

Министерство образования и науки Российской Федерации
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
**«Владимирский государственный университет
имени Александра Григорьевича и Николая Григорьевича Столетовых»
(ВлГУ)**

Институт машиностроения и автомобильного транспорта
Кафедра «Автотранспортная и техносферная безопасность»
Методические указания к практическим занятиям (часть2)
по дисциплине «Экологическое воздействие производственных процессов»
для студентов ВлГУ,
обучающихся по направлению **20. 03.01 Техносферная безопасность**

составитель Туманова Н.И.

Владимир – 2016г.

Тема 1. Общая характеристика состояния атмосферы

Цель занятия: изучить зависимость изменения состава атмосферы от антропогенных факторов и связанные с этим экологические проблемы.

Теоретическое введение. Атмосфера – это газовая оболочка Земли с содержащимися в ней аэрозольными частицами, движущаяся вместе с Землей в мировом пространстве как единое целое. Значение атмосферы определяется прежде всего содержанием кислорода, водяных паров и углекислого газа. Кислород обуславливает процессы окисления органических и минеральных веществ. Водяные пары, достигая состояния насыщения, конденсируются и образуют осадки. Углекислый газ служит регулятором температуры Земли. По распределению температуры и концентрации электронов с высотой атмосферу делят на четыре слоя - тропосфера, стратосфера, мезосфера, термосфера. Важнейшей особенностью процессов, которые протекают в атмосфере, является образование долгоживущих метастабильных атомов и молекул. Примером может служить образование в стратосфере на высотах от 10 до 50 км озонового слоя.

Как никакой другой природный ресурс атмосферный воздух образует единую в глобальном масштабе среду жизни. Мы живем в тропосфере, нижнем слое атмосферы. Воздух, которым мы дышим, состоит из азота (78%), кислорода (21%), небольшого количества водяных паров, аргона, углекислого газа (0,03%) и некоторых других газов (Ne, He, CH₄, Kr, N₂O, H₂, Xe, O₃). Водяные пары, сосредоточенные в тропосфере, оказывают влияние на большую часть погодных явлений. В атмосфере происходят многообразные физические процессы, непрерывно изменяющие ее состояние. Физическое состояние атмосферы у земной поверхности и в нижних 30..40 км в данный момент времени называется погодой. Изменения погоды у земной поверхности оказывают влияние на очень многие области хозяйственной деятельности человека.

Отличительная особенность воздушных потоков в приземном слое тропосферы – очень высокая турбулентность, пульсация скоростей ветра по величине и направлению. Динамическое влияние земной поверхности проявляется до высоты 1,5...2 км. На толщину и структуру приграничного слоя влияет также распределение температуры и влажность воздуха. Движение воздушных масс описывается системой дифференциальных уравнений на основании компонент скорости ветра, температуры, давления, плотности воздуха и плотности водяного пара. Количественное описание движения воздушных масс позволяет решать важные экологические задачи борьбы с загрязнением воздушной среды, а, следовательно, и других компонентов природы, поскольку воздух является переносчиком многих загрязнителей на большие расстояния. В Российской Федерации под загрязнением атмосферы понимается изменение ее состава в результате наличия примесей (ГОСТ

17.2.1.04-77). Атмосферный аэрозоль – это полидисперсная система из ~10 % твердых или жидких частиц в ~90 % газа. Химический состав частиц аэрозоля определяется природой исходного вещества, механизмом образования аэрозоля (диспергирование, конденсация, химические реакции) и размером частиц. К таким системам относятся пыль, дым, туман, мгла, смог (табл. 1).

Таблица 1

| Класс аэрозоля | Размеры частиц | Источник образования и состав |
|---|---|---|
| Пыль | Твердые частицы от 5 до 100 мкм | Дробление, размол, перегрузка сыпучих материалов, взрыв, механическая обработка твердых тел. В составе пыли преобладают SiO_2 , Al_2O_3 , CaO , MgO , C , K_2O , Na_2O , PbO , ZnO , Fe_2O_3 , SeO_2 , As_2O_3 |
| Дым | Твердые частицы от 0,1 до 5 мкм | Результат горения, сублимации и дистилляции. Например, выбросы металлургических предприятий включают PbO , ZnO , Fe_2O_3 |
| Туман - капли жидкости (H_2O , H_2SO_4 , углеводороды) у поверхности земли | Частицы водяного тумана 0,5 мкм, серной кислоты 1...10 мкм. Могут быть крупные капли более 100 мкм | В результате конденсации паров или распыления жидкости. Образуется при окраске. При закалке изделий в масле. В цехах формовки аккумуляторов, гальванических цехах образуются туманы из капель серной или хромовой кислот. |
| Смог | Не превышают 1 мкм | Система из дыма и тумана, содержит также продукты фотохимической реакции и пары воды |

На перемещение ЗВ в атмосфере на дальние расстояния влияют факторы: метеорологические условия (давление, температура, скорость и направление движения воздуха), расположение предприятий и источников выбросов, характер местности, физические и химические свойства выбрасываемых веществ. Горизонтальное перемещение примесей определяется в основном скоростью ветра, а вертикальное – распределением температур в вертикальном направлении. Рассеивание достигается за счет турбулентной диффузии, которая обеспечивает одинаковое течение процесса переноса тепла, вредных газов, мелких аэрозолей, водяных паров. На рисунке 1 приведены схемы основных химических изменений загрязняющих веществ в атмосфере. Это – превращение газа в

твердые вещества, процесс окисления, цепные фотохимические реакции.

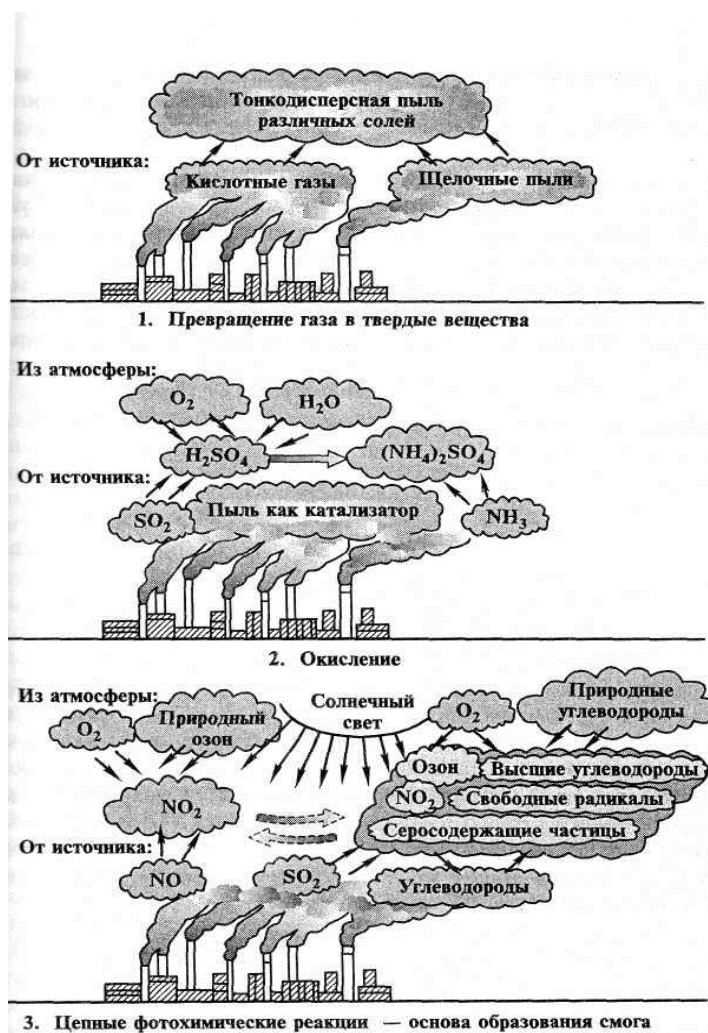


Рис. 1. Схемы превращений в атмосфере

При оценке загрязнения атмосферы важен также период времени, в течение которого загрязняющие вещества сохраняются в ней. Среднее «время жизни» некоторых веществ приведено в таблице 2.

Таблица 2

| Элемент, соединение | Формула | Среднее время пребывания в атмосфере |
|-----------------------|---|--|
| Азот | N ₂ | 10 ⁶ ...2·10 ⁷ лет |
| Кислород | O ₂ | 5·10 ³ ...10 ⁴ лет |
| Фреоны ХФУ-11, ХФУ-12 | CFCl ₃ , CF ₂ Cl ₂ | 70...100 лет |
| Диоксид углерода | CO ₂ | 5...10 лет |
| Метан | CH ₄ | 4...7 лет |
| Диоксид азота | NO ₂ | 2,5...4 года |
| Озон | O ₃ | 0,3...2 года |
| Оксид углерода | CO | 0,2...0,5 лет |
| Оксид азота | NO | 8...11 суток |
| Вода | H ₂ O | 10 суток |
| Диоксид серы | SO ₂ | 2...4 суток |
| Сероводород | H ₂ S | 0,5...4 суток |

В таблице 3 приведена классификация проблем, связанных с загрязнением атмосферы в зависимости от высоты, расстояния и времени. Динамическое загрязнение атмосферы происходит, главным образом, в нижних слоях, а долговременные изменения воздействуют на всю земную атмосферу.

Таблица 3

| Проблема | Масштаб | | | Компетенция организаций |
|-----------------|------------------|--|-------------|-------------------------|
| | По региону | По высоте | По времени | |
| Глобальная | Глобальный | Атмосфера | Десятилетия | Международных |
| Континентальная | Континентальный | Стратосфера | Годы | |
| Государственная | Государственный | Атмосфера | Месяцы | Государственных |
| Региональная | Обширный район | Тропосфера | Недели | |
| Города | Городской | Нижний слой тропосферы до 500...1500 м | Дни | |
| Локальная | Вокруг источника | Высота дымовой трубы | Часы | Региональных |

Важнейшие глобальные экологические проблемы, обусловленные загрязнением атмосферы:

1. **разрушение озонового слоя Земли.** В 1970 г. П. Крутцен показал, что оксиды азота, которые выбрасываются в атмосферу при использовании сельскохозяйственных удобрений, а также сверхзвуковыми самолетами, могут разрушать озоновый слой. В 1974 г. С. Роулэнд и М. Млина указали на хлорфторуглеродные соединения – вещества, разрушающие озон; работы этих ученых в 1995 г. были удостоены Нобелевской премии.

2. **кислотные осадки** – атмосферные осадки, в которых водородный показатель рН менее 5,6.

3. **глобальное потепление.**

Изменения под воздействием антропогенных факторов, в отличие от естественных, развиваются очень быстро. Влияние на климат оказывают следующие, принявшие глобальный характер процессы:

1. распаивание огромных массивов земли, вызывающие изменение альбедо, быструю потерю влаги, подъем пыли в атмосферу;

2. уничтожение лесов, особенно тропических, влияющее на воспроизводство кислорода, изменения альбедо и испарения;

3. перевыпас скота, превращающий степи и саваны в пустыни, в результате чего меняется альбедо, иссушается почва;

4. сжигание ископаемого органического топлива и поступление в атмосферу CO_2 , CH_4 ;

5. выбрасывание в атмосферу промышленных отходов, меняющих состав атмосферы, увеличивающих содержание радиационно-активных газов и аэрозолей. Последние два процесса увеличивают парниковый эффект.

Вопросы и задания

1. Дайте определения классам аэрозолей.
2. Что такое загрязнение атмосферы? Дайте определение согласно ГОСТа.
3. Какие превращения происходят с загрязняющими веществами в атмосфере и что влияет на процесс рассеивания?
4. Классифицируйте проблемы, связанные с загрязнением атмосферы.
5. Насколько важно знать альбедо поверхности?

Задача 1. Проанализируйте поступление тяжелых металлов в атмосферу от различных источников по данным таблицы 4 (Черных, Сидоренко, 2003). Сделайте вывод.

Таблица 4

| Источник | Тяжелые металлы, % от суммы | | | |
|---|-----------------------------|-------------|-------------|-------------|
| | Cd | Zn | Pb | Hg |
| Ветровая эрозия | 1.4 | 3.7 | 1.6 | 0.2 |
| Извержение вулканов | 1.7 | 1.6 | 1.2 | 0.2 |
| Лесные пожары | 3.7 | 20.7 | 0.7 | 0.2 |
| Испарение с поверхности почв и растений | 2.0 | 3.0 | 0.4 | 72.5 |
| Поступление с поверхности почвы | 17.8 | 26.0 | 3.5 | 8.5 |
| <i>Всего с природными источниками</i> | <i>26.3</i> | <i>29.0</i> | <i>4.5</i> | <i>81.0</i> |
| <i>Всего с антропогенными источниками</i> | <i>73.7</i> | <i>71.0</i> | <i>95.5</i> | <i>19.0</i> |

Литература:

1. Техника и технология защиты воздушной среды: Учеб. пособие для вузов / В.В. Юшин, В.М. Попов, П.П. Кукин и др. – м.: Высш. шк., 2005. – 391 с., ил.
2. Хентов В.Я. Химия окружающей среды для технических вузов: Учеб. пособие. – Ростов н/Д: изд-во «Феникс», 2005. – 144 с.
3. Хромов С.П., Петросянц М.А. Метеорология и климатология: Учебник, 6-е изд. – М.: Изд-во МГУ, Изд-во «КолосС», 2004. – 582 с.

Тема 2. Международное сотрудничество по контролю загрязнения атмосферы

Цель занятия: ознакомиться с принципами, организацией, методами международного сообщества в области охраны атмосферы.

1. www.hmn.ru: прогноз погоды, новости: архив – графики: Ставрополь ...

Теоретическое введение. Важную роль в охране атмосферного воздуха играет Всемирная метеорологическая организация (ВМО), созданная в 1947 г. как специализированное учреждение ООН. Основным международно-правовым принципом охраны атмосферного воздуха является признание того факта, что атмосфера Земли является частью общего наследия человечества и любые воздействия на нее отдельных государств могут нанести ущерб другим.

Гидрометеорологические организации

Национальные и международные метеорологические организации наблюдают и прогнозируют погоду в тесном сотрудничестве друг с другом. Задачей метеорологической службы является исследование атмосферы и снабжение экономики страны соответствующей информацией о погоде и климате. Web-сайты многих метеорологических организаций содержат большой объем информации и графических материалов о текущей погоде, о штормовых предупреждениях и погодных явлениях.

