

4.1. МЕТОДЫ КОНТРОЛЯ. ХИМИЧЕСКИЕ ФАКТОРЫ

**Определение концентраций загрязняющих
веществ в атмосферном воздухе**

**Сборник методических указаний
МУК 4.1.591–96–4.1.645–96,
4.1.662–97, 4.1.666–97**

Издание официальное

**Минздрав России
Москва • 1997**

4.1. МЕТОДЫ КОНТРОЛЯ. ХИМИЧЕСКИЕ ФАКТОРЫ

Определение концентраций загрязняющих веществ в атмосферном воздухе

**Сборник методических указаний
МУК 4.1.591—96—4.1.645—96,
4.1.662—97, 4.1.666—97**

**ББК 51.21я8
М54**

**М54 Определение концентраций загрязняющих веществ
в атмосферном воздухе: Сборник методических указаний.—М.: Информационно-издательский центр
Минздрава России, 1997.—454 с.**

ISBN 5—7508—0102—0

1. Подготовлены творческим коллективом специалистов в составе: Малышева А. Г. (руководитель), Зиновьева Н. П., Суворова Ю. Б., Растянников Е. Г., Топорова И. Н., Евстигнеева М. А., Жаворонкова Н. А. (НИИ экологии человека и гигиены окружающей среды им. А. Н. Сысина РАМН), при участии Кучеренко А. И. (Госкомсанэпиднадзор России).

2. Утверждены и введены в действие Первым заместителем Председателя Госкомсанэпиднадзора России - заместителем Главного государственного врача Российской Федерации Семеновым С. В. 31 октября 1996 года.

3. Введены впервые.

ББК 51.21я8

ISBN 5—7508—0102—0

© Информационно-издательский
центр Минздрава России

Содержание

Область применения	6
Методические указания по газохроматографическому определению адамантана в атмосферном воздухе. МУК 4.1.591—96	8
Методические указания по газохроматографическому определению 2-аллилоксиэтилового спирта в атмосферном воздухе. МУК 4.1.592—96	14
Методические указания по определению аминифенилуксусной кис- лоты в атмосферном воздухе потенциометрическим титрованием. МУК 4.1.593—96	22
Методические указания по высокоэффективному жидкостному хрома- тографическому определению D(-)- α -аминифенилуксусной кислоты. МУК 4.1.594—96	29
Методические указания по определению 2-аминоэтилсерной кисло- ты в атмосферном воздухе методом высокоэффективной жидкостной хроматографии. МУК 4.1.595—96	35
Методические указания по фотометрическому определению солей аммо- ния сернокислого и аммония надсернокислого в атмосферном воздухе по иону аммония. МУК 4.1.596—96	41
Методические указания по газохроматографическому определению анилина, N-метиланилина, N,N-диметиланилина, O-толуидина, N-этил- анилина, N,N-диэтиланилина, N-этил-O-толуидина, N,N-диэтил-M- толуидина в атмосферном воздухе. МУК 4.1.597—96	47
Методические указания по газохроматографическому определению аро- матических, серосодержащих, галогеносодержащих веществ, метанола, ацетона и ацетонитрила в атмосферном воздухе. МУК 4.1.598—96	58
Методические указания по газохроматографическому определению ацетальдегида в атмосферном воздухе. МУК 4.1.599—96	72
Методические указания по газохроматографическому определению ацетона, метанола и изопропанола в атмосферном воздухе. МУК 4.1.600—96	79
Методические указания по газохроматографическому определению ацетоуксусного эфира в атмосферном воздухе. МУК 4.1.601—96	87
Методические указания по газохроматографическому определению беназола П (2-/2'-гидрокси-5'-метилфенил/бензтриазол) в атмос- ферном воздухе. МУК 4.1.602—96	94
Методические указания по газохроматографическому определению бензилацетата в атмосферном воздухе. МУК 4.1.603—96	100
Методические указания по газохроматографическому определению бензилбензоата в атмосферном воздухе. МУК 4.1.604—96	106
Методические указания по фотометрическому определению п-бен- зохинона в атмосферном воздухе. МУК 4.1.605—96	112
Методические указания по газохроматографическому определению 1-бром- нафталина в атмосферном воздухе. МУК 4.1.606—96	117
Методические указания по определению винилхлорида в атмосферном воздухе методом газожидкостной хроматографии. МУК 4.1.607—96	123

