

Лекция10

Экологический мониторинг воздушной среды

Согласно Федеральному закону № 7 (от 10.01.2002 (в ред. на 14.07.2008)) «Об охране окружающей среды» к компонентам окружающей природной среды относятся: земля, недра, почвы, поверхностные и подземные воды, атмосферный воздух, растительный, животный мир и иные организмы, а также озоновый слой атмосферы и околоземное космическое пространство, обеспечивающие в совокупности благоприятные условия для существования жизни на Земле.

Параметрами состояния системы, в том числе и экогеосистемы, называются количественные характеристики отдельных свойств системы. Воздушная среда в геологической системе мониторинга может контролироваться на уровне объектного мониторинга в карьерах и шахтах открытых и подземных разработок месторождений полезных ископаемых. Показателями ее состояния являются концентрации взвесей, кислорода, оксида и двуокси углерода, оксидов азота, серы, метана, озона.

1. Последствия загрязнений

Наиболее важным из всех компонентов окружающей среды без всякого сомнения является атмосферный воздух, хотя бы потому что не дышать мы можем не более 5 минут, а дальше часы остановились. Атмосфера одна на всю планету, поэтому трансграничные переносы газообразных веществ касаются жителей всей планеты. Загрязнение воздуха отрицательно влияет на растения, животных, людей, строения. Поэтому в глобальной системе мониторинга приоритетным компонентом ОС является атмосфера.

Загрязнение воздуха в результате поступления в него различного рода вредных веществ имеет ряд неблагоприятных последствий:

Санитарно-гигиенические последствия. Поскольку воздух является средой, в которой человек находится в течение всей жизни и от которой зависит его здоровье, самочувствие и работоспособность, наличие в воздушной среде порой даже небольших концентраций вредных веществ может неблагоприятно отразиться на человеке, привести в необратимым последствиям и даже к смерти.

Экологические последствия. Воздух является важнейшим элементом окружающей среды, находящимся в непрерывном контакте со всеми другими элементами природы. Ухудшение качества воздуха вследствие присутствия в нем различных загрязнителей приводит к гибели лесов, посевов сельскохозяйственных культур, травяного покрова, животных, к загрязнению водоемов, а также к повреждению памятников культуры, строительных конструкций, различного рода сооружений и т.д.

Экономические последствия. Загрязнение воздуха вызывает значительные экономические потери. Запыленность и загазованность воздуха в производственных помещениях приводит к снижению производительности труда, потере рабочего времени из-за увеличения заболеваемости. Во многих производствах наличие пыли в воздушной среде ухудшает качество продукции, ускоряет износ оборудования. Потери на ряде производств составляют до 3-5 %.

Под качеством атмосферного воздуха понимают совокупность свойств атмосферы, определяющую степень воздействия физических, химических и биологических факторов на людей, растительный и животный мир, а также на материалы, конструкции и окружающую среду в целом.

2. ЗВ и оценочные параметры загрязнения

В качестве наиболее распространенных и опасных загрязнителей выделены (А.И. Фёдоровым) восемь категорий загрязнителей: взвешенные вещества (они могут переносить другие загрязнители, растворённые в них или адсорбированные на их поверхности); углеводороды и другие летучие органические соединения; угарный газ; оксиды азота; оксиды серы (в

основном диоксид); свинец и другие тяжёлые металлы; озон и другие фотохимические окислители; кислоты в основном серная и азотная.

Нормативами качества воздуха определены допустимые пределы содержания вредных веществ как в производственной так и в селитебной зоне. Основные термины и определения, касающиеся показателей загрязнения атмосферы, программ наблюдения, поведения примесей в атмосферном воздухе определены ГОСТом 17.2.1.03-84. «Охрана природы. Атмосфера. Термины и определения контроля загрязнения». ПДК для наиболее распространённых токсикантов приведены в (табл. 1) приложений к этому ГОСТу. Особенность ПДК для атмосферы заключается в том, что они дифференцированы относительно длительности и характера воздействия.

