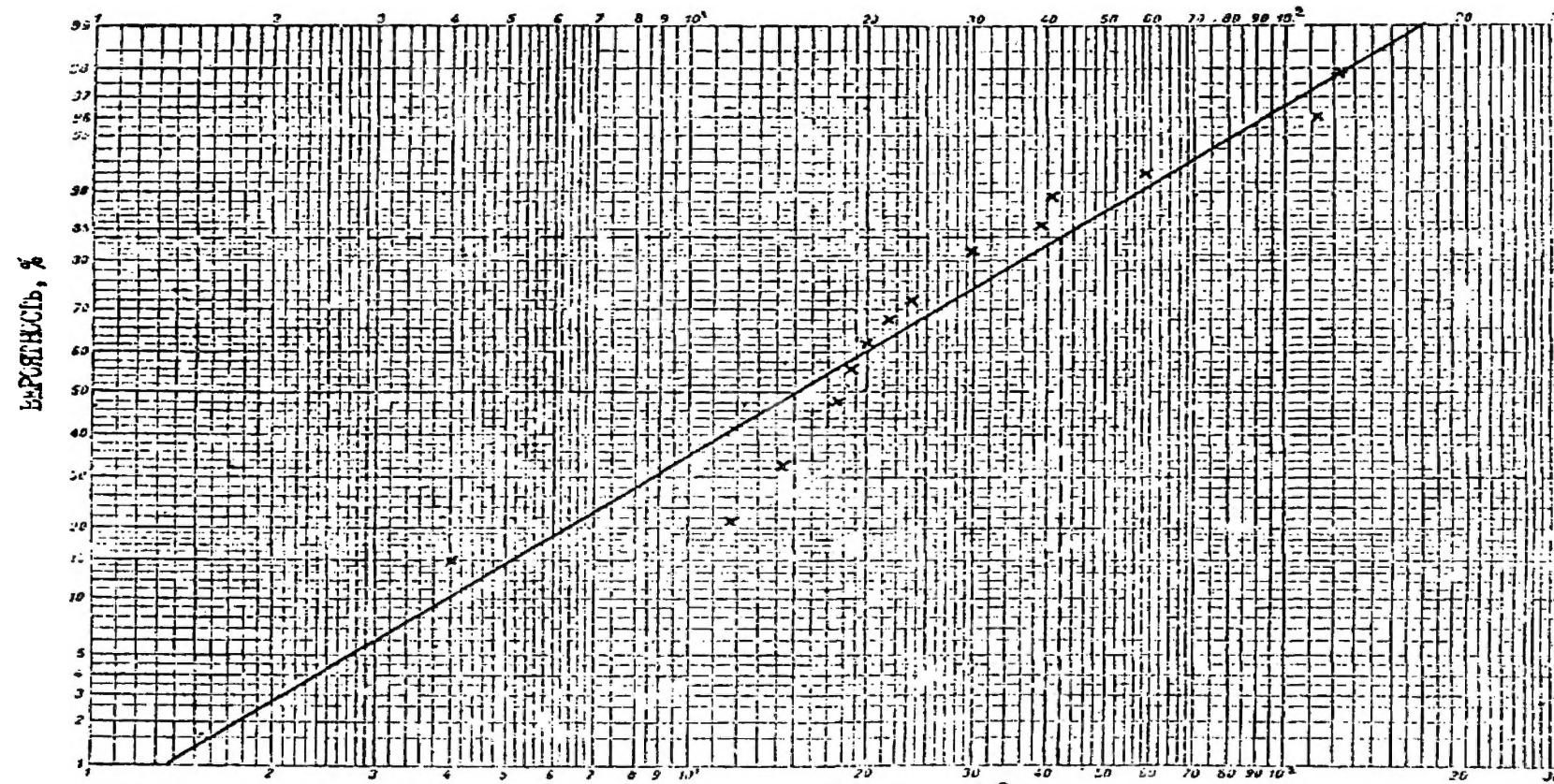


Рисунок П.3.1 – прямая аппроксимации данных отбора проб на логарифмической вероятностной координатной сетке

Приложение 4
к МУК 4.1. 4155-25

Методика экстрагирования минеральных масел с фильтра АФА-ВП

1. Для экстрагирования минеральных масел с фильтров рекомендуется использовать следующую процедуру:

1) каждый фильтр, сложенный в 1/8 загрязненной стороной внутрь, закрепляют специальным образом для обработки (например, накалывают на иголку специального диска или зажимают края фильтра) и записывают номер;

2) затем проводят следующую операцию: закрепленный фильтр помещают в бюкс, содержащий 50 см³ изооктана или бензина «Калоша», и выдерживают в течение 25 мин. Данную операцию выполняют три раза (каждый раз используют новые порции растворителя);