МУК 4.1.591—4.1.645—96, 4.1.662—97, 4.1.666—97

Методические указания по определению гидрохинона в атмосферном воздухе методом тонкослойной хроматографии. МУК 4.1.608—96	143
Методические указания по газохроматографическому определению дивинилбензола в атмосферном воздухе. МУК 4.1.609—96	149
Методические указания по газохроматографическому определению диметилизофталата в атмосферном воздухе. МУК 4.1.610—96	155
Методические указания по газохроматографическому определению диметилфталата в атмосферном воздухе. МУК 4.1.611—96	161
Методические указания по газохроматографическому определению диэтилбензола в атмосферном воздухе. МУК 4.1.612—96	168
Методические указания по газохроматографическому определению диэтиленгликоля в атмосферном воздухе. МУК 4.1.613—96	174
Методические указания по определению диэтилфталата в атмосферном воздухе методом высокоэффективной жидкостной хроматографии. МУК 4.1.614—96	181
Методические указания по пламенно-фотометрическому определению калия хлорида в атмосферном воздухе. МУК 4.1.615—96	187
Методические указания по газохроматографическому определению одноосновных карбоновых кислот в атмосферном воздухе. МУК 4.1.616—96	192
Методические указания по газохроматографическому определению ксиленолов, крезолов и фенола в атмосферном воздухе. МУК 4.1.617—96	201
Методические указания по хромато-масс-спектрометрическому определению летучих органических веществ в атмосферном воздухе. МУК 4.1.618—96	217
Методические указания по газохроматографическому определению меркаптанов (метил-, этил-, пропил-, бутил-меркаптанов) в атмосферном воздухе. МУК 4.1.619—96	229
Методические указания по газохроматографическому определению метилакрилата в атмосферном воздухе. МУК 4.1.620—96	238
Методические указания по газохроматографическому определению метилала в атмосферном воздухе. МУК 4.1.621—96	244
Методические указания по газохроматографическому определению метиламина в атмосферном воздухе. МУК 4.1.622—96	250
Методические указания по газохроматографическому определению метил- и этилмеркаптанов в атмосферном воздухе. МУК 4.1.623—96	258
Методические указания по газохроматографическому определению метилового и этилового спиртов в атмосферном воздухе. МУК 4.1.624—96	267
Методические указания по газохроматографическому определению метилового эфира дихлоруксусной кислоты в атмосферном воздухе. МУК 4.1.625—96	275
Методические указания по газохроматографическому определению метилголулата в атмосферном воздухе. МУК 4.1.626—96	282
Методические указания по газохроматографическому определению метилформиата в атмосферном воздухе. МУК 4.1.627—96	290