Всемирная метеорологическая организация (ВМО)

World Meteorological Organization (WMO) www.wmo.ch

В состав ВМО входят около 180 стран-участниц. Эта организация координирует Всемирную службу погоды, Всемирную программу исследования климата, обеспечивает поддержку других органов службы погоды, в том числе оказывает помощь развивающимся странам. Всемирная служба погоды состоит из трех взаимосвязанных информационных систем: глобальной системы наблюдений (ГСН), в рамках которой осуществляется мониторинг окружающей среды и готовятся данные для международного обмена; глобальной системы обработки данных (ГСОД), предназначенной для обработки гидрометеорологической информации и подготовки прогнозов. В России действует один из трех Мировых метеорологических центров – ММЦ Москва, два других – в Вашингтоне и Мельбурне. Глобальная система телесвязи (ГСТ) обеспечивает обмен данными практически между всеми странами мира.

Россия

Федеральная служба России по гидрометеорологии и мониторингу окружающей среды (Росгидромет)

www.meteorf.ru

В Росгидромет входят 22 территориальных управления по гидрометеорологии и мониторингу окружающей среды (УГМС), при этом большинство из них имеют в своем подчинении региональные центры (ЦГМС), которые расположены в крупных городах. В составе Росгидромета 18 научно-исследовательских институтов, два из них имеют статус Государственного научного центра (Гидрометцентр России и ААНИИ); оперативно-производственные подразделения; Главный радиометеорологический центр (ГРМЦ), Главный авиаметеорологический центр (ГАМЦ), Главный вычислительный центр (ГВЦ), три военизированные службы активных воздействий на гидрометеорологические процессы. Начиная с 1999 г. создано более 20 метеорологических агентств для организации специализированного гидрометеорологического обеспечения. При службе функционируют пять техникумов, а также ряд других вспомогательных организаций. Руководитель Росгидромета А.И. Бедрицкий в 2003 г. избран на пост президента ВМО.

Для контроля загрязнения атмосферы ВМО создана глобальная измерительная сеть автоматических станций (рис. 2). Одной из главных целей ВМО является определение влияния долгосрочного изменения химического состава атмосферы на климат Земли. В рамках Глобальной системы мониторинга ОС ВМО совместно с Всемирной организацией здравоохранения (ВОЗ) проводит мониторинг загрязнения атмосферы в 100 городах мира. Российские станции контроля загрязнения атмосферы образуют сеть Восточноевропейского центра программы ЕМЕП - *Совместной программы наблюдений и оценки распространения загрязняющих воздух веществ на большие расстояния*, которая проводится под эгидой Европейской экономической комиссии ООН, - а также являются составной частью Глобальной системы мониторинга окружающей среды ВМО (рис. 3). В РФ на станциях контроля загрязнения атмосферы, расположенных в том числе во всех городах с населением более 100 тыс. человек, регулярно отмечают изменения концентраций пыли, окиси углерода, двуокиси азота, аммиака, сероуглерода, фенола, фтористого водорода.



Рис. 2. Измерительная сеть Всемирной метеорологической организации



Рис. 3. Крупнейшие российские станции контроля загрязнения атмосферы

Разработка международных стандартов в области охраны ОС относится к приоритетным направлениям деятельности Международной организации по стандартизации ИСО, центральный секретариат которой размещается в Женеве. В 1971 г. был создан Технический комитет ИСО/ТК 146 *Качество воздуха* для разработки стандартов в области качества воздуха, включая термины и определения, методы отбора проб, измерения и представления характеристик воздуха. Состав Технического комитета ИСО/ТК 146 *Качество воздуха* представлен в таблице 5.

| Активные участники комитета | | Страны - наблюдатели | |
|-----------------------------|-----------|----------------------|-------------------|
| Бельгия | Филиппины | Австралия | Колумбия |
| Бразилия | Франция | Австрия | Южная Корея |
| Великобритания | Чехия | Алжир | Монголия |
| Венгрия | Чили | Болгария | Куба |
| Германия | Швеция | Венесуэла | Норвегия |
| Испания | Ямайка | Вьетнам | Португалия |
| Италия | Япония | Дания | Саудовская Аравия |
| Канада | | Зимбабве | Сингапур |
| Китай | | Гонконг | Таиланд |
| Мексика | | Греция | Танзания |
| Нидерланды | | Израиль | Тринидад и Тобаго |
| Новая Зеландия | | Индия | Тунис |
| Польша | | Индонезия | Украина |
| Россия | | Иран | Финляндия |
| Румыния | | Ирландия | Швейцария |
| Словакия | | Исландия | Эфиопия |
| США | | Кения | Югославия |
| Турция | | КНДР | Южная Африка |

Основные термины по ИСО в области оценки качества воздуха приведены в таблице 6.

Таблица 6

| Термины | Определения |
|--|--|
| Загрязняющее атмосферу вещество | Любое вещество, выделяемое в атмосферу либо в результате деятельности человека, либо в ходе какого-либо естественного процесса, которое может оказывать неблагоприятное влияние на здоровье человека и на окружающую среду |
| Загрязнение воздушной среды | Присутствие в атмосфере веществ, выделяющихся либо в результате деятельности человека, либо в ходе естественных процессов, в достаточной концентрации достаточно продолжительное время, которые создают условия, ухудшающие комфорт, здоровье или самочувствие людей или характеристики окружающей среды |
| Концентрация загрязняющих веществ в приземном слое атмосферы | Количество твердого, жидкого или газообразного вещества в единице объема воздуха, которое обычно определяют на заданной высоте |
| Выброс | Выделение каких-либо веществ в атмосферу. Точку или место выброса называют источником. Этот термин используют при описании выброса и начала выброса |
| Поток выброса | Количество выделяющихся в атмосферу веществ на единицу площади соответствующей поверхности источника выброса |
| Мощность выброса | Масса веществ, выделяемых в атмосферу в единицу времени |
| Очищение | Удаление загрязнений из атмосферы в результате какого-либо естественного процесса |
| Борьба с загрязнением | Сокращение количества загрязняющего вещества какого-либо типа |
| Аэрозоль | Суспензия в газообразной среде твердых и/или жидких частиц, скорость седиментации которых ничтожна мала |
| Туман | Общий термин, относящийся к суспензии капелек в газе (капелек воды в воздухе) |
| Дым | Аэрозоль твердых частиц, образующийся главным образом |

| | |
|------------|---|
| | при металлургических процессах при конденсации паров расплавленных веществ, сопровождающийся обычно химическими реакциями, такими как окисление |
| Пары | Термин, часто используемый для обозначения неприятных, вызывающих тошноту газовыделений, которые могут быть результатом химических реакций |
| Пыль | Общий термин, используемый для обозначения твердых частиц различных размеров и различного происхождения, которые в общем случае могут некоторое время быть суспензированы в газе |
| Смог | Обширное загрязнение атмосферы аэрозолями, связанное частично с естественными явлениями, частично – с деятельностью человека |
| Мониторинг | 1) многократные измерения для наблюдений за изменением какого-либо параметра в некотором интервале времени; 2) регулярное измерение уровня загрязнений по отношению к некоторому стандарту или к постоянной оценке эффективности системы регулирования либо управления |

В разработке стандартов принимают участие более 20 000 инженеров, ученых и администраторов из десятков стран, более 400 международных организаций сотрудничают с Техническими комитетами ИСО. Например, ИСО/ТК 146 сотрудничает с Международной организацией гражданской авиации ИКАО по стандартизации методов анализа выхлопных газов авиационных двигателей; совместно с комиссией Международного союза теоретической и прикладной химии ИЮПАК *Химия атмосферы* ИСО/ТК 146 координирует разработку методов анализа различных загрязнений атмосферы. Международная организация правовой метрологии OIML имеет в своей структуре Технический комитет OIML/ТК 16 *Приборы для измерения загрязнений*, который разрабатывает требования к приборам контроля NO_x, SO₂, CO. Россия является постоянным членом руководящих органов ИСО – Совета и Исполкома, а также активным участником большинства из 200 Технических комитетов по разработке международных стандартов. Сотрудничество и ИСО позволяет любой стране использовать в национальной практике научно-технический и производственный опыт экономически развитых стран, специалисты которых, как правило, являются авторами международных стандартов.

Для оптимизации природоохранной деятельности и снижения воздействия на ОС в 1996 г. были разработаны и приняты стандарты экологического управления ИСО 14000. В Российской Федерации указанные стандарты были приняты в качестве государственных ГОСТ Р ИСО 14000 в 1998 г. Отличительной особенностью международных стандартов ИСО 14000 является то, что они не предписывают требований к природоохранной деятельности, они определяют требования к основным элементам и организационной

структуре системы управления ОС любой организации, независимо от ее масштаба и сферы деятельности. Стандарты ИСО 14000 являются добровольными и обладают определенной гибкостью, организация сама определяет степень детальности системы управления ОС.

Основные элементы и общие требования международного ИСО 14001-2004 *Системы управления окружающей средой. Требования и руководство по применению* и российского ГОСТ Р ИСО 14001-98 представлены следующим образом:

1. **Экологическая политика.** Организация должна определить свою экологическую политику и принять на себя обязательства в отношении системы управления окружающей средой.

2. **Внедрение и функционирование.** Организация должна создать возможности и механизмы, необходимые для достижения поставленных целей.

3. **Контроль и оценка.** Организация должна проводить мониторинг и измерения, контролировать и оценивать свою экологическую эффективность.

4. **Анализ и улучшение.** Организация должна анализировать и постоянно улучшать собственную систему управления окружающей средой с целью повышения своей общей экологической эффективности.

Вопросы и задания

1. Назовите основные принципы охраны атмосферы в международном аспекте.
2. В чем состоят основные задачи Всемирной метеорологической организации?
3. Как работают информационные системы Всемирной службы погоды?
4. Насколько представительно участие России в мониторинге и контроле загрязнений атмосферы?
5. В чем особенность международных и российских стандартов экологического управления ИСО 14000? ГОСТ Р ИСО 14001-98?

Литература:

2. Погода. Энциклопедический путеводитель. – М.: Махаон, 2007. – 304 с., ил.
3. Фомин Г.С., Фомина О.Н. Воздух. Контроль загрязнений по международным стандартам. Справочник./ Под ред. С.А. Подлепы. – М.: Издательство Протектор, 1994. – 228 с., ил.

Тема 3. Национальный мониторинг. Потенциал загрязнения атмосферы

Цель занятия:

1. изучить организацию и задачи Единой государственной системы экологического мониторинга в РФ;
2. освоить анализ факторов, влияющих на потенциал загрязнения атмосферы.

Теоретическое введение. В нашей стране впервые контроль за загрязнением атмосферного воздуха как объекта охраны природы был начат в отдельных крупных промышленных центрах СССР с 1963 г. Становление первого этапа контроля загрязнения объектов природной среды завершилось в 1972 г., когда была организована Общегосударственная служба наблюдения и контроля за загрязнением природной среды (ОГСНК). Общее руководство ОГСНК было возложено на Гидрометеослужбу, а в дальнейшем на Государственный комитет СССР по гидрометеорологии (Госкомгидромет). Общегосударственная сеть наблюдений работает исходя из одинаковых принципов построения сети – регулярность, единство программ и методов, репрезентативность мест наблюдений. Основные принципы организации системы наблюдений (комплексность, систематичность), химического анализа проб воздуха, воды, обобщения получаемой информации позволили обеспечить сравнимость данных наблюдений за загрязнением природной среды на всей территории России.

В настоящее время на базе ОГСНК для решения задачи стандартизации информации о состоянии окружающей среды разработана Единая государственная система экологического мониторинга России (ЕГСЭМ). Основные задачи системы следующие.

1. Наблюдение (мониторинг) за загрязнением атмосферы и поверхностных вод по физическим, химическим, экологическим показателям с целью определения уровня загрязнения, его изменения во времени и пространстве, а также для оценки состояния природной среды, эффективности мероприятий по ее охране.

2. Обеспечение организаций оперативной (экстренной) информацией о резких изменениях уровня загрязнения природной среды в зависимости от хозяйственной деятельности и гидрометеорологических условий. Оперативные предупреждения о возникших в отдельные короткие периоды высоких уровнях загрязнения, которые могут быть вызваны нарушением режима работы предприятий или неблагоприятными метеоусловиями, необходимы для принятия мер по снижению или прекращению выбросов и сбросов.

3. Получение достоверной режимной информации о загрязнении атмосферного воздуха и поверхностных вод, которая позволяет изучать влияние уровня загрязнения на заболеваемость населения; оценивать ущерб, нанесенный народному хозяйству; планировать

размещение новых и реконструкцию действующих промышленных предприятий, застройку городов; оценивать фоновое загрязнение природной среды.

Знание закономерностей формирования уровней загрязнения атмосферного воздуха, тенденций их изменений является крайне необходимым для обеспечения требуемой чистоты воздушного бассейна. Основой для выявления закономерностей служат наблюдения за состоянием воздушного бассейна. От качества проводимых наблюдений зависит эффективность всех воздухоохраных мероприятий.

Атмосфера как наиболее динамичная среда характеризуется сложной динамикой уровней содержания примесей. Воздушный поток, взаимодействующий с неровной подстилающей поверхностью, носит не стационарный, а периодический вихревой характер. Поэтому в каждой точке, на каждой территории ход концентраций отдельных ингредиентов и общего уровня загрязненности имеет свою специфику. Сочетание естественных факторов, влияющих на уровень загрязнения, **образует потенциал загрязнения атмосферы (ПЗА).**

Различают климатический и метеорологический (МПА) потенциал загрязнения атмосферы. Климатический ПЗА зависит от циркуляционных особенностей глобального и регионального масштаба, воздействия крупных форм рельефа и является стабильной характеристикой (рис. 5). Метеорологический потенциал загрязнения атмосферы (МПА) определяется конкретными метеоусловиями и постоянно изменяется.

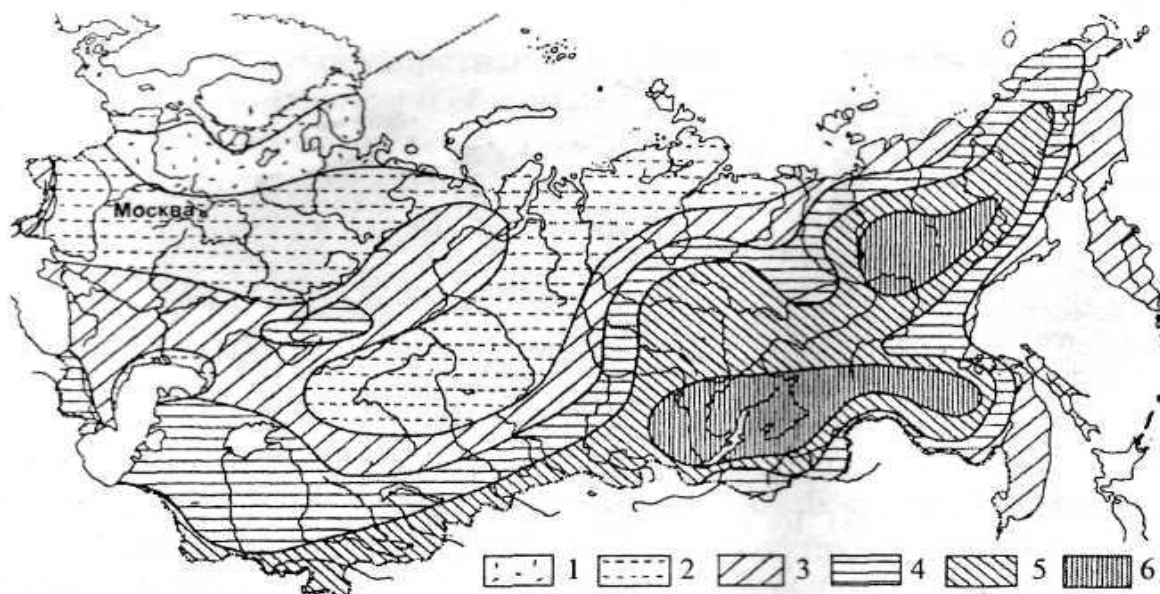


Рис. 5. Природный потенциал загрязнения атмосферы СССР (по Э.Ю. Безуглой, 1980):

1 – низкий (до 2,4); 2 – умеренный (2,4...2,7); 3 – повышенный (2,7...3,0);

4 – высокий (3,0...3,3); 5 – очень высокий (3,3...3,6); 6 – наиболее высокий (3,6...4,0).