3) затем фильтр выдерживают на воздухе до полного испарения растворителя или в течение 1 часа в сушильном шкафу при температуре плюс 60 °С и помещают в эксикатор на 2 ч. После выдерживают в течение не менее 2 ч в условиях лаборатории с учетом п.8.4, после чего производят взвешивание.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЕ ССЫЛКИ

1. Федеральный закон от 30.03.1999 № 52-ФЗ «О санитарно-эпидемиологическом благополучии населения».
2. Постановление Правительства Российской Федерации от 24.12.2021 № 2464 «О порядке обучения по охране труда и проверки знания требований охраны труда».
3. СанПиН 1.2.3685-21 «Гигиенические нормативы и требования к обеспечению безопасности и (или) безвредности для человека факторов среды обитания».
4. Приказ МЧС России от 18.11.2021 № 806 «Об определении Порядка, видов, сроков обучения лиц, осуществляющих трудовую или служебную деятельность в организациях, по программам противопожарного инструктажа, требований к содержанию указанных программ и категорий лиц, проходящих обучение по дополнительным профессиональным программам в области пожарной безопасности».
5. Приказ Минтруда России от 29.10.2021 № 766н «Об утверждении Правил обеспечения работников средствами индивидуальной защиты и смывающими средствами».
6. Р 2.2.2006-05 «Руководство по гигиенической оценке факторов рабочей среды и трудового процесса. Критерии и классификация условий труда».
7. ГОСТ 1770-74 «Посуда мерная лабораторная стеклянная. Цилиндры, мензурки, колбы, пробирки. Общие технические условия».
8. ГОСТ 3399-76 «Трубки медицинские резиновые. Технические условия».
9. ГОСТ 12.1.007-76 «Вредные вещества. Классификация и общие требования безопасности».
10. РМГ-76 «Внутренний контроль качества результатов количественного химического анализа».
11. ГОСТ 450-77 «Кальций хлористый технический. Технические условия».
12. ГОСТ 25336-82 «Посуда и оборудование лабораторные стеклянные. Типы, основные параметры и размеры».
13. ГОСТ 12.4.009-83 «Пожарная техника для защиты объектов. Основные виды. Размещение и обслуживание».
14. ГОСТ 12.1.005-88 «Общие санитарно-гигиенические требования к воздуху рабочей зоны».
15. ГОСТ 12.1.004-91 «Пожарная безопасность. Общие требования».
16. ГОСТ 51945-2002 «Аспираторы. Общие технические условия».
17. ГОСТ OIML R 76-1-2011 «Весы неавтоматического действия. Часть 1. Метрологические и технические требования. Испытания».
18. ГОСТ Р ИСО 5725-1-2002 «Точность (правильность и прецизионность) методов и результатов измерений. Часть 1. Основные положения и определения».
19. ГОСТ Р ИСО 5725-2-2002 «Точность (правильность и прецизионность) методов и результатов измерений. Часть 2. Основной метод определения повторяемости и воспроизводимости стандартного метода измерений».

20. ГОСТ Р ИСО 5725-3-2002 «Точность (правильность и прецизионность) методов и результатов измерений. Часть 3. Промежуточные показатели прецизионности стандартного метода измерений».

21. ГОСТ Р ИСО 5725-4-2002 «Точность (правильность и прецизионность) методов и результатов измерений. Часть 4. Основные методы определения правильности стандартного метода измерений».

22. ГОСТ Р ИСО 5725-5-2002 «Точность (правильность и прецизионность) методов и результатов измерений. Часть 5. Альтернативные методы определения прецизионности стандартного метода измерений».

23. ГОСТ Р ИСО 5725-6-2002 «Точность (правильность и прецизионность) методов и результатов измерений. Часть 6. Использование значений точности на практике».

24. ГОСТ Р ИСО 8756-2005 «Качество воздуха. Обработка данных по температуре, давлению и влажности».

25. ГОСТ Р 54578-2011 «Воздух рабочей зоны. Аэрозоли преимущественно фиброгенного действия. Общие принципы гигиенического контроля и оценки воздействия».

26. ГОСТ ОИМЛ R 76-1-2011 «Весы неавтоматического действия. Часть 1. Метрологические и технические требования. Испытания».

27. ГОСТ 31828-2012 «Аппараты и установки сушильные и выпарные. Требования безопасности. Методы испытаний».

28. ГОСТ 12.0.004-2015 «Организация обучения безопасности труда. Общие положения».

29. ГОСТ 12.1.019-2017 «Электробезопасность. Общие требования и номенклатура видов защиты».

30. ГОСТ 21241-2023 «Пинцеты медицинские. Общие технические требования и методы испытаний».

31. ГОСТ 8.395-80 «Нормальные условия измерений при поверке. Общие требования».