

**ООО “Научно-производственная и проектная фирма  
“ЭКОСИСТЕМА”**

УТВЕРЖДАЮ  
Директор  
ООО «НППФ «ЭКОСИСТЕМА»



А.Н. Лавриненко

**МЕТОДИКА  
выполнения измерений массовой концентрации  
изоцианатов и ароматических аминов в промышленных  
выбросах в атмосферу, воздухе рабочей зоны и атмосферном  
воздухе фотометрическим методом**

**М-24**

**ФР.1.31.2011.11269**

Исполнитель - Главный специалист  
ООО «НППФ “ЭКОСИСТЕМА”  
Н.А.Анисёнова

Санкт-Петербург  
2010 г

## 1 Назначение и область применения методики

1.1 Настоящий документ устанавливает методику выполнения измерений массовой концентрации анилина, п-нитроанилина, толуилндиизоцианата в пробах промышленных выбросов в атмосферу, воздуха рабочей зоны в диапазоне 0,0050-50 мг/м<sup>3</sup> и в пробах атмосферного воздуха в диапазоне 0,0020 – 1,0 мг/м<sup>3</sup>, при присутствии только одного из компонентов в анализируемом объекте. Измерения выполняют в целях экологического или санитарного контроля.

1.2 Методика также позволяет измерять массовую концентрацию изоцианатов или ароматических аминов суммарно, в диапазонах, которые указаны в п.1.1. Измерения проводят по одному из градуировочных веществ: толуилндиизоцианат, анилин, анилин гидрохлорид, п-нитроанилин. При оформлении результата измерений указывают градуировочное вещество.

Измерения выполняют в целях получения предварительной информации о загрязнении анализируемого объекта.

1.3 Изоцианаты – органические соединения с общей формулой  $RN=C=O$ , где R – органический радикал.

Амины – органические производные аммиака с общей формулой  $R-NH_2$ .

Данные вещества относятся к классу нитро- и аминосоединений. Вещества этого класса малолетучи. Однако возникновение токсичных концентраций не исключено. Высокая температура окружающего воздуха способствует проникновению данных веществ в организм. Большинство соединений этого класса относится к сильнодействующим веществам. Изоцианаты и ароматические амины раздражают верхние дыхательные пути, вызывая астмоподобные заболевания, вызывают дерматиты, проникая через кожу.

**Толуилндиизоцианат** – бесцветная или бледножёлтая жидкость с резким запахом. Выпускается в виде смеси 2,4 и 2,6 изомеров. Полимеризующееся вещество. Исходное вещество в производстве полиуретанов, пенополиуретанов, уретановых эластомеров, вулканизирующий агент резиновых смесей, компонент в производстве лаков, красок.

**Анилин** – маслянистая бесцветная жидкость, быстро темнеющая на воздухе и на свету. Один из важнейших промежуточных продуктов аминокрасочной промышленности.

**п-нитроанилин** – кристаллы жёлтого цвета, применяется в производстве красителей

Таблица 1 Предельно допустимые концентрации (ПДК).

Наименование компонента (вещества)	Формула	ПДК м.р/с.с. атм.	ПДК м.р/с.с. раб.зона
Аминобензол (анилин)	$C_6H_5NH_2$	0,05/0,03	0,3/0,1
1-амино-4-нитробензол (п-нитроанилин)	$O_2NC_6H_4NH_2$	-	0,3/0,1
диизоцианатметилбензол (толуилндиизоцианат)	$CH_3C_6H_3(NCO)_2$	0,005/0,002	0,05

## 2 Характеристика погрешности измерений

Расширенная неопределённость измерений (при коэффициенте охвата, равном 2): массовой концентрации изоцианатов и ароматических аминов соответствует  $U=25\%$ .

*Примечание:*

1) Указанная неопределённость измерений соответствует границам относительной суммарной погрешности измерений  $\delta = \pm 25\%$  (при доверительной вероятности  $P = 0,95$ ).

### 3 Средства измерения, реактивы, материалы

#### 3.1 Средства измерения

Фотоэлектрокolorиметр	ГОСТ 12083-78
Секундомер класс 3, цена деления 0,2 с	ГОСТ 5072-79E
Барометр-анероид М-67	ГОСТ 23696-79E
Термометр лабораторный шкальный ТЛ-2, цена деления 1 <sup>0</sup> С, предел 0-100 <sup>0</sup> С.	ГОСТ 215-73E
Электроаспиратор ПУ-4Э	ТУ 4215-000-11696625
Манометр U-образный	ГОСТ 9933-75
Весы аналитические электронные ВЛ-120	ГОСТ 24104-2001
Колбы мерные (2-10-2, 2-25-2, 2-100-2.)	ГОСТ 1770-74E
Пипетки (1,0; 2,0; 5,0; 10,0; см <sup>3</sup> )	ГОСТ 29227-91
Пробирки колориметрические (П-1-10-0,1хс)	ГОСТ 1770-74
Цилиндр (100 см <sup>3</sup> )	ГОСТ 1770-74

#### 3.2 Вспомогательные устройства

Стакан химический (100, 500 см <sup>3</sup> )	ГОСТ 23932-79
Зонд пробоотборный.	Приложение 1
Сорбционные трубки СТ 412	ТУ -25-1110-039-82
Трубка поливинилхлоридного пластика	ГОСТ 19034-82

#### 3.3 Реактивы

2,4-толуилендиизоцианат, массовая доля основного вещества	имп. Т6889 98%
Анилин гидрохлорид ч.д.а., массовая доля основного вещества	ГОСТ 5822-78 99,5%
Анилин (аминобензол), ч.д.а., массовая доля основного вещества	ГОСТ 5819-78 99,5%
1-амино-4-нитробензол (п-нитроанилин), массовая доля основного вещества	ТУ 6-09-258-77 99,5%
п-диметиламинобензальдегид ч.	ТУ 6-09-3272-77
Глицерин, чда	ГОСТ 6259-75
Кислота уксусная, ледяная, хч	ГОСТ 61-75
Вода дистиллированная	ГОСТ 6709-77

**Примечание:** допускается применение других средств измерения и вспомогательного оборудования с техническими и метрологическими характеристиками не ниже указанного.

### 4 Метод измерения

Для проведения измерений проводят следующие операции:

- *отбор проб* паров компонентов в две последовательно соединённые сорбционные трубки, пропитанные поглотительным раствором (3 объёма 40% уксусной кислоты и 1 объём глицерина), где в растворе уксусной кислоты происходит гидролитическое расщепление компонента;
- *пробоподготовку*- смывание (объединение) компонентов поглотительным раствором, уловленных сорбционными трубками, в один объём;

- измерение оптической плотности раствора шиффового основания жёлтого цвета, которое образуется при взаимодействии продуктов гидролитического расщепления компонентов с п-диметиламинобензальдегидом в уксуснокислой среде;

- расчёт массовой концентрации компонента при помощи градуировочной характеристики, представляющей собой линейную зависимость оптической плотности раствора от массы градуировочного вещества (любого, указанное в п.3.3), и объёма паровоздушной смеси, приведённого к нормальным условиям (0<sup>0</sup>С, 101,3кПа) для промышленных выбросов в атмосферу и атмосферного воздуха и к условиям (20<sup>0</sup>С, 101,3кПа) для воздуха рабочей зоны.

*При выполнении измерений по п. 1.1 градуировочную характеристику устанавливают по определяемому веществу.*

*В тех случаях, когда в анализируемом объекте присутствует более чем один компонент, суммарную массовую концентрацию компонентов измеряют по любому из компонентов (толулендиизоцианат, анилин, анилин гидрохлорид, п-нитроанилин), близкому по свойствам.*

## **5 Условия безопасного проведения работ**

5.1 При выполнении анализов необходимо соблюдать требования техники безопасности при работе с химическими реактивами по ГОСТ 12.4.021.

5.2 Электробезопасность при работе с электроустановками по ГОСТ 2.1.019.

5.3 Организация обучения работающих безопасности труда по ГОСТ 12.0.004.

5.4 Помещение лаборатории должно соответствовать требованиям пожарной безопасности по ГОСТ 12.1.004 и иметь средства пожаротушения по ГОСТ 12.4.009.

5.5 Содержание вредных веществ в воздухе не должно превышать установленных предельно допустимых концентраций в соответствии с ГОСТ 12.1.005 -88.

5.6 Работы при анализе проб газа должны выполняться с соблюдением требований техники безопасности, регламентируемых "Основными правилами безопасной работы в лаборатории".

5.7 Работы, связанные с отбором проб на высоте, допускается проводить только при наличии прочных и устойчивых площадок, ограждённых перилами.

Обязательным является ознакомление со следующими инструкциями:

“Общие правила по технике безопасности при работе в химической лаборатории”.

“Правила пожарной безопасности на предприятиях газовой или химической промышленности”.

“Правила пользования спецодеждой и предохранительными приспособлениями”.

“Оказание помощи при несчастных случаях”.

## **6 Требования к квалификации оператора**

К работе допускаются лица не моложе 18 лет, прошедшие инструктаж по технике безопасности, имеющие квалификацию инженера-химика или техника-химика, имеющие опыт работы и владеющие техникой анализа, прошедшие инструктаж по правилам работы с токсичными газами.

## **7 Условия измерений**

7.1 При отборе проб должны быть соблюдены условия: в промышленных выбросах ПНД Ф 12.1.1-99 «Методические рекомендации по отбору проб при определении концентраций вредных веществ (газов, паров) в выбросах промышленных предприятий»,

<i>Температура</i>	<i>Ротаметр</i> от 0 <sup>0</sup> С до 50 <sup>0</sup> С	<i>Газоход</i> до 80 <sup>0</sup> С
<i>Давление</i>	от 82,5кПа до 106,7кПа	от 82,5кПа до 106,7кПа
<i>Относительная влажность</i>	до 95 %	до 95 %

воздух рабочей зоны- ГОСТ 12.1.005-88 «Общие санитарно-гигиенические требования к воздуху рабочей зоны», атмосферный воздух - РД 52.04.186-89 «Руководство по контролю загрязнения атмосферы».

**7.2 При выполнении измерений в лаборатории** должны быть соблюдены условия СанПиН 2.2.4.548-96 «Гигиенические требования к микроклимату производственных помещений».

<i>Температура</i>	20 <sup>0</sup> С ± 5 <sup>0</sup> С
<i>Давление</i>	101,3 кПа + 3кПа
<i>Относительная влажность</i>	15 - 75 %.

## 8 Подготовка и проведение измерений

### 8.1 Приготовление растворов

#### 8.1.1 Приготовление раствора 40% уксусной кислоты

Для приготовления 40 % уксусной кислоты смешивают 4 объёма концентрированной уксусной кислоты ( $\rho = 1,05 \text{ г/см}^3$ ) и 6 объёмов дистиллированной воды. Раствор устойчив в течение года. Хранить в стеклянной посуде с притёртой пробкой.

#### 8.1.2 Приготовление поглотительного раствора

Для приготовления поглотительного раствора смешивают 3 объёма 40% уксусной кислоты и 1 объём глицерина. Раствор устойчив в течение года. Хранить в стеклянной посуде с притёртой пробкой.

#### 8.1.3 Приготовление 2% раствора п-диметиламинобензальдегида

Для приготовления 2 % раствора п-диметиламинобензальдегида взвешивают 2 г п-диметиламинобензальдегида с точностью до 0,0001г, навеску помещают в стеклянный стакан вместимостью 150 см<sup>3</sup> и при помощи цилиндра, вместимостью 100 см<sup>3</sup>, сначала приливают 40 см<sup>3</sup> концентрированной уксусной кислоты и растворяют навеску, затем при помощи цилиндра в этот же стакан приливают 60 см<sup>3</sup> дистиллированной воды. Раствор тщательно перемешивают. Срок хранения раствора 1 сутки

#### 8.1.4 Приготовление растворов для установления градуировочной характеристики по п-нитроанилину или анилин гидрохлориду.

