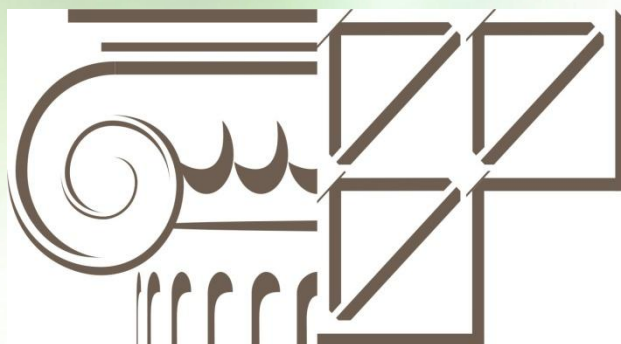


2. Контроль загрязнения атмосферного воздуха

**СОСТАВ АТМОСФЕРНОГО ВОЗДУХА,
СТАНДАРТЫ КАЧЕСТВА И ОРГАНИЗАЦИЯ
НАБЛЮДЕНИЙ ЗА УРОВНЕМ
ЗАГРЯЗНЕНИЯ АТМОСФЕРЫ**



СОСТАВ АТМОСФЕРНОГО ВОЗДУХА. ОСНОВНЫЕ ЗАГРЯЗНИТЕЛИ И ИХ КЛАССИФИКАЦИЯ

- Помимо основного состава в атмосфере важным компонентом является также водяной пар, содержание которого меняется от 0 об. % в сухом воздухе до 4 об. % во влажном воздухе. Количество инертных газов (неона, гелия, криптона, ксенона) в воздухе колеблется от тысячных до миллионных долей процента. В атмосферном воздухе содержится также незначительное количество водорода.
- Различные примеси в виде таких соединений, как: аммиак, оксиды азота, метан, сероводород и др. поступают в атмосферу в результате биологических и химических процессов (гниение, грозы и т.д.)

Состав воздуха

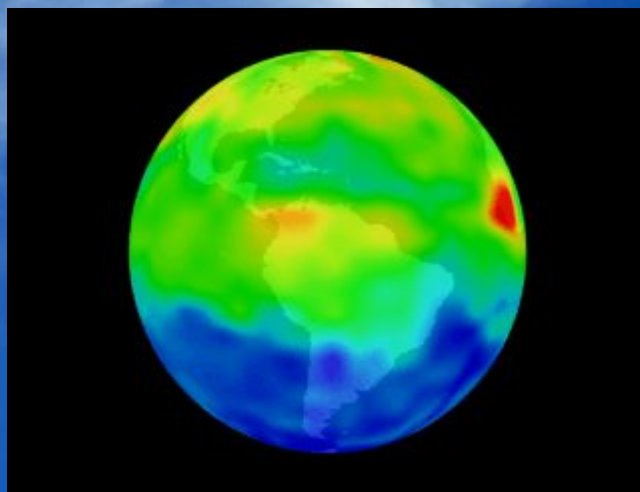


СОСТАВ АТМОСФЕРНОГО ВОЗДУХА. ОСНОВНЫЕ ЗАГРЯЗНИТЕЛИ И ИХ КЛАССИФИКАЦИЯ

- Пылевые частицы от промышленных и природных источников также оказываются весьма существенным компонентом воздуха, хотя обычно они присутствуют в относительно небольших количествах.
- В воздухе содержатся также микроорганизмы (бактерии, вирусы, плесневые грибки и др.). Патогенные микроорганизмы среди них встречаются редко и в ничтожных количествах.
- Все другие соединения, изменяющие естественный состав атмосферы, попадающие в воздух из различных источников (в основном антропогенного происхождения), классифицируются как загрязнители.
- Основными источниками загрязнения атмосферного воздуха являются:
 - промышленность (производство энергии, чёрная и цветная металлургия, химическая и нефтехимическая промышленность, предприятия по производству строительных материалов, горнодобывающая промышленность);
 - транспорт.

СОСТАВ АТМОСФЕРНОГО ВОЗДУХА. ОСНОВНЫЕ ЗАГРЯЗНИТЕЛИ И ИХ КЛАССИФИКАЦИЯ

- В зависимости от источника и механизма образования различают **первичные** и **вторичные** загрязнители воздуха. Первичные представляют собой химические вещества, попадающие непосредственно в воздух из стационарных или подвижных источников. Вторичные образуются в результате взаимодействия в атмосфере первичных загрязнителей между собой и с присутствующими в воздухе веществами (кислород, озон, аммиак, вода) под действием ультрафиолетового излучения.
- Большая часть присутствующих в воздухе твёрдых частиц и аэрозолей является вторичными загрязнителями.



