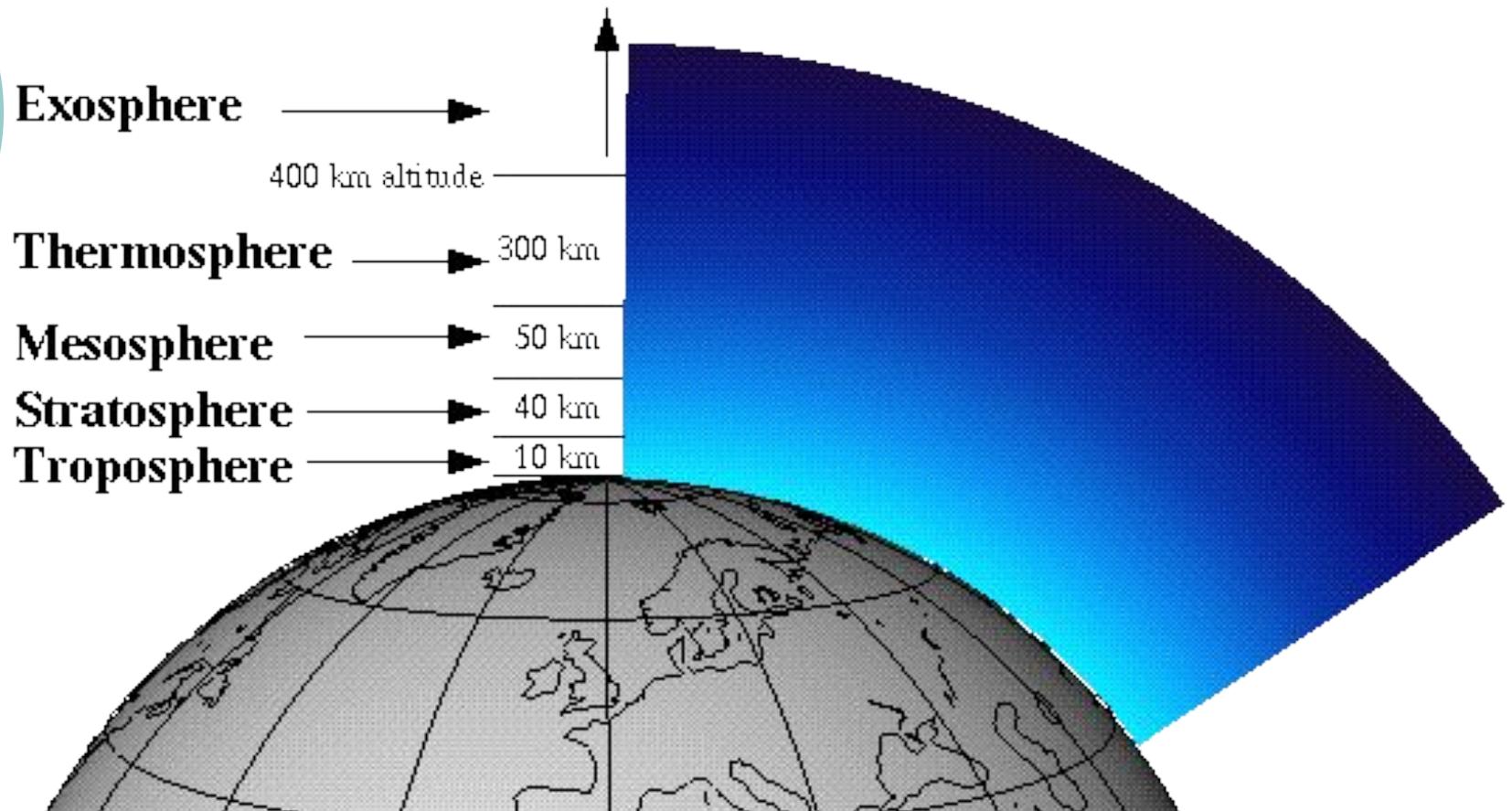


МОНИТОРИНГ АТМОСФЕРНОГО ВОЗДУХА



Атмосфера Земли



АТМОСФЕРА

«Под атмосферным воздухом понимают жизненно важный компонент окружающей среды, представляющий собой естественную смесь газов атмосферы и находящийся за пределами жилых, производственных и иных помещений» - Закон РФ «Об охране атмосферного воздуха» от 02.04.99 г.

Любое отклонение чистоты воздуха от нормы опасно для здоровья!