Метеорологический потенциал загрязнения атмосферы (МПА) характеризуется значительно большей пространственной и временной изменчивостью, чем климатический ПЗА. Для определения МПА используются параметры, определяемые на значительно большем числе метеостанций.

Для определения МПА была предложена формула Т.Г. Селегей (Селегей Т.Г. Метеорологический потенциал загрязнения атмосферы Сибирского экономического района // Труды Зап.-Сиб. НИГМИ. Вып. 86. М., 1989.):

$$\text{МПА} = (P_{\text{сл}} + P_{\text{т}}) / (P_{\text{о}} + P_{\text{в}}), \text{ где}$$

$P_{\text{сл}}$ – повторяемость слабых ветров (0-1 м/с);

$P_{\text{т}}$ – повторяемость дней с туманом;

$P_{\text{о}}$ – повторяемость дней с осадками 0,5 мм и более;

$P_{\text{в}}$ – повторяемость скорости ветра 6 м/с и более.

Карты МПА могут создаваться для осредненных величин за конкретный отрезок времени. Величины параметров, определяющих МПА, даже при равнинном рельефе могут различаться в несколько раз, в зависимости от расположения метеостанции на водоразделе, склоне или в долине. Такое картографирование является важной прикладной задачей, так как позволяет количественно охарактеризовать различия в уровнях загрязнения при одном и том же выбросе, в зависимости от места размещения источника. А это, в свою очередь, позволяет определить точки опробования при фоновом мониторинге загрязнения атмосферы.

Вопросы и задания

1. Каковы основные задачи ЕГСЭМ?
2. Что такое климатический и метеорологический потенциалы загрязнения атмосферы, от каких факторов они зависят?

Литература:

1. Стурман В.И. Экологическое картографирование: Учебное пособие. – М.: Аспект Пресс, 2003. – 251 с.

Тема 4. Система нормативов качества атмосферного воздуха

Цель занятия: изучить систему нормативов качества атмосферного воздуха и допустимого воздействия.

Теоретическое введение. Существующий уровень загрязнения атмосферы оценивается на основании информации наблюдений местных метеостанций, климатических справочников, фондовых материалов научных организаций, данных территориальных органов по охране окружающей среды и результатов экологического мониторинга. Оценка качества атмосферы, степень ее загрязненности, базируется на большом пакете нормативных и директивных документов, использующих прямые методы измерения параметров среды, а также косвенные расчетные методы и критерии.

Оценка качества воздуха с гигиенической точки зрения проводится по стандартам ВОЗ, согласно которым неприемлемым уровнем загрязнения воздуха считают концентрации, превышающие верхний предел критических значений концентраций, указанных в таблице 11. Установленный стандартами ВОЗ уровень 98% означает, что только 2% величин годовой совокупности измеренных концентраций могут превышать указанный верхний предел диапазона.

Таблица 11. - Диапазон критических значений концентраций загрязнений городского воздуха, мг/м³

| Наименование загрязняющего вещества | Годовое среднее содержание | 98%-ный уровень из совокупности средних значений за: | | | |
|-------------------------------------|----------------------------|--|-------------|------|-------|
| | | 24 ч | 8 ч | 1 ч | 0,5 ч |
| Двуокись серы | 0.040-0.060 | 0.100-0.150 | 0.100-0.150 | - | - |
| Двуокись азота | - | 0.150 | - | - | - |
| Окись углерода | - | - | 10.0 | 30.0 | 60.0 |
| Свинец (частицы) | 0.0005-0.001 | - | - | - | - |
| Взвешенные частицы | 0.060-0.90 | 0.150-1.230 | 0.150-0.230 | - | - |

Основным нормативом качества воздуха является **предельно допустимая концентрация (ПДК)** – максимальная концентрация примеси в атмосфере, отнесенная к определенному времени осреднения, которая при периодическом воздействии или на протяжении всей жизни человека не оказывает на него вредного действия, включая отдаленные последствия, и на окружающую среду в целом (ГОСТ 17.2.1.04-77).

ПДК делятся на две группы: ПДК в воздухе рабочей зоны и ПДК в воздухе населенных мест. ПДК рабочей зоны, как правило, значительно больше, чем ПДК для

населенных мест. Это объясняется тем, что на предприятии люди проводят только часть суток и, кроме того, там не могут находиться дети и пожилые люди с ослабленным здоровьем.

Таблица 12

| № | Наименование вещества | ПДК, мг/м ³ | | Лимитирующий показатель | Класс опасности |
|----|---|------------------------|----------------------------|-------------------------|-----------------|
| | | максимальная разовая | среднесуточная | | |
| 1 | Азота диоксид | 0.085 | 0.04 | рефл.-рез. | 2 |
| 2 | Азот (II) оксид | 0.4 | 0.06 | рефл. | 3 |
| 3 | Аммиак | 0.2 | 0.04 | рефл.-рез. | 4 |
| 4 | Бенз(а)пирен | - | 0.1 мкг/100 м ³ | рез. | 1 |
| 5 | Бензин (нефтяной, малосернистый) | 5 | 1.5 | рефл.-рез. | 4 |
| 6 | Мазутная зола теплоэлектростанций (в пересчете на ванадий) | - | 0.002 | рез. | 4 |
| 7 | Марганец и его соединения | 0.01 | 0.001 | рез. | 2 |
| 8 | Пыль асбестосодержащая | - | 0.06 волокон в мл воздуха | рез. | 1 |
| 9 | Пыль неорганическая, содержащая двуокись кремния в %: - более 70; - 70...20 (цемент, песок, доменный шлак, клинкер); - менее 20 (известняк, мел, боксит и др.) | 0.15 0.3 0.5 | 0.05 0.1 0.15 | рез. | 3 |
| 10 | Ртуть | - | 0.0003 | рез. | 1 |
| 11 | Сера диоксид | 0.5 | 0.05 | рефл.-рез. | 3 |
| 12 | Синтетическое моющее средство типа «Кристалл» | 0.04 | 0.01 | рефл.-рез. | 2 |
| 13 | Синтетические моющее средства «Ариель», «Тайд», «Миф-универсал» | 0.15 | 0.05 | рез. | 3 |
| 14 | Углерод оксид | 5 | 3 | рез. | 4 |
| 15 | Угольная зола теплоэлектростанций (с содержанием окиси кальция 35-40%, дисперсностью до 3 мкм и ниже не менее 97%) | 0.05 | 0.02 | рез. | 2 |
| 16 | Формальдегид | 0.035 | 0.003 | рефл.-рез. | 2 |

Величины ПДК (табл. 12) определяются по лимитирующим показателям вредности, которые характеризуют направленность биологического действия вещества: рефлекторное (рефл.) и резорбтивное (рез.).

Под *рефлекторным* действием понимается реакция со стороны рецепторов верхних дыхательных путей – ощущение запаха, раздражение слизистых оболочек, задержка дыхания. Указанные эффекты возникают при кратковременном воздействии вредных

веществ, поэтому рефлекторное действие лежит в основе установления максимально разовой ПДК (ПДК_{м.р.}).

Под *резорбтивным* действием понимают возможность развития общетоксических, эмбриотоксических, мутагенных, канцерогенных и других эффектов, возникновение которых зависит не только от концентрации веществ в воздухе, но и от длительности ее вдыхания. С целью предупреждения развития резорбтивного действия устанавливается среднесуточная ПДК (ПДК_{с.с.}).

Таблица 12. - Гигиенические нормативы ГН 2.1.6.1338-03 «Предельно допустимые концентрации (ПДК) загрязняющих веществ в атмосферном воздухе населенных мест» утв. Главным Государственным врачом РФ 31.05.2003 г. дата введения 25.06.2003 г. (*извлечения*)

Для источников загрязнения атмосферы устанавливаются предельно допустимые выбросы (ПДВ). ПДВ – это масса выбросов вредных веществ в единицу времени (г/с, т/год), создающая приземные концентрации, не превышающие их ПДК для населения, растительного и животного мира. В соответствии с ГОСТ 17.2.3.02-78 при установлении ПДВ должно выполняться соотношение:

$$C / \text{ПДК} \leq 1$$

где С – расчетная концентрация вредного вещества в приземном слое воздуха, мг/м³.

При совместном присутствии в атмосферном воздухе нескольких веществ, обладающих суммацией действия, сумма их концентраций в долях ПДК не должна превышать единицы при расчете по формуле:

$$\sum C_i / \text{ПДК}_i \leq 1$$

где С_і - фактические концентрации веществ в атмосферном воздухе;

ПДК_і - предельно допустимые концентрации тех же веществ, мг/м³.

Например, эффектом суммации обладают аммиак и формальдегид; озон, двуокись азота и формальдегид; серы диоксид, аммиак и окислы азота.

При установлении ПДВ для источников загрязнения атмосферы учитывают значения фоновых концентраций вредных веществ в воздухе С_ф (мг/м³) от остальных источников, в том числе от автотранспорта, тогда в соотношении ... вместо С принимают С + С_ф. Фоновые концентрации определяют расчетным или экспериментальным способом.

ПДВ для конкретного юридического лица в целом или его отдельных производственных территорий с учетом фона и всех источников выбросов устанавливаются органами МПР РФ при наличии санитарно-эпидемиологического заключения о соответствии этих предельно допустимых выбросов санитарным правилам.

Задача 5. Изучите стандарты, которые регламентируют охрану атмосферного воздуха, выбросы вредных веществ в атмосферу:

| № ГОСТа | Название ГОСТа |
|---------------|--|
| 17.2.1.01-76. | Охрана природы. Атмосфера. Классификация выбросов по составу. |
| 17.2.1.02-76. | Охрана природы. Атмосфера. Выбросы двигателей автомобилей, тракторов, самоходных сельскохозяйственных и строительно-дорожных машин. Термины и определения. |
| 17.2.1.04-77. | Охрана природы. Атмосфера. Метеорологические аспекты загрязнения и промышленные выбросы. Основные термины и определения. |
| 17.2.3.02-78. | Охрана природы. Атмосфера. Правила установления допустимых выбросов вредных веществ промышленными предприятиями. |
| 17.2.4.02-81. | Охрана природы. Атмосфера. Общие требования к методам определения загрязняющих веществ. |
| 17.2.1.03-84. | Охрана природы. Атмосфера. Термины и определения контроля загрязнения. |
| 17.2.3.01-86. | Охрана природы. Атмосфера. Правила контроля качества воздуха населенных пунктов. |
| 17.2.2.03-87. | Охрана природы. Атмосфера. Нормы и методы измерения содержания окиси углерода и углеводородов в отработавших газах автомобилей с бензиновыми двигателями. Требования безопасности. |
| 12.1.005-88. | Общие санитарно-гигиенические требования к воздуху рабочей зоны. |

Задача 6. Ознакомьтесь с каталогом (табл. 13) нормативно-методических документов по атмосферному воздуху.

Таблица 13. - Нормативно-методические документы по атмосферному воздуху

| № | Наименование издания |
|---|---|
| 1 | Методическое пособие по расчету, нормированию и контролю выбросов загрязняющих веществ в атмосферный воздух. С-Пб, НИИ Атмосфера, 2005 |
| 2 | Перечень и коды веществ, загрязняющих атмосферный воздух. 6-е издание. С-Пб, 2006 |
| 3 | Охрана атмосферного воздуха. Сборник нормативно-правовых актов. С-Пб, 2004 |
| 4 | Защита атмосферного воздуха от антропогенного загрязнения. Основные понятия, термины и определения (справочное пособие). С-Пб, НИИ Атмосфера, 2003 |
| 5 | Методика расчета выделений (выбросов) загрязняющих веществ в атмосферу при производстве металлопокрытий гальваническим способом (по величинам удельных показателей). С-Пб, НИИ Атмосфера, 1999 |
| 6 | Методика определения выбросов загрязняющих веществ в атмосферу при сжигании топлива в котлах производительностью менее 30 тонн пара в час или менее 20 Гкал в час. М., 1999 и Методическое письмо НИИ Атмосфера № 335/33-07 от 17.05.2000 «О проведении расчетов...». С-Пб, НИИ Атмосфера, 2000 |
| 7 | Методика расчета выбросов вредных веществ в атмосферу при сжигании попутного нефтяного газа на факельных установках. С-Пб, НИИ Атмосфера, 1997 с учетом дополнений НИИ Атмосфера |
| 8 | Методика определения выбросов автотранспорта для проведения сводных расчетов загрязнения атмосферы городов. С-Пб, НИИ Атмосфера, 1999 |
| 9 | Методическое пособие по выполнению сводных расчетов загрязнения атмосферного |

| | |
|----|--|
| | воздуха выбросами промышленных предприятий и автотранспорта города (региона) и их применению при нормировании выбросов. С-Пб, НИИ Атмосфера, 1999 |
| 10 | Рекомендации по определению допустимых вкладов в загрязнение атмосферы выбросов загрязняющих веществ предприятиями с использованием сводных расчетов загрязнения воздушного бассейна города (региона) выбросами промышленности и автотранспорта. С-Пб, НИИ Атмосфера, 1999 |
| 11 | Методика расчета выбросов загрязняющих веществ в атмосферу от стационарных дизельных установок. С-Пб, НИИ Атмосфера, Интеграл, 2001 |
| 12 | Временные методические указания по расчету выбросов загрязняющих веществ в атмосферный воздух предприятиями деревообрабатывающей промышленности. 2-ое издание. |
| 13 | Методика расчета выделений (выбросов) загрязняющих веществ в атмосферу при сварочных работах (на основе удельных показателей). С-Пб, НИИ Атмосфера, Интеграл, 1997 |
| 14 | Методика расчета выделений (выбросов) загрязняющих веществ в атмосферу при нанесении лакокрасочных материалов. С-Пб, НИИ Атмосфера, Интеграл, 1999 |
| 15 | Методика расчета выделений (выбросов) загрязняющих веществ в атмосферу при механической обработке металлов (на основе удельных показателей). С-Пб, НИИ Атмосфера, Интеграл, 1997 |
| 16 | Методика расчета выделений (выбросов) загрязняющих веществ в атмосферу от животноводческих комплексов и звероферм. С-Пб, НИИ Атмосфера, Интеграл, 1997 |
| 17 | Методические указания по определению выбросов загрязняющих веществ в атмосферу из резервуаров. Казань, управление «Оргнефтехимзаводы», Новополюк. МП «БЕЛИНЭКОМП», Москва, ЗАО «ЛЮБЭКОП», 1998. Дополнение к указаниям... С-Пб, НИИ Атмосфера, 1999 |
| 18 | Методика прогнозирования масштабов заражения сильнодействующими ядовитыми веществами при авариях (разрушениях) на химически опасных объектах и транспорте (РД 52.04.253-90). С-Пб, переизданное. 2000 |
| 19 | Перечень методик выполнения измерений концентраций загрязняющих веществ в выбросах промышленных предприятий. М., 2001 |
| 20 | Перечень средств измерений концентраций загрязняющих веществ в выбросах промышленных предприятий. М., 2001 |
| 21 | Аннотированный справочник методик выполнения измерений концентраций загрязняющих веществ в выбросах промышленных предприятий. 3-е издание. С-Пб, НИИ Атмосфера, 2006 |