Предельно допустимая концентрация среднесуточная (ПДК_{сс}) – это концентрация вредного вещества в воздухе *населенных мест*, которая не должна оказывать на человека прямого или косвенного воздействия при неограниченно долгом (годы) вдыхании. Таким образом, ПДК_{сс} рассчитана на все группы населения и на неопределенно долгий период воздействия и, следовательно, является самым жестким санитарно-гигиеническим нормативом, устанавливающим концентрацию вредного вещества в воздушной среде. Именно величина ПДК_{сс} может выступать в качестве «эталона» для оценки благополучия воздушной среды в селитебной зоне.

Предложен ряд комплексных показателей загрязнения атмосферы (совместно несколькими загрязняющими веществами); наиболее распространенным и рекомендованным методической документацией МПР, является комплексный индекс загрязнения атмосферы (ИЗА). Расчет ИЗА основан на предположении, что на уровне ПДК все вредные вещества характеризуются одинаковым влиянием на человека, а при дальнейшем увеличении концентрации степень их вредности возрастает с различной скоростью, которая зависит от класса опасности вещества. Его рассчитывают как сумму нормированных по ПДК_{сс} и приведенных к концентрации диоксида серы средних содержаний различных веществ:

$$Y_n = \sum_{i=1}^n Y_i = \sum_{i=1}^n \left(\frac{q_{cpi}}{ПДК_{cci}} \right)^{c_i},$$

где Y_i – единичный индекс загрязнения для i -ого вещества; q_{cpi} – средняя концентрация i -ого вещества; $ПДК_{cci}$ – $ПДК_{cc}$ для i -ого вещества; c_i – безразмерная константа приведения степени вредности i -ого вещества к вредности диоксида серы, зависящая от того, к какому классу опасности принадлежит загрязняющее вещество (для 1 – 1,7; для 2 – 1,3; для 3 – 1,0; для 4 – 0,9).

Показатель ИЗА используется не только, чтобы суммировать данные различных концентраций, измеренных в городе. Он применяется для изучения связи между уровнем загрязнения и заболеваемостью населения. Установлена зависимость между этими показателями и оказалось возможным связать значения ИЗА с числом заболеваний различными болезнями. На основе этих исследований установлены категории низкого, повышенного, высокого и очень высокого загрязнения воздуха.

Установлены четыре категории качества воздуха в зависимости от уровня загрязнения. Уровень загрязнения считается **низким** при значениях ИЗА менее 5, **повышенным** при ИЗА от 5 до 8, СИ < 5, **высоким** при ИЗА от 8 до 13, СИ от 5 до 10 и **очень высоким** при ИЗА > 13, СИ > 10

В практической работе используют большое количество различных ИЗА. Некоторые из них основаны на косвенных показателях загрязнения атмосферы, например, на видимости атмосферы, на коэффициенте прозрачности.

Различные ИЗА, которые можно разделить на 2 основные группы:

1. Единичные индексы загрязнения атмосферы одной примесью.
2. Комплексные показатели загрязнения атмосферы несколькими веществами.

К **единичным индексам** относятся:

Коэффициент для выражения концентрации примеси в единицах ПДК (а), т.е. значение максимальной или средней концентрации, приведенное к ПДК:

$$a = C_i / \text{ПДК}_i$$

Этот ИЗА используется как критерий качества атмосферного воздуха отдельными примесями.

Повторяемость (g) концентраций примеси в воздухе выше заданного уровня по посту либо по K постам города за год. Это процент (%) случаев превышения заданного уровня разовыми значениями концентрации примеси:

$$g = (m/n) \cdot 100\%$$

где n – число наблюдений за рассматриваемый период, m – число случаев превышения разовыми концентрациями на посту.

ИЗА (I) отдельной примесью – количественная характеристика уровня загрязнения атмосферы отдельной примесью, учитывающая класс опасности вещества через нормирование на опасность SO₂:

$$I = (C_{\Gamma} / \text{ПДК}_{\text{сс}})^{K_i}$$

где I – примесь, K_i – константа для различных классов опасности по приведению к степени вредности диоксида серы, C_Г – среднегодовая концентрация примеси.

Для веществ различных классов опасности K_i принимается:

Класс опасности				
Значени e K _i	,7	,3	,0	,9

Для сопоставления данных о загрязненности несколькими веществами атмосферы разных городов или районов города комплексные индексы загрязнения атмосферы должны быть рассчитаны для одинакового количества (n) примесей. При составлении ежегодного списка городов с наибольшим уровнем загрязнения атмосферы для расчета комплексного индекса Y_n используют значения единичных индексов Y_i тех пяти веществ, у которых эти значения наибольшие.