##### 8.1.4.1 Приготовление исходного раствора.

Навеску (0,025±0,0001) г п-нитроанилина (анилина гидрохлорида) помещают в мерную колбу вместимостью 25 см<sup>3</sup>, при помощи пипетки на 10 см<sup>3</sup> приливают 10 см<sup>3</sup> концентрированной уксусной кислоты, растворяют навеску и доводят до метки дистиллированной кислотой.

Массовая концентрация п-нитроанилина (анилин гидрохлорида) в исходном растворе соответствует 1,0 мг/см<sup>3</sup> (в 40 % уксусной кислоте). Срок хранения исходного раствора гидрохлорида анилина – 1 месяц.

##### 8.1.4.2 Приготовление рабочих растворов п-нитроанилина (анилин гидрохлорида)

В мерную колбу вместимостью 100 см<sup>3</sup> при помощи пипетки на 10 см<sup>3</sup> приливают 10 см<sup>3</sup> исходного раствора (п.8.1.4) и доводят до метки 40 % уксусной кислотой.

Массовая концентрация п-нитроанилина (анилин гидрохлорида) в рабочем растворе №1 соответствует 100 мкг/см<sup>3</sup>.

Для приготовления рабочего раствора №2 в мерную колбу вместимостью 100 см<sup>3</sup> при помощи пипетки на 5 см<sup>3</sup> приливают 5 см<sup>3</sup> рабочего раствора №1 и доливают до метки поглотительным раствором, приготовленным по п.8.1.2.

Массовая концентрация п-нитроанилина (анилин гидрохлорида) в рабочем растворе №2 соответствует 5,0 мкг/см<sup>3</sup>.

Срок хранения рабочего раствора- 1 неделя.

### 8.1.5 Приготовление растворов для установления градуировочной характеристики по толуилндиизоцианату или анилину

8.1.5.1 Приготовление исходного раствора толуилндиизоцианата (анилина)

В мерную колбу вместимостью 100 см<sup>3</sup>, при помощи цилиндра, вносят 40 см<sup>3</sup> концентрированной уксусной кислоты. Колбу закрывают пробкой и взвешивают на аналитических весах с точностью до ± 0,0001 г. Затем в колбу вносят 1-2 капли толуилндиизоцианата (анилина), закрывают пробкой и снова взвешивают на аналитических весах с точностью до ± 0,0001 г. По разнице весов определяют массу (m, в г) толуилндиизоцианата (анилина), внесенную в мерную колбу. Навеску растворяют в кислоте и доводят до метки дистиллированной водой. Рассчитывают массовую концентрацию толуилндиизоцианата (анилина),  $C_{исх.}$ , мг/см<sup>3</sup>, в исходном растворе по формуле:

$$C_{исх} = \frac{m}{V_k} \cdot 1000 \quad (1)$$

где  $V_k$  - объем мерной колбы, см<sup>3</sup>;  $V_k = 100$  см<sup>3</sup>

Срок хранения исходного раствора -1 неделя;

8.1.5.2 Приготовление рабочих растворов толуилндиизоцианата (анилина)

В мерную колбу вместимостью 100 см<sup>3</sup>, при помощи пипетки на 10 см<sup>3</sup> вносят определенной объём исходного раствора, содержащий 10 мг толуилндиизоцианата (анилина) и доводят до метки раствором 40 % уксусной кислотой.

Массовая концентрация толуилндиизоцианата (анилина) в рабочем растворе №1 соответствует 100 мкг/см<sup>3</sup>.

Для приготовления рабочего раствора №2 в мерную колбу вместимостью 100 см<sup>3</sup> при помощи пипетки на 5 см<sup>3</sup> приливают 5 см<sup>3</sup> рабочего раствора №1 и доливают до метки поглотительным раствором, приготовленным по п.8.1.2.

Массовая концентрация толуилндиизоцианата (анилина) в рабочем растворе №2 соответствует 5,0 мкг/см<sup>3</sup>.

Срок хранения рабочих растворов -3 дня.

### 8.1.6 Приготовление градуировочных растворов

Для приготовления градуировочных растворов используют колориметрические пробирки на 10 см<sup>3</sup>, в которые заливают определенные объемы растворов в соответствии с таблицей 2. Для установления градуировочной характеристики готовят пять серий градуировочных растворов вещества. Одновременно готовят нулевую пробу, не содержащую определяемого вещества. Содержимое пробирок перемешивают после прибавления очередного раствора.

Таблица 2 Приготовление градуировочных растворов

№ градуировочного раствора	1	2	3	4	5
Объём (в см <sup>3</sup> ) рабочего град.раствора №2, ( $C_i=5$ мкг/ см <sup>3</sup> )	0,10	0,20	0,50	1,0	2,0
В каждую пробирку доливают поглотительный раствор до общего объёма 2,0 см <sup>3</sup> .					
В каждую пробирку приливают 2,0 см <sup>3</sup> раствора п-диметиламинобензальдегид.					
Масса компонента в 4,0 см <sup>3</sup> р-ра, мкг	0,50	1,0	2,5	5,0	10

## 8.2 Построение градуировочной характеристики (ГХ)

8.2.1 Через 10 минут каждый градуировочный раствор (нулевой раствор) переносят в кювету с толщиной поглощающего слоя 10 мм и измеряют оптическую плотность градуировочного раствора при длине волны 440 нм относительно нулевого раствора.