СОСТАВ АТМОСФЕРНОГО ВОЗДУХА. ОСНОВНЫЕ ЗАГРЯЗНИТЕЛИ И ИХ КЛАССИФИКАЦИЯ

С учётом токсичности и потенциальной опасности загрязнителей, их распространённости и источников эмиссии они были разделены условно на несколько групп:

- 1) основные (критериальные) загрязнители атмосферы – оксид углерода, диоксид серы, оксиды азота, углеводороды, твёрдые частицы и фотохимические оксиданты;
- 2) полициклические ароматические углеводороды (ПАУ);
- 3) следы элементов (в основном металлы);
- 4) постоянные газы (диоксид углерода, фторхлорметаны и др.);
- 5) пестициды;
- 6) абразивные твёрдые частицы (кварц, асбест и др.);
- 7) разнообразные загрязнители, оказывающие многостороннее действие на организм (нитрозамины, озон, полихлорированные бифенилы (ПХБ), сульфаты, нитраты, альдегиды, кетоны и др.).

СОСТАВ АТМОСФЕРНОГО ВОЗДУХА. ОСНОВНЫЕ ЗАГРЯЗНИТЕЛИ И ИХ КЛАССИФИКАЦИЯ

Степень загрязнения атмосферного воздуха сильно колеблется во времени и пространстве и определяется следующими факторами:

- особенностями источников эмиссии загрязнителей (тип источника, природа и свойства загрязняющих воздух веществ, объём выброса);
- влиянием метеорологических и топографических факторов (направление и скорость ветра, температурные инверсии, атмосферное давление, влажность воздуха, рельеф местности и расстояние до источника загрязнения).

Для борьбы с загрязнением атмосферного воздуха необходимы стандарты качества воздуха (предельно допустимые концентрации ПДК), на базе которых осуществляются все мероприятия по сохранению чистоты окружающей среды.



СОСТАВ АТМОСФЕРНОГО ВОЗДУХА. ОСНОВНЫЕ ЗАГРЯЗНИТЕЛИ И ИХ КЛАССИФИКАЦИЯ

Для санитарной оценки воздушной среды используют следующие виды предельно допустимых концентраций:

- ПДК_{рз} – предельно допустимая концентрация вредного вещества в воздухе рабочей зоны, выражаемая в мг/м³ (в воздухе рабочей зоны определяют ПДК_{мр.рз} и ПДК_{сс.рз});
- ПДК_{мр.рз} – максимальная разовая концентрация вредного вещества в воздухе рабочей зоны (мг/м³);
- ПДК_{сс.рз} – среднесменная предельно допустимая концентрация вредного вещества в воздухе рабочей зоны (мг/м³);
- ПДК_{пп} – предельно допустимая концентрация вредного вещества на территории промышленного предприятия (обычно принимается ПДК_{пп} = 0,3 ПДК_{рз});
- ОБУВ – ориентировочно безопасные уровни воздействия (для химических веществ, на которые ПДК не установлены, должны пересматриваться через каждые два года с учётом накопления данных о здоровье работающих или заменяться ПДК);
- ВДК_{рз} – временно допустимая концентрация химического вещества в воздухе рабочей зоны (временный отраслевой норматив на 2–3 года);
- ОДК_{рз} – ориентировочно допустимая концентрация химического вещества в воздухе рабочей зоны;
- ПДК_{нп} – предельно допустимая концентрация вредного вещества в атмосферном воздухе населённого пункта (в воздухе населённых мест определяют ПДК_{мр} и ПДК_{сс});
- ПДК_{мр} – максимальная разовая концентрация вредного вещества в воздухе населённых мест (мг/м³);
- ПДК_{сс} – среднесуточная предельно допустимая концентрация вредного вещества в воздухе населённых мест (мг/м³).

СОСТАВ АТМОСФЕРНОГО ВОЗДУХА. ОСНОВНЫЕ ЗАГРЯЗНИТЕЛИ И ИХ КЛАССИФИКАЦИЯ

Атмосферные загрязнители по классификации вредных веществ по степени токсичности и опасности относятся к четырём классам опасности:

1-й класс – чрезвычайно опасные (бенз(а)пирен, свинец и его соединения);

2-й класс – высокоопасные (NO_2 , H_2S , HNO_3);

3-й класс – умеренно опасные (пыль неорганическая, сажа, SO_2);

4-й класс – малоопасные (бензин, CO).

Оценка качества атмосферного воздуха основана на сравнении фактически измеренной концентрации с ПДК.



При одновременном присутствии нескольких загрязняющих веществ, обладающих эффектом суммации, их безразмерная концентрация X не должна превышать единицу:

$$X = \sum_{i=1}^n \frac{c_i}{\text{ПДК}_i} \leq 1.$$

СОСТАВ АТМОСФЕРНОГО ВОЗДУХА. ОСНОВНЫЕ ЗАГРЯЗНИТЕЛИ И ИХ КЛАССИФИКАЦИЯ

- На практике в воздухе имеется, как правило, несколько загрязняющих веществ. Поэтому для оценки качества воздуха применяется комплексный показатель I – *индекс загрязнения атмосферы (ИЗА)*, который равен сумме нормированных по ПДК и приведённых к концентрации диоксида серы средних содержаний загрязняющих веществ.

- Для одного вещества

$$I = \left(\frac{\bar{c}}{\text{ПДК}_{\text{cc}}} \right)^k,$$

- Для нескольких веществ

$$I = \sum_{i=1}^n I_i = \sum_{i=1}^n \left(\frac{c_i}{\text{ПДК}_{\text{cc}}} \right)^{k_i}.$$

- c – средняя за год концентрация, мг/м³;
- ПДК_{cc} – среднесуточная ПДК, мг/м³, в случае отсутствия вместо неё принимается $\text{ПДК}_{\text{мр}}$ или ОБУВ;
- $k = 1,7$ (класс опасности 1); $k = 1,3$ (класс опасности 2); $k = 1,0$ (класс опасности 3); $k = 0,9$ (класс опасности

СОСТАВ АТМОСФЕРНОГО ВОЗДУХА. ОСНОВНЫЕ ЗАГРЯЗНИТЕЛИ И ИХ КЛАССИФИКАЦИЯ

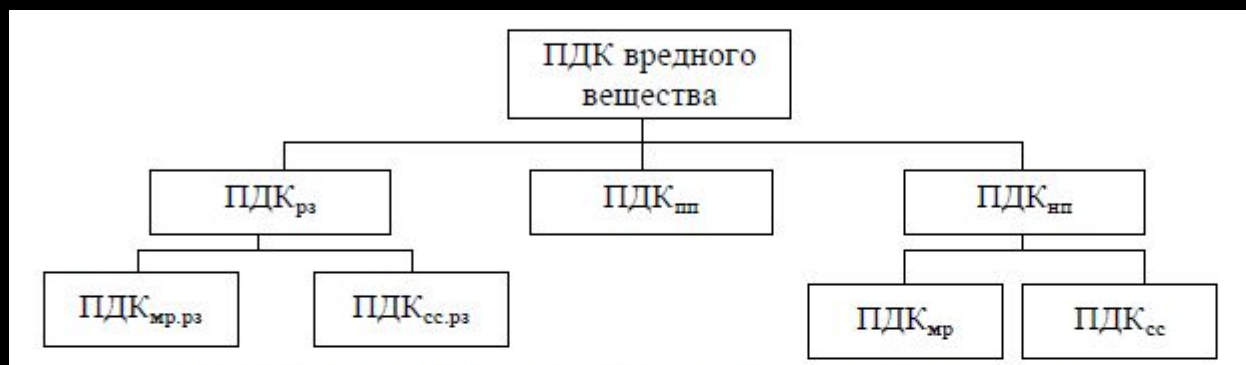


Рисунок 1 - Классификация ПДК вредных веществ в воздухе

Таблица 1 - Шкала экологического состояния атмосферы

Класс экологического загрязнения атмосферы	I
Норма	<5
Риск	5-8
Кризис	8-15
Бедствие	>15

В нашей стране контроль за соблюдением ПДК токсичных веществ проводится химиками санитарно-эпидемиологических станций (СЭС) и санитарно-гигиенических лабораторий промышленных

СОСТАВ АТМОСФЕРНОГО ВОЗДУХА. ОСНОВНЫЕ ЗАГРЯЗНИТЕЛИ И ИХ КЛАССИФИКАЦИЯ

- Правила организации наблюдений за уровнем загрязнения атмосферы в городах и населённых пунктах изложены в соответствии с ГОСТ 17.2.3.01–86 (переизд. 2005), а также с руководством по контролю загрязнения атмосферы РД 52.04.186–89.
- Наблюдения за уровнем загрязнения атмосферы осуществляется на постах.
- Устанавливаются посты наблюдений трёх категорий:
 - **стационарные** - для обеспечения непрерывной регистрации содержания загрязняющих веществ или регулярного отбора проб воздуха для последующего анализа;
 - **маршрутные** - для регулярного отбора проб воздуха, когда невозможно установить стационарный пост или необходимо более детально изучить состояние загрязнения воздуха в отдельных районах;
 - **передвижные** (подфакельные) - для отбора проб поддымовым (газовым) факелом с целью выявления зоны влияния данного источника промышленных выбросов



