



# **ТРОПОСФЕРА, КАК СОСТАВНАЯ ЧАСТЬ БИОСФЕРЫ**

---

# Состав атмосферного воздуха

Наименование основных газов	Содержание, % объемные	Относительная молекулярная масса, кг/моль
Азот	78,09	28
Кислород	20,95	32
Аргон	0,93	39
Углекислый газ	0,03	44
Неон	$1,8 \cdot 10^{-3}$	20
Гелий	$5,2 \cdot 10^{-4}$	4
Криптон	$1,0 \cdot 10^{-4}$	83
Ксенон	$8,0 \cdot 10^{-6}$	131
Водород	$5,0 \cdot 10^{-5}$	2
Озон	$1,0 \cdot 10^{-6}$	48

Средняя относительная молекулярная масса сухого воздуха составляет 28,966 кг/моль.

## Выделение ( $10^6$ т/сут) некоторых газообразных веществ

Вещество	Источник	
	природный	антропогенный
Диоксид серы	-	0,4
Сероводород	0,3	0,01
Оксиды азота	2	0,2
Аммиак	3	0,01
Углеводороды	2	0,2
Оксид углерода	10	1
Диоксид углерода	3000	50

# Источники загрязнения атмосферного воздуха

---

Промышленные источники загрязнения атмосферного воздуха подразделяются на

- ▣ *источники выделения* - технологические устройства (аппараты установки и т.п.), в процессе эксплуатации которых выделяются примеси
- ▣ *источники выбросов* - трубы, вентиляционные шахты, аэрационные фонари и другие устройства, с помощью которых примесь поступает в атмосферу

- 
- Промышленные выбросы подразделяются на
- *организованные* - промышленный выброс поступает в атмосферу через специально сооруженные газоходы, воздухопроводы и трубы, что позволяет применять для очистки от загрязняющих веществ соответствующие установки.
  - *неорганизованные* - промышленный выброс поступает в атмосферу в виде ненаправленных потоков газа в результате нарушений герметичности оборудования, отсутствия или неудовлетворительной работы оборудования по отсосу газа в местах загрузки, выгрузки или хранения продукта.
- Неорганизованные выбросы характерны для очистных сооружений, хвостохранилищ, золоотвалов, участков погрузочно-разгрузочных работ, сливно-наливных эстакад, резервуаров и других объектов.

## Предельно допустимые концентрации в атмосферном воздухе населенных мест

Вещество	ПДК, мг/м <sup>3</sup>		Класс опасности вещества
	Максимальная разовая	Средняя суточная	
Азота диоксид	0,085	0,04	2
Серы диоксид	0,5	0,05	3
Углерода оксид	5,0	3,0	4
Пыль (взвешенные вещества)	0,5	0,15	3
Аммиак	0,2	0,04	4
Кислота серная	0,3	0,1	2
Фенол	0,01	0,003	2
Ртуть металлическая	-	0,0003	1

---

Может создаваться ситуация, когда в воздухе одновременно находятся вещества, обладающие суммированным (аддитивным) действием. В таком случае сумма их концентраций (С), нормированная на ПДК, не должна превышать единицы согласно следующему выражению:


$$\frac{C_1}{ПДК_1} + \frac{C_2}{ПДК_2} + \frac{C_3}{ПДК_3} \leq 1$$

**К вредным веществам, обладающим суммацией действия, относятся, как правило, близкие по химическому строению и характеру влияния на организм человека, например:**

---

- диоксид серы и аэрозоль серной кислоты;
- диоксид серы и сероводород;
- диоксид серы и диоксид азота;
- диоксид серы и фенол;
- диоксид серы и фтористый водород;
- диоксид и триоксид серы, аммиак, оксиды азота;
- диоксид серы, оксид углерода, фенол и пыль конверторного производства





**Вещества при одновременном присутствии в атмосферном воздухе не обладающие суммацией действия, т.е. предельно допустимые значения концентраций сохраняются для каждого вещества в отдельности:**


---

- оксид углерода и диоксид серы;
- оксид углерода, диоксид азота и диоксид серы;
- сероводород и сероуглерод

## Служба наблюдений и контроля за состоянием атмосферного воздуха состоит из двух частей или систем:

---

- *Наблюдение* (мониторинг). Обеспечивает наблюдение за качеством атмосферного воздуха в городах, населенных пунктах и территориях, расположенных вне зоны влияния конкретных источников загрязнения.
- *Контроль*. Обеспечивает контроль источников загрязнения и регулирование выбросов вредных веществ в атмосферу.