8.2.2 Результаты измерений оптической плотности каждого из градуировочных растворов признают приемлемыми при выполнении условия:

$$\frac{D_i^{\max} - D_i^{\min}}{\bar{D}_i} \cdot 100 \leq r_D \quad (2)$$

где  $D_i^{\max}$ ,  $D_i^{\min}$ ,  $\bar{D}_i$  – максимальное, минимальное и среднее значения оптической плотности  $i$ -го градуировочного раствора (5 серий); единица оптической плотности (далее – е.о.п.);

$r_D$  – норматив (допускаемый размах результатов, отнесённый к среднему арифметическому), соответствующий вероятности  $P = 0,95$ , %;

$$r_D = 10 \%$$

8.2.3 Градуировочную характеристику выражают линейным уравнением вида:

$$D = a + b \cdot m \quad (3)$$

где  $D$  – оптическая плотность раствора, е.о.п.;

$m$  – масса вещества в  $4,0 \text{ см}^3$  раствора, мкг;

$a$  и  $b$  – коэффициенты градуировочной характеристики

8.2.4 Коэффициенты градуировочной характеристики “ $a$ ” и “ $b$ ” находят по методу наименьших квадратов по формулам:

$$a = \frac{\sum m_i^2 \sum \bar{D}_i - \sum m_i \sum m_i \bar{D}_i}{n \sum m_i^2 - (\sum m_i)^2} \quad (4)$$

$$b = \frac{n \sum m_i \bar{D}_i - \sum m_i \sum \bar{D}_i}{n \sum m_i^2 - (\sum m_i)^2} \quad (5)$$

где  $\bar{D}_i$  – оптическая плотность  $i$ -го градуировочного раствора (среднее арифметическое 5-ти измерений) относительно нулевого раствора, е.о.п.;

$n$  – количество градуировочных растворов;

$m_i$  – масса вещества в  $4,0 \text{ см}^3$   $i$ -го градуировочного раствора, мкг.

8.2.5 Градуировочную характеристику признают приемлемой при выполнении условия

$$\frac{|\bar{D}_i - D_{i_{\text{рас}}}|}{D_{i_{\text{рас}}}} \cdot 100 \leq r_{zp} \quad (6)$$

где  $D_{i_{\text{рас}}}$  – оптическая плотность  $i$ -го градуировочного раствора (е.о.п.), вычисленная по формуле (3) для соответствующего значения  $m_i$ ;

$r_{zp}$  – норматив, %;

$$r_{zp} = 12 \%$$

## 8.3 Отбор проб

**Отбор проб в промышленных выбросах в атмосферу (Приложение 1).**

Место для отбора проб выбирают с таким расчётом, чтобы обеспечить получение достоверных результатов. Измерительное сечение должно располагаться на прямом участке газотока с

установившимся газовым потоком. Оптимальным местом выбора измерительного сечения является расстояние, определяемое 5-6 диаметрами прямолинейного участка газохода перед местом проведения измерений и 3-4 диаметрами - после него. Для отбора проб в газоходе на уровне измерительного сечения делают два отверстия диаметром до 40 мм, для отбора 2-х единичных проб одновременно (2 линии пробоотбора по 2 последовательно соединённых трубки в каждой). Измерение температуры и разрежения газа в линии пробоотбора проводят с помощью термометра и U –образного манометра, помещённых в линию отбора пробы. (Приложение 1, рис.2).

*Схема одной линии отбора:* к концу пробоотборного зонда, носик которого заполнен стекловолокном на высоту 10 мм для устранения мешающего влияния взвешенных веществ (Приложение 1, рис.1), при помощи поливинилхлоридной трубки присоединяют вертикально сорбентом вниз 2 последовательно соединённые сорбционные трубки, пропитанные 0,5 см<sup>3</sup> поглотительного раствора для улавливания компонентов, так, чтобы ток газа проходил через стеклянные гранулы снизу вверх. Отбор проб проводят с объёмным расходом 5 дм<sup>3</sup>/мин в течение 20 мин.

**Отбор проб в атмосферном воздухе** проводят согласно РД 52.04.186-89 п.4 «Руководство по контролю загрязнения атмосферы» п.4 . Собирают две линии пробоотбора. В каждой линии по 2 последовательно соединённые трубки, установленные вертикально сорбентом вниз, пропитанные поглотительным раствором. Воздух протягивают через каждую линию в течении 60 мин с объёмным расходом 5дм<sup>3</sup>/мин.

**Отбор проб в воздухе рабочей зоны** производят согласно ГОСТ 12.1.005-88 «Общие санитарно-гигиенические требования к воздуху рабочей зоны» п.4 . Собирают две линии пробоотбора. В каждой линии по 2 последовательно соединённые трубки, установленные вертикально сорбентом вниз, пропитанные поглотительным раствором. Воздух протягивают через каждую линию в течении 15 мин с объёмным расходом 5дм<sup>3</sup>/мин.

Отобранные пробы закрывают полиэтиленовыми заглушками. Хранить в холодильнике не более 2-х суток.

#### 8.4 Выполнение измерений

В лаборатории смывают, объединяя уловленные сорбционными трубками компоненты, в один уксуснокислый раствор.

Для этого в колориметрическую пробирку наливают ≈ 1 см<sup>3</sup> поглотительного раствора и тщательно промывают вторую из последовательно соединённых сорбционных трубок (прокачивая раствор грушей), затем в этом же растворе промывают первую из последовательно соединённых сорбционных трубок. (приложение 1). После этого первую трубку ещё раз промывают 0,5 см<sup>3</sup> поглотительного раствора, сливают раствор в эту же пробирку и доводят общий объём раствора в пробирке до 2,0 см<sup>3</sup> поглотительным раствором.

При предполагаемой больше, чем 0,10 мг/м<sup>3</sup> массовой концентрации компонента, раствор, содержащий пробу разбавляют в соответствии с таблицей 3. Затем добавляют 2,0 см<sup>3</sup> раствора п-диметиламинобензальдегида. Одновременно готовят нулевой раствор, не содержащий определяемое вещество. Через 10 мин замеряют оптическую плотность при длине волны 440 нм и кювете с толщиной поглощающего слоя 10 мм.