СОСТАВ АТМОСФЕРНОГО ВОЗДУХА. ОСНОВНЫЕ ЗАГРЯЗНИТЕЛИ И ИХ КЛАССИФИКАЦИЯ

- Число постов и их размещение определяется с учётом численности населения, площади населённого пункта и рельефа местности, а также развития промышленности, сети магистралей с интенсивным транспортным движением и их расположением по территории города, рассредоточенности мест отдыха и курортных зон.
- Одновременно с отбором проб воздуха определяют следующие метеорологические параметры: направление и скорость ветра, температуру воздуха, состояние погоды и подстилающей поверхности.
- Перечень веществ для измерения на стационарных, маршрутных постах и при подфакельных наблюдениях устанавливается на основе сведений о составе и характере выбросов от источника загрязнения в городе и метеорологических условий рассеивания примесей. Определяются вещества, которые выбрасываются предприятиями города, и оценивается возможность превышения ПДК этих веществ. В результате составляется список приоритетных веществ, подлежащих контролю в первую очередь. Как правило, на опорных стационарных постах организуются наблюдения за содержанием основных загрязняющих веществ: пыли, диоксида серы, оксида углерода, оксида и диоксида азота, а также за специфическими веществами, которые характерны для промышленных выбросов многих предприятий данного города (населённого пункта).

СОСТАВ АТМОСФЕРНОГО ВОЗДУХА. ОСНОВНЫЕ ЗАГРЯЗНИТЕЛИ И ИХ КЛАССИФИКАЦИЯ

- При определении приземной концентрации примеси в атмосфере отбор проб и измерение концентрации примеси проводятся на высоте 1,5...3,5 м от поверхности земли. Продолжительность отбора проб воздуха для определения среднесуточных концентраций загрязняющих веществ при дискретных наблюдениях по полной программе составляет 20...30 мин, при непрерывном отборе – 24 ч. Продолжительность метеорологических наблюдений составляет 10 мин.
- Существенным этапом санитарно-химических исследований воздушной среды рабочей зоны является отбор пробы воздуха для определения содержания микропримесей токсичных соединений. При разработке методов контроля этому этапу уделяют большое внимание.
- Общие санитарно-гигиенические требования к воздуху рабочей зоны предприятий народного хозяйства изложены в соответствии с ГОСТ 12.1.005–88 (переизд. 2008).

СОСТАВ АТМОСФЕРНОГО ВОЗДУХА. ОСНОВНЫЕ ЗАГРЯЗНИТЕЛИ И ИХ КЛАССИФИКАЦИЯ

- При наличии в воздухе **нескольких химических веществ** или сложных многокомпонентных смесей неизвестного состава необходимо предварительно провести идентификацию смесей и определить приоритетные – наиболее опасные и характерные компоненты, на которые следует ориентироваться при оценке состояния воздушной среды.



При одновременном содержании в воздухе рабочей зоны **нескольких вредных веществ однонаправленного действия** сумма отношений фактических концентраций каждого из них в воздухе к их ПДК не должна превышать единицы.

СОСТАВ АТМОСФЕРНОГО ВОЗДУХА. ОСНОВНЫЕ ЗАГРЯЗНИТЕЛИ И ИХ КЛАССИФИКАЦИЯ

- **Контроль за соблюдением ПДК_{мр.рз} и ОБУВ проводят при непрерывном или последовательном отборе** в течение 15 мин в любой точке рабочей зоны при условии достижения предела обнаружения определяемого вещества. Если предел обнаружения метода анализа даёт возможность в течение 15 мин отобрать не одну, а несколько проб воздуха, то нужно определить среднее значение из результатов отобранных проб за указанный период времени. Если данным методом невозможно обнаружить вещество на уровне 0,5 ПДК_{мр} за 15 мин, допускается увеличение продолжительности отбора проб до 30 мин.
- Если стадия технологического процесса настолько коротка, что нельзя отобрать в одну пробу необходимое для анализа количество вещества, то отбор проб в эту же концентрационную трубку (фильтр) или поглотительный прибор необходимо продолжить при повторении операции.
- При санитарно-гигиенических исследованиях производственной атмосферы с длительными стадиями технологического процесса отбор проб необходимо проводить с учётом начала, середины и конца процесса, а также с учётом продолжительности выделения наибольшего количества токсичных веществ.