---

Для получения репрезентативной информации о пространственной и временной изменчивости загрязнения воздуха, нужно предварительно провести обследование метеорологических условий и характера пространственной и временной изменчивости загрязнения воздуха с помощью передвижных средств. Для этого чаще всего используется передвижная лаборатория, производящая отбор, а иногда и анализ проб воздуха во время остановок. Такой метод обследования называется ***рекогносцировочным***.

## Информация поступает в метеорологические синтезирующие центры, которые осуществляют:

---

- сбор, анализ и хранение информации о трансграничном переносе примесей в атмосфере;
- прогнозирование переноса примесей на основе метеорологических данных;
- идентификацию районов выбросов и источников;
- регистрацию и расчет выпадений примесей из атмосферного воздуха на подстилающую поверхность и другие работы.

# Посты наблюдений загрязнения атмосферного воздуха

---

*Стационарный пост наблюдений* - это специально оборудованный павильон, в котором размещена аппаратура, необходимая для регистрации концентраций загрязняющих веществ и метеорологических параметров по установленной программе.

Из числа стационарных постов выделяются *опорные стационарные посты*, которые предназначены для выявления долговременных изменений содержания основных или наиболее распространенных загрязняющих веществ.

## Зависимость количества стационарных постов от численности населения

<b>Численность населения, тыс. чел.</b>	<b>Количество постов</b>
<50	1
50-100	2
100-200	3
200-500	3-5
500-1000	5-10
1000-2000	10-15
>2000	15-20

# Для постов наблюдений устанавливаются три программы наблюдения:

---

- **полная**  
наблюдения проводятся ежедневно (выходные-воскресенья, субботы - чередуются) в 1, 7, 13 и 19 часов местного декретного времени, либо по скользящему графику: вторник, четверг, суббота - 7, 10 и 13 ч; понедельник, среда, пятница - 15, 18 и 21 ч.
- **неполная**  
наблюдения проводятся ежедневно (воскресенья и субботы чередуются), но только в 7, 13 и 19 ч местного декретного времени
- **сокращенная**  
*в районах, где температура воздуха ниже 45°C, наблюдения проводятся ежедневно, кроме воскресенья, в 7 и 13 ч по местному декретному времени.  
Наблюдения по сокращенной программе допускается проводить также в местах, где средние месячные концентрации меньше  $1/20$  ПДК<sub>мр</sub> или меньше нижнего предела диапазона измерений примеси используемым методом.*

Средняя скорость воздуха, проходящего через фильтры определяется по формуле:

---

$$\bar{V} = \frac{V_1 + V_2 + V_3}{3}$$

где  $V_1, V_2$  и  $V_3$  - значения скорости соответственно в 7 ч 30 мин, 13 ч 30 мин и 1 ч 30 мин следующих суток (км/ч).

Объем прошедшего через фильтры воздуха ( $Q$ , м<sup>3</sup>/ч) находится из соотношения:

$$Q = S \cdot \bar{V} \cdot t = 70 \cdot \bar{V} \cdot T$$

где  $S$ -площадь сечения сопла измерительной насадки ( $S = 70 \text{ см}^2$ ),  $t$  - время работы установки, ч.



Объем воздуха, прошедшего через экран, находят по уравнению:

---

$$Q = S_1 \cdot \bar{V} \cdot f \cdot t \cdot 3600$$

$S_1$  - площадь экрана, м<sup>2</sup>;

$t$  - время экспозиции экрана, с;

$f$  - продуваемость экрана, равная примерно 45%.

# Посты наблюдений загрязнения атмосферного воздуха

---

**Маршрутный пост наблюдений** - место на определенном маршруте в городе. Предназначен для регулярного отбора проб воздуха в фиксированной точке местности при наблюдениях, которые проводятся с помощью передвижной аппаратуры. Маршрутные наблюдения осуществляются на маршрутных постах с помощью автолабораторий.