Токсичность воздушной среды и отдельных компонентов в ней определяется статистическими показателями, такими например как среднелетальный исход, под которым понимается концентрация токсичного вещества, при которой погибает половина испытываемых животных.

3. Аэрозоли

Одним из показателей также является *прозрачность атмосферы*. Данный показатель указывает на способность атмосферы пропускать электромагнитную энергию. Прозрачность атмосферы зависит от присутствующих в ней аэрозолей. Аэрозоли могут быть представлены различными дисперсными фазами: в виде пыли, дыма, тумана или смога:

Пыль – твёрдые частицы, диспергированные в газообразной среде;

Дым – аэрозоль, получающийся в результате конденсации газов;

Туман – жидкие частицы, диспергированные в газообразной среде;

Смог (от англ. *smoke* – дым, *fog* – туман) – конденсированный аэрозоль связанный с туманом.

Аэрозольная система не находится в неизменном состоянии. В результате взаимодействия частиц происходит их укрупнение, разрушение конгломератов, осаждение частиц и т.д.

Наиболее активным загрязнителем атмосферного воздуха в современных условиях является транспорт и в первую очередь, автомобильный.

Большое количество аэрозолей образуется в результате естественных природных процессов. В среднем почвы и растительный покров дают свыше 40%, водная поверхность 10-20% всех атмосферных аэрозолей.

По самым осторожным оценкам количество частиц ежегодно попадающих в воздушный бассейн Земли в результате деятельности человека достигает около 1 млрд. т. в год, что составляет 10% от всей массы загрязняющих веществ. Химический состав дисперсных частиц различен, это диоксид кремния – песок, токсичные металлы, пестициды, углеводороды и др. Максимальный антропогенный вклад приходится на сульфаты.

Основной источник антропогенных аэрозолей – процесс горения. Энергетика и транспорт дают 2/3 общего количества антропогенных аэрозолей. Среди прочих источников аэрозолей – металлургические предприятия, производство строительных материалов, химические производства.

Аэрозоли способны заметно влиять на климатические особенности территорий. Например, высокодисперсные частицы промышленных выбросов являются ядрами конденсации в городах, это способствует повышению интенсивности осадков на 5-10% по сравнению с сельской местностью.

Пыль является причиной разрушительных взрывов в горных выработках, где накапливается метан и другие горючие газы. Взрывоопасными в аэрозольном состоянии могут быть и такие «невинные» вещества, как чай, крахмал, сахар, мука.

Чем объясняется повышенная активность веществ, находящихся в аэрозольном состоянии? Внешняя поверхность пачки спрессованного чая массой 100 г равна 150 см², однако в аэрозольном состоянии из этой массы чая суммарная поверхность увеличится в 20 тыс. раз. Огромная поверхность аэрозольных частиц способствует активному окислению, в результате происходит быстрое и одновременное воспламенение аэрозолей, приводящее к взрыву.

4. Методика отбора и анализа воздушных проб

Основным способом отбора проб воздуха является аспирационный способ, при котором воздух пропускается через сорбционное устройство с определённой скоростью.

При исследовании атмосферных загрязнений определяют как максимально разовые (отбор проб 30 минут), так и среднесуточные концентрации (круглосуточный отбор). Наблюдение за загрязнением атмосферы проводится на стационарных, маршрутных и передвижных (подфакельных) постах.

Для количественной характеристики запыленности воздуха в настоящее время используется преимущественно весовой метод (гравиметрия). Кроме того, существует счетный метод. Весовые показатели определяют массу пыли в единице объема воздуха. Это прямые методы измерения запыленности. Существует также группа косвенных методов измерения запыленности. Под косвенными методами понимают методы основанные на изменениях параметров различных физических явлений при определенных концентрациях пыли (интенсивности излучения, электрического поля, оптической плотности и т.д.).

Другим, часто используемым, методом является *газовая хроматография*, основанный на распределении веществ между подвижной и неподвижной фазой. С помощью метода ГХ возможен анализ воздуха, в том числе аэрозолей, определение газов и веществ в неизвестном физическом состоянии (пары или аэрозоли), а также проведение производственного токсикологического анализа.