СОСТАВ АТМОСФЕРНОГО ВОЗДУХА. ОСНОВНЫЕ ЗАГРЯЗНИТЕЛИ И ИХ КЛАССИФИКАЦИЯ

- Для получения достоверных результатов при санитарно-химических исследованиях воздушной среды в любой точке на каждой стадии технологического процесса или отдельной операции должно быть последовательно отобрано не менее пяти проб воздуха. Вычисляют среднее арифметическое значение (концентрация c , мг/м³) и доверительный интервал (ε , %):

$$\varepsilon = (c_{\max} - c_{\min}) \cdot 75 / c,$$

- Если полученное значение доверительного интервала равно или меньше 25 %, то значение средней арифметической считается достоверным. Если вычисленный доверительный интервал превышает 25 %, должны быть отобраны дополнительные пробы.



СОСТАВ АТМОСФЕРНОГО ВОЗДУХА. ОСНОВНЫЕ ЗАГРЯЗНИТЕЛИ И ИХ КЛАССИФИКАЦИЯ

- Периодичность отбора проб воздуха для каждого вещества в каждой точке устанавливается в зависимости от характера технологического процесса (непрерывного, периодического), класса опасности и характера биологического действия производственной среды, уровня загрязнения, времени пребывания обслуживающего персонала на рабочем месте.
- Для вторичных (побочных) веществ периодичность контроля следует устанавливать в зависимости от класса опасности вредного вещества: для веществ I класса опасности – не реже одного раза в 10 дней; для веществ II класса – не реже одного раза в месяц; для веществ III и IV классов – не реже одного раза в квартал.
- Контроль за соблюдением среднесменных концентраций предусмотрен для веществ, которые имеют соответствующий норматив – ПДК_{сс.рз} для характеристики уровня среднесменных концентраций, воздействующих на рабочих одной профессиональной группы, необходимо провести обследование не менее пяти человеко-смен.

СОСТАВ АТМОСФЕРНОГО ВОЗДУХА. ОСНОВНЫЕ ЗАГРЯЗНИТЕЛИ И ИХ КЛАССИФИКАЦИЯ

- Микропримеси вредных веществ в воздухе могут находиться в виде *газов, в виде паров* – преимущественно вещества, представляющие собой жидкость с температурой кипения до 230 – 250 °С, а также некоторые твёрдые вещества, обладающие высокой летучестью. Иногда вещества могут находиться в воздухе одновременно в виде паров и аэрозолей. Аэрозоли конденсации образуются также при некоторых химических реакциях, приводящих к появлению новых жидких или твёрдых фаз.
- Наряду с аэрозолями конденсации в различных производственных процессах (например, при механическом измельчении твёрдых веществ и распылении жидкостей) образуются аэрозоли дезинтеграции с более грубой дисперсностью.
- При проведении санитарно-химических исследований на производстве пробы воздуха отбирают преимущественно аспирационным способом путём пропускания исследуемого воздуха через поглотительную систему (жидкая поглотительная среда, твёрдые сорбенты или фильтрующие материалы). Минимальная концентрация вещества, поддающаяся чёткому и надёжному определению, зависит от количества отбираемого воздуха. Аспирация излишних объёмов воздуха приводит к неоправданным потерям рабочего времени, при недостаточном объёме воздуха снижается точность анализа, а иногда вообще оказывается невозможным проведение количественных определений.

СОСТАВ АТМОСФЕРНОГО ВОЗДУХА. ОСНОВНЫЕ ЗАГРЯЗНИТЕЛИ И ИХ КЛАССИФИКАЦИЯ

- Оптимальный объём воздуха V , необходимый для определения токсической примеси с заданной точностью, можно рассчитать по следующей формуле:

$$V = aV_0 / V_n K C_{\text{ПДК}},$$

a – нижний предел обнаружения в анализируемом объёме пробы, мкг;

V_0 – общий объём пробы, см³;

V_n – объём пробы, взятой для анализа, см³;

$C_{\text{ПДК}}$ – предельно допустимая концентрация, мг/м³;

K – коэффициент, соответствующий долям ПДК.





A stylized white symbol, resembling a cursive letter 'J' or a hook, is positioned on the left side of the image. The symbol is set against a background of concentric red circles that create a tunnel-like effect, leading to a central blue circle.