

Лекция 2

Критерии состояния природной среды

План

1. Анализ современных показателей качества ОС.
2. