НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ИНСТИТУТ
ГИГИЕНЫ ВОДНОГО ТРАНСПОРТА

# МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ НА МЕТОДЫ ОПРЕДЕЛЕНИЯ ВРЕДНЫХ ВЕЩЕСТВ В ВОЗДУХЕ

ВЫПУСК XII

РЕКЛАМИНФОРМБЮРО ММФ
Москва 1977

gost.e-ecolog.ru

Методические указания на методы определения вредных веществ в воздухе. М., Рекламинформбюро, 1977, ... с.

Начиная с данного выпуска, методики определения вредных веществ в воздухе будут издаваться как Методические указания.

Методические указания, утвержденные заместителем Главного государственного санитарного врача СССР, имеют ту же юридическую силу, что и Технические условия.

Методические указания на методы определения вредных веществ в воздухе предназначены для химиков научно-исследовательских институтов, санитарно-эпидемиологических станций, промышленных лабораторий заводов и медико-санитарных частей, а также для промышленно-санитарных врачей.

Сборник методических указаний составлен методической секцией по промышленно-санитарной химии при проблемной комиссии «Научные основы гигиены труда и профессиональной патологии».

Редакционная коллегия: **И. С. Новикова, М. Д. Бабина, Т. В. Соловьева, О. Н. Васильева, И. К. Рыжова.**

УТВЕРЖДАЮ.
Заместитель Главного
государственного
санитарного врача СССР
*А. И. ЗАЙЧЕНКО*
30 декабря 1975 г.
№ 1384-75

# МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ НА СПЕКТРАЛЬНО-ЛЮМИНЕСЦЕНТНОЕ ОПРЕДЕЛЕНИЕ 3,4-БЕНЗПИРЕНА И ДРУГИХ ПОЛИЦИКЛИЧЕСКИХ АРОМАТИЧЕСКИХ УГЛЕВОДОРОДОВ: АНТРАЦЕНА, 1,2-БЕНЗАНТРАЦЕНА, 1,2,5,6-ДИБЕНЗАНТРАЦЕНА, 1,2,3,4-ДИБЕНЗАНТРАЦЕНА, ПИРЕНА, 1,2-БЕНЗПИРЕНА, 3,4,9,10-ДИБЕНЗПИРЕНА, ПЕРИЛЕНА, 1,12-БЕНЗПЕРИЛЕНА, ФЕНАНТРЕНА, ФЛУОРАНТЕНА, ХРИЗЕНА, ТРИФЕНИЛЕНА, КОРОНЕНА В ВОСКОПОДОБНЫХ ПРОДУКТАХ, МАСЛЯНЫХ КРЕПИТЕЛЯХ, МАЗУТЕ, НЕФТЕБИТУМНОМ ЛАКЕ И ИХ АЭРОЗОЛЯХ

## I. Общая часть

1. Определение основано на измерении относительной интенсивности люминесценции замороженных при температуре —196°С *н*-парафиновых растворов 3,4-бензпирена и других полициклических ароматических углеводородов (ПАУ).

2. Чувствительность определения: 3,4-бензпирена — $0{,}5 \cdot 10^{-4}$ мкг/мл, 1,12-бензперилена, перилена, 3,4,9,10-дибензпирена — $1 \cdot 10^{-3}$ мкг/мл, антрацена, 1,2-бензантрацена, 1,2,5,6-дибензантрацена, 1,2,3,4-дибензантрацена, пирена, фенантрена, 1,2-бензпирена, флуорантена, трифенилена, хризена, коронена — $1 \cdot 10^{-2}$ мкг/мл.

3. Определению не мешают другие ПАУ.

4. Предельно допустимая концентрация 3,4-бензпирена — 0,00015 мг/м³, фенантрена — 0,8 мг/м³.

## II. Реактивы и аппаратура

5. Применяемые реактивы и растворы.
*н*-Октан, МРТУ 6-09-4534—67.
*н*-Гексан, МРТУ-6-09-2937—66, перегнанный.
*н*-Гептан, ГОСТ 4375—48.
Бензол, ГОСТ 5955—75, перегнанный.
Циклогексан, МРТУ 6-09-3112—66, перегнанный.
Нитрометан, ТУ ГХ КОРУ 129—59.

Окись алюминия II степени активности для хроматографии, МРТУ 6-09-5296—68.

Азот жидкий.

3,4-бензпирен. Стандартные растворы концентрацией $1 \cdot 10^{-4}$, $1 \cdot 10^{-3}$, $1 \cdot 10^{-2}$, $1 \cdot 10^{-1}$ мкг/мл готовят растворением 1 мг 3,4-бензпирена в 100 мл *н*-октана с последующим разбавлением *н*-октаном.

Перилен, 1,12 бензперилен, 3,4,9,10-дибензпирен. Стандартные растворы концентрацией $1 \cdot 10^{-3}$, $1 \cdot 10^{-2}$, $1 \cdot 10^{-1}$ мкг/мл готовят растворением 1 мг соответствующего вещества в 100 мл *н*-октана с последующим разбавлением *н*-октаном.

Антрацен, 1,2-бензантрацен, 1,2,3,4-дибензантрацен, 1,2,5,6-дибензантрацен, пирен, 1,2-бензпирен, фенантрен, флуорантен, трифенилен, хризен, коронен. Стандартные растворы концентрацией $1 \cdot 10^{-2}$, и $1 \cdot 10^{-1}$ мкг/мл готовят растворением 1 мг соответствующего вещества в 100 мл *н*-октана с последующим разбавлением н-октаном (исключение составляет антрацен, растворы которого готовят в *н*-гептане).

6. Применяемые посуда и приборы.

Колбы мерные, емкостью 100 мл с притертыми пробками, ГОСТ 1770—59.

Воронки делительные, ГОСТ 10054—75, емкостью 100 мл.

Цилиндры мерные, ГОСТ 1770—74, емкостью 100 мл.

Колбы круглодонные, тип ККНШ-29-100, ГОСТ 10394—72, емкостью 100 мл.

Пластины стеклянные, 120×180 мм, для хроматографии. На стеклянную пластину насыпают окись алюминия и разравнивают, раскатывая стеклянной палочкой с резиновыми ободками на концах так, чтобы толщина слоя была 2 мм. Отмечают линию старта на расстоянии 15 мм от нижнего края пластины.

Аппараты Сокслета, емкостью 100 мл.

Воронки стеклянные, с пористой пластиной № 1.

Пипетки, ГОСТ 1770—74, емкостью 1, 2, 5, 10 мл.

Колбы плоскодонные, емкостью 100 мл, с притертыми пробками, ГОСТ 10394—72.

Пробирки из бесцветного стекла, внутренним диаметром 15 мм, высотой 150 мм.

Пробирки из кварцевого стекла, внутренним диаметром 6 мм, высотой 100—150 мм, ГОСТ.

Пленочный испаритель.

Хроматографическая камера.

Спектрометр ДФС-12.

Фосфороскоп.

Ртутно-кварцевая лампа СВДШ-500.

Ксеноновая лампа ДКСШ-500 или ДКСШ-1000.

Ртутно-кварцевая ПРК-4.

Светофильтры, кобальто-никелевые. УФС-2; УФС-6.

Конденсоры стеклянные:

Конденсоры кварцевые.
Сосуды Дьюара стеклянные, прозрачные, емкостью до 1 л.
Сосуды Дьюара кварцевые, прозрачные, емкостью до 1 л.
Сосуды Дьюара посеребренные, емкостью до 1 л.
Сосуды Дьюара металлические, емкостью 15 л, ГОСТ 16024—70.
Аспирационное устройство.
Фильтры АФА-В-18 или АФА-ХА-18.
Патроны для фильтров.

## III. Отбор пробы воздуха

7. Воздух со скоростью от 20 до 100 л/мин аспирируют через фильтры АФА-В-18 или АФА-ХА-18. Для анализа следует отобрать не менее 1000 л воздуха.

## IV. Описание определения

8. Идентификация.

Для идентификации 3,4-Бензпирена и других ПАУ в продуктах навеску в 1 г растворяют при нагревании в 10 мл циклогексана. Для идентификации в аэрозолях фильтры с пробами помещают в аппарат Сокслета и экстрагируют в течение 6 ч циклогексаном. Экстракт аэрозолей мазута, масляных крепителей, нефтебитумного лака концентрируют до объема 3 мл, экстракт аэрозоля воскоподобных продуктов концентрируют до объема 10 мл.

Раствор исследуемых продуктов или экстракт аэрозоля воскоподобных продуктов подвергают обработке нитрометаном, для чего их переносят в делительную воронку с 10 мл нитрометана и энергично встряхивают в течение 5 мин. Эту операцию проводят трижды, сливая нитрометановые экстракты в круглодонную колбу. Объединенные нитрометановые экстракты концентрируют под вакуумом до объема 1,5—2 мл.

Далее проводят хроматографию в тонком слое незакрепленной окиси алюминия. 1 мл сконцентрированных нитрометанового или циклогексанового экстрактов наносят полосой на стартовую линию. После испарения растворителя пластину помещают в хроматографическую камеру, на дно которой налита смесь гексана и бензола в соотношении 4:1. Камеру герметически закрывают. После того как растворитель поднимется до верхнего края пластины, ее вынимают и просматривают в УФ-свете (лампа ПРК-4). Отмечают положение зон, отличающихся по цвету флуоресценции, и снимают окись алюминия в воронки с пористыми фильтрами. Элюируют 3,4-бензпирен и ПАУ с окиси алюминия бензолом до прекращения флуоресценции последних порций элюата в УФ-свете. Концентрируют полученные элюаты фракций до 20 мл.

Проводят идентификацию 3,4-бензпирена и ПАУ. 1 мл сконцентрированного элюата вносят в кварцевые пробирки и добав-

ляют 2 мл *н*-октана. Пробирку помещают в кварцевый сосуд Дьюара, заполненный жидким азотом. Возбуждающий свет от ксеноновой лампы через светофильтр УФС-2 фокусируют кварцевым конденсором на пробирку с раствором. Свет люминесценции фокусируют конденсором на входную щель спектрометра ДФС-12. Проводят запись спектров флуоресценции фракций в области 380—500 нм и спектров фосфоресценции в области 420—600 нм, отмечая на спектрограмме длины волн интенсивных линий, проявившихся в спектре. Сравнением спектрограммы фракций и спектрограмм растворов стандартных соединений, записанных в тех же условиях, идентифицируют аналитические и наиболее интенсивные линии, принадлежащие отдельным соединениям. Для достоверной идентификации необходимо, чтобы в спектре соединения проявилось не менее двух принадлежащих ему линий. Длины волн наиболее интенсивных линий в спектрах люминесценции ПАУ приведены в табл. 5.

Таблица 5

**ИНТЕНСИВНЫЕ ЛИНИИ В СПЕКТРАХ ЛЮМИНЕСЦЕНЦИИ СОЕДИНЕНИЙ**

| Соединение | Длины волн, нм* | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Антрацен | 381,0 | 386,7 | 404,5 | 434,0 | | | | |
| 1,2-бензантрацен | 384,6 | 405,3 | 406,8 | 410,2 | | | | |
| 1,2,5,6-дибензантрацен | 394,1 | 394,9 | 406,4 | 416,1 | 416,9 | | | |
| 1,2,3,4-дибензантрацен | 386,2 | 393,6 | 394,9 | 396,9 | 399,2 | 405,8 | 406,9 | 409,2 |
| Пирен | 382,6 | 383,6 | 388,2 | 392,6 | 398,9 | 409,7 | 410,3 | 415,4 |
| 1,2-бензпирен (Ф) | 537,0 | 547,0 | 575,8 | 587,4 | | | | |
| 3,4-бензпирен | 403,0 | 407,9 | 408,5 | 414,2 | 417,3<br>427,5 | 424,1<br>430,5 | 426,1<br>431,4 | 426,8<br>437,3 |
| 3,4,9,10-дибензпирен | 431,7 | 432,2 | 432,7 | 434,8 | 437,3 | 447,0 | 458,7<br>463,7 | 459,2<br>464,3 |
| Перилен | 443,9 | 451,1 | 455,1 | 458,4 | 462,3 | 471,0 | 472,7 | 477,3 |
| 1,12-бензперилен | 406,3 | 412,7 | 415,2 | 415,9 | 419,5 | 422,5<br>429,7 | 426,1<br>444,0 | 429,0<br>445,7 |
| Фенантрен (Ф) | 461,6 | 470,5 | 479,5 | 498,1 | 519,5 | 527,5 | | |
| Флуорантен (Ф) | 543,0 | 555,5 | 593,0 | | | | | |
| Хризен (Ф) | 498,6 | 510,5 | 536,0 | 544,6 | 551,6 | | | |
| Трифенилен (Ф) | 436,6 | 455,3 | 461,8 | 492,0 | | | | |
| Коронен | 432,0 | 443,8 | 444,6 | 453,0 | 469,2 | | | |

* Подчеркнуты длины волн аналитических линий.
(Ф) — спектры фосфоресценции, остальные — спектры флуоресценции.

9. Количественное определение

После идентификации соединений проводят их количественное определение в тех фракциях, где они обнаружены качественно, методом добавок (I) или комбинированным методом добавок и внутреннего стандарта (II). В (I) случае по 1 мл бензольного элюата исследуемой фракции вносят в три кварцевые пробирки*. В первую пробирку вносят 2 мл *н*-октана, во вторую — 1,5 мл *н*-октана и 0,5 стандартного раствора определяемого соединения в *н*-октане, соответствующего по концентрации содержанию определяемого соединения в пробе. В третью пробирку вносят 1 мл *н*-октана и 1 мл стандартного раствора определяемого соединения той же концентрации, что и во вторую.

Во (II) случае в каждую пробирку с указанными растворами вносят также по 1 мл раствора внутреннего стандарта в концентрации, соответствующей концентрации добавок.

Используя оптическую схему, принятую при идентификации ПАУ, проводят последовательную запись спектров трех исследуемых растворов. Измеряют на спектрограмме интенсивность люминесценции аналитической линии определяемого вещества (I) или определяемого вещества и вещества-стандарта (II) в максимуме над линией основания и интенсивность люминесценции фона (расстояние от линии темнового фона до начала записи аналитических линий).

Длины волн аналитических линий 3,4-бензпирена и ПАУ и веществ-стандартов, а также соотношение концентраций исследуемых соединений и стандартов указаны в табл. 6.

Таблица 6

**УСЛОВИЯ КОЛИЧЕСТВЕННОГО ОПРЕДЕЛЕНИЯ ПАУ**

| Определяемое вещество | Длины волн аналитических линий, нм | | Вещество-стандарт | Отношение концентрации определяемого вещества и внутреннего стандарта |
|---|---|---|---|---|
| | определяемого вещества | вещества-стандарта | | |
| Антрацен | 386,7 | 419,5 | 1,12БПЛ[1] | 1:1 |
| 1,2-бензантрацен | 384,6 | 419,5 | 1,12БПЛ[1] | 1:1 |
| 1,2,5,6-дибензантрацен | 394,1 | 419,5 | 1,12БПЛ[1] | 1:1 |
| 1,2,3,4-дибензантрацен | 386,2 | 419,5 | 1,12БПЛ[1] | 1:1 |
| Пирен | 382,6 | 419,5 | 1,12БПЛ[1] | 1:1 |
| 1,2-бензпирен (Ф) | 537,0 | 461,8 | ТФЛ[2] | 4:1 |

* Определение 3,4-бензпирена можно проводить, применяя пробирки, сосуды Дьюара и конденсоры из простого стекла и ртутно-кварцевую лампу СВДШ-500.

Продолжение

| Определяемое вещество | Длины волн аналитических линий, нм | | Вещество-стандарт | Отношение концентрации определяемого вещества и внутреннего стандарта |
|---|---|---|---|---|
| | определяемого вещества | вещества-стандарта | | |
| 3,4-бензпирен | 403,0 | 419,5 | 1,12БПЛ[1] | 1:10 |
| 3,4,9,10-дибензпирен | 431,7 | 419,5 | 1,12БПЛ[1] | 1:4 |
| Перилен | 451,1 | 419,5 | 1,12БПЛ[1] | 1:1 |
| 1,12-бензперилен | 419,5 | 408,5 | 3,4БП[3] | 10:1 |
| Фенантрен (Ф) | 461,6 | 537,0 | 1,2БП[4] | 1:1 |
| Флуорантен (Ф) | 543,0 | 537,0 | 1,2БП[4] | 1:1 |
| Хризен (Ф) | 498,6 | 537,0 | 1,2БП[4] | 1:1 |
| Трифенилен (Ф) | 461,8 | 537,0 | 1,2БП[4] | 1:4 |
| Коронен | 443,8—444,6 | 419,5 | 1,12БПЛ[1] | 1:1 |

[1] 1,12-бензперилен
[2] трифенилен
[3] 3,4-бензпирен
[4] 1,2-бензпирен

Области линейной зависимости интенсивности люминесценции от концентрации вещества в растворе для 3,4-бензпирена $\leqslant$0,10 мкг/мл, для 3,4,9,10-дибензпирена, 1,12-бензперилена, флуорантена $\leqslant$2,0 мкг/мл, для остальных соединений $\leqslant$ 1,0 мкг/мл.

Определение концентраций проводят по графику. На оси абсцисс откладывают величину добавки определяемого вещества. На оси ординат — отношение интенсивности люминесценции аналитической линии определяемого вещества к интенсивности люминесценции фона (I) или к интенсивности люминесценции аналитической линии вещества-стандарта (II).

Экстраполяция прямой, проведенной через экспериментальные точки до пересечения с осью абсцисс, дает на этой оси отрезок, соответствующий в выбранном масштабе содержанию вещества в 1 мл исследуемого раствора.

Концентрацию 3,4-бензпирена и ПАУ в мг/м$^3$ воздуха $X$ вычисляют по формуле:

$$x = \frac{(G_1 \cdot V_1 + G_2 V_2 + \ldots + G_n \cdot V_n) \cdot V_н \cdot 1000}{V_0 \cdot V_x},$$

где: $G_1$, $G_2$ ... $G_n$ — количество вещества, найденное в 1 мл бензольного элюата соответствующей фракции, мкг;

$V_1$, $V_2$ ... $V_n$ — общий объем соответствующей фракции, мл;

$V_0$ — объем воздуха, л, взятый для анализа и приведенный к нормальным условиям (см. приложение 1);

$V_x$ — объем нитрометанового экстракта, взятый для хроматографии, мл;

$V_н$ — общий объем нитрометанового экстракта, мл.

Концентрацию 3,4-бензпирена и ПАУ $X$ в исследуемых продуктах (мкг/кг) вычисляют по формуле:

$$x = \frac{(G_1V_1 + G_2V_2 + \ldots + G_nV_n)\, V_н \cdot 1000}{V_x \cdot m},$$

где $G_1$, $G_2$, ... $G_n$ — количество вещества, найденное в 1 мл бензольного элюата фракции, мкг;

$V_1$, $V_2$ ... $V_n$ — общий объем соответствующей фракции, мл;

$V_x$ — объем нитрометанового экстракта, взятый для хроматографии, мл;

$V_н$ — общий объем нитрометанового экстракта, мл;

$m$ — навеска исследуемого продукта, г.

Приведение объема воздуха к нормальным условиям производят согласно газовым законам Бойля—Мариотта и Гей-Люссака по следующей формуле:

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

где $V_t$ — объем воздуха, отобранный для анализа, л;
$p$ — барометрическое давление, мм. рт. ст;
$t$ — температура воздуха в месте отбора пробы, °С.

Для удобства расчета $V_0$ следует пользоваться таблицей коэффициентов (приложение 2). Для приведения объема воздуха к нормальным условиям надо умножить $V_t$ на соответствующий коэффициент.

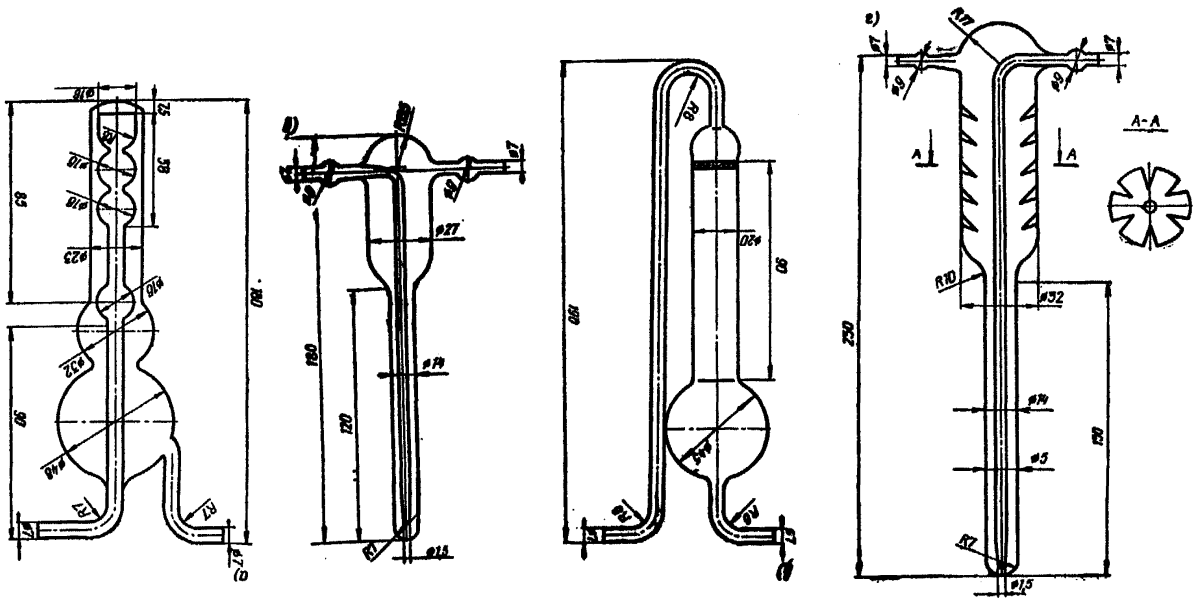
## ТАБЛИЦА КОЭФФИЦИЕНТОВ ДЛЯ РАЗЛИЧНЫХ ТЕМПЕРАТУР И ДАВЛЕНИЯ, НА КОТОРЫЕ НАДО УМНОЖИТЬ ДЛЯ ПРИВЕДЕНИЯ ОБЪЕМА ВОЗДУХА К НОРМАЛЬНЫМ УСЛОВИЯМ

| $t$ газа, °С | Давление $p$, мм. рт. ст. | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | 730 | 732 | 734 | 736 | 738 | 740 | 742 | 744 |
| 5 | 0,9432 | 0,9458 | 0,9484 | 0,9510 | 0,9536 | 0,9561 | 0,9587 | 0,9613 |
| 6 | 0,9398 | 0,9424 | 0,9450 | 0,9476 | 0,9501 | 0,9527 | 0,9553 | 0,9579 |
| 7 | 0,9365 | 0,9390 | 0,9416 | 0,9442 | 0,9467 | 0,9493 | 0,9518 | 0,9544 |
| 8 | 0,9331 | 0,9357 | 0,9383 | 0,9408 | 0,9434 | 0,9459 | 0,9485 | 0,9510 |
| 9 | 0,9298 | 0,9324 | 0,9349 | 0,9375 | 0,9400 | 0,9426 | 0,9451 | 0,9477 |
| 10 | 0,9265 | 0,9291 | 0,9316 | 0,9341 | 0,9367 | 0,9392 | 0,9418 | 0,9443 |
| 11 | 0,9233 | 0,9258 | 0,9283 | 0,9308 | 0,9334 | 0,9359 | 0,9384 | 0,9410 |
| 12 | 0,9200 | 0,9225 | 0,9251 | 0,9276 | 0,9301 | 0,9326 | 0,9351 | 0,9376 |
| 13 | 0,9168 | 0,9193 | 0,9218 | 0,9243 | 0,9269 | 0,9294 | 0,9319 | 0,9344 |
| 14 | 0,9136 | 0,9161 | 0,9186 | 0,9211 | 0,9236 | 0,9261 | 0,9286 | 0,9311 |
| 15 | 0,9104 | 0,9129 | 0,9154 | 0,9179 | 0,9204 | 0,9229 | 0,9254 | 0,9279 |
| 16 | 0,9073 | 0,9097 | 0,9122 | 0,9147 | 0,9172 | 0,9197 | 0,9222 | 0,9247 |
| 17 | 0,9041 | 0,9066 | 0,9092 | 0,9116 | 0,9140 | 0,9165 | 0,9190 | 0,9215 |
| 18 | 0,9010 | 0,9035 | 0,9059 | 0,9084 | 0,9109 | 0,9134 | 0,9158 | 0,9183 |
| 19 | 0,8979 | 0,9004 | 0,9028 | 0,9053 | 0,9078 | 0,9102 | 0,9127 | 0,9151 |
| 20 | 0,8948 | 0,8973 | 0,8997 | 0,9022 | 0,9046 | 0,9071 | 0,9096 | 0,9120 |
| 21 | 0,8918 | 0,8942 | 0,8967 | 0,8991 | 0,9016 | 0,9040 | 0,9065 | 0,9089 |
| 22 | 0,8888 | 0,8912 | 0,8936 | 0,8961 | 0,8985 | 0,9010 | 0,9034 | 0,9058 |
| 23 | 0,8858 | 0,8882 | 0,8906 | 0,8930 | 0,8955 | 0,8979 | 0,9003 | 0,9028 |
| 24 | 0,8828 | 0,8852 | 0,8876 | 0,8900 | 0,8924 | 0,8949 | 0,8973 | 0,8997 |
| 25 | 0,8798 | 0,8822 | 0,8846 | 0,8870 | 0,8894 | 0,8919 | 0,8943 | 0,8967 |
| 26 | 0,8769 | 0,8793 | 0,8817 | 0,8841 | 0,8865 | 0,8889 | 0,8913 | 0,8937 |
| 27 | 0,8739 | 0,8763 | 0,8787 | 0,8811 | 0,8835 | 0,8859 | 0,8883 | 0,8907 |
| 28 | 0,8710 | 0,8734 | 0,8758 | 0,8782 | 0,8806 | 0,8830 | 0,8853 | 0,8877 |
| 29 | 0,8681 | 0,8705 | 0,8729 | 0,8753 | 0,8776 | 0,8800 | 0,8824 | 0,8848 |
| 30 | 0,8653 | 0,8676 | 0,8700 | 0,8724 | 0,8748 | 0,8771 | 0,8795 | 0,8819 |
| 31 | 0,8624 | 0,8648 | 0,8672 | 0,8695 | 0,8719 | 0,8742 | 0,8766 | 0,8790 |
| 32 | 0,8596 | 0,8619 | 0,8643 | 0,8667 | 0,8691 | 0,8714 | 0,8736 | 0,8761 |
| 33 | 0,3568 | 0,8591 | 0,8615 | 0,8638 | 0,8662 | 0,8685 | 0,8709 | 0,8732 |
| 34 | 0,8540 | 0,8563 | 0,8587 | 0,8610 | 0,8634 | 0,8658 | 0,8680 | 0,8704 |
| 35 | 0,8512 | 0,8535 | 0,8559 | 0,8582 | 0,8605 | 0,8629 | 0,8652 | 0,8675 |
| 36 | 0,8484 | 0,8508 | 0,8531 | 0,8554 | 0,8577 | 0,8601 | 0,8624 | 0,8647 |
| 37 | 0,8457 | 0,8480 | 0,8503 | 0,8526 | 0,8549 | 0,8573 | 0,8596 | 0,8619 |
| 38 | 0,8430 | 0,8453 | 0,8476 | 0,8499 | 0,8522 | 0,8545 | 0,8568 | 0,8591 |
| 39 | 0,8403 | 0,8426 | 0,8449 | 0,8472 | 0,8495 | 0,8518 | 0,8541 | 0,8564 |
| 40 | 0,8376 | 0,8399 | 0,8422 | 0,8444 | 0,8467 | 0,8490 | 0,8513 | 0,8536 |

| $t$ газа, °С | Давление $p$, мм. рт. ст. | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | 746 | 748 | 750 | 752 | 754 | 756 | 758 | 760 | 762 |
| 5 | 0,9638 | 0,9665 | 0,9691 | 0,9717 | 0,9742 | 0,9768 | 0,9794 | 0,9820 | 0,9846 |
| 6 | 0,9604 | 0,9630 | 0,9658 | 0,9682 | 0,9707 | 0,9733 | 0,9759 | 0,9785 | 0,9810 |
| 7 | 0,9570 | 0,9596 | 0,9621 | 0,9647 | 0,9673 | 0,9698 | 0,9724 | 0,9750 | 0,9775 |
| 8 | 0,9536 | 0,9561 | 0,9587 | 0,9613 | 0,9638 | 0,9664 | 0,9689 | 0,9715 | 0,9741 |
| 9 | 0,9502 | 0,9528 | 0,9553 | 0,9578 | 0,9604 | 0,9629 | 0,9655 | 0,9680 | 0,9706 |
| 10 | 0,9468 | 0,9494 | 0,9519 | 0,9544 | 0,9570 | 0,9595 | 0,9621 | 0,9646 | 0,9671 |
| 11 | 0,9435 | 0,9460 | 0,9486 | 0,9511 | 0,9536 | 0,9562 | 0,9587 | 0,9612 | 0,9637 |
| 12 | 0,9402 | 0,9427 | 0,9452 | 0,9477 | 0,9503 | 0,9528 | 0,9553 | 0,9578 | 0,9603 |
| 13 | 0,9369 | 0,9394 | 0,9419 | 0,9444 | 0,9469 | 0,9495 | 0,9520 | 0,9545 | 0,9570 |
| 14 | 0,9336 | 0,9363 | 0,9386 | 0,9411 | 0,9436 | 0,9461 | 0,9486 | 0,9511 | 0,9536 |
| 15 | 0,9304 | 0,9329 | 0,9354 | 0,9378 | 0,9404 | 0,9428 | 0,9453 | 0,9478 | 0,9503 |
| 16 | 0,9271 | 0,9296 | 0,9321 | 0,9346 | 0,9371 | 0,9396 | 0,9420 | 0,9445 | 0,9470 |
| 17 | 0,9239 | 0,9264 | 0,9289 | 0,9314 | 0,9339 | 0,9363 | 0,9388 | 0,9413 | 0,9438 |
| 18 | 0,9207 | 0,9232 | 0,9257 | 0,9282 | 0,9306 | 0,9331 | 0,9356 | 0,9380 | 0,9405 |
| 19 | 0,9176 | 0,9200 | 0,9225 | 0,9260 | 0,9275 | 0,9299 | 0,9324 | 0,9348 | 0,9373 |
| 20 | 0,9145 | 0,9169 | 0,9194 | 0,9218 | 0,9243 | 0,9267 | 0,9292 | 0,9316 | 0,9341 |
| 21 | 0,9113 | 0,9138 | 0,9162 | 0,9187 | 0,9211 | 0,9236 | 0,9260 | 0,9285 | 0,9309 |
| 22 | 0,9083 | 0,9107 | 0,9131 | 0,9155 | 0,9180 | 0,9204 | 0,9229 | 0,9253 | 0,9277 |
| 23 | 0,9052 | 0,9076 | 0,9100 | 0,9125 | 0,9149 | 0,9173 | 0,9197 | 0,9222 | 0,9246 |
| 24 | 0,9021 | 0,9045 | 0,9070 | 0,9094 | 0,9118 | 0,9142 | 0,9165 | 0,9191 | 0,9215 |
| 25 | 0,8991 | 0,9015 | 0,9039 | 0,9063 | 0,9087 | 0,9112 | 0,9135 | 0,9160 | 0,9184 |
| 26 | 0,8961 | 0,8985 | 0,9009 | 0,9033 | 0,9057 | 0,9081 | 0,9105 | 0,9120 | 0,9153 |
| 27 | 0,8931 | 0,8955 | 0,8979 | 0,9003 | 0,9027 | 0,9051 | 0,9074 | 0,9099 | 0,9122 |
| 28 | 0,8901 | 0,8925 | 0,8949 | 0,8973 | 0,8997 | 0,9021 | 0,9044 | 0,9068 | 0,9092 |
| 29 | 0,8872 | 0,8895 | 0,8919 | 0,8943 | 0,8967 | 0,8990 | 0,9018 | 0,9038 | 0,9062 |
| 30 | 0,8842 | 0,8866 | 0,8890 | 0,8914 | 0,8937 | 0,8961 | 0,8985 | 0,9008 | 0,9032 |
| 31 | 0,8813 | 0,8837 | 0,8861 | 0,8884 | 0,8907 | 0,8931 | 0,8955 | 0,8979 | 0,9002 |
| 32 | 0,8784 | 0,8808 | 0,8831 | 0,8855 | 0,8878 | 0,8902 | 0,8926 | 0,8949 | 0,8973 |
| 33 | 0,8756 | 0,8779 | 0,8803 | 0,8826 | 0,8850 | 0,8873 | 0,8897 | 0,8920 | 0,8943 |
| 34 | 0,8727 | 0,8750 | 0,8774 | 0,8797 | 0,8821 | 0,8844 | 0,8867 | 0,8891 | 0,8914 |
| 35 | 0,8699 | 0,8722 | 0,8745 | 0,8768 | 0,8792 | 0,8815 | 0,8839 | 0,8862 | 0,8885 |
| 36 | 0,8670 | 0,8694 | 0,8717 | 0,8740 | 0,8763 | 0,8787 | 0,8810 | 0,8833 | 0,8856 |
| 37 | 0,8642 | 0,8665 | 0,8689 | 0,8712 | 0,8735 | 0,8758 | 0,8781 | 0,8804 | 0,8828 |
| 38 | 0,8615 | 0,8638 | 0,8661 | 0,8684 | 0,8707 | 0,8730 | 0,8753 | 0,8776 | 0,8799 |
| 39 | 0,8587 | 0,8610 | 0,8633 | 0,8656 | 0,8679 | 0,8702 | 0,8725 | 0,8748 | 0,8771 |
| 40 | 0,8559 | 0,8582 | 0,8605 | 0,8628 | 0,8651 | 0,8674 | 0,8697 | 0,8720 | 0,8743 |

| $t$ газа, °С | Давление $p$, мм. рт. ст. | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | 764 | 766 | 768 | 770 | 772 | 774 | 776 | 778 | 780 |
| 5 | 0,9871 | 0,9897 | 0,9923 | 0,9949 | 0,9975 | 1,0001 | 1,0026 | 1,0051 | 1,0078 |
| 6 | 0,9836 | 0,9862 | 0,9888 | 0,9913 | 0,9939 | 0,9965 | 0,9990 | 1,0016 | 1,0042 |
| 7 | 0,9801 | 0,9827 | 0,9852 | 0,9878 | 0,9904 | 0,9929 | 0,9955 | 0,9980 | 1,0006 |
| 8 | 0,9766 | 0,9792 | 0,9817 | 0,9843 | 0,9868 | 0,9894 | 0,9919 | 0,9945 | 0,9970 |
| 9 | 0,9731 | 0,9757 | 0,9782 | 0,9807 | 0,9833 | 0,9859 | 0,9884 | 0,9910 | 0,9935 |
| 10 | 0,9697 | 0,9722 | 0,9747 | 0,9773 | 0,9798 | 0,9824 | 0,9849 | 0,9874 | 0,9900 |
| 11 | 0,9663 | 0,9688 | 0,9713 | 0,9739 | 0,9764 | 0,9789 | 0,9814 | 0,9839 | 0,9865 |
| 12 | 0,9629 | 0,9654 | 0,9679 | 0,9704 | 0,9730 | 0,9754 | 0,9780 | 0,9805 | 0,9830 |
| 13 | 0,9595 | 0,9620 | 0,9645 | 0,9670 | 0,9695 | 0,9720 | 0,9745 | 0,9771 | 0,9796 |
| 14 | 0,9561 | 0,9586 | 0,9612 | 0,9637 | 0,9661 | 0,9686 | 0,9711 | 0,9736 | 0,9762 |
| 15 | 0,9528 | 0,9553 | 0,9578 | 0,9603 | 0,9628 | 0,9653 | 0,9678 | 0,9703 | 0,9728 |
| 16 | 0,9495 | 0,9520 | 0,9545 | 0,9570 | 0,9595 | 0,9619 | 0,9644 | 0,9669 | 0,9694 |
| 17 | 0,9462 | 0,9487 | 0,9512 | 0,9537 | 0,9561 | 0,9586 | 0,9611 | 0,9636 | 0,9661 |
| 18 | 0,9430 | 0,9454 | 0,9479 | 0,9504 | 0,9528 | 0,9553 | 0,9578 | 0,9602 | 0,9627 |
| 19 | 0,9397 | 0,9422 | 0,9447 | 0,9471 | 0,9496 | 0,9520 | 0,9545 | 0,9569 | 0,9594 |
| 20 | 0,9365 | 0,9390 | 0,9414 | 0,9439 | 0,9463 | 0,9488 | 0,9512 | 0,9537 | 0,9561 |
| 21 | 0,9333 | 0,9359 | 0,9382 | 0,9407 | 0,9431 | 0,9455 | 0,9480 | 0,9504 | 0,9529 |
| 22 | 0,9302 | 0,9326 | 0,9350 | 0,9375 | 0,9399 | 0,9423 | 0,9448 | 0,9472 | 0,9496 |
| 23 | 0,9270 | 0,9294 | 0,9319 | 0,9343 | 0,9367 | 0,9391 | 0,9416 | 0,9440 | 0,9464 |
| 24 | 0,9239 | 0,9263 | 0,9287 | 0,9311 | 0,9336 | 0,9360 | 0,9384 | 0,9408 | 0,9432 |
| 25 | 0,9208 | 0,9232 | 0,9256 | 0,9280 | 0,9304 | 0,9328 | 0,9352 | 0,9377 | 0,9401 |
| 26 | 0,9177 | 0,9201 | 0,9225 | 0,9249 | 0,9273 | 0,9297 | 0,9321 | 0,9345 | 0,9369 |
| 27 | 0,9146 | 0,9170 | 0,9194 | 0,9218 | 0,9242 | 0,9266 | 0,9290 | 0,9314 | 0,9338 |
| 28 | 0,9116 | 0,9140 | 0,9164 | 0,9187 | 0,9211 | 0,9235 | 0,9259 | 0,9283 | 0,9307 |
| 29 | 0,9086 | 0,9109 | 0,9133 | 0,9157 | 0,9181 | 0,9205 | 0,9228 | 0,9252 | 0,9276 |
| 30 | 0,9056 | 0,9079 | 0,9109 | 0,9127 | 0,9151 | 0,9174 | 0,9198 | 0,9222 | 0,9245 |
| 31 | 0,9026 | 0,9050 | 0,9073 | 0,9097 | 0,9121 | 0,9144 | 0,9168 | 0,9191 | 0,9215 |
| 32 | 0,8996 | 0,9020 | 0,9043 | 0,9067 | 0,9091 | 0,9114 | 0,9138 | 0,9161 | 0,9185 |
| 33 | 0,8967 | 0,8990 | 0,9014 | 0,9037 | 0,9061 | 0,9084 | 0,9108 | 0,9131 | 0,9154 |
| 34 | 0,8938 | 0,8961 | 0,8984 | 0,9008 | 0,9031 | 0,9055 | 0,9078 | 0,9101 | 0,9125 |
| 35 | 0,8908 | 0,8932 | 0,8955 | 0,8978 | 0,9002 | 0,9025 | 0,9048 | 0,9072 | 0,9092 |
| 36 | 0,8880 | 0,8903 | 0,8926 | 0,8949 | 0,8972 | 0,8996 | 0,9019 | 0,9042 | 0,9065 |
| 37 | 0,8851 | 0,8874 | 0,8897 | 0,8920 | 0,8943 | 0,8987 | 0,8990 | 0,9013 | 0,9036 |
| 38 | 0,8822 | 0,8845 | 0,8869 | 0,8892 | 0,8915 | 0,8938 | 0,8961 | 0,8984 | 0,9007 |
| 39 | 0,8794 | 0,8817 | 0,8840 | 0,8863 | 0,8886 | 0,8909 | 0,8932 | 0,8955 | 0,8978 |
| 40 | 0,8766 | 0,8789 | 0,8812 | 0,8835 | 0,8857 | 0,8881 | 0,8903 | 0,8926 | 0,8949 |

## ВИДЫ ПОГЛОТИТЕЛЬНЫХ ПРИБОРОВ




*а* — Рихтера; *б* — Зайцева; *в* — с пористой пластинкой; *г* — Яворовской.

## СПИСОК ИНСТИТУТОВ, ПРЕДСТАВИВШИХ МЕТОДИКИ В ДАННЫЙ СБОРНИК

| Вещество | Наименование института |
|---|---|
| Аминопеларгоновая кислота | Московский институт гигиены труда и профзаболеваний |
| Аминоэнантовая кислота | То же |
| Ацетонцианогидрин | Горьковский институт гигиены труда и профзаболеваний |
| Ацетооксиизопропил-*N*-фенилкарбамат (ацилат-1), изопропил-*N*-фенилкарбамат (ИФК), изопропил-*N*-хлорфенилкарбамат (хлор-ИФК) | Ереванский государственный медицинский институт |
| 3,4-Бензпирен и другие полициклические ароматические углеводороды | Московский институт охраны труда ВЦСПС |
| Бутилкаптакс | Узбекский НИИ санитарии, гигиены и профзаболеваний |
| Винилхлорид | Горьковский институт гигиены труда и профзаболеваний |
| Диметилэтаноламин, диэтилэтаноламин | То же |
| 3,4-Дихлорфенилизоцианат | » |
| Изопропилнитрит | Московский институт гигиены труда и профзаболеваний |
| Метилизотиоцианат (действующее начало карбатиона) | Киевский институт гигиены труда и профзаболеваний |
| Монометиловый эфир резорцина | ВНИИГИНТОКС, г. Киев |
| Нитрофен | Киевский институт гигиены труда и профзаболеваний |
| Прометрин | Саратовский институт сельской гигиены |
| Пропанид | ВНИИГИНТОКС, г. Киев |
| Севин | То же |
| Тетраметилтиурамдисульфид | Киевский институт гигиены труда и профзаболеваний |
| *м*-Феноксифенол | ВНИИГИНТОКС, г. Киев |
| Фтористый бор | Московский институт гигиены труда и профзаболеваний |
| Фторкарбоновые кислоты | То же |
| 4-Хлорбутин-2-ил-N-3-Хлорфенилкарбамат (карбин), изопропил-*N*-фенилкарбамат (ИФК), изопропил-*N*-3-хлорфенилкарбамат (хлор-ИФК) | Киевский институт гигиены труда и профзаболеваний |
| Цианамид | Узбекский НИИ санитарии, гигиены и профзаболеваний |
| Цианистый аллил | Ленинградский институт гигиены труда и профзаболеваний |
| Этилтолуол | НИИМСК, г. Ярославль |

# СОДЕРЖАНИЕ

Стр.

Методические указания на колориметрическое определение аминопеларгоновой кислоты в воздухе . . . . . 3
Методические указания на нефелометрическое определение аминоэнантовой кислоты в воздухе . . . . . 6
Методические указания на фотометрическое определение ацетонциангидрина в воздухе . . . . . 8
Методические указания на колориметрическое определение ацетооксиизопропил-*N*-фенилкарбамата (ацилат-1), изопропил-*N*-фенилкарбамата (ИФК) и изопропил-*N*-хлорфенилкарбамата (хлор-ИФК) в воздухе . . . . . 11
Методические указания на спектрально-люминесцентное определение 3,4-бензпирена и других полициклических ароматических углеводородов . . . . . 13
Методические указания на колориметрическое определение бутилкаптакса в воздухе . . . . . 20
Методические указания на фотометрическое определение винилхлорида в воздухе . . . . . 22
Методические указания на фотометрическое определение диметилэтаноламина и диэтилэтаноламина в воздухе . . . . . 26
Методические указания на фотометрическое определение 3,4-дихлорфенилизоцианата в воздухе . . . . . 29
Методические указания на фотометрическое определение изопропилнитрита в воздуха . . . . . 32
Методические указания на фотометрическое определение метилизотиоцианата (МИТ), действующего начала карбатиона, в воздухе . . . 35
Методические указания на фотометрическое определение монометилового эфира резорцина в воздухе . . . . . 38
Методические указания на фотометрическое определение нитрофена в воздухе . . . . . 41
Методические указания на спектрофотометрическое определение прометрина в воздухе . . . . . 42
Методические указания на хроматографическое определение пропанида в воздухе . . . . . 46
Методические указания на фотометрическое определение севина в воздухе 49
Методические указания на фотометрическое определение тетраметилтиурамдисульфида (ТМТД) в воздухе . . . . . 51
Методические указания на фотометрическое определение *м*-феноксифенола в воздухе . . . . . 53

Стр.

Методические указания на фотометрическое определение фтористого бора в воздухе . . . . . 56
Методические указания на фотометрическое определение трифторуксусной, пентафторпропионовой и гептафтормасляной кислот в воздухе 59
Методические указания на хроматографическое определение 4-хлорбутин-2-ил-*N*-3-хлорфенилкарбамата (карбин), изопропил-*N*-фенилкарбамата (ИФК) и изопропил-*N*-3-хлорфенилкарбамата (хлор-ИФК) в воздухе . . . . . 62
Методические указания на нефелометрическое определение свободного цианамида в воздухе . . . . . 65
Методические указания на фотометрическое определение цианистого аллила в воздухе . . . . . 67
Методические указания на хроматографическое определение этилтолуола в воздухе . . . . . 70
Приложение 1. Приведение объема воздуха к нормальным условиям 72
Приложение 2. Таблица коэффициентов для различных температур и давления . . . . . 73
Приложение 3. Виды поглотительных приборов . . . . . 76
Приложение 4. Список институтов, представивших Методики . . 77

**Методические указания на методы определения вредных веществ в воздухе**

Выпуск XII

Редактор *В. В. Лукина*

Технический редактор *Л. Н. Гречишкина*

Корректор *Г. Л. Шуман*

Сдано в производство 12/IV-77 г. Подписано к печати 11/VII-77 г. Формат 60×90/16. Уч.-изд. л. 4,36. Печ. л. 5,0. Изд. № 236-В. Заказ тип. № 1025. Тираж 9000 экз.
Рекламинформбюро ММФ

gost.e-ecolog.ru

Типография «Моряк», Одесса, ул. Ленина, 26