Состав атмосферы

Газ	Объемная концентрация, %	Масса, т
Азот	78,08	$3,9 \times 10^{15}$
Кислород	20,95	$1,2 \times 10^{15}$
Углекислый газ	0,03	$2,6 \times 10^{12}$
Аргон	0,916	$7,8 \times 10^{13}$
Водяной пар	0,023	$1,2 \times 10^{14}$
Прочие	0,001	$1,94 \times 10^{13}$
Итого	100	$5,3 \times 10^{15}$

Под **загрязнением атмосферного воздуха** следует понимать любое изменение его состава и свойств, которое оказывает негативное воздействие на здоровье человека и животных, состояние растений и экосистем.

Источники загрязнения атмосферы

Естественные источники	Антропогенные источники
Пыльные бури Вулканы Пожары Выветривание Разложение организмов	Промышленные предприятия Транспорт Теплоэнергетика Отопление жилищ Сельское хозяйство

**Влияние основных
атмосферных загрязнителей
на организм человека**

Загрязнители	Воздействие
Диоксид серы	Раздражает бронхи, вызывает легочные и аллергические заболевания
Оксид углерода	Препятствует кислородному обмену в крови, поражает нервную систему, нарушает сердечную деятельность
Углеводороды	Способствуют развитию раковых заболеваний
Оксиды азота	Раздражают глаза и слизистые оболочки
Фтор	Поражает костную ткань
Свинец	Поражает нервную систему и костную ткань
Радиоактивные элементы	Вызывают раковые заболевания, врожденные уродства

**Влияние выхлопных газов автомобилей на здоровье человека
(по Х. Ф. Френчу, 1992)**

Вредные вещества	Последствия воздействия на организм человека
Оксид углерода	Препятствует абсорбированию кровью кислорода, что ослабляет мыслительные способности, замедляет рефлексы, вызывает сонливость и может быть причиной потери сознания и смерти
Свинец	Влияет на кровеносную, нервную и мочеполовую системы; вызывает, вероятно, снижение умственных способностей у детей, откладывается в костях и других тканях, поэтому опасен в течение длительного времени
Оксиды азота	Могут увеличивать восприимчивость организма к вирусным заболеваниям (типа гриппа), раздражают легкие, вызывают бронхит и пневмонию
Озон	Раздражает слизистую оболочку органов дыхания, вызывает кашель, нарушает работу легких; снижает сопротивляемость к простудным заболеваниям; может обострять хронические заболевания сердца, а также вызывать астму, бронхит
Токсичные выбросы (тяжелые металлы)	Вызывают рак, нарушение функций половой системы и дефекты у новорожденных

Токсичность загрязнителей воздуха для растений (Бондаренко, 1985)

Вредные вещества	Характеристика
Диоксид серы	Основной загрязнитель, яд для ассимиляционных органов растений, действует на расстоянии до 30 км
Фтористый водород и четырехфтористый кремний	Токсичны даже в небольших количествах, склонны к образованию аэрозолей, действуют на расстоянии до 5 км
Хлор, хлористый водород	Повреждают в основном на близком расстоянии
Соединения свинца, углеводороды, оксид углерода, оксиды азота	Заражают растительность в районах высокой концентрации промышленности и транспорта
Сероводород	Клеточный и ферментный яд
Аммиак	Повреждает растения на близком расстоянии

Фоновое загрязнение атмосферы.

- Фоновое загрязнение атмосферы формируется преимущественно под влиянием промышленных выбросов и условий регионального и глобального рассеяния загрязняющих веществ в атмосфере.
- Более всего атмосфера загрязнена взвешенными частицами.
- Большую долю в загрязнении атмосферы составляют выбросы вредных веществ от автомобилей.
- Наиболее чистые районы – высокогорье, океаны (6,5–12 мкг/м³).