Таблица 3

## Пробоподготовка

Массовая концентрация компонента мг/м <sup>3</sup>	Масса компонента m, мкг	Аликвота для разбавления U <sub>а</sub> , см <sup>3</sup>	Объем колбы для разбавления U <sub>р</sub> , см <sup>3</sup>	Аликвота для измерений, U <sub>а</sub> , см <sup>3</sup>	Кратность разбавления, K <sub>раз</sub>
0,0050-0,10	0,50-10	2,0	-	2,0	1
0,10-1,0	10-100	1,0	10	2,0	10
1,0-10	100-1000	1,0	100	2,0	100
10-50	1000-5000	1,0	250	2,0	250

## 9 Обработка результатов измерений

9.1 Массовую концентрацию компонента в пробе (в мг/см<sup>3</sup>) анализируемого объекта вычисляют по формуле:

$$C = \frac{M}{V_0} \quad (7)$$

где M - масса компонента в пробе анализируемого объекта, мкг;

V<sub>0</sub> - объем паровоздушной пробы, приведенной к определенным условиям, дм<sup>3</sup>

9.2 Массу компонента в пробе анализируемого объекта вычисляют по формуле:

$$M = m \cdot K_{раз} \quad (8)$$

где K<sub>раз</sub> - кратность разбавления (см. табл.3);

m - масса компонента в 4,0 см<sup>3</sup> фотометрируемого раствора вычисляют (в мкг) по формуле:

$$m = \frac{D - a}{b} \quad (9)$$

где D - оптическая плотность раствора относительно нулевого раствора, е.о.п.;

a и b - градуировочные коэффициенты, найденные по формулам (4,5) при построении градуировочной характеристики.

9.3 Объем паровоздушной пробы

9.3.1 Объем паровоздушной пробы для промышленных выбросов в атмосферу и для атмосферного воздуха, приведенный к нормальным условиям (0°С, 101,3кПа), вычисляют (в дм<sup>3</sup>) по формуле:

$$V_0 = \frac{273 \times V(P - \Delta P_p)}{101,3 \times (273 + t_p)} \quad (10)$$

9.3.2 Объем паровоздушной пробы для воздуха рабочей зоны, приведенный к условиям (20°С, 101,3кПа), вычисляют (в дм<sup>3</sup>) по формуле:

$$V_0 = \frac{293 \times V(P - \Delta P_p)}{101,3 \times (273 + t_p)} \quad (11)$$

где P - атмосферное давление при отборе проб, кПа;

$\Delta P_p$  - разрежение газа у ротаметра, кПа;

t<sub>p</sub> - температура паровоздушной смеси перед ротаметром, °С.

V - объем паровоздушной пробы при условиях отбора пробы (в дм<sup>3</sup>)

$$V = \tau \cdot Q \quad (12)$$

где  $\tau$  - время отбора пробы, мин.;

Q - объемный расход газа через каждую линию проботбора, дм<sup>3</sup>/мин.

## 10 Оформление результатов измерений

10.1 Результаты измерений, выполненные в целях экологического или санитарного контроля в полной форме, записывают как:

$$(C \pm 0,01 \cdot U \cdot C) \text{ мг/м}^3 \text{ при } k = 2 \text{ или } (C \pm 0,01 \cdot \delta \cdot C) \text{ мг/м}^3 \text{ при } P = 0,95,$$

Допускается запись:

$$C, \text{ мг/м}^3; \text{ при } k = 2; U = 25 \% \text{ или } C, \text{ мг/м}^3; \text{ при } P = 0,95; \delta = \pm 25 \%$$

Значение массовой концентрации компонента округляют до двух значащих цифр.

10.2 Результаты измерений, выполненные с целью получения предварительной информации о загрязнении анализируемого объекта, рекомендуется оформлять в соответствии с ниже приведенными примерами в табличном или текстовом формате.

Пример:

Оформление результата измерений при отсутствии предварительной информации об одном компоненте (многокомпонентная смесь) в анализируемом объекте:

Наименование компонента	Градуировочное вещество	Массовая концентрация компонента, $C$ , $\text{мг/м}^3$	Границы относительной суммарной погрешности ( $\pm\delta, \%$ ) при $P = 0,95$
Сумма изоцианатов	Толуилндиизоцианат	0,0058	$\pm 25$

Массовая концентрация суммы изоцианатов (по толуилндиизоцианату) –

$$(0,0058 \pm 0,0016) \text{ мг/м}^3, \delta = \pm 25 \%, \text{ при } P = 0,95$$

$$\text{или } (0,0058 \pm 0,0016) \text{ мг/м}^3, U = 25 \%, \text{ при } k = 2$$

Примечание: объекты анализа в примерах не указаны

## 11 Контроль точности результатов измерений

### 11.1 Контроль градуировочной характеристики

Контроль проводят в соответствии с внутрिलाбораторным планом. Рекомендованная частота контроля 1 раз в квартал. При эпизодической работе лаборатории рекомендуется проводить контроль перед каждой серией измерений.

11.1.1 Контроль проводят по одному контрольному раствору, приготовленному в двух сериях как градуировочный раствор по п. 8.1.6 с массовой концентрацией близкой к ожидаемой массовой концентрацией в объектах анализа.

Оптическую плотность растворов измеряют в соответствии с п. 8.2.1. Результаты измерений признаются приемлемыми при выполнении условия:

$$\frac{|D_1^k - D_2^k|}{D^k} \cdot 100 \leq r_D^k \quad (13)$$

где  $D_1^k, D_2^k, D^k$  – оптическая плотность первого, второго контрольного раствора и среднее арифметическая, е.о.п.;

$$r_D^k - \text{норматив, при } P = 0,95, \%;$$

$$r_D^k = 8 \%.$$

11.1.2 Контроль стабильности градуировочной характеристики.

Среднее арифметическое значение используют для вычисления массы компонента в контрольном растворе по формуле (9).