МУК 4.1.591—4.1.645—96, 4.1.662—97, 4.1.666—97

Методические указания по фотоколориметрическому определению 2-нафтола в атмосферном воздухе. МУК 4.1.628—96	297
Методические указания по фотоколориметрическому определению нитрилов (C10—C16) в атмосферном воздухе. МУК 4.1.629—96	303
Методические указания по определению о-нитроанилина в атмосферном воздухе методом тонкослойной хроматографии. МУК 4.1.630—96	309
Методические указания по высокоэффективному жидкостному хроматографическому определению нитробензола в атмосферном воздухе. МУК 4.1.631—96	316
Методические указания по газохроматографическому определению пропилбензола, этилтолуолов, псевдокумола и нафталина в атмосферном воздухе. МУК 4.1.632—96	321
Методические указания по газохроматографическому определению псевдокумола в атмосферном воздухе. МУК 4.1.633—96	330
Методические указания по определению ремантадина в атмосферном воздухе методом тонкослойной хроматографии. МУК 4.1.634—96	339
Методические указания по газохроматографическому определению терефталевой кислоты в атмосферном воздухе. МУК 4.1.635—96	346
Методические указания по определению тиомочевины в атмосферном воздухе методом тонкослойной хроматографии. МУК 4.1.636—96	354
Методические указания по газохроматографическому определению толуола в атмосферном воздухе. МУК 4.1.637—96	360
Методические указания по газохроматографическому определению уксусной кислоты в атмосферном воздухе. МУК 4.1.638—96	366
Методические указания по фотоколориметрическому определению фурфурола в атмосферном воздухе. МУК 4.1.639—96	372
Методические указания по газохроматографическому определению фурфурола и метилфурфурола в атмосферном воздухе. МУК 4.1.640—96	378
Методические указания по определению хлорамина ХБ в атмосферном воздухе методом тонкослойной хроматографии. МУК 4.1.641—96	385
Методические указания по газохроматографическому определению хлорангидрида β -ацетилмеркаптопропионовой кислоты в атмосферном воздухе. МУК 4.1.642—96	392
Методические указания по ионохроматографическому определению хлора, брома, хлороводорода и бромоводорода в атмосферном воздухе. МУК 4.1.643—96	399
Методические указания по газохроматографическому определению п-хлорфенола в атмосферном воздухе. МУК 4.1.644—96	408
Методические указания по газохроматографическому определению хлористого аллила в атмосферном воздухе. МУК 4.1.645—96	415
Методические указания по определению массовой концентрации стирола в атмосферном воздухе методом газовой хроматографии. МУК 4.1.662—97	421
Методические указания по измерению концентрации волокон асбеста в атмосферном воздухе населенных мест. МУК 4.1.666—97	432

УТВЕРЖДАЮ

Первый заместитель Председателя
Госкомсанэпиднадзора России – за-
меститель Главного государственного
санитарного врача Российской
Федерации

С. В. Семенов

31 октября 1996 г.

Дата введения – с момента утвер-
ждения

**Определение концентраций загрязняющих
веществ в атмосферном воздухе**

**Сборник методических указаний
МУК 4.1.591—96—4.1.645—96,
4.1.662—97, 4.1.666—97**

Область применения

Методические указания по определению концентраций загрязняющих веществ в атмосферном воздухе предназначены для использования в системе госсанэпиднадзора России, при проведении аналитического контроля ведомственными лабораториями предприятий, а также научно-исследовательских институтов, работающих в области гигиены окружающей среды. Методические указания разработаны с целью обеспечения контроля соответствия уровня содержания загрязняющих веществ их гигиеническим нормам – предельно допустимым концентрациям (ПДК) и ориентировочно безопасным уровням

Издание официальное

Настоящие методические указания не могут быть полностью или частично воспроизведены, тиражированы и распространены без разрешения Департамента госсанэпиднадзора Минздрава России.

воздействия (ОБУВ) – и являются обязательными при осуществлении аналитического контроля атмосферного воздуха.

Включенные в сборник методические указания разработаны в соответствии с требованиями ГОСТов 8.010—90 «Методики выполнения измерений», 17.2.4.02—81 «Охрана природы. Атмосфера. Общие требования к методам определения загрязняющих веществ», 17.0.02—79 «Охрана природы. Метрологическое обеспечение контроля загрязненности атмосферы, поверхностных вод и почвы. Основные положения», Р1.5—92 (пункты 7.3). Все методики анализа метрологически аттестованы и обеспечивают определение веществ с нижним пределом обнаружения не выше 0,8 ПДК_{м.р.} и суммарной погрешностью, не превышающей 25 %, с отбором пробы воздуха в течение 20—30 мин при определении максимальной разовой концентрации или круглосуточном отборе пробы при определении среднесуточной концентрации.

В сборнике представлены методики контроля атмосферного воздуха за содержанием нормируемых соединений. Методики основаны на использовании физико-химических методов анализа – фотометрии, потенциометрии, тонкослойной хроматографии с различного вида детектированием, ионной хроматографии, газожидкостной, высокоэффективной жидкостной хроматографии, хромато-масс-спектрометрии. Приведено 55 методик по измерению концентраций 140 загрязняющих веществ на уровне и ниже их гигиенических нормативов в атмосферном воздухе населенных мест. Контролируемые вещества относятся к различным классам соединений: неорганическим веществам, ароматическим углеводородам, спиртам, органическим кислотам, эфирам, альдегидам, азотсодержащим углеводородам, фенолам, меркаптанам.

Методические указания одобрены и рекомендованы Комиссией по санитарно-гигиеническому нормированию «Лабораторно-инструментальное дело и метрологическое обеспечение» Госкомсанэпиднадзора России и бюро секции по физико-химическим методам исследования объектов окружающей среды Проблемной комиссии «Научные основы экологии человека и гигиены окружающей среды».

УТВЕРЖДЕНО

Первым заместителем Председателя
Госкомсанэпиднадзора России – за-
местителем Главного государствен-
ного санитарного врача Российской
Федерации

31 октября 1996 г.

МУК 4.1.620—96

Дата введения – с момента утвер-
ждения

4.1. МЕТОДЫ КОНТРОЛЯ. ХИМИЧЕСКИЕ ФАКТОРЫ

**Методические указания по
газохроматографическому определению
метилакрилата в атмосферном воздухе**

Настоящие методические указания устанавливают газохрома-
тографическую методику количественного химического анализа
атмосферного воздуха для определения в нем содержания
метилакрилата в диапазоне концентраций 0,008—0,09 мг/м³.

C₄H₆O₂

Мол. масса 86,09

Метилакрилат (метиловый эфир акриловой кислоты) – жид-
кость, температура кипения – 80,2 °С, плотность – 0,950 г/см³.
Хорошо растворяется в органических растворителях, в воде
растворяется 5,2 %. В воздухе находится в виде паров.

Метилакрилат оказывает раздражающее наркотическое
действие. ПДК для атмосферного воздуха населённых мест –
0,01 мг/м³.

1. Погрешность измерений

Методика обеспечивает выполнение измерений с погрешностью,
не превышающей ±18 %, при доверительной вероятности 0,95.

Издание официальное

Настоящие методические указания не
могут быть полностью или частично
воспроизведены, тиражированы и рас-
пространены без разрешения Департамента
госсанэпиднадзора Минздрава России.

2. Метод измерений

Измерение концентрации метилакрилата выполняют методом газожидкостной хроматографии с пламенно-ионизационным детектированием. Концентрирование метилакрилата из воздуха осуществляют на твёрдый сорбент. С сорбента вещество термодесорбируют.

Нижний предел измерений в анализируемом объёме пробы воздуха – 0,008 мг/м³.

Определению не мешают другие акрилаты.

3. Средства измерений, вспомогательные устройства, материалы, реактивы

При выполнении измерений применяют следующие средства измерений, вспомогательные устройства, материалы и реактивы.

3.1. Средства измерений

Хроматограф с пламенно-ионизационным детектором

Барометер-анероид М-67	ТУ 2504-1797-75
Весы аналитические лабораторные, 2-го класса	ГОСТ 24104-88Е
Линейка измерительная	ГОСТ 427-75
Лупа измерительная	ГОСТ 25706-83
Меры массы	ГОСТ 7328-82Е
Секундомер	ГОСТ 5072-79Е
Термометр лабораторный шкальный ТЛ-2	ГОСТ 215-73Е
Электроаспиратор, модель М-822	МРТУ 42-862-64

3.2. Вспомогательные устройства

Хроматографические колонки из стекла длиной 3 и 2 м, диаметр 3 мм

Аквадистиллятор	ТУ 61-1-721-79
Баня водяная лабораторная	ТУ 64-4-623-72
Вакуумный компрессор марки ВН-461М	ТУ 26-06-459-79
Дозатор диффузионно-динамический «Микрогаз»	ТУ 2-966-057
Колба К-2-250-34, ТС	ГОСТ 25-336-82Е
Концентраторы из 2-х спаянных стальных трубок длиной 115 мм, диаметром 4—5 мм и длиной 130 мм, диаметром 2—3 мм	
Редуктор водородный	ТУ 26-05-463-76
Редуктор кислородный	ТУ 26-05-235-70

МУК 4.1.620—96

Термостат с погрешностью поддержания температуры $\pm 0,8$ °С

Чашка выпарительная № 3

Шкаф сушильный

ГОСТ 9147-80Е

ГОСТ 13474-78

3.3. Материалы

Азот сжатый

Водород сжатый

Воздух сжатый

Стекловата или стекловолокно

СТП 6-01-15-32-83

ГОСТ 3022-80

ГОСТ 17433-80

3.4. Реактивы

Ацетон, ч. д. а'

Вода дистиллированная

Гексан, ч.