Поступление в атмосферу тяжелых металлов, т/год

Химический элемент	Вынос микроэлементов				Вклад антропогенных источников в суммарный вынос, %
	летучими продуктами активного вулканизма	в составе фракционированной морской соли	в составе атмосферной пыли над континентами	антропогенными источниками	
Железо	$1,1 \cdot 10^7$	$0,1 \cdot 10^7$	$3,1 \cdot 10^7$	$0,01 \cdot 10^7$	0,3
Марганец	$1,5 \cdot 10^5$	$0,3 \cdot 10^5$	$5,5 \cdot 10^5$	$0,03 \cdot 10^5$	0,4
Кобальт	$0,5 \cdot 10^4$	150	$12,4 \cdot 10^4$	$0,04 \cdot 10^4$	0,3
Хром	$0,2 \cdot 10^5$	$0,5 \cdot 10^5$	$0,6 \cdot 10^5$	$0,09 \cdot 10^5$	6,7
Медь	$0,2 \cdot 10^4$	$8,5 \cdot 10^4$	$3 \cdot 10^4$	$0,3 \cdot 10^4$	2,2
Цинк	$0,9 \cdot 10^4$	$7,5 \cdot 10^4$	$6 \cdot 10^4$	$0,8 \cdot 10^4$	5,5
Мышьяк	$0,3 \cdot 10^4$	$0,2 \cdot 10^4$	$0,85 \cdot 10^4$	$0,08 \cdot 10^4$	5,6
Кадмий	168	—	400	55	8,9
Сурьма	517	300	980	400	18,2
Ртуть	4	4000	240	110	2,5
Свинец	5,5	—	8000	20 300	71,7

Мониторинг атмосферного воздуха

- Система наблюдений за состоянием атмосферного воздуха, его загрязнением и за происходящими в нем природными явлениями, а также оценка и прогноз состояния атмосферного воздуха, его загрязнения (закон "Об охране атмосферного воздуха".)
- Мониторинг атм.воздуха - определение наличия и концентрации загрязняющих атмосферу веществ с помощью специальных приборов и оборудования.

Мониторинг состояния атмосферного воздуха подразделяется на две системы:



- наблюдения за качеством атмосферы в городах, населенных пунктах и территориях, вне зоны влияния конкретных источников загрязнения

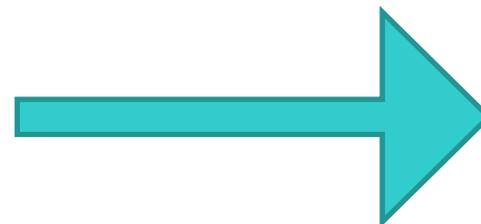


- контроль источников загрязнения и регулирования выбросов вредных веществ в атмосферу

Основные задачи мониторинга атмосферы.

Система мониторинга решает следующие задачи, связанные с управлением качеством воздуха, в том числе:

- контроль за соблюдением государственных и международных стандартов качества атмосферного воздуха;
- получение объективных исходных данных для разработки природоохранных мероприятий, градостроительного планирования и планирования транспортных систем;



- 
-
- информирование общественности о качестве атмосферного воздуха и развертывание систем предупреждения о резком повышении уровня загрязнения;
 - проведение оценки воздействия на здоровье загрязнения воздуха;
 - оценка эффективности природоохранных мероприятий.

- 
-
- Наблюдения и контроль за состоянием атмосферного воздуха проводятся в районах интенсивного воздействия и в районах, удаленных от источников загрязнения (фоновых районах).
 - Организация наблюдений за уровнем загрязнения атмосферы в городах и населенных пунктах осуществляется в соответствии с ГОСТ 17.2.3.01 – 86 «Охрана природы. Атмосфера. Правила контроля качества воздуха населенных пунктов».

Посты наблюдения

- Наблюдения за уровнем загрязнения атмосферы осуществляется на постах.
- **Постом наблюдения** является выбранное место (точка местности), на котором размещают павильон или автомобиль, оборудованные соответствующими приборами.
- Правила организации наблюдений за уровнем загрязнения атмосферы в городах и населённых пунктах изложены в соответствии с ГОСТ 17.2.3.01–86, а также с руководством по контролю загрязнения атмосферы РД52.04.186–89.

Посты наблюдений

- Сеть фоновых станций, расположенная на территории РФ, включена в ЕГСЭМ.
- Наблюдения проводятся по физическим, химическим и биологическим показателям.
- Устанавливаются посты наблюдений трех категорий: **стационарные, маршрутные и передвижные** (подфакельные).

Стационарный пост

- Предназначен для обеспечения непрерывной регистрации содержания загрязняющих веществ или регулярного отбора воздуха для последующего анализа.
- Из числа стационарных постов выделяются **опорные стационарные посты**, которые предназначены для выявления долговременных изменений содержания основных и наиболее распространенных специфических загрязняющих веществ.
- Они оборудуются специальными павильонами, которые устанавливаются в заранее выбранных местах.

Стационарная станция контроля загрязнения атмосферного воздуха



Маршрутный пост

- Место на определенном маршруте в городе. Предназначен для регулярного отбора проб воздуха, когда невозможно установить стационарный пост или необходимо более детально изучить состояние загрязнения воздуха в отдельных районах, например, в новых жилых районах.
- Он устанавливается в заранее выбранных точках.
- Одна машина за рабочий день объезжает 4-5 точек. Порядок объезда автомашиной выбранных маршрутных постов должен быть одним и тем же, чтобы обеспечить определение концентрации примесей в постоянные сроки.