Вопросы и задания

1. На основании какой информации оценивается уровень загрязнения атмосферы в конкретном регионе?
2. Назовите статьи закона № 7-ФЗ «Об охране окружающей среды», посвященные разработке нормативов качества атмосферного воздуха и допустимых выбросов для стационарных, передвижных и иных источников воздействия.
3. Какие показатели учитываются как обосновывающие для расчета ПДК?
4. Как рассчитывается ПДВ при совместном присутствии в атмосферном воздухе нескольких веществ одинакового лимитирующего действия?
5. Решите задачу, предложенную преподавателем, используя приведенные в данном разделе формулы.
6. Дайте определение понятиям «стандарт», «стандартизация»?

Литература:

1. Келина Н.Ю., Безручко Н.В. Токсикология в таблицах и схемах. – Ростов н/Д: Феникс, 2006. – 144 с.
2. Федеральный Закон «Об охране окружающей среды» № 7-ФЗ от 10 января 2002 г.
3. «Положение о нормативах выбросов вредных веществ в атмосферный воздух и вредных физических воздействий на него». Утверждено постановлением Правительства РФ № 183 от 02 марта 2000 г.

Тема 5. Средства реализации мониторинга

Цель занятия: изучить средства реализации и программы мониторинга атмосферы.

Теоретическое введение. Первые метеостанции появились в конце XVIII в., которые позволили вести регулярные наблюдения за погодой с помощью физических приборов, например, автоматического анемометра для измерения направления и силы ветра.

В настоящее время для мониторинга состояния ОС применяются новейшие научные и технические достижения, включая метеоспутники и мощные вычислительные центры. Сеть метеорологических станций есть практически во всех странах, причем некоторые существуют уже более 400 лет. Важнейшие требования к сетевым метеорологическим наблюдениям помимо синхронности – их длительность и непрерывность.

Существуют четыре основных источника информации об экологической обстановке:

1. дистанционное зондирование;
2. характеристики источников и объемов техногенных нагрузок;

3. экспедиционные и стационарные исследования состояния компонентов природной среды;

4. состояние биоиндикаторов.

Наибольший эффект дает комплексное использование информации из всех источников.

Выделяют следующие **категории постов** системы мониторинга атмосферного воздуха населенных пунктов - стационарные, маршрутные, передвижные (подфакельные).

Стационарный пост предназначен для регистрации концентраций загрязняющих веществ и метеопараметров по установленной программе. Он представляет собой специальный павильон типа «Пост-1», «Пост-2», «Воздух», который оснащен аппаратурой для отбора проб воздуха и приборами для определения метеорологических параметров.

На *маршрутных постах* проводится систематический отбор проб воздуха и метеонаблюдения с помощью передвижных автолабораторий типа «Атмосфера».

Передвижные наблюдения с автомашины эпизодически проводятся для определения концентрации вредных веществ под дымовыми или газовыми факелами предприятий на расстоянии не менее 500 м от источника выбросов.

Пункты наблюдения размещаются обычно на сравнительно открытых и продуваемых местах с не пылящим покрытием (асфальт, газон, твердый грунт). Существует проблема оптимального размещения необходимого и достаточного количества пунктов наблюдения.

Опорные стационарные посты предназначены для выявления долговременных изменений содержания основных или наиболее распространенных загрязняющих веществ. Место для установки такого поста выбирается с учетом метеорологических условий формирования уровней загрязнения атмосферного воздуха. При этом заранее определяется круг задач: оценка средней месячной, сезонной, годовой и максимально разовой концентрации, вероятность возникновения концентраций выше ПДК.

Например, в лаборатории мониторинга Ставропольского центра по гидрометеорологии и мониторингу окружающей среды на основании данных 9 специализированных постов Государственной сети наблюдений проводится анализ состояния воздуха городов: Ставрополь, Кисловодск, Пятигорск, Минеральные Воды, Невинномысск по 13 вредным веществам. *Контролируемые вещества*: пыль, диоксид серы, оксид и диоксид азота, растворимые сульфаты, оксид углерода, сероводород, фенол, формальдегид, сажа, хлористый водород, бенз(а)пирен, тяжелые металлы (ванадий, хром, медь, никель, цинк, железо, свинец). Пробы отбираются три раза в сутки; используются атомно-абсорбционная спектрометрия, фотометрическая спектрометрия и другие методы анализа.

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

Количество стационарных постов в населенном пункте определяется в зависимости от:

1. численности населения (табл. 14);
2. рельефа местности;
3. особенностей промышленности;
4. функциональном зонировании территории;
5. пространственной и временной изменчивостью полей концентраций вредных веществ.

Таблица 14

| Численность населения, тыс. чел. | Количество постов |
|---|--------------------------|
| Менее 50 | 1 |
| 50 – 100 | 2 |
| 100 – 200 | 3 |
| 200 - 500 | 3 – 5 |
| 500 – 1000 | 5 – 10 |
| 1000 – 2000 | 10 – 15 |
| Более 2000 | 15 - 20 |

Для населенных пунктов со сложным рельефом и большим числом источников рекомендуется устанавливать один пост на каждые 5 – 10 км². Чтобы информация о загрязнении воздуха учитывала особенности города, размещают посты наблюдений в различных функциональных зонах - селитебной, промышленной, зеленой зоне и др. В городах с большой интенсивностью движения автотранспорта посты устанавливаются вблизи автомагистралей.

Комплектация стационарных постов

Для проведения стационарных наблюдений отечественная промышленность выпускает стандартные павильоны – комплектные лаборатории типа ПОСТ. Лаборатория ПОСТ – это утепленный, обитый дюралевыми ячейками павильон, в котором установлены комплекты приборов и оборудования.

Новые модификации комплектной лаборатории ПОСТ-2 и ПОСТ-2а в отличие от ПОСТ-1 имеют более высокую производительность и степень автоматизации. Если общее количество одновременно отбираемых проб за одно обслуживание на ПОСТ-1 составляет 9, то на ПОСТ-2а – 38. Кроме того, ПОСТ-2 оснащен автоматизированным прибором «Компонент» с узлом отбора проб для определения запыленности воздуха. ПОСТ-2

оборудован также автоматическим прибором контроля относительной влажности и температуры воздуха с самописцем. В лабораториях ПОСТ-1 и ПОСТ-2 могут устанавливаться газоанализаторы ГКП-1 и ГМК-3 и др.

Подробное описание воздухозаборного прибора «Компонент» и анеморумбографа М63МР содержится в эксплуатационных документах.

Павильон имеет размеры 160x160 см, высоту без крыши 200 см. В павильоне должны быть электросчетчик, осветительная лампа и десять розеток на боковых стенках для подключения питания к приборам. В зимнее время павильон снабжается нагревательными печами типа ПТЭ-7 и температурным датчиком типа ПТКБ.

Комплектная лаборатория ПОСТ-1 представляет собой павильон для проведения измерений и мачтой для установки датчика ветра. По своему назначению оборудование лаборатории подразделяется на следующие эксплуатационные системы:

1. отбор проб воздуха на газовые примеси и сажу;
2. отбор проб воздуха на пыль;
3. инструментальный анализ;
4. измерение метеорологических параметров;
5. электроснабжение;
6. отопление и освещение.

В специальной камере размещаются датчики температуры и влажности воздуха от метеостанции М-49. От внутренней части павильона камера термоизолирована. При открытой дверце камеры датчик выдвигается на 1,5 м от стенки павильона для производства измерений в естественных условиях. В двух противоположных углах павильона имеются четыре специальных люка с крышками, в один из которых в зависимости от направления ветра вставляется блок отбора проб на пыль и сажу.

Лабораторное оборудование включает:

1. лабораторный Г-образный стол с тумбочками, на котором крепятся полки для установки приборов;
2. вращающийся лабораторный стул;
3. два укладочных ящика для хранения и транспортировки стеклянных поглотителей, наполненных поглотительным раствором;
4. два шкафчика для установки поглотителей, настольного вентилятора и сигнальных часов.

Система инструментального анализа

Для измерения содержания ЗВ в воздушной среде в системах экологического мониторинга применяются газоанализаторы различного типа. По принципу действия и

методам анализа такие газоанализаторы подразделяются на тепловые, магнитные, электрохимические, ионизационные, оптические, полупроводниковые, хемилюминесцентные, флуоресцентные и комбинированные.

Газоанализаторы предоставляют информацию о суточном ходе концентрации ЗВ по записи на диаграммной ленте. Наиболее широко используются для определения:

- SO₂ кулонометрический ГКП-1, 667 ФФ-ОЗ и флуоресцентный 667 ФФ;
- CO оптико-акустические ГМК-3, Палладий М3, М6;
- NO, NO₂ и суммы NO_x хемилюминесцентные 645ХЛ, «Нитрон»;
- углеводородов ионизационные 623ИН, 623КПИ-03, Гамма-М.

Характеристика некоторых отечественных газоанализаторов приводится в таблице 15.

Таблица 15

| Тип (марка) прибора | Измеряемые компоненты | Предел обнаружения, мг/м ³ |
|---|--|--|
| Гамма-М | C ₆ H ₆ | 0 - 12 |
| Палладий-М3, М6, ГМК-3, КМ-81, Мегакон-1, 10К | CO | 0 - 40 |
| 623 КПИ-03 | CH ₄ | 0,1 (0,6 – 0,7) |
| 645 ХЛ-03 | NO, NO ₂ | 0,001 |
| 667 ФФ-03, ГКП-1, Мегакон | SO ₂ | 0,001 |
| КМ 900 | O ₂ , CO, CO ₂ , NO _x (дымовые газы) | 0-21 %, 0-12000 %, 99,9 %, 0-6700 % соответственно |
| АГП-01М (комплекс УКР) | Hg (пары) | 0,0001-0,05 |

Система ПОСТа-1 состоит из газоанализатора ГКП-1 для определения концентрации двуокиси серы и газоанализатора ГМК-3 для определения концентрации окиси углерода. Газоанализаторы присоединяются к распределительной гребенке при помощи фторопластовых трубок и вместе с самописцами устанавливаются и закрепляются на столе и полках. Электрическое питание газоанализаторов осуществляется подключением к розеткам, расположенным на боковой стенке павильона над столом.

Система измерения метеорологических параметров

Система состоит из метеорологической станции М-49 и пульта управления, который располагается на полке и включается в розетку на боковой стенке павильона. Датчик скорости и направления ветра станции установлен на мачте, которая укрепляется на крыше павильона. При установке датчик ветра ориентируется с помощью компаса. Соединительный кабель от датчика ветра пропущен внутри мачты через отверстие в верхней ее части и проходит через крышу в павильоне к пульту управления станции.

Программы наблюдений на постах

На стационарных постах наблюдения за загрязнением воздуха и метеорологическими параметрами должны проводиться круглогодично, во все сезоны, независимо от погодных условий. Для постов устанавливают три программы наблюдений:

1. полная;
2. неполная;
3. сокращенная.

По полной программе наблюдения проводят ежедневно в 1, 7, 13 и 19 часов местного времени, либо по скользящему графику: вторник, четверг, суббота – в 7, 10, 13 часов, понедельник, среда, пятница – в 15, 18, 21 часов. Наблюдения по полной программе предусматривают измерения содержания в воздухе как основных, так и специфических веществ. По неполной программе наблюдения проводят ежедневно, но только в 7, 13 и 19 часов местного времени.

В районах, где температура воздуха ниже 45°C , наблюдения проводят по сокращенной программе ежедневно, кроме воскресенья в 7 и 13 часов по местному времени. Наблюдения по сокращенной программе допускается проводить также в местах, где средние месячные концентрации меньше $1/20$ ПДК_{м.р.} или меньше нижнего предела диапазона измерений примеси используемым методом.

При неблагоприятных метеорологических условиях НМУ (туман, продолжительная инверсия температур и др.) отбор проб воздуха на всех постах должен проводиться через каждые 3 часа. Одновременно следует отбирать пробы под факелами основных источников загрязнения на территории наибольшей плотности населения. Подфакельные наблюдения проводят за характерными для данного предприятия примесями.

Маршрутный пост предназначен для регулярного отбора проб в фиксированной точке местности на определенном маршруте в городе. Наблюдения осуществляются с помощью передвижной аппаратуры автолабораторий, серийно выпускаемых промышленностью. Производительность такой лаборатории – около 5000 отборов проб в год, в день на такой машине можно отобрать 8 – 10 проб воздуха.

Порядок объезда маршрутных постов ежемесячно меняется таким образом, чтобы отбор проб воздуха на каждом пункте проводился в разное время суток. Например, в первый месяц машина объезжает посты в порядке возрастания номеров, во втором – в порядке их убывания, а в третий – с середины маршрута к концу и от начала к середине.

Передвижной (подфакельный) пост предназначен для отбора проб под дымовым (газовым) факелом с целью выявления хоны влияния данного источника. Подфакельные наблюдения осуществляются по специально разработанным программам и маршрутам за специфическими ЗВ, которые характерны для данного предприятия.

Места отбора проб выбирают на разных расстояниях от источника загрязнения с учетом закономерностей распространения ЗВ в атмосфере. Отбор проб воздуха производится последовательно по направлению ветра 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. Наблюдения под факелом проводятся 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 минимум должен быть не менее 25 проб. Отбор проб воздуха проводится на высоте 1,5 м от поверхности земли в течение 20 – 30 минут не менее, чем в трех точках одновременно. В течение рабочего дня под факелом можно отобрать пробы последовательно в 5 – 8 точках.

Характерными ЗВ для различных предприятий являются:

1. сероводород и сероуглерод в городах с предприятиями целлюлозно-бумажной и химической промышленности;
2. фенол, металлы, аммиак, цианистый водород в городах с предприятиями металлургии;
3. сажа, свинец, бенз(а)пирен – в районах значительного скопления автотранспорта.

Принцип выбора вредных веществ для контроля основан на использовании параметров потребления воздуха, т.е. объема воздуха, который необходим для разбавления выбросов вещества до уровня концентрации, не превышающей гигиенический норматив. Методика, разработанная в Главной геофизической обсерватории, позволяет составить приоритетные списки специфических ЗВ для городов с пунктами наблюдения, а также для определения приоритетности городов и поселков, где сеть наблюдений еще отсутствует и необходима ее организация. Для установления приоритетного списка ЗВ чрезвычайно важна достоверность данных инвентаризации выбросов (см. Бланки инвентаризации выбросов предприятий). Контроль за многими специфическими вредными веществами существенно повышает информативность сети наблюдений, позволяет более полно оценить состояние атмосферы.

Средства для экспрессного контроля воздуха

Контроль воздуха во многих случаях начинается с получения экспрессной информации о его составе или содержании загрязнений. Экспрессная, или сигнальная информация позволяет принять решение о комплексе неотложных практических мероприятий и определить направление углубленного изучения ситуации.

Средства экспресс-контроля воздуха – индикаторные трубки, а также экспресс-тесты и индикаторные элементы – могут с большим эффектом использоваться на передвижных мобильных аналитических комплексах, лабораториях экологических и санитарных служб,

служб МЧС для получения достоверной информации о составе и загрязненности сред в самых разнообразных ситуациях.

Индикаторные трубки – широко используемые средства количественного экспресс-контроля загрязненности воздуха и промышленных выбросов. Они удобны, а часто незаменимы в аварийных и чрезвычайных ситуациях, т.к. позволяют проводить контроль без дополнительного оборудования и в минимальные сроки.

Применение индикаторных трубок с аттестованным насосом-пробоотборником и специальными принадлежностями для анализа взамен сложных и трудоемких методик выполнения измерений позволяет предприятиям и аналитическим службам экономить значительные средства для выполнения ежедневных контрольных замеров воздуха рабочей зоны.

Таблица 16

| Наименование определяемого компонента | Диапазон контролируемой концентрации, мг/м ³ |
|---------------------------------------|---|
| Хлор | 0,5 – 200 |
| Хлор | 0,5 – 20 |
| Хлорид водорода | 5 – 500 |
| Хлорид водорода | 2,5 – 100 |
| Хлороформ | 20 – 100 |
| Цианид водорода | 0,3 – 10 |
| Этанол | 50 – 1000 |
| Этанол | 250 – 4000 |
| Этилмеркаптан | 1 - 50 |

Количество анализов, выполняемых одним комплектом, включая все расходные материалы, не менее 100. Комплекты содержат основные реактивы для приготовления рабочих растворов еще на 1000 анализов. Дополнительно к методике выполнения измерений, приведенной в сопроводительной документации, в комплект поставки включены нормативные и справочные материалы.

Комплект-лаборатория «Пчелка-Р» предназначен для экспрессной оценки химических загрязнений воздуха, воды, почвы по следующим основным направлениям:

1. экспресс-анализ загрязнений воздуха на 12 основных компонентов в соответствии с требованиями ГОСТ 12.1.014 с помощью индикаторных трубок (150 анализов), безаспирационных экспресс-тестов (до 200 анализов), а также индикаторных элементов (до 30 анализов);
2. экспресс-анализ загрязнений воды (питьевой, природной, сточной) и водных сред (эмульсий, суспензий) на 10 основных компонентов с помощью тестов (до 500 анализов);

3. экспресс-анализ загрязнений в почвенных образцах и сыпучих средах (порошках, солях неизвестного происхождения и т.п.) по их водным вытяжкам с помощью тестов;

4. экспресс-анализ сельхозпродуктов, соков овощей и фруктов с помощью нитрат-теста.

С 1997 г. в состав комплекта по заказу включается нагревательное устройство, позволяющее применять средства экспресс-контроля в условиях низких температур.

По функциональным возможностям и ассортименту средств экспресс-контроля комплект «Пчелка-Р» значительно превосходит все выпускаемые в России аналоги.

Современная мировая тенденция в организации контроля динамичных геокомпонентов заключается в широком внедрении систем автоматизированных датчиков, объединенных в сети и позволяющих отслеживать динамику загрязнения в режиме реального времени. Так, на сервере Агентства по охране окружающей среды (EPA) США <http://www.epa.gov/airnow> можно получить информацию о содержании озона, уровнях загрязнения атмосферного воздуха по штатам США, а также отдельным районам Австралии, Великобритании, Мексики. На сервере <http://www.cma.caan.es/> - аналогичные данные по городам Андалусии (Испания); <http://www.aeat.co.uk/netcen/airgual/> - материалы мониторинга Бельгии; <http://www.slb.mf.stockholm.se/> - результаты мониторинга воздушного бассейна Стокгольма и т.д.

Внедрение *автоматизированных средств контроля* предполагает:

1. измерение концентраций оксида углерода в дискретном и непрерывном режимах с помощью газоанализаторов ГМК-3 и «Палладий-3»;
2. диоксида серы с помощью газоанализатора ГПК-1;
3. использование для подфакельных обследований газоанализаторов «Атмосфера-1» и «Атмосфера-2». На отдельных стационарных постах в стране внедрено автоматизированное средство для отбора проб «Компонент», которое обеспечивает включение устройства для отбора проб газовых примесей без участия человека каждые 3 часа.

Автоматизированные системы наблюдения и контроля предназначены для сбора, обработки и передачи информации об уровне загрязнения атмосферы в информационные центры, где ведется оперативная оценка ситуации по значениям ПДК и составляется краткосрочный прогноз (на 1...3 суток вперед) уровня загрязнения контролируемыми примесями.

Вопросы и задания

1. В чем особенность наблюдений за качеством атмосферного воздуха в населенных пунктах?
2. Какие требования к размещению пунктов наблюдения?
3. От каких факторов зависит количество стационарных постов в населенном пункте?
4. Перечислите основные системы измерений комплектной лаборатории ПОСТ.
5. Приведите характеристику газоанализаторов для определения SO₂, CO, NO_x.
6. Какие программы устанавливаются на постах наблюдений?
7. Какие задачи решает маршрутный пост наблюдений?
8. Какие функции выполняет передвижной (подфакельный) пост?
9. Каким образом устанавливается список приоритетных загрязняющих веществ для контроля атмосферного воздуха?
10. Для чего необходима экспрессная информация и какие средства применяют для ее получения?
11. В чем заключается организация систем автоматизированного мониторинга и контроля загрязненности воздушной среды?
12. Опишите дистанционное зондирование как один из источников информации при решении задач мониторинга атмосферы.

Литература:

1. Мониторинг и методы контроля окружающей среды: Учеб. пособие: Часть 2. Специальная / Ю.А. Афанасьев, С.А. Фомин, В.В. Меньшиков и др. – М.: Изд-во МНЭПУ, 2001. – 337 с., ил.
2. Раскатов В.А. Приборы и измерения, наблюдения за состоянием окружающей среды. Пушкино: ОНТИ ПНЦ РАН, 2001. – 134 с.

Тема 6. Технология контроля загрязнения атмосферного воздуха

Цель занятия: изучить типовой алгоритм контроля при мониторинге загрязнений атмосферного воздуха.

Теоретическое введение. Технология контроля окружающей среды – это совокупность методов / способов и определенная последовательность операций / процедур осуществления наблюдений / измерений показателей ОС в процессе экологического мониторинга с помощью технических и иных средств для получения информации о состоянии ОС и наличия в ней загрязнений, качественном и количественном содержании в

объектах среды. Типовой технологический цикл контроля загрязнений ОС состоит из следующих процедур и последовательности их выполнения:

1. поиск источника (выбор места контроля) загрязнения или вредного воздействия;
2. его первичная оценка на месте и отбор проб;
3. подготовка проб к транспортировке и хранению и доставка к месту анализа;
4. подготовка проб в анализу непосредственно в лаборатории;
5. количественный анализ проб в лабораторных условиях;
6. обработка и представление результатов анализа с оценкой достоверности;
7. планирование следующего цикла контроля.

При отборе проб и их анализе применяют термины ИСО, приведенные в таблице 17.

Таблица 17

| Термины | Определения |
|---|---|
| 1) Отбор проб, в т.ч. непрерывный отбор проб; | Отбор проб, который осуществляется без перерыва в ходе всей операции или определенного времени. |
| 2) разовый отбор проб | Отбор пробы в течение очень короткого промежутка времени. Его называют также точечным отбором проб |
| Промывание | Процесс, используемый при отборе проб или при очистке газов, в ходе которого некоторые компоненты потока газа удаляются из него в результате контакта с поверхностью жидкости во влажной поглощающей набивке, с поверхностью распыляемых капелек или с поверхностью жидкости в барботере и т.п. |
| Пробоотборник | Устройство, в основном, в виде трубки, используемое для отбора проб или измерений внутри трубопроводов или дымовых труб |
| Уловитель | Устройство, предназначенное для удаления частиц из газовой среды |
| Ударный зонд | Устройство для отбора проб, действующее по принципу ударного захвата частиц и газов |
| Изокинетический метод отбора проб | Метод отбора проб дисперсных веществ, суспензированных в потоке газа, при котором скорость (и направление) отбора проб равна скорости потока в точке отбора проб |
| Месяц | При составлении отчетов по результатам анализов, которые проводят ежемесячно на открытом воздухе, среднемесячные значения получают, считая, что в месяце 30 дней |
| Дистанционное детектирование | Определение концентрации веществ в атмосфере или в выбросах, либо определение метеорологических характеристик с помощью приборов, которые не находятся в непосредственном физическом контакте с анализируемым воздухом |

Выбор места контроля загрязнения и поиск его источника с целью первичной оценки

Место для первичной оценки или отбора пробы выбирается в соответствии с целями анализа и на основании внимательного изучения всей имеющейся предварительной информации (документации), а также натурного исследования местности или контролируемого объекта. При этом должны учитываться все обстоятельства, которые могут оказать влияние на состав взятой пробы.

Поиск и выбор места отбора проб воздуха проводят в предполагаемых зонах максимального загрязнения окружающей *природной среды*. Например, в «факеле» выброса и в зонах его возможного прохождения на расстоянии до объекта от сотен метров до нескольких километров, обычно на высоте 1,5 метра от земли или непосредственно вблизи нахождения (скопления) людей и других биологических объектов, для которых данный выброс может оказаться вредным или опасным.

В *рабочей зоне* пробы воздуха следует отбирать в местах постоянного или максимально длительного пребывания людей, при характерных производственных условиях с учетом особенностей технологического процесса (непрерывный, периодический), количества (уровня) и физико-химических свойств, а также класса опасности и биологического действия выделяющихся химических загрязняющих веществ или физических факторов воздействия, а также температуры и влажности окружающей среды.

Выбор места отбора проб воздуха в рабочей зоне обычно более сложен, чем проб атмосферного воздуха в населенных пунктах или в окружающей природной среде в связи с насыщенностью рабочего помещения и промышленной площадки потенциальными источниками вредного воздействия (загрязнения).

Экологический аналитический и санитарный контроль загрязнений воздушной среды в рабочей зоне осуществляется выборочно на отдельных рабочих местах, стадиях или операциях. При выборе точек пробоотбора основное внимание следует уделять рабочим местам по основным (массовым) профессиям. Отбор проб проводят на рабочих местах, расположенных в центре и по периферии помещения (или открытой промплощадке с оборудованием).

Места для отбора пробы воздуха в рабочей зоне выбирают с учетом технологических операций, при которых возможно наибольшее выделение в воздух рабочей зоны вредных веществ, например:

1. у аппаратуры и агрегатов в период наиболее активных химических, термических и иных процессов в них;
2. на участках загрузки и выгрузки веществ, затаривания готовой продукции;
3. на участках внутренней транспортировки сырья, полуфабрикатов и продукции;
4. на участках размола и сушки сыпучих, пылящих материалов и веществ;

5. у наиболее вероятных источников выделений при перекачке жидкостей и газов (насосные, компрессорные);

6. в местах отбора технологических проб, необходимых для целей технического анализа.

На участках, плохо вентилируемых, необходимо проводить экоаналитический и санитарный контроль воздуха рабочей зоны на основных местах пребывания работающих в период планового ремонта оборудования, если эти операции могут сопровождаться выделением вредных веществ (или факторов).

Периодичность отбора проб воздуха для каждого вещества в каждой выбранной точке устанавливают индивидуально в зависимости от времени пребывания персонала на рабочем месте, от характера контролируемого технологического процесса. Часто учитывают свойства веществ (факторов) и их опасность. Поэтому при производственном контроле устанавливают следующую периодичность отбора и анализа проб воздуха:

- для 1-го класса опасности – не реже одного раза в 10 дней;
- для 2-го – не реже, чем один раз в месяц;
- для 3-го и 4-го – не реже, чем один раз в квартал.

Методология отбора проб воздуха

Загрязняющими атмосферу примесями являются газы, пары и твердые частицы.

По принципу отбора проб примеси разделяют на:

1. аэрозоли, присутствующие в воздухе в виде твердых и жидких частиц с малой скоростью осаждения;
2. газовые примеси.

Отбор проб проводится пробоотборным оборудованием, специально подготовленным по ГОСТ 17.2.6.01-86. Время отбора пробы, количество прокачиваемой газовой смеси определяется в соответствии с ГОСТ 17.2.3.01-77. Пробы подразделяются на разовые, отобранные в течение 20 – 30 минут и средние суточные, которые определяются осреднением 4-разовых проб, взятых через равные промежутки времени в течение суток. Особое внимание уделяется герметичности пробоотборников во время отбора пробы и ее транспортировки в лабораторию аналитического контроля.

Для отбора проб воздуха при определении содержания взвешенных частиц (аэрозоли, сажа, пыль) используется *метод принудительной фильтрации воздуха* фильтровентиляционными (аспирационными) установками.

Конструкция аспирационной установки включает побудитель расхода воздуха, измеритель расхода воздуха, фильтродержатель с защитой от атмосферных осадков и кассету

для твердых сорбентов. Фильтродержатели представляют собой трубы металлические, либо изготовленные из других материалов.

Для отбора проб используют фильтры различных типов, через которые проскок аэрозолей размером менее 0,3...0,5 мкм не превышает 10 %. Расход воздуха и площадь сечения фильтродержателя рассчитываются исходя из заданного объема пробы и диапазона допустимой линейной скорости потока воздуха через фильтр выбранного типа.

В зависимости от условий отбора проб и характера анализируемого вещества используются разнообразные фильтры:

1. бумажные;
2. мембранные;
3. стекловолоконистые;
4. из ультратонких полимерных материалов (перхлорвинила, полистирола, ацетилцеллюлозы).

Фильтры позволяют с высокой эффективностью улавливать взвешенные в воздухе вещества при оптимальной скорости прокачивания воздуха. Побудителем расхода воздуха являются пылесос, электроаспираторы типа ЭА-2С, ЭА-3, автомобильный aspirator. Все эти устройства обеспечивают значительную скорость прокачивания 100 – 200 л/мин. Объем отобранной разовой пробы составляет 2 – 4 м³ и более.

Отбор разовых проб для определения содержания газовых загрязняющих веществ проводится на практике тремя способами:

1. в жидкостные поглотители, т.е. в стеклянные сосуды разной конфигурации, наполненные специальными растворами, которые способны при пропускании через них воздуха избирательно поглощать какую-либо одну составляющую его часть (вредное вещество);
2. с помощью пленочных сорбентов в так называемые сорбционные трубки, в которых стеклянные гранулы покрыты пленкой не высыхающего реагента, поверхность позволяет поглощать определенную часть (вредное вещество) из воздуха;
3. на газовые примеси с помощью электроаспираторов моделей ЭА-822, ЭА-1, ЭА-1А, ПРУ. Скорость прокачивания воздуха составляет 0,25...10 л/мин, а объем протянутого воздуха соответственно 5...200 литров.

Отбор проб воздуха для определения концентраций *оксидов углерода* осуществляется путем аспирации воздуха в стеклянные пипетки, причем объем отобранной пробы составляет не менее пяти внутренних объемов рабочего тракта газоанализатора.

Отбор проб воздуха для определения концентраций *диоксида азота* осуществляется в результате аспирации воздуха через сорбционную трубку, содержащую стеклянную крошку

с нанесенным на нее поглотительным раствором. Приготовление поглотительного раствора осуществляется в лабораторных условиях согласно РД 52.04.186-89. Скорость пропускания воздуха через сорбционную трубку диаметром 10 мм с объемом стеклянных гранул 4 – 5 см³ не должна превышать 0,2...0,5 л/мин. Для регистрации расхода воздуха используется ротаметр РМ-0,04 ГУЗ (ГОСТ 13045-81).

Отбор проб воздуха для определения концентраций *диоксида серы* выполняется путем аспирации воздуха через сорбционную трубку, содержащую стеклянную крошку с нанесенным на нее поглотительным раствором. Поглотительный раствор готовится в соответствии с РД 52.04.186-89 в лабораторных условиях. Скорость пропускания воздуха через сорбционную трубку выбирается в зависимости от ожидаемой концентрации и диаметра трубки. Сорбционные трубки до начала отбора проб и после его окончания хранятся не более 5 суток в сумке-холодильнике со льдом.

Отбор проб воздуха для определения концентрации *углеводородов* осуществляется аспирацией воздуха в стеклянные пипетки. Объем отобранной пробы составляет не менее пяти внутренних объемов рабочего газового тракта газоанализатора до камеры анализа включительно.

Безлабораторный контроль предполагает использование метода отбора проб на газовые примеси с помощью сорбционных трубок на пленочные сорбенты. Это позволяет расширить сеть мониторинга загрязнения атмосферы в городах, где нет лабораторий. Регулярная (еженедельная) доставка подготовленных к отбору сорбционных трубок на пост наблюдения обеспечивает получение режимной информации о загрязнении атмосферы.

Метод отбора проб воздуха на пленочные сорбенты разработан в Главной геофизической обсерватории и имеет преимущество перед жидкостными поглотителями. Раствор, нанесенный на гранулы, не испаряется при высоких температурах и не замерзает при низких; сорбционные трубки можно даже хранить в холодильнике, пересылать любым транспортом; они более компактны и менее хрупки. Срок хранения проб, отобранных в сорбционные трубки – около недели.

В качестве примера размещения стационарных и маршрутных постов наблюдений и контроля атмосферного воздуха представлена схема на рисунке 6.

В центре по гидрометеорологии и мониторингу окружающей среды возложена задача ведения мониторинга загрязнения ОС. Наблюдения ведутся с 1978 года с использованием стационарных постов типа «Пост-1», а также маршрутных обследований в районах, не охваченных контролем. Перечень веществ для измерения на стационарном посту устанавливается на основании сведений о составе и характере выбросов от источников в городе и метеорологических условий рассеивания примесей.

Главной задачей размещения стационарных постов является получение объективной информации о загрязнении города. Информация используется для оперативного обслуживания населения и заинтересованных организаций.

Контролируемые вещества: пыль, диоксид серы, оксид и диоксид азота, растворимые сульфаты, оксид углерода, сероводород, фенол, формальдегид, сажа, хлористый водород, бенз(а)пирен, тяжелые металлы (ванадий, хром, медь, никель, цинк, железо, свинец). Пробы отбираются три раза в сутки; используются атомно-абсорбционная спектрометрия, фотометрическая спектрометрия и другие методы анализа.

Вопросы и задания

1. Назовите основные процедуры контроля при мониторинге загрязнений атмосферного воздуха.
2. Каким образом осуществляется поиск места наибольшей загазованности для контроля загрязненности воздушной среды в «факеле» выброса и в рабочей зоне?
3. Перечислите технологические операции, при которых возможно наибольшее выделение в воздух рабочей зоны вредных веществ.
4. В чем особенность проведения контроля воздуха на участках с недостаточной вентиляцией?
5. Какова периодичность отбора и анализа проб воздуха при производственном контроле? От чего она зависит?
6. В чем различие между разовым и среднесуточным пробоотбором?
7. Какие методы применяют для отбора проб взвешенных частиц и газовых примесей?
8. В чем особенность безлабораторного контроля загрязненности воздуха?
9. Какие основные задачи решаются при наблюдениях за атмосферным воздухом на стационарных и маршрутных постах?

Литература:

1. Мониторинг и методы контроля окружающей среды: Учеб. пособие в двух частях: Ч. 2. Специальная / Ю.А. Афанасьев, С.А. Фомин, В.В. Меньшиков и др. – М.: Изд-во МНЭПУ, 2001. – 337 с., ил.
2. Справочник инженера-эколога по охране окружающей среды: Учебно-практическое пособие. / Под ред. В.П. Перхуткина. – М.: «Инфра-Инженерия», 2005. – 864 с.

Тема 7. Локальный мониторинг, автоматизированная система мониторинга воздушной среды города

Цель занятия: изучить задачи и организацию мониторинга на локальном уровне, ознакомиться с организацией автоматизированной системы наблюдения за состоянием воздушной среды города.

Теоретическое введение. Локальный мониторинг небольшой территории организовывается для решения задач исключительно местного масштаба. При организации и проведении локального мониторинга определяются приоритетные загрязнители, прежде всего такие, за которыми уже ведутся наблюдения по программам глобального и национального мониторинга, а также загрязнители, выявляемые при организации производственного экологического контроля имеющихся источников загрязнения или на основе изучения технологических регламентов создаваемых производств.

К локальному мониторингу относят мониторинг города с населением до 500 тысяч жителей, района расположения промышленного предприятия, ТЭС или АЭС, нефте-, газопромысла, разработки минеральных ресурсов, а также небольших территорий специфических географических объектов, таких как озеро, искусственное водохранилище, дельта крупной реки, лиман, морской залив. Сетка точек отбора проб, периодичность наблюдений, сроки выдачи информации органам местного самоуправления и другие детали организации мониторинга определяются на основе общих требований и специфики местных условий.

Для интерпретации результатов наблюдений именно на локальном уровне важен мониторинг здоровья населения, который осуществляют службы Минздрава РФ. Примеры таблицы 19 иллюстрируют механизм действия некоторых загрязнителей что, собственно, обосновывает необходимость организации локального мониторинга.

Таблица 19

| <i>Название загрязняющего вещества</i> | <i>Принцип действия</i> | <i>Механизм действия</i> | <i>Результат действия</i> |
|--|--|--|---|
| Окись углерода | Образование карбоксигемоглобина | Карбоксигемоглобин лишен способности транспортировать кислород от легких к тканям | Развивается как гемическая, так и тканевая форма гипоксии |
| Соединения окислов азота | Образование метгемоглобина | Гемоглобин превращается в метгемоглобин, содержащий трехвалентное железо, и не способен переносить кислород от легких к тканям | В случае образования большого количества метгемоглобина развивается отравление вследствие гемической гипоксии |
| Ионы тяжелых металлов | Специфическая особенность избирательно | Сульфгидрильные группы входят в состав многих ферментов, происходит их | Выраженная блокада приводит к инаktivации жизненно важных |

| | | | |
|--|--|--------------------|--------------------------------------|
| | соединяться сульфгидрильными группами белков | выраженная блокада | ферментов и несовместима с жизнью |
|--|--|--------------------|--------------------------------------|

По результатам локального мониторинга соответствующие компетентные органы могут приостанавливать деятельность предприятий, приводящих к сверхнормативному загрязнению ОС, до ликвидации аварийной ситуации и ее последствий или улучшения технологического процесса, который бы устранил возможность таких загрязнений. В особых случаях может ставиться вопрос о полном закрытии предприятия, его перепрофилировании или переносе в другую местность.

Мониторинг района промышленного предприятия обычно проводят его собственные службы и независимые организации Росгидромета, Госсанэпиднадзора, местных органов охраны природы.

Для повышения надежности система мониторинга объекта обычно дублируется и подразделяется на две основные подсистемы: подсистему автоматических приборов контроля ЗВ (АПК) и подсистему пробоотбора и лабораторного анализа проб объектов среды вблизи источника загрязнения.

Целью производственного экологического контроля является организация регулярных наблюдений за стационарными источниками выбросов. Результаты производственного экологического контроля служат основой совершенствования технологий для минимизации вредного воздействия на окружающую среду.

Современная мировая тенденция в организации контроля динамичных геокомпонентов (воздух, вода) заключается в широком внедрении систем автоматизированных датчиков, объединенных в сети, которые позволяют отслеживать динамику загрязнения в режиме реального времени.

В настоящее время в нашей стране мониторинг состояния воздуха городов проводится в автоматическом режиме. Непрерывно с помощью автоматических станций круглосуточно отбирают пробы атмосферного воздуха и анализируют их на содержание вредных примесей. Накопление измеренных результатов производится на вычислительном компьютерном устройстве, которое передает усредненную информацию по телефонным кабелям в соответствующий центр Минприроды. Кроме результатов измерения качества воздуха, станция передает центру обработки данных сообщение о том, что при контроле измеряемых величин на нарушение пределов было обнаружено превышение ПДК. Программное обеспечение компьютера измерительной станции позволяет вести автоматический режим работы всего устройства, а также обработку данных, вывод информации и управление отдельных функций приборов оператором. Например, функции разнообразного вывода

данных, образование долгосрочных средних значений по свободно выбираемым интервалам. Вычисляются средние значения концентраций отдельных ингредиентов и величины индекса загрязненности атмосферы (ИЗА) для сочетаний направлений и интервалов скоростей ветра (до 2 м/с, 3...4 м/с, 5...6 м/с).

Система полностью развернутой автоматизированной системы мониторинга атмосферы и контроля источников загрязнения (АСМАКИЗ) (рис. 8) строится на основе существующих в городе природоохранных и здравоохранительных структур (подразделения Росгидромета, министерства природных ресурсов и охраны окружающей среды, Федеральной службы по надзору в сфере защиты прав потребителей и благополучия человека – цент санэпиднадзора ЦСЭН) с направляющей и координирующей ролью администрации города.

Технологическая цепь АСМАКИЗ состоит из следующих последовательных звеньев:

1. метеостанция, обеспечивающая оперативное (с шагом 20 мин) измерение параметров воздушной среды города (скорость и направление ветра, давление, температура и влажность воздуха) и отправку метеопараметров операторам;

2. лаборатория мониторинга загрязнения атмосферного воздуха (ЛМЗАВ), обеспечивающая оперативное (с шагом 20 мин) измерение параметров загрязнения на автоматических постах контроля; оперативное построение карт полей загрязнения в городе и отправку их операторам АСМАКИЗ. При построении полей загрязнения используются данные уже существующих в городе стационарных постов контроля загрязнения атмосферы;

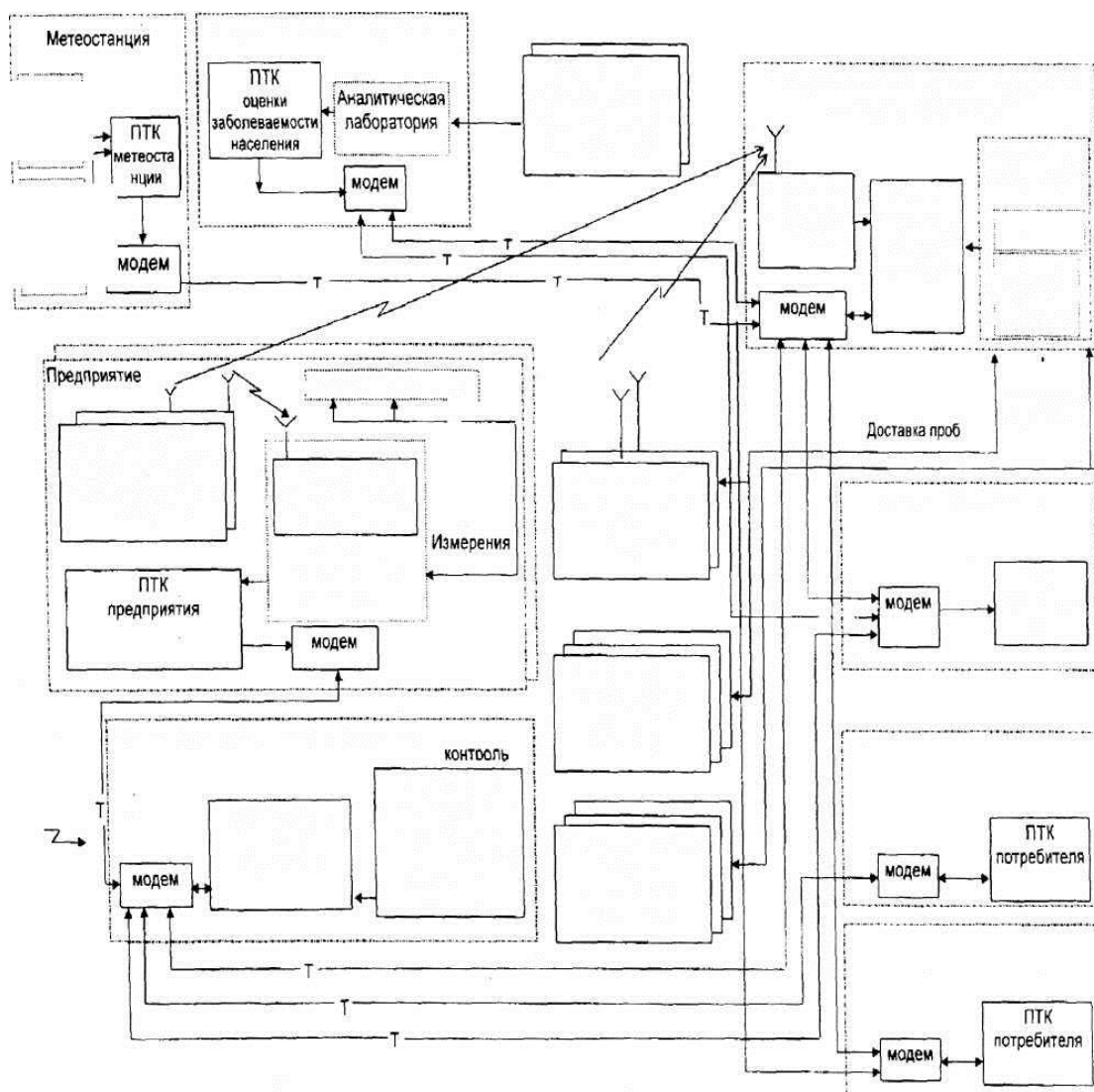
3. городской комитет по охране природы, обеспечивающий на основе данных ЛМЗАВ оперативное (с шагом 20 мин) определение вероятных виновников (источников) повышенного загрязнения с целью оперативного принятия мер по регулированию режима работы источника (при необходимости с участием администрации города);

4. центр санэпиднадзора, обеспечивающий на основе данных ЛМЗАВ расчет рисков заболеваемости населения (токсических – кратковременных и хронических – долговременных) и выдачу предложений по регулированию работы источников загрязнения в городской комитет по охране природы и администрацию города;

5. администрация города, обеспечивающая организационно-финансовую, административную поддержку и контроль работы указанных служб города.

Для решения приведенных выше задач все службы оборудуются программно-техническими комплексами (ПТК) в составе ПЭВМ, принтера, источника бесперебойного питания. Модема (телефона или радио), программного обеспечения. Программное обеспечение ПТК разработано в соответствии с требованиями нормативно-технической

документации Росгидромета, МПР РФ, министерства здравоохранения и социального развития РФ.



ПТК – программно-технический комплекс

- Т - телефонный канал передачи информации

→ линия радиопередачи информации

Рис. 8. Структурная схема автоматизированной системы мониторинга атмосферы и контроля источников загрязнения (АСМАКИЗ) города

Метеостанция дооборудуется автоматическим метеокomплексом, измеряющим метеопараметры с шагом от 1 до 10 минут. ЛМЗАВ дооборудуется автоматическими постами контроля загрязнения атмосферы (АПК), измеряющими загрязнение атмосферы с шагом 20 минут. Автоматические метеокomплексы и посты контроля загрязнения атмосферы производятся российской ассоциацией «Атомприбор» (г. Обнинск), обладающие достаточно высокой надежностью. Кроме того, на рисунке обозначены соответствующие структуры предприятия как элементы АСМАКИЗ, при наличии таковых, подконтрольные МПР, а также

областные службы гидрометеорологии и МПР, которым поступают необходимые отчетные материалы подотчетных служб.

Типовой автоматический пост контроля состоит из следующих систем и приборов:

1. павильон с системами электроснабжения, кондиционирования, пожарной и охранной сигнализации;
2. автоматический газоанализатор на CO;
3. автоматический газоанализатор на NO_x;
4. автоматический газоанализатор на SO₂;
5. автоматический газоанализатор на пыль;
6. автоматическое пробоотборное устройство;
7. контролер;
8. система передачи данных на пункт сбора информации.

Пост может быть оборудован также автоматическими газоанализаторами на фенол, формальдегид, аммиак и другие специфические загрязнители. При согласовании с заказчиком технического задания на пост согласуется перечень загрязняющих веществ, измеряемых именно на этом посту, и контролер сразу настраивается на этот перечень. Для сопоставимости результатов наблюдений, полученных в разных районах и в разное время, необходимо использовать единые унифицированные методы отбора и анализа, а также обработки и передачи информации.

По степени срочности информация подразделяется на три категории: экстренная, оперативная, режимная. Экстренная информация о возникшем или ожидаемом экстремально высоком загрязнении атмосферы или аварийных (залповых) выбросах ЗВ передается в контролирующие органы незамедлительно.

Под экстремально высоким загрязнением атмосферы понимается содержание одного или нескольких веществ, превышающих предельно допустимую концентрацию:

- в 20...29 раз при сохранении этого уровня более 2 суток;
- в 30...49 раз при сохранении этого уровня от 8 часов и более;
- в 50 и более раз.

Оперативная информация содержит обобщенные результаты наблюдений за месяц в форме таблиц, справок. Режимная информация содержит оценку состояния атмосферы и ее загрязнения, данные о средних и наибольших уровнях за длительный период (год), а также изменения уровня в многолетнем режиме. Режимная информация печатается в ежегодных изданиях - «Государственный доклад о состоянии окружающей среды РФ».

Вопросы и задания

1. Какова основная цель организации локального мониторинга атмосферы?

2. Из каких структурных звеньев состоит система производственного экологического мониторинга?
3. Изучите технологическую цепь АСМАКИЗ.
4. Определите категории информации, полученной в ходе мониторинга.
5. Заполните блок-схему автоматизированной системы воздушной среды города (рис. 8).

Литература:

1. Афанасьев Ю.А., Фомин С.А. Мониторинг и методы контроля окружающей среды: Учеб. пособие. Часть 1. Общая. – М.: Изд-во МНЭПУ, 1998. – 208 с.
2. Келина Н.Ю., Безручко Н.В. Токсикология в таблицах и схемах. – Ростов н/Д: Феникс, 2006. – 144 с.
3. Управление природоохранной деятельностью на предприятиях газовой отрасли в соответствии с международными стандартами ISO 14000: Учеб.-метод. Пособие / Под ред. В.В. Зиновьева, А.Д. Хованского.– М.: ООО ИРЦ Газпром, 2006. – 176 с.

Тема 8. Моделирование переноса веществ и прогнозирование локальной экологической обстановки

Цель занятия: ознакомиться с принципами и практической значимостью моделирования переноса и рассеивания загрязняющих атмосферу веществ.

Теоретическое введение. В начале XX в. ученые пришли к выводу, что атмосферные процессы можно прогнозировать с помощью математических уравнений. В настоящее время сложнейшие модели погоды широко используются национальными службами. Компьютерное моделирование стало главным инструментом при разработке прогнозов. Некоторые модели позволяют составить очень подробный прогноз складывающейся метеорологической ситуации на 1-2 дня для ограниченной территории. Во многих странах разрабатываются модели повышенной сложности, способные обрабатывать непрерывно увеличивающийся поток данных.

С эколого-гигиенической точки зрения наибольший интерес представляет информация о пространственной изменчивости концентраций вредных веществ в воздухе. Такие наблюдения могут характеризовать следующие уровни загрязнения атмосферы:

1. средний многолетний (годовой) уровень, который формируется при динамическом равновесии между эмиссией и рассеянием атмосферных загрязнений;
2. уровень загрязнения, который складывается при сочетании обычного режима работы предприятий – источников загрязнения атмосферы и неблагоприятных для рассеяния метеоусловий (НМУ) при 5 %-ной повторяемости, согласно действующей системы экологического нормирования;

3. уровень загрязнения, который может возникнуть при аварийном выбросе от потенциально опасного объекта при определенных заданных (обычно неблагоприятных) метеоусловиях.

Для составления карты загрязнения воздуха по экспериментальным данным необходимо систематически проводить отборы проб воздуха в узлах регулярной сетки с шагом не более 2 км. Такая задача практически невыполнима. Поэтому для построения полей концентраций используются методы математического моделирования процессов рассеяния примесей в атмосферном воздухе. Математическое моделирование (*mathematical simulation, mathematical modeling*) – метод исследования объектов (геосистем), их связей, взаимодействий и динамики с помощью математических зависимостей. Теоретической основой процесса распространения примесей является теория массопереноса. Математическое моделирование предполагает наличие достоверных данных о метеорологических особенностях и параметрах выбросов от различных источников.

Модель позволяет имитировать процессы рассеяния примесей в приземном слое атмосферы, который нормативно определен на высоте 2 м от поверхности земли, и рассчитывать поле разовых максимальных концентраций примеси при выбросе из одиночного источника, группы источников, при нагретых и холодных выбросах, а также дает возможность одновременно учесть действие разнородных источников и рассчитать суммарное загрязнение атмосферы от совокупности выбросов стационарных и передвижных источников.

Для решения задачи анализа и контроля кратковременного загрязнения воздуха при неблагоприятных метеоусловиях (НМУ) в крупных городах направлены подфакельные наблюдения и контроль санитарно-защитных зон промышленных предприятий (ведомственные наблюдения).

Значения уровней кратковременного загрязнения атмосферного воздуха при НМУ 5 %-ной повторяемости получаются при выполнении расчетов согласно типовой **«Методики расчета концентраций в атмосферном воздухе вредных веществ, содержащихся в выбросах предприятий. ОНД-86. Л., 1987.»**. В соответствии с этой методикой степень загрязнения атмосферного воздуха выбросами из непрерывно действующих источников определяется по наибольшему (максимальному) рассчитанному значению разовой приземной концентрации вредных веществ (C_m), которая устанавливается на некотором расстоянии (X_m) от места выброса при НМУ, когда скорость ветра достигает опасного значения (u_m) и в приземном слое происходит интенсивный турбулентный обмен.

Результатом проведенных расчетов по ОНД-86 являются следующие данные:

1. максимальные концентрации примесей в узлах расчетной сетки, мг/м³;

2. максимальные приземные концентрации (C_m) и расстояния, на которых они достигаются (X_m) для источников выбросов вредных веществ;
3. перечень источников, дающих наибольший вклад в уровень загрязнения атмосферного воздуха;
4. доля вклада основных источников выбросов в узлах расчетной сетки;
5. карты загрязнения атмосферного воздуха в долях ПДК_{м.р.};
6. распечатка входных данных об источниках загрязнения, метеорологических параметрах, физико-географических особенностях местности.

Какие метеоусловия являются неблагоприятными с точки зрения рассеяния выбросов вредных примесей? Зачем необходим анализ условий возникновения высоких концентраций поллютантов?

Неблагоприятные для рассеяния выбросов метеоусловия могут формироваться как в городе в целом, под воздействием макрометеорологических процессов, так и на локальных участках вследствие влияния мезо- и микрометеорологических процессов.

В *первом случае* определяющими факторами являются повторяемости приземных и приподнятых инверсий, слабых ветров, застоев воздуха, туманов, которые в совокупности составляют потенциал загрязнения атмосферы. Наличие этих условий приводит к формированию над городом шапки загрязненного воздуха, в пределах которой перепады концентраций относительно невелики.

Во *втором случае* речь идет о локальном повышении приземных концентраций при опасной скорости ветра, величина которой растет по мере удаления от источника загрязнения. В зависимости от скорости и направления ветра зоны максимальных приземных концентраций от конкретных источников постоянно смещаются. Вычисляются средние значения концентраций отдельных ингредиентов для сочетаний направлений и интервалов скоростей ветра (до 2 м/с, 3...4 м/с, 5...6 м/с и т.д.) для разных районов города. В результате анализа совокупности неблагоприятных ситуаций становятся более конкретизированными понятия неблагоприятных метеоусловий по районам города (с учетом застройки, зонирования территории), ингредиентам и, соответственно, источникам загрязнения атмосферного воздуха. На основании такого анализа разрабатываются профилактические мероприятия применительно к конкретным ситуациям.

В таблице 20 представлены некоторые программы по оценке загрязнения воздушного бассейна.

Таблица 20

| <i>Программа</i> | <i>Версия</i> | <i>Назначение программы</i> |
|------------------|---------------|---|
| УПРЗА «Эколог» | 3.0 | Позволяет рассчитать приземные концентрации загрязняющих веществ в атмосфере в соответствии с ОНД-86. |

| | | |
|---|----------|--|
| | | Программа предназначена для работы в Windows-98 SE, Windows Millennium, Windows 2000, Windows XP |
| УПРЗА «Эколог», вариант «Стандарт» | 3.0 | С блоком учета влияния застройки. Обладает дополнительными возможностями графического блока по работе с форматами ГИС: AUTOCAD, Mapinfo, Arcinfo |
| Инвентаризация, варианты «Локальный», «Сетевой» | 2.0 (W) | Составление инвентаризации выбросов загрязняющих веществ в атмосферу |
| ПДВ-ЭКОЛОГ, варианты «Локальный», «Сетевой» | 4.0 (W) | Разработка и формирование таблиц проекта нормативов предельно-допустимых выбросов (ПДВ) предприятия |
| 2-ТП (Воздух) | 3.10 (W) | Подготовка и выпуск форм статистической отчетности 2-тп (воздух), расчет платежей за выбросы |
| Справочник веществ | 4.10 (W) | Полная информация о веществах, загрязняющих атмосферу |

Вопросы и задания

1. Какая информация о пространственной изменчивости концентраций ЗВ в воздухе характеризует уровни загрязнения атмосферы?
2. Что представляет собой модель загрязнения атмосферы?
3. Какие наблюдения необходимы для расчета уровней кратковременного загрязнения атмосферного воздуха при НМУ?
4. В чем сущность методики ОНД-86?
5. Какие метеорологические условия являются неблагоприятными для рассеяния выбросов вредных примесей?
6. Какие программы по оценке загрязнения воздушного бассейна Вы знаете?

Литература:

1. Мониторинг и методы контроля окружающей среды: Учеб. пособие: Часть 2. Специальная / Ю.А. Афанасьев, С.А. Фомин, В.В. Меньшиков и др. – М.: Изд-во МНЭПУ, 2001. – 337 с., ил.
2. Стурман В.И. Экологическое картографирование: Учебное пособие. – М.: Аспект Пресс, 2003. – 251 с.
3. Хромов С.П., Петросянц М.А. Метеорология и климатология: Учебник, 6-е изд. – М.: Изд-во МГУ, Изд-во «КолосС», 2004. – 582 с.