Результат контроля признают удовлетворительным при выполнении условия:

$$\frac{|m^k - m^*|}{m^*} \cdot 100 \leq K_{sp} \quad (14)$$

где  $m^k$  – масса компонента в контрольном растворе (измеренное значение), мкг:

$m^*$  – масса компонента в контрольном растворе (приписанное значение), мкг

$K_{sp}$  – норматив, %;  $K_{sp} = 14\%$

## 12 Нормативные и рабочие документы

ГОСТ Р ИСО/МЭК 17025-2000	Общие требования к компетентности испытательных и калибровочных лабораторий
ГОСТ Р ИСО 5725-1-6-2002	Точность (правильность и прецизионность) методов и результатов измерений
ГОСТ Р 8.563-96	Методики выполнения измерений
ГОСТ 12.1.005-88	Общие санитарно-гигиенические требования к воздуху рабочей зоны.
ГОСТ 12.1.016-79	Воздух рабочей зоны. Требования к методикам измерения концентраций вредных веществ.
ГОСТ 17.2.1.03-84	Охрана природы. Атмосфера. Термины и определения контроля загрязнения
ГОСТ 17.2.3.01-86	Охрана природы. Атмосфера. Правила контроля качества воздуха населенных пунктов.
ГОСТ 17.2.3.02-78	Охрана природы. Атмосфера. Правила установления допустимых выбросов вредных веществ промышленных предприятий.
ГОСТ 17.2.4.02-81	Охрана природы. Атмосфера. Общие требования к методам определения загрязняющих веществ.
ГОСТ 17.2.4.06-90	Охрана природы. Атмосфера. Методы определения скорости газопылевых потоков, отходящих от стационарных источников загрязнения
ГОСТ 17.2.4.07-90	Охрана природы. Атмосфера. Методы определения давления и температуры газопылевых потоков, отходящих от стационарных источников загрязнения
ГОСТ 17.2.4.08-90	Охрана природы. Атмосфера. Методы определения влажности газопылевых потоков, отходящих от стационарных источников загрязнения
ГОСТ Р 50820-95	Оборудование газоочистное и пылеулавливающее. Методы определения запыленности газопылевых потоков
ГН 2.2.5.1313-03	Предельно-допустимые концентрации (ПДК) вредных веществ в воздухе рабочей зоны
ГН 2.2.5.2308-07	Ориентировочные безопасные уровни воздействия (ОБУВ) вредных веществ в воздухе рабочей зоны
ГН 2.1.6.1338-03	Предельно-допустимые концентрации (ПДК) загрязняющих веществ в атмосферном воздухе населённых мест
ГН 2.1.6.2309-07	Ориентировочные безопасные уровни воздействия (ОБУВ) загрязняющих веществ в атмосферном воздухе населённых мест
ПНД Ф 12.1.1-99	Перечень и коды веществ, загрязняющих атмосферный воздух, 2008г Методическое пособие по расчёту, нормированию и контролю выбросов загрязняющих веществ в атмосферный воздух, 2005г Методические рекомендации по отбору проб при определении

РД 52.04.186-89 РД 52.04.59-85	концентраций вредных веществ (газов и паров) в выбросах промышленных предприятий Руководство по контролю загрязнения атмосферы Требования к точности контроля промышленных выбросов.
МУ 5813-91	(«Методические указания по фотометрическому измерению концентраций ароматических аминов и изоцианатов по стандартному веществу в воздухе рабочей зоны». Приказ Главного государственного врача от 10.09.1991 № 5813-91.
МУ от 04.99	Методические указания по оборудованию мест отбора проб при экоаналитическом контроле промышленных выбросов в атмосферу

Разработчик: гл. специалист ООО НППФ «Экосистема» Н.А.Анисёнова

# ПРИЛОЖЕНИЕ I

Схема отбора проб в промышленных выбросах в атмосферу.

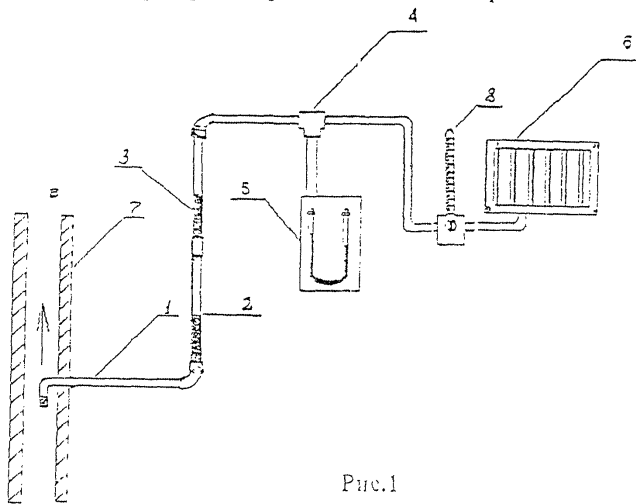


Рис.1

Схема расположения отверстий на воздуховоде при отборе 2-х единичных проб.

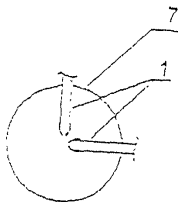


Рис.2

1-пробоотборный зонд, 2- первая сорбционная трубка, 3- вторая сорбционная трубка, 4- тройник, 5 – манометр, 6 – аспиратор. 7 – воздуховод, 8 –термометр.



# СВИДЕТЕЛЬСТВО

## об аттестации методики выполнения измерений

№ 242/19-10

С 8972

Методика выполнения измерений массовой концентрации:

- анилина, п-нитроанилина, толуилендиизоцианата,
- изоцианатов или ароматических аминов (суммарно по выбранному градуировочному веществу),

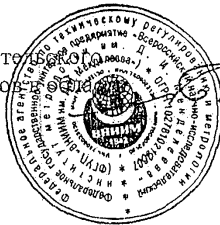
в пробах промышленных выбросов в атмосферу, воздуха рабочей зоны и атмосферного воздуха фотометрическим методом, разработанная ООО «Научно-производственная и проектная фирма «ЭКОСИСТЕМА» (197342, г. Санкт-Петербург, наб. Черной речки, д.41) и регламентированная в документе № М - 24 «Методика выполнения измерения массовой концентрации изоцианатов и ароматических аминов в промышленных выбросах в атмосферу, в воздухе рабочей зоны и атмосферном воздухе фотометрическим методом» (СПб, 2010 г., на 13 стр.), аттестована в соответствии с ГОСТ Р 8.563-96.