Передвижной пост (подфакельный)

- Предназначен для отбора проб под дымовым (газовым) факелом с целью выявления зоны влияния данного источника промышленных выбросов.
- Наблюдения проводятся с помощью оборудованной автомашины.
- Посты располагаются на строго фиксированных расстояниях от источника. Они перемещаются в соответствии с направлением факела обследуемого источника выброса.

- Передвижная автоматическая станция контроля загрязнения атмосферного воздуха «ЭКРОС-АТМОСФЕРА», ОАО «Ачинский глиноземный комбинат» (Красноярский край)



- Центр управления, сбора и обработки информации атмосферного мониторинга, стационарная и передвижная автоматические станции контроля загрязнения атмосферного воздуха, МУП «ГорЭкоЦентр», г. Челябинск



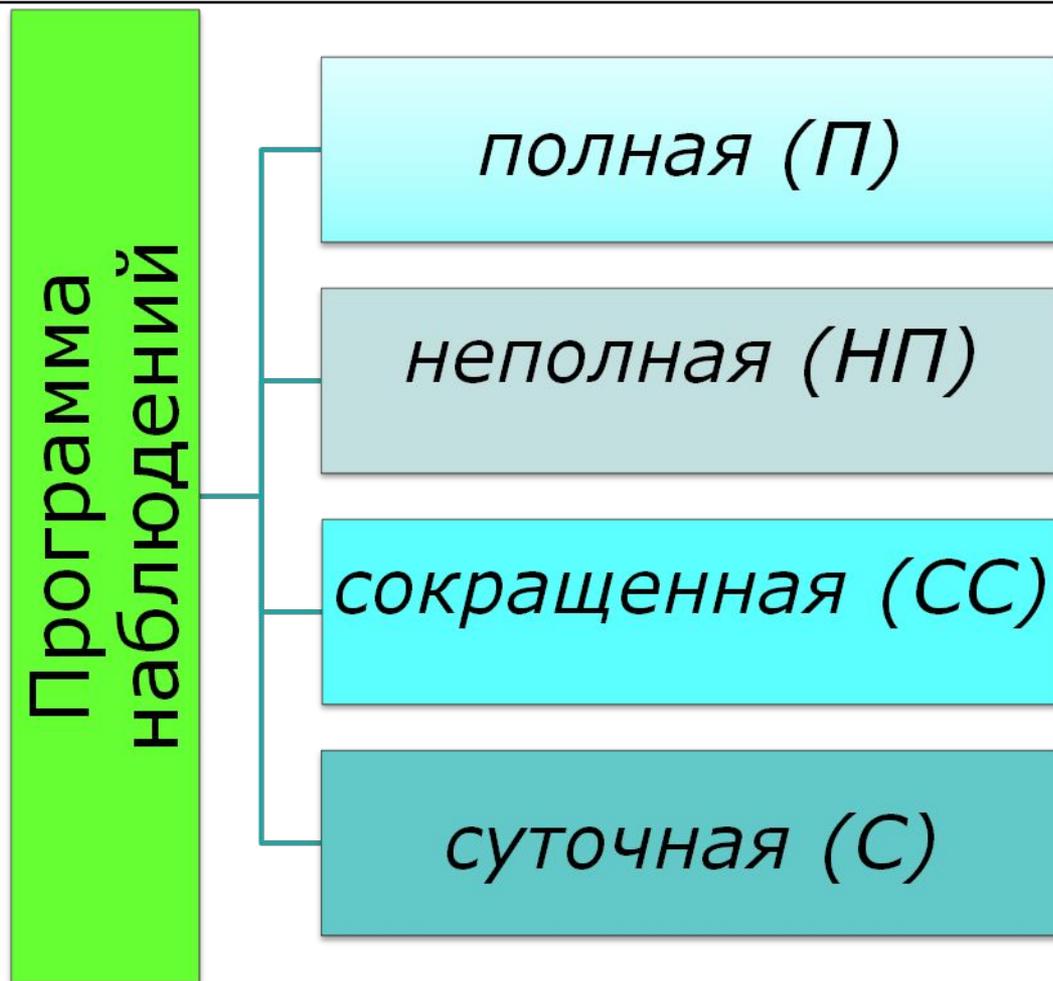
- Перечень веществ для измерения на стационарных, маршрутных постах и при подфакельных наблюдениях устанавливается на основе сведений о составе и характере выбросов от источника загрязнения в городе и метеорологических условий рассеивания примесей.
-



-
- Определяются вещества, которые выбрасываются предприятиями города, и оценивается возможность превышения ПДК этих веществ.
 - В результате составляется список приоритетных веществ, подлежащих контролю в первую очередь.



Программа наблюдений на стационарных постах



Полная (П) Программа наблюдений

- Предназначена для получения информации о **разовых и среднесуточных концентрациях**.
- Наблюдения проводятся ежедневно путем непрерывной регистрации с помощью автоматических устройств или дискретно через равные промежутки времени в 1, 7, 13, 19 часов по местному времени.

Неполная (НП) Программа наблюдений

- Наблюдения проводятся с целью получения информации о **разовых концентрациях** ежедневно в 7, 13, 19 часов местного времени.

Сокращенная (СС) Программа наблюдений

- Наблюдения проводятся с целью получения информации только о разовых концентрациях ежедневно в 7 и 13 часов местного времени.
- Их допускается проводить при температуре воздуха ниже 45°C и в местах, где среднемесячные концентрации ниже $1/20$ максимальной разовой ПДК.

Суточная (С) Программа наблюдений

- Программа суточного отбора проб предназначена для получения информации о **среднесуточной концентрации**.
- Наблюдения проводятся путем непрерывного суточного отбора проб и не позволяют получить разовых значений концентрации.
- Все программы наблюдений позволяют получать концентрации среднемесячные, среднегодовые и средние за более длительный период.

Одновременно с отбором проб воздуха определяются следующие метеорологические параметры:

- **направление и скорость ветра,**
- **температура воздуха,**
- **состояние погоды**

- В период неблагоприятных метеорологических условий, сопровождающихся значительным возрастанием содержания примесей до высокого уровня загрязнения, проводятся наблюдения через каждые 3 часа.

- 
-
- Наблюдения на маршрутных постах, также как и на стационарных, проводятся по полной, неполной или сокращенной программе.

Организация мониторинга атмосферы на стационарных постах

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

Установка стационарных постов

- Перед установкой поста следует проанализировать:
- расчетные поля концентраций по всем ингредиентам от совокупности выбросов всех стационарных и передвижных источников;
 - особенности застройки и рельефа местности;
 - перспективы развития жилой застройки и расширения предприятий промышленности, энергетики, коммунального хозяйства, транспорта и других отраслей городского хозяйства;



-
- функциональные особенности выбранной зоны;
 - плотность населения;
 - метеорологические условия данной местности и др.

Пост должен находиться вне аэродинамической тени зданий и зоны зеленых насаждений, его территория должна хорошо проветриваться, не подвергаться влиянию близкорасположенных низких источников загрязнения (стоянок автомашин, мелких предприятий с низкими выбросами и т.п.).

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.

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

ПОСТ-1

- Для обеспечения оптимальных условий проведения стационарных наблюдений отечественной промышленностью выпускаются стандартные павильоны – посты наблюдений или комплексные лаборатории типа «ПОСТ».
- Лаборатория «ПОСТ» представляет собой утепленный павильон, в котором установлены комплекты приборов и оборудования для отбора проб воздуха и проведения метеорологических измерений скорости и направления ветра, температуры, влажности.
- Практически все стационарные пункты контроля загрязнения оборудованы комплектными лабораториями «ПОСТ-1».

ПОСТ-2

- В настоящее время начали выпускаться и устанавливаться в городах новые модификации комплексной лаборатории «ПОСТ-2», которые отличаются более высокими производительностью и степенью автоматизации.
- Если за одно обслуживание на «ПОСТ-1» можно одновременно отбирать 9 проб, то на «ПОСТ-2» – 38.
- «ПОСТ-2» оборудован автоматическим прибором контроля относительной влажности и температуры воздуха с самописцем.
- В лабораториях «ПОСТ-1» и «ПОСТ-2» могут устанавливаться газоанализаторы ГКП-1, ГМК-3 и др.

Оборудование станций мониторинга атмосферного воздуха:

- Газоаналитический комплекс;
- Метеостанция;
- Пробоотборные устройства;
- Средства метрологического обеспечения газоанализаторов;
- Программно-аппаратный комплекс сбора, обработки и хранения данных;
- Система жизнеобеспечения;
- Система энергоснабжения;
- Охранно-пожарный комплекс.
- Всё оборудование обладает стабильными метрологическими характеристиками и способно работать в тяжелых условиях длительное время без обслуживания.

Измеряемые параметры на опорных стационарных постах

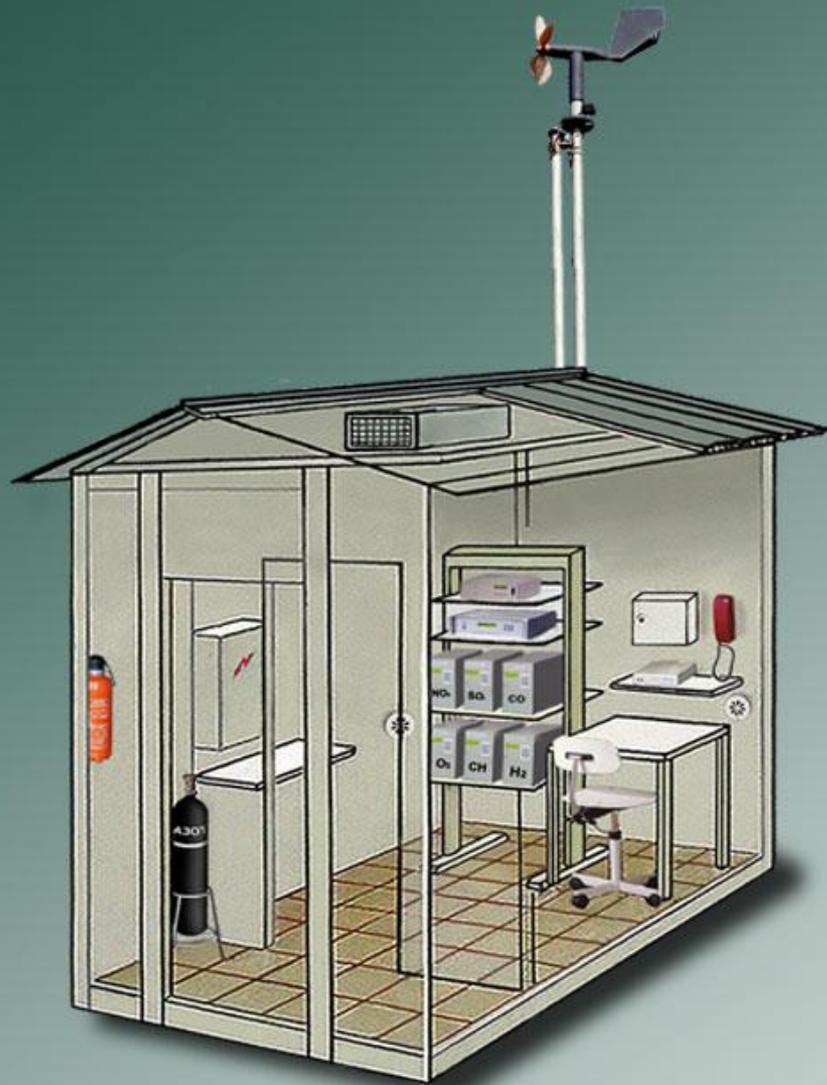
- **массовые концентрации диоксида углерода (CO₂) и загрязняющих веществ:**
- **окислов азота (NO/NO₂),**
- **аммиака (NH₃),**
- **оксида углерода (CO),**
- **диоксида серы (SO₂),**
- **сероводорода (H₂S),**
- **суммы углеводородов (ΣCH) в пересчете на метан,**
- **метана (CH₄) и суммы углеводородов за вычетом метана (ΣNCH),**
- **озона (O₃),**
- **формальдегида (CH₂O),**
- **органических и серосодержащих соединений;**
- **массовая концентрация взвешенных частиц (пыли);**
- **метеорологические параметры (скорость и направление ветра, температура и относительная влажность окружающего воздуха, атмосферное давление, количество осадков).**

Автоматизированная система наблюдений и контроля окружающей среды

- 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.

АНКОС-АГ

- В состав разработанной отечественной промышленностью АНКОС-АГ входят следующие технические средства:
- павильон, конструктивно представляющий собой металлический каркас прямоугольной формы размером 2300x4700x7600 мм;
- мачтовое устройство с комплектом метеодатчиков, установленных на крыше павильона, для измерения скорости и направления ветра, температуры, влажности;
- устройства отопления, вентиляции, освещения, кондиционирования и пожаротушения;
- газоанализаторы оксида углерода, диоксида серы, оксида, диоксида и суммы оксидов азота, озона, суммы углеводородов без метана;
- устройство сбора и обработки информации на базе микроЭВМ.





для загрязнений атмосферного воздуха





Наблюдения на маршрутных и передвижных постах

- **Маршрутным передвижным постом** является лаборатория «Атмосфера-П».
- Она предназначена для определения уровня загрязнения атмосферного воздуха и измерения метеорологических элементов при проведении **маршрутных и подфакельных** наблюдений.

Атмосфера-II

- Оборудование лаборатории «Атмосфера-П» смонтировано в кузове автофургона типа УАЗ-452А.
- Салон автофургона разделен стенкой на два отсека: приборный и вспомогательный.
- В приборном отсеке размещены приборы и оборудование для отбора проб воздуха на газовые примеси, сажу и пыль, газоанализаторы, пульт управления, а во вспомогательном отсеке – датчики температуры и влажности воздуха, распределительный щит, кабель на катушке, аккумуляторные батареи, держатель патронов и другое оборудование.

- 
-
- На крыше автофургона укреплена съемная платформа, на которой находятся ящик с датчиком измерения скорости и направления ветра, мачта для установки в рабочее положение датчиков и выносная штанга для крепления датчиков температуры, влажности и анеморумбометра.
 - В лаборатории «Атмосфера-П» используются полуавтоматические переносные приборы-индикаторы, предназначенные для определения содержания диоксида серы и сероводорода, а также хлора и озона в атмосферном воздухе



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

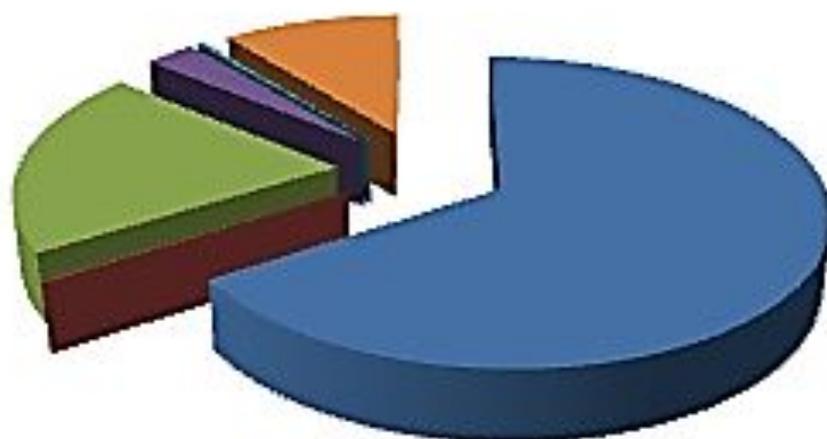
- 
-
- Отбор проб воздуха производится по направлению ветра, последовательно, на расстояниях 0,2...0,5; 1; 2; 3; 4; 6; 8; 10; 15 и 20 км от стационарного источника выброса, а также с наветренной стороны источника.
 - Под факелом проводятся наблюдения за типичными для данного предприятия ингредиентами с учетом объема выбросов и их токсичности.

- 
-
- В зоне максимального загрязнения (по данным расчетов и экспериментальных замеров) отбирается не менее 60 проб воздуха, а в других зонах – не менее 25.
 - Отбор проб воздуха при проведении подфакельных наблюдений производится на высоте 1,5 м от поверхности земли в течение 20...30 мин, не менее чем в трех точках одновременно.

Мониторинг загрязнения воздуха автотранспортом

- Количество вредных выбросов, поступающих в атмосферный воздух от автотранспорта, зависит от следующих факторов:
- качественного и количественного составов парка автомобилей,
- условий организации уличного движения,
- архитектурно-планировочных особенностей сети автомагистралей и ряда других факторов.
- В настоящее время действуют несколько ГОСТов и ОСТов, регламентирующих содержание оксида углерода и других примесей в отработавших газах

Загрязняющие вещества в выхлопных газах автомобилей



- Угарный газ (65,8%)
- Свинец (0,1%)
- Оксиды азота (20,1%)
- Диоксид серы (3%)
- Сажа (0,4%)
- Углеводороды (10,6%)

-
- Для изучения особенностей загрязнения воздуха выбросами автотранспорта организуются специальные наблюдения, в результате которых определяются:
 - 1. Максимальные значения концентраций основных примесей, выбрасываемых автотранспортом в районах автомагистралей, и периоды их наступления при различных метеоусловиях и интенсивности движения транспорта;



- 
-
- 2. Границы зон и характер распределения примесей по мере удаления от автомагистралей;
 - 3. Особенности распространения примесей в жилых кварталах различного типа застройки и в зеленых зонах, примыкающих к автомагистралям;
 - 4. Особенности распределения транспортных потоков по магистралям города.
 - Наблюдения проводятся во все дни рабочей недели ежечасно с 6 до 13 ч или с 14 до 21 ч с чередованием дней с утренними и вечерними проверками. В ночное время наблюдения проводятся 1 – 2 раза в неделю.

-
- **Точки наблюдения** выбираются на городских улицах с интенсивным движением транспорта и располагаются на различных участках улиц в местах, где часто производится торможение автомобилей и выбрасывается наибольшее количество вредных примесей.



Цель обработки и обобщения материалов наблюдения

- получение достоверной и объективной информации об уровне загрязнения атмосферы и его причинах,
- разработка рекомендаций по снижению
- доведение информации до органов, принимающих решения, и широкой общественности.
- Обобщение выполняется на основании данных измерений разовых или среднесуточных концентраций вредных примесей и сведений о выбросах вредных веществ в атмосферу конкретного предприятия, города и др.

- 
-
- Данные о результатах наблюдений загрязнения атмосферного воздуха и метеорологических параметров, о результатах подфакельных и других наблюдений поступают со стационарных и маршрутных постов в одно из подразделений местных органов Росгидромета.
 - Чаще всего - в отделы обеспечения информацией хозяйственных организаций, управлений по гидрометеорологии, где они проходят контроль и сводятся в специальные **таблицы**, называемые таблицами наблюдений за загрязнением атмосферы (ТЗА).

Эти таблицы подразделяются на четыре вида:

- ТЗА-1 — результаты разовых наблюдений за загрязнением атмосферного воздуха на сети постоянно действующих стационарных и маршрутных постов в одном городе или промышленном центре, а также данные метеорологических наблюдений;
- ТЗА-2 — результаты подфакельных наблюдений;
- ТЗА-3 — данные средних суточных наблюдений за выпадением и концентрацией пыли и газообразных примесей;
- ТЗА-4 — данные суточных наблюдений с помощью газоанализаторов или других приборов и устройств непрерывного действия.

Результаты обобщения информации по территории служат для выявления:

- 1) городов с наиболее высоким уровнем загрязнения атмосферы;
- 2) источников выбросов вредных веществ, вносящих наибольший вклад в уровень загрязнения атмосферы городов;
- 3) вредных веществ, содержание которых в атмосфере определяет загрязнение воздуха в городах.

Предельно допустимые концентрации загрязняющих веществ в РФ

N	Вещество	Класс опасности	ПДК _{МР} , мг/м ³	ПДК _{СС} , мг/м ³
1	<u>Оксид углерода</u>	4	5	3
2	<u>Диоксид азота</u>	2	0,2	0,04
3	<u>Оксид азота</u>	3	0,4	0,06
4	<u>Углеводороды суммарные</u>	-	-	-
5	<u>Метан</u>	-	50	-
6	<u>Диоксид серы</u>	3	0,5	0,05
7	<u>Аммиак</u>	4	0,2	0,04
8	<u>Сероводород</u>	2	0,008	-
9	<u>Озон</u>	1	0,16	0,03
10	<u>Формальдегид</u>	2	0,05	0,01
11	<u>Фенол</u>	2	0,01	0,006
12	<u>Бензол</u>	2	0,3	0,1
13	<u>Толуол</u>	3	0,6	-
14	<u>Параксилол</u>	3	0,3	-
15	<u>Стирол</u>	2	0,04	0,002
16	<u>Этилбензол</u>	3	0,02	-
17	<u>Нафталин</u>	4	0,007	-

Методы, средства измерений и обработка результатов

- Для наблюдения и контроля уровня загрязнения воздуха используются различные методы:
- фотокалориметрия,
- атомно-абсорбционная спектрофотометрия,
- рентгенофлуоресцентный анализ,
- квазилинейчатых спектров люминесценции,
- потенциометрия,
- газовая хроматография.



В настоящее время контроль состояния атмосферного воздуха осуществляется в 262 городах РФ с помощью 713 станций Государственной сети мониторинга окружающей среды и 659 станций Росгидромета.

Кроме того, сведения о состоянии атмосферного воздуха получают более чем с 60 станций различных ведомств.

Они свидетельствуют о том, что в 205 городах, в которых проживает 65,4 млн. человек, средние концентрации за год одного или нескольких загрязняющих веществ превышают ПДК.

Проблема загрязнения атмосферы в основном связана с диоксидом серы, оксидами азота, оксидом углерода, бензапиреном, формальдегидом

Схема размещения автоматизированных станций мониторинга.