СПИСОК РЕКОМЕНДУЕМОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

ОСНОВНАЯ ЛИТЕРАТУРА

- 1.Афанасьев Ю.А., Фомин С.А. Мониторинг и методы контроля окружающей среды. В 2 ч. Ч. 1. – М.: Изд-во МНЭПУ, 1998.
- 2.Методы комплексных физико-географических исследований: учеб. пособие / В.К. Жучкова, Э.М. Раковская. – М.: Изд-во «Академия», 2004. – 368 с.
- 3.Мониторинг и методы контроля окружающей среды: В 2 ч. Ч. 2. / Ю.А. Афанасьев, С.А. Фомин, В.В. Меньшиков и др.-М.: Изд-во МНЭПУ, 2001.
- 4.Муравьев А.Г. Оценка экологического состояния природно-антропогенного комплекса: учебно-метод. пособие – Изд. 2-е, доп.–СПб.: Крисмас+, 2000.
- 5.Оперативные методы биотестирования токсичности вод / Ю.С. Григорьев и др. // Современные аспекты экологии и экологического образования: материалы Всеросс. науч. конф. (Казань, 19-23 сент. 2005 г.) / КГУ.–Казань, 2005. – С. 3-5.
- 6.Раскатов В.А. Приборы и измерения, наблюдения за состоянием окружающей среды. – М.: Пушино: ОНТИ ПНЦ РАН, 2001.
- 7.Фомин Г.С., Фомина О.Н. Воздух. Контроль загрязнений по международным стандартам. Справочник. / Под ред. С.А. Подлепы.–М.: Издательство Протектор, 1994.
- 8.Хромов С.П., Петросянц М.А. Метеорология и климатология: учебник – Изд. 6-е, перераб. и доп. – М.: Изд-во МГУ, Изд-во «КолосС», 2004.

Нормативно-правовые документы

1. Российская Федерация. Законы. Об охране окружающей среды: федер. закон от 10 января 2002 г. № 7-ФЗ: офиц. текст. – М.: Изд-во ОМЕГА-Л, 2005. – 56 с.
2. ГОСТ 17.0.0.02-79. Охрана природы. Почвы. Метрологическое обеспечение контроля загрязненности атмосферы, поверхностных вод и почвы. – М.: Изд-во стандартов, 1980.
3. ГОСТ 17.2.4.02-81. Охрана природы. Атмосфера. Общие требования к методам определения загрязняющих веществ. – М.: Изд-во стандартов, 1982.
4. ГОСТ 17.4.4.02-84. Охрана природы. Почвы. Методы отбора и подготовки проб для химического, бактериологического и гельминтологического анализа. – М.: Изд-во стандартов, 1984.
5. ГОСТ 17.15.05.-85. Охрана природы. Гидросфера. Общие требования к отбору проб поверхностных и морских вод, льда и атмосферных осадков. – М.: Изд-во стандартов, 1985.

ГОСТ 17.2.3.01-86. Охрана природы. Атмосфера. Правила контроля качества воздуха населенных пунктов. Общие технические требования. – М.: Изд-во стандартов, 1986

ДОПОЛНИТЕЛЬНАЯ ЛИТЕРАТУРА

1. Келина Н.Ю., Безручко Н.В. Токсикология в таблицах и схемах. – Ростов н/Д: Феникс, 2006.
2. Методики расчета концентраций в атмосферном воздухе вредных веществ, содержащихся в выбросах предприятий. ОНД-86. Л., 1987. - 93 с.
3. Погода. Энциклопедический путеводитель. – М.: Махаон, 2007.
4. Свод правил по инженерным изысканиям для строительства. Инженерно-экологические изыскания для строительства. СП 11-102-97. Госстрой России. М., 1997.
5. Справочник инженера-эколога по охране окружающей среды: Учебно-практич. пособие. / Под ред. В.П. Перхуткина. – М.: «Инфра-Инженерия», 2005.
6. Стурман В.И. Экологическое картографирование: Учебное пособие. – М.: Аспект Пресс, 2003.
7. Техника и технология защиты воздушной среды: Учеб. пособие для вузов / В.В. Юшин, В.М. Попов, П.П. Кукин и др. – м.: Высш. шк., 2005.
8. Физическая география Ставропольского края: Учебник / Н.И. Бутенко, В.В. Савельева, В.А. Шальнев. – Ставрополь: Ставропольсервисшкола, 2000.
9. Хентов В.Я. Химия окружающей среды для технических вузов: Учеб. пособие. – Ростов н/Д: изд-во «Феникс», 2005.

Г Л О С С А Р И Й

Автоматизация (*automation, automatic control*) – внедрение компьютерных технологий, автоматических устройств и систем с целью повышения производительности труда, точности и оперативности выполнения каких-либо действий, процессов.

Альbedo (*albedo*) – показатель отражающей способности поверхности (тела), представляющий собой отношение (в %) потока радиации, отраженного поверхностью, к потоку падающей радиации. При этом имеется в виду диффузное отражение. В случае направленного отражения используют коэффициент отражения. *A. поверхности почвы* меняется в пределах 10-30%. *A. поверхности свежеснежного покрова* составляет 80-90%, давно лежащего снега – около 50% и ниже. *A. поверхности Мирового океана* составляет 5-20%. *A. верхней поверхности облаков* - от нескольких процентов до 70-80% в зависимости от типа и мощности облаков. В целом *планетарное A. Земли* оценивается в 31%. Основную часть планетарного *A. Земли* составляет отражение солнечной радиации облаками.

Аэрокосмический мониторинг (*remote sensing monitoring*) – система регулярных повторных наблюдений и контроля за положением в пространстве и состоянием геосистем

или их компонентов по материалам аэрокосмического зондирования и разновременным, в том числе оперативно составляемым картам. **А.-к. м.** – одна из подсистем комплексного мониторинга.

Данные (*data*) – измеренные величины, результаты съемки, наблюдаемые факты, любые показатели, сведения и описания объектов окружающего мира, представленные в формализованном виде, пригодном для фиксации, хранения, передачи и обработки человеком или автоматическим устройством. Различают входные **Д.**, вводимые в систему для обработки или хранения, и выходные **Д.**, поступающие на устройство вывода после выполнения программы. Системы данных образуют базы и банки **Д.**

Датчик (*measuring element, detector, pickup, sensor*) – измерительное устройство, преобразующее физические величины (сигналы) в цифровую или алфавитно-цифровую форму для последующей компьютерной обработки, хранения, преобразования.

Дешифрирование (*decoding, identification*) – метод исследования территорий, акваторий, а также атмосферных явлений по их изображению на аэро-, космических, подводных снимках, фотосхемах, фотопланах. Суть **Д.** – расшифровка содержания изображенных объектов, определение их качественных и количественных характеристик, извлечение информации на основе зависимостей, существующих между свойствами объектов и их отображением на снимках. Результаты **Д.** представляют в цифровой форме или в виде схем **Д.**, по которым в дальнейшем составляют, обновляют карты.

Диапазон съемки, зондирования (*band of remote sensing, channel of surveying, spectral band*) – участок спектра электромагнитного излучения, в котором выполняют дистанционную съемку. Различают съемку в ультрафиолетовом, видимом, ближнем, среднем, дальнем или тепловом инфракрасном диапазонах, в микроволновом радиодиапазоне. При многозональной (многоспектральной) съемке одновременно используют несколько **Д.с.**

Дистанционное зондирование, ДЗ (*remote sensing, remote surveying, RS*) – неконтактная съемка Земли с наземных, летательных воздушных, космических аппаратов, надводных и подводных судов. **ДЗ** ведут в различных зонах электромагнитного спектра с помощью фотографических, телевизионных, сканирующих, лазерных, радиолокационных, гидролокационных и других съемочных систем. Различают пассивные методы **ДЗ**, при которых фиксируются собственное или отраженное излучение объекта, и активное **ДЗ**, когда объекты облучают, например, радиоволнами. В широком смысле к **ДЗ** относят также дистанционную геофизическую съемку (аэромагнитную и др.), позволяющую регистрировать физические поля планет. Данные **ДЗ**, представленные в аналоговой или

цифровой формах, служат материалами для научных исследований, мониторинга, картографирования объектов и процессов.

Инверсия (*inversion, inverse*) – Нарушение нормального порядка двух или более элементов: перестановка слоев, элементов математической последовательности, обратный порядок расположения метеорологических элементов в атмосфере с высотой или переслаивание геологических отложений и т.п.

Карта атмосферных явлений - общее название для карт, показывающих такие явления, как туманы, метели, гололед, пыльные бури, град и др. Обычно с помощью изолиний указывают число дней с теми или иными атмосферными явлениями, их повторяемость, вероятность наступления.

Карта ветров (*wind map, wind chart*) – карта распределения ветров на уровне земной поверхности или на других высотных уровнях. Обычно **К.в.** составляют по данным наблюдений на метеостанциях, метео- и гидропостях. Основные способы изображения – знаки движения (векторы) и локализованные диаграммы (розы ветров), характеризующие направления и скорости ветров за определенный период (месяц, сезон, год). Часто ветры показывают на фоне барического поля.

Контроль (*control, check, inspection*) – проверка или контрольное наблюдение с целью оценки соответствия контролируемого объекта каким-либо начальным условиям (нормам, стандартам). По методу проведения различают сплошной и выборочный (статистический) **К.**, по периодичности – постоянный (текущий), эпизодический. Автоматический **К.** выполняют аппаратными средствами без участия человека, визуальный **К.** – путем просмотра специалистом (контролером, экспертом). **К.** сопровождает все этапы получения данных, их хранения, обработки, создания и использования.

Лаборатория (*laboratory*) – **1.** Организация или подразделение в составе научного, учебного или научно-производственного института, ведущее исследования по какой-либо проблеме. **2.** Помещение, специально оборудованное приборами и аппаратурой для научно-исследовательских, проектировочных работ, экспериментов.

Лидарная съемка (*lidar surveying*) – съемка с использованием лазерного оптического локатора для дистанционного зондирования воздушных и водных сред (измерение влажности, температуры, прозрачности атмосферы, концентрации газов и аэрозолей). Обеспечивает большую дальность зондирования (до нескольких десятков км), высокое пространственное разрешение (до долей м) и оперативность (время измерения параметра – менее 1 с).

Мониторинг (*monitoring*) – информационная система для регулярных наблюдений, оценки и контроля состояния и изменения окружающей среды, отдельных ее компонентов и

параметров. Наиболее развиты аэрокосмические, гидрометеорологические, биоиндикационные методы **М.** Важную роль в отображении результатов **М.** играет картографирование, в особенности, оперативное составление карт.

Наблюдение (*observation, sighting*) – процесс регистрации, измерения и качественной оценки явлений окружающей действительности (геосистем и их компонентов). **Н.** – один из основных источников получения информации для картографирования. В зависимости от применяемых методов различают **Н.** непосредственное (контактное) и дистанционное, прямое и косвенное, визуальное и инструментальное. Все науки разрабатывают свои методики **Н.** и способы оценки их точности. По содержанию **Н.** может быть астрономическим, геодезическим, гидрометеорологическим и т.д.; по периодичности – однократным, многократным (повторным) и постоянным (мониторинговым).

Независимое измерение (*independent measurement*) – измерение, свободное от методов и влияний других измерений. Обычно выполняется для сопоставления с другими измерениями или для их контроля.

Обработка данных (*data processing*) – процесс анализа-синтеза, преобразования, сортировки, улучшения данных. Выполняется в ручном, автоматизированном (диалоговом) и полностью автоматическом режимах.

Повторное наблюдение (*resighting*) – **1.** Наблюдение или измерение одного и того же объекта для контроля, обнаружения и устранения возможных случайных ошибок, сбоев или для оценки точности результата измерения. **2.** Наблюдение, выполняемое через более или менее длительный промежуток времени для выявления динамики, эволюции объекта.

Подготовка данных (*data preparation, data processing*) – этап предварительной обработки исходных данных, который включает их оценку, сортировку и упорядочение, возможную отбраковку, формализацию, определение последовательности использования.

Проба (*test, experiment*) – **1.** Испытание, эксперимент, проверка какого-либо метода, процесса. **2.** Небольшая часть, образец материала, взятый для анализа, научного исследования, контроля или испытания на соответствие установленным требованиям.

Прогнозная карта (*prognostic map*) – карта, отражающая неизвестные, не существующие в настоящее время или недоступные для непосредственного изучения явления и процессы. Различают карты прогнозов во времени и пространстве. По степени вероятности (достоверности) прогнозов выделяют карты предварительного, вероятного и весьма вероятного прогнозов, а также карты перспективного (прогнозного) расчета. По заблаговременности выделяют карты оперативного, краткосрочного, среднесрочного и долгосрочного прогнозов.

Программа (*program, routine*) – формализованное описание процесса выполнения какой-либо работы, исследования.

Рекогносцировка (*reconnaissance, revision, running*) – Предварительное наземное или аэровизуальное обследование местности для проведения съемочных, дешифровочных, изыскательских работ, выбора ключевых участков, прокладки маршрутов, трасс.

Стандарт представления данных (*data representation standard*) – нормативно-технический документ, регламентирующий правила и форматы отображения данных (цифровой информации, текстовых, графических документов, геоизображений), их свойств и отношений в файле или базе данных. Некоторые **С. п. д.** приняты на государственном уровне, другие введены разработчиками как внутренние форматы. Их различия вызывают необходимость создания обменных форматов данных и способов их конвертирования.

Стандартная процедура (*standard procedure*) – официально установленный, нормативно закрепленный порядок выполнения измерений, вычислений, технологических процессов, контрольных мероприятий и т.п. действий.

Станция (*station*) – **1.** Специально оборудованное учреждение, площадка, где размещен комплекс устройств для научных исследований и мониторинга. **2.** Автоматический аппаратный комплекс для съемок, зондирования, измерений, регистрации данных (автоматическая межпланетная **С.**). **3.** Географическая точка, пункт, где произведено наблюдение, измерение, взятие пробы, прием сигнала и т.п. (океанологическая **С.**).

Фоновая поверхность (*trend surface*) – поверхность, отражающая главные, наиболее крупные черты структуры изучаемого явления. **Ф. п.** составляют с помощью графического осреднения исходной поверхности, разложения по характерным линиям и других методов. **Ф.п.** может иметь разный порядок, отражая, например, глобальные, региональные закономерности.

Ультрафиолетовый диапазон (*ultraviolet band*) – непосредственно не воспринимаемое глазом коротковолновое электромагнитное излучение волн длиной от 400-10 нм. Сильное поглощение УФ радиации атмосферой ограничивает применение **У.д.** в дистанционном зондировании.

Этапы исследования (*stages of research*) – последовательные относительно самостоятельные стадии (части) исследования: постановка проблемы, выбор методики, сбор информации (полевой этап), подготовка данных, их обработка и анализ (собственно исследование), оценка предварительных и окончательных результатов, оценка их точности, формулировка выводов и рекомендаций.