Аттестация осуществлена по результатам метрологической экспертизы материалов по разработке МВИ.

В результате аттестации МВИ установлено, что МВИ соответствует предъявляемым к ней метрологическим требованиям и обладает основными метрологическими характеристиками, приведенными на оборотной стороне свидетельства.

Дата выдачи свидетельства 01. 06. 2010 г.

Руководитель научно-исследовательского  
отдела Государственных эталонов  
физико-химических измерений



КОПИЯ  
ВЕРНА

# МЕТРОЛОГИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ

Таблица 1

Определяемые компоненты (вещества) и объекты анализа		Диапазон измерения массовой концентрации компонента, мг/м <sup>3</sup>	Относительная расширенная неопределённость измерений (при k=2), U <sup>**</sup> , %
Изоцианаты и ароматические амины: А)*, Б)	Промышленные выбросы в атмосферу	от 0,0050 до 50	25
	Воздух рабочей зоны	от 0,0050 до 50	
	Атмосферный воздух	от 0,0020 до 1,0	

А)\* - толуилنديзизоцианат, анилин, п-нитроанилин (при присутствии только одного из веществ).

Б) - изоцианаты или ароматические амины суммарно - по выбранному градуировочному веществу.

Градуировочное вещество: толуилنديзизоцианат, анилин, анилин гидрохлорид, п-нитроанилин.

**ПРИМЕЧАНИЯ:**

\* - При наличии предварительной информации о присутствии в анализируемом объекте конкретного вещества.

\*\* - Соответствует границам относительной суммарной погрешности измерений (при P=0,95).

$\delta = \pm 25 \%$ .

Бюджет неопределённости измерений приведен в Приложении к настоящему свидетельству на двух листах.


## Нормативы

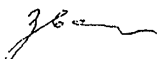
Таблица 2

Наименование операции	№ пункта в документе на МВИ	Контролируемая (проверяемая) характеристика	Норматив
Проверка приемлемости выходных сигналов фотоэлектроколориметра при градуировке и контроле	8.2.2	Размах пяти значений оптической плотности градуировочных растворов, отнесенный к среднему арифметическому	(P = 0,95) $r_D = 10 \%$
Проверка приемлемости градуировочной характеристики (ГХ)	8.2.5	Модуль относительного отклонения среднего арифметического значения оптической плотности градуировочного раствора, от соответствующего значения по ГХ	$r_{sp} = 12 \%$
Контроль градуировочной характеристики	11.1	Модуль разности двух значений оптической плотности контрольного раствора, отнесенный к среднему арифметическому	(P = 0,95) $r_D^k = 8 \%$
		Модуль относительного отклонения результата измерений массы компонента в контрольном растворе от значения, приписанного этому раствору	$K_{sp} = 14 \%$

Руководитель лаборатории

Научный сотрудник

  
Г.Р.Нежиховский

  
Н.Н.Звягина

ПРИЛОЖЕНИЕ  
к свидетельству об аттестации № 242/19 – 10 от 01.06.2010 г  
(на двух листах) Лист 1

Бюджет неопределенности измерений массовой концентрации изоцианатов и ароматических аминов в промышленных выбросах в атмосферу, в воздухе рабочей зоны и атмосферном воздухе фотометрическим методом

Полное уравнение для расчёта массовой концентрации компонента:

$$C = \frac{M}{V_0} \cdot f_{\text{проскок}}$$

$$M = m \cdot K_{\text{раз}}; \quad m = \frac{D - a}{b}$$

$$V_0 = \frac{273 \cdot V \cdot (P - \Delta P_p)}{101,3 \cdot (273 + t_p)} - \text{для промышленных выбросов и атмосферного воздуха;}$$

$$V_0 = \frac{293 \cdot V \cdot (P - \Delta P_p)}{101,3 \cdot (273 + t_p)} - \text{для воздуха рабочей зоны.}$$

$$V = V_1 + V_2; \quad V_{1(2)} = \tau_{1(2)} \cdot Q_{1(2)}$$

где  $M$  - масса компонента в пробе анализируемого объекта, мкг;  $K_{\text{раз}}$  - кратность разбавления;  $m$  - масса компонента в 4,0 см<sup>3</sup> фотометрируемого раствора, мкг;  $D$  - оптическая плотность раствора относительно нулевого раствора, е.о.п.;  $a$  и  $b$  - градуировочные коэффициенты;  $P$  - атмосферное давление при отборе проб, кПа;  $\Delta P_p$  - разрежение газа у ротаметра, кПа;  $t_p$  - температура газозоудушной смеси перед ротаметром, °С;  $V$  - общий объем газозоудушной пробы при условиях отбора пробы, дм<sup>3</sup>;  $V_1$  и  $V_2$  - объем каждой единичной пробы при температуре и давлении отбора, дм<sup>3</sup>;  $\tau_{1(2)}$  - время отбора каждой единичной пробы, мин.;  $Q_{1(2)}$  - объемный расход газа при отборе каждой единичной пробы, дм<sup>3</sup>/мин;  $f_{\text{проскок}}$  - коэффициент, возможный проскок компонента при отборе пробы.

Расчет расширенной неопределенности измерений проводился в соответствии с Руководством ЕВРАХИМ/СИТАК «Количественное описание неопределенности в аналитических измерениях», СПб 2002 г., второе издание.

Формула для расчёта расширенной неопределенности измерений компонентов:

$$U = 2 \cdot u_0$$

$$u_0 = \sqrt{u_M^2 + u_{V_0}^2 + u_{f_{\text{проскок}}}^2 + u_c^2} = \sqrt{u_m^2 + u_{K_{\text{раз}}}^2 + u_{n.l.}^2 + (u_{V_1}^2 + u_{V_2}^2 + u_t^2 + u_p^2) + u_{f_{\text{проскок}}}^2 + u_c^2} =$$

$$\sqrt{(u_v^2 + u_{T^p}^2 + u_{\Delta P}^2) + (u_{V_{\text{от}}}^2 + u_{V_{\text{л}}}^2) + u_{n.l.}^2 + (u_{Q_1}^2 + u_{Q_2}^2 + u_{\tau}^2 + u_t^2 + u_p^2) + u_{f_{\text{проскок}}}^2 + u_c^2}$$

где  $u_{(x)}$  - вклады в суммарную стандартную неопределенность измерений ( $u_0$ , %) расшифрованы в таблице 1.