Метилакрилат

Полисорб-1 зернением 0,315—0,500 мм
(насадка для концентратора)

1,2,3-трис-в-цианэтоксипропан

Хромосорб Р-АW зернением 0,18—0,25 мм
(насадка для хроматографических колонок)

ГОСТ 2603-79

ГОСТ 6709-77

ТУ 6-09-3375-78

ОСТ 6-01-41-84

ТУ 6-09-136-02-74

ТУ 6-09-104-70

4. Требования безопасности

4.1. При работе с реактивами соблюдают требования безопасности, установленные для работы с токсичными, едкими и легковоспламеняющимися веществами по ГОСТу 12.1.005-88.

4.2. При выполнении измерений с использованием газового хроматографа соблюдают правила электробезопасности в соответствии с ГОСТом 12.1.019-79 и инструкцией по эксплуатации прибора.

5. Требования к квалификации операторов

К выполнению измерений допускают лиц, имеющих квалификацию не ниже инженера-химика, с опытом работы на газовом хроматографе.

6. Условия измерений

При выполнении измерений соблюдают следующие условия:

- процессы приготовления и подготовки проб к анализу проводят в нормальных условиях согласно ГОСТу 15150-69 при температуре воздуха (20 ± 10) °С, атмосферном давлении 630—800 мм рт. ст. и влажности не более 80 %;

- выполнение измерений на газовом хроматографе проводят в условиях, рекомендованных технической документацией к прибору.

7. Подготовка к выполнению измерений

Перед выполнением измерений проводят следующие работы: подготовка хроматографической колонки и концентратора, установление градуировочной характеристики, отбор проб.

7.1. Подготовка хроматографических колонок и концентратора

(1,50±0,02) г $\beta\beta^1$ -1,2,3-трис- β -цианэтоксипропана взвешивают на аналитических весах в круглодонной колбе, растворяют в ацетоне (1/2 объема от объема носителя) и вносят (10,00±0,02) г хромосорба Р. Содержимое колбы тщательно перемешивают для равномерного нанесения фазы в течение одного часа, затем ацетон выпаривают в сушильном шкафу при температуре (60±5) °С до отсутствия запаха растворителя. После остывания фаза готова к употреблению.

Хроматографические колонки и концентратор перед заполнением насадками промывают горячей водой, дистиллированной водой, ацетоном, гексаном и высушивают в токе инертного газа. Заполнение хроматографической колонки насадкой проводят под вакуумом. Концы колонки закрывают стекловатой и, не подключая к детектору, кондиционируют в токе газа-носителя (азота) с расходом 30 см³/мин при температуре 100 °С в течение 18 ч. После охлаждения колонку длиной 3 м подключают к детектору, записывают нулевую линию в рабочем режиме. При отсутствии дрейфа нулевой линии колонка готова к работе.

Колонку длиной 2 м после кондиционирования подсоединяют к детектору и в условиях анализа определяют время выхода метилакрилата. Затем колонку отсоединяют от детектора и используют для повторного концентрирования.

Концентратор заполняют 0,2 г Полисорба-1, который предварительно прокалывают при температуре 160 °С в течение 4 ч. Сорбент фиксируют с двух сторон стекловатой. Концентраторы хранят в закрытых емкостях не более 1 месяца.

7.2. Установление градуировочной характеристики

Градуировочную характеристику, выражающую зависимость площади пика метилакрилата (мм²) от его массы (мг),

устанавливают по 3-м сериям паровоздушных смесей. Паровоздушные смеси получают с помощью дозирующего устройства диффузионно-динамического типа в режиме работы «без разбавления» следующим образом. К штуцеру «градуировочная смесь» установки «Микрогаз» подсоединяют тройник, к одному концу которого подсоединяют концентратор (сравнительный). Через концентратор постоянно идет градуировочная смесь на сброс. Ко второму концу тройника подсоединяют рабочий концентратор № 1. Поворотом крана пропускают смесь через рабочий концентратор по времени. После этого рабочий концентратор вставляют в дозатор на вторую колонку (2 м), подается газ-носитель и в течение (5 ± 1) мин концентратор продувается на сброс, затем (4 ± 1) мин на концентратор № 2, подсоединенный через гайку к соединительной трубке. Концентратор с адсорбированной примесью метилакрилата вставляют в дозатор 1-й колонки и выдерживают 2 мин без газа-носителя для стабилизации температуры, затем подается газ-носитель.