**Передвижной (подфакельный) пост** предназначен для отбора проб под дымовым (газовым) факелом с целью выявления зоны влияния данного источника. Подфакельные наблюдения осуществляются по специально разрабатываемым программам и маршрутам за специфическими загрязняющими веществами, характерными для выбросов данного предприятия.

# Автоматизированная система наблюдений и контроля окружающей среды (АНКОС-АГ)

---

Предназначена для автоматизированного сбора, обработки и передачи информации об уровне загрязнения атмосферного воздуха.

Система позволяет непрерывно получать информацию о концентрации примесей и метеорологических параметрах в населенных пунктах или около крупных промышленных предприятий. Технические возможности регистрации, передачи, хранения и обработки данных о загрязнении атмосферного воздуха позволили разработать основные принципы функционирования автоматизированных систем наблюдения за состоянием атмосферного воздуха.

## Системы АНКОС-АГ и Центра обеспечивают:

---

- систематическое измерение заданных параметров атмосферного воздуха;
- автоматический сбор информации со станций АНКОС;
- сбор информации от неавтоматизированных звеньев наблюдений (например, от стационарных и передвижных постов);
- оперативную оценку ситуации по известным значениям ПДК;
- краткосрочный прогноз уровней загрязнения контролируемых примесей;
- обработку и выдачу информации.

# В результате проведенных расчетов на ЭВМ получаются:

---

- максимальные концентрации примесей в узлах расчетной сетки,  $\text{мг/м}^3$ ;
- максимальные приземные концентрации ( $C_m$ ) и расстояния, на которых они достигаются ( $X_m$ ), для источников выбросов вредных веществ;
- доля вклада основных источников выбросов в узлах расчетной сетки;
- карты загрязнения атмосферного воздуха (в долях  $\text{ПДК}_{\text{мр}}$ );
- распечатка входных данных об источниках загрязнения, метеорологических параметрах, физико-географических особенностях местности;
- перечень источников, дающих наибольший вклад в уровень загрязнения атмосферного воздуха;
- другие данные.

## Комплексы неблагоприятных метеорологических условий для источников разных типов

Источники	Термическая стратификация нижнего слоя атмосферы	Скорость ветра (м/с)		Вид инверсии, высота над источником выброса, м
		на уровне флюгера	на уровне выброса	
Высокие с горячими выбросами	Неустойчивая	3-7	7-12	Приподнятая, 100-200
Высокие с холодными выбросами	Неустойчивая	Штиль	3-5	Приподнятая, 10-200
Низкие	Устойчивая	Штиль	Штиль	Приземная, 2-50

Для высоких источников с горячими (теплыми) выбросами: высота слоя перемешивания меньше 500 м, но больше эффективной высоты источника;

скорость ветра на высоте источника близка к опасной скорости ветра; наличие тумана и скорость ветра больше 2 м/с.

Для высоких источников с холодными выбросами: наличие тумана и штиль.

Для низких источников выбросов: сочетание штиля и приземной инверсии.

Для характеристики загрязнения атмосферного воздуха по городу в целом в качестве обобщенного показателя используется параметр  $P$ :

---

$$P = \frac{M}{N}$$

$N$ -число наблюдений за концентрацией примеси в городе в течение одного дня на всех стационарных постах;

$M$  - количество наблюдений в течении того же дня с повышенной концентрацией примеси ( $q$ ), превышающей среднее сезонное значение ( $q_{cc}$ ), более чем в 1,5 раза ( $q > 1,5 q_{cc}$ ).

Если повторяемость градации  $P > 0,35$  меньше 5%, то к первой группе загрязнения следует относить градации параметра  $P > 0,30$ , ко второй -  $P$  от 0,21 до 0,30.

---

Группа загрязнения	Градация параметра $P$	Уровень загрязнения атмосферного воздуха	Повторяемость, %
1	$>0,35$	Относительно высокий	10
2	0,21-0,35	Повышенный	40
3	$= < 20$	Пониженный	50

Если повторяемость градации  $P > 0,35$  меньше 5%, то к первой группе загрязнения следует относить градации параметра  $P > 0,30$ , ко второй -  $P$  от 0,21 до 0,30.