КОПИЯ  
ВЕРНА






Составляющие неопределённости измерения массовой концентрации  
компонентов

Таблица 1

Источник неопределенности		Тип оценки	Относительная стандартная неопределенность, %		
			для $2 \cdot 10^{-3}$ мг/м <sup>3</sup>	для 1,0 мг/м <sup>3</sup>	для 50 мг/м <sup>3</sup>
Измерение массы компонента, $u_m$	Чистота реактива, взятого для приготовления градуировочных растворов, $u_c$	В	1,2	1,2	1,2
	Приготовление градуировочных растворов, $u_{гр}$	В	2,0	2,0	2,0
	Построение градуировочной характеристики (градуировка по анализу гидрохлориду), $u_{об}$	В	6,9	6,9	6,9
Пробоподготовка, $u_{п.л.}$		В	1,2	1,2	1,2
Разбавление, $u_{K_{раз}}$	Измерение объема аликвоты, взятой для разбавления $u_{V_{ал}}$	В	-	0,4	0,4
	Объем мерной колбы, $u_{V_k}$	В	-	0,3	0,07
Измерение объема газовой пробы, приведение к определенным условиям, $u_{V_0}$	Измерение объемного расхода, $u_{Q_1}$	В	2,9	2,9	2,9
	Измерение объемного расхода, $u_{Q_2}$	В	2,9	2,9	2,9
	Измерение времени отбора пробы, $u_t$	В	0,03	0,03	0,03
	Измерение температуры, $u_t$		0,02	0,02	0,02
	Измерение давления, $u_p$	В	0,1	0,1	0,1
Возможный проскок, $u_{f_{проскок}}$		В	-	1,0	5,0
Стандартное отклонение результатов измерений в условиях повторяемости, $u_c$		А	9,0	7,0	7,0
Суммарная стандартная неопределенность, $u_0$			12,4	11,0	12,1
Расширенная неопределенность ( $k=2$ ), $U$			24,8	22,0	24,2
Принято:			25 %		

Примечания: 1)  $u_c$  – соответствует СКО относительной случайной составляющей погрешности в условиях повторяемости; 2) Оценка типа А получена путем статистического анализа ряда наблюдений (в данном случае, ряда парных результатов измерений массовой концентрации компонента, полученных при параллельном отборе газовых проб); 3) Оценка типа В получена способами, отличными от статистического анализа ряда наблюдений.

Научный сотрудник



Н.Н.Звягина

**КОПИЯ  
ВЕРНА**





НИИ АТМОСФЕРА

ОТКРЫТОЕ АКЦИОНЕРНОЕ ОБЩЕСТВО  
“Научно-исследовательский институт  
охраны атмосферного воздуха”  
ОАО “НИИ Атмосфера”

194021, г. Санкт-Петербург, ул. Карбышева, 7, тел./факс: (812) 297-8662  
E-mail: info@nii-atmosphere.ru, http://www.nii-atmosphere.ru  
ОКПО: 23126426, ОГРН: 1097847184555, ИНН/КПП: 7802474128 / 780201001

ЭКСПЕРТНОЕ ЗАКЛЮЧЕНИЕ

№ 09-2/267  
от 16.04.2010 г.

В ОАО «НИИ Атмосфера» рассмотрена «Методика выполнения измерения массовой концентрации **изоцианатов и ароматических аминов** в промышленных выбросах в атмосфере, воздухе рабочей зоны и атмосферном воздухе фотометрическим методом. М-24 », разработанная ООО «НППФ «Экосистема».

По результатам экспертизы методика соответствует требованиям действующих государственных стандартов и других нормативных документов в области охраны атмосферного воздуха и может быть использована для измерения массовой концентрации изоцианатов и ароматических аминов в следующих диапазонах определяемых концентраций:

- в промышленных выбросах в атмосферу от 0,005 до 50 мг/м<sup>3</sup>,
- в воздухе рабочей зоны от 0,005 до 50 мг/м<sup>3</sup>,
- в атмосферном воздухе от 0,002 до 1 мг/м<sup>3</sup>.

Срок действия экспертного заключения на методику 5 лет.

Генеральный директор



А.Ю. Недре

КОПИЯ  
ВЕРНА

Цибульский В.В.  
Тел/факс: (812) 380-92-41





НИИ АТМОСФЕРА

АКЦИОНЕРНОЕ ОБЩЕСТВО  
“Научно-исследовательский институт  
охраны атмосферного воздуха”  
АО “НИИ Атмосфера”

194021, г. Санкт-Петербург, ул. Карбышева, 7; тел./факс: (812) 297-8662

E-mail: info@nii-atmosphere.ru, http://www.nii-atmosphere.ru

ОКПО: 23126426, ОГРН: 1097847184555, ИНН/КПП: 7802474128 / 780201001

Исх. № 09-2-148/15-0 от 23.03.2015 г.

На № 59а от 03.03.2015 г.

Директору  
ООО НППФ “Экосистема”  
А.Н. Лавриненко

197046, г. Санкт-Петербург,  
Петровская набережная, 4, а/я 513

О продлении срока действия экспертного  
заключения на МВИ

Настоящим письмом срок действия экспертного заключения НИИ Атмосфера № 06-2/267 от 16.04.2010 г. на «Методику выполнения измерений массовой концентрации изоцианатов и ароматических аминов в промышленных выбросах в атмосферу, воздухе рабочей зоны и атмосферном воздухе фотометрическим методом. М-24» продлен до 16.04.2020 года.



Генеральный директор

С.Э.Левен

Исп. В.В. Цибульский  
Тел/факс: (812) 372-57-82

КОПИЯ  
ВЕРНА