Смесь анализируется в следующих условиях:

температура термостата колонок	50 °C
температура испарителя	160 °C
расход газа-носителя (азота)	
в I колонке	30 см ³ /мин
во II колонке	27 см ³ /мин
расход водорода	30 см ³ /мин
расход воздуха	300 см ³ /мин
чувствительность шкалы электрометра	4 x 4 x 10 ⁹ Ом
время удерживания метилакри- лата	
в I колонке	6 мин 54 сек
во II колонке	8 мин 28 сек

На полученной хроматограмме рассчитывают площади пиков метилакрилата. Массу адсорбированного метилакрилата определяют, рассчитав изменение массы ампулы, заполненной метилакрилатом, за час (мг/час) из данных аттестации ампулы и времени прохождения градуировочной смеси через рабочий концентратор (см. Техническое описание к инструкции по эксплуатации динамической установки «Микрогаз»). Для установления градуировочной характеристики время прохождения паровоздушной смеси через концентратор – 3; 5; 8; 10; 12; 15 и 18 сек в 3-х сериях. Градуировку проверяют 1 раз в квартал.

7.3. Отбор проб

Отбор проб воздуха проводят согласно ГОСТу 17.2.3.01-86. Воздух со скоростью 0,3—0,5 дм³/мин аспирируют через концентратор в течение 15 мин. После окончания отбора концы трубки закрывают заглушками. Срок хранения проб — 1 сутки.

8. Выполнение измерений

Концентратор с отобранной пробой вставляют в дозатор второй колонки. В течение (5 ± 1 мин) продувают на сброс (для удаления примесей, мешающих определению метилакрилата) и через концентратор № 2, подсоединенный с помощью гайки к соединительной трубке для адсорбции метилакрилата; затем концентратор № 2 вставляют в дозатор рабочей колонки (3 м), стабилизируют в течение 2-х минут без газа-носителя, подают газ-носитель и записывают хроматограмму пробы воздуха. На хроматограмме рассчитывают площадь пика метилакрилата и по градуировочной характеристике определяют его массу в пробе.

9. Вычисление результатов измерений

Концентрацию метилакрилата в атмосферном воздухе (мг/м³) вычисляют по формуле:

$$C = \frac{m}{V_0}, \text{ где}$$

m — масса метилакрилата в пробе, найденная по градуировочной характеристике, мг;

V_0 — объем пробы воздуха, приведенный к нормальным условиям, м³;

$$V_0 = \frac{V_t \cdot 273 \cdot P}{(273 + t) \cdot 760}, \text{ где}$$

V_t — объем воздуха, отобранный для анализа, м³;

P — атмосферное давление в месте отбора пробы, мм рт. ст.;

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

Методические указания разработаны М. Г. Большаковой, В. И. Назаровой, Л. Г. Перфиловой (Производственное объединение «Нитрон», г. Саратов).

**Определение концентраций загрязняющих веществ
в атмосферном воздухе**
Сборник методических указаний
МУК 4.1.591—96—4.1.645—96, 4.1.662—97, 4.1.666—97

Редактор Карнаухова А. А.
Технический редактор Киселева Ю. А.

Формат 60x88/16.
Подписано в печать 17.09.97
Тираж 5000 экз.

Печ. л. 28,5
Заказ 6846

ЛР № 020877 от 20.05.94 г.

Министерство здравоохранения Российской Федерации
101431, Москва, Рахмановский пер., д. 3

Оригинал-макет подготовлен к печати
Информационно-издательским центром Минздрава России
125167, Москва, проезд Аэропорта, 11. Отдел реализации, тел. 198-61-01

Отпечатано с готового оригинал-макета в филиале Государственного ордена
Октябрьской Революции, ордена Трудового Красного Знамени
Московского предприятия «Первая Образцовая типография»
Комитета Российской Федерации по печати.
113114, Москва, Шлюзовая наб., 10