## Общими задачами сети наблюдений и контроля загрязнения атмосферного воздуха являются:

---

1. повышение эффективности, качества, надежности и достоверности данных наблюдений;
2. внедрение новых методов многокомпонентного анализа примесей в атмосферном воздухе и в отходящих газах:
  - достижение оптимального соотношения используемых в различных городах и населенных пунктах методов ручного отбора и анализа проб воздуха и полуавтоматических методов, повышение автоматизации средств измерений;
  - повышение оперативности сбора, обработки, передачи и использования данных наблюдений в задачах контроля и регулирования уровней загрязнения атмосферного воздуха;
  - установление тенденций и причин изменения уровней загрязнения атмосферного воздуха.

---

Концентрация исследуемых веществ в воздухе (в мкг/л или мг/л)

$$C = a/V,$$

где  $a$  - масса вещества, найденная в пробе, мкг;

$V$  - объем исследуемой пробы воздуха, приведенный к нормальным условиям, л ( $0^{\circ}\text{C}$ , 101080 Па) и равный

$$V = 273 \cdot P \cdot V_t / (273 + t) \cdot 101080$$

где  $p$  - атмосферное давление при отборе пробы, Па;

$t$  - температура воздуха месте отбора пробы,  $^{\circ}\text{C}$ ;

$V_t$  - объем воздуха, отобранного на анализ при температуре  $t^{\circ}\text{C}$ , л;

При концентрировании анализируемых веществ из воздуха в жидкие поглотительные среды или на твердые сорбенты в анализе могут использоваться части объема растворов проб. В этом случае концентрация веществ в воздухе

$$C = a \cdot V_1 / V_2 \cdot V,$$

где  $V_1$ , - общий объем раствора пробы; мл;  $V_2$  - объем раствора пробы, используемый для анализа, мл,

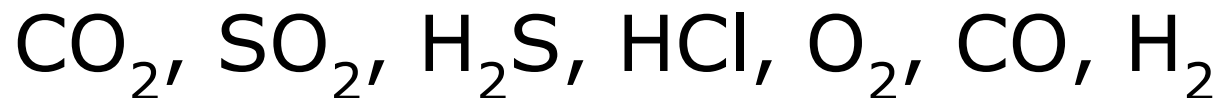
$$\text{или } C = v \cdot V_1 / V,$$

где  $v$  - концентрация анализируемого вещества в растворе пробы, мкг/мл.

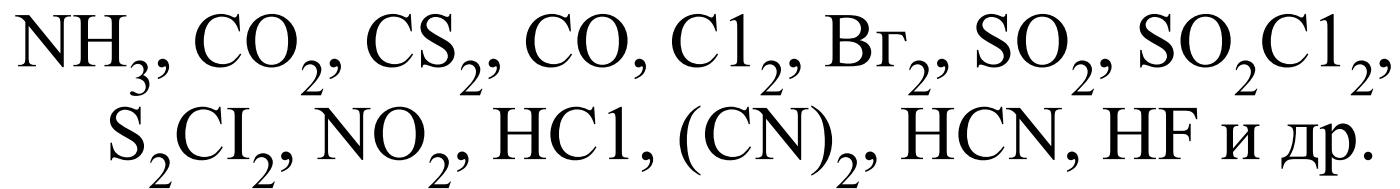
# ОПРЕДЕЛЕНИЕ НЕОРГАНИЧЕСКИХ СОЕДИНЕНИЙ

---

- Определение макроколичеств газов методом Орса



- Определение газов методами спектрофотометрии



# ОПРЕДЕЛЕНИЕ ОРГАНИЧЕСКИХ ВЕЩЕСТВ

---

## ***Инструментальные методы:***

- электрохимические методы и методы, основанные на оптических свойствах, анализаторы, основанные на обнаружении ионизации в пламени. Анализаторы пригодны для определения ацетилена, метана, пропана, пентана, гексана, гептана, октана, ацетона, толуола, ксилола, бензола, этилацетата, этилового и метилового спиртов.
- Для обнаружения следов дыма в воздухе применяют дымовой нефелометр.
- Жидкостная хроматография.  
*Высокоэффективная жидкостная хроматография* - определение в биологических жидкостях формальдегида, ацетальдегида, пропионового и масляного альдегидов при их совместном присутствии.  
*Тонкослойная хроматография* - для полуколичественного анализа нелетучих органических и неорганических соединений.