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, воздуховоды 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^3		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 создаться 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

Численность населения, тыс. чел.	Количество постов
<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°С, 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$_{мр}$ 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^3/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 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^2;

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, мг/м^3;
- максимальные приземные концентрации ($С_м$) и расстояния, на которых они достигаются ($Х_м$), для источников выбросов вредных веществ;
- доля вклада основных источников выбросов в узлах расчетной сетки;
- карты загрязнения атмосферного воздуха (в долях $ПДК_{мр}$);
- 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 а - масса вещества, найденная в пробе, мкг;

V - объем исследуемой пробы воздуха, приведенный к нормальным условиям, л (0°С, 101080 Па) и равный

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

где р - атмосферное давление при отборе пробы, Па;

t - температура воздуха месте отбора пробы, °С;

V, -объем воздуха, отобранного на анализ при температуре t°С, 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, _ обший объем раствора пробы; мл; V_2 - объем раствора пробы, используемый доя анализа, мл,

$$\text{или } C = в \cdot V_1/V,$$

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

ОПРЕДЕЛЕНИЕ НЕОРГАНИЧЕСКИХ СОЕДИНЕНИЙ

- Определение макроколичеств газов методом Орса

  CO_2, SO_2, H_2S, HCl, O_2, CO, H_2

- Определение газов методами спектрофотометрии

  NH_3, CO_2, CS_2, CO, $C1_2$, Br_2, SO_2, SO_2C1_2, S_2CI_2, NO_2, HC1, $(CN)_2$, HCN, HF и др.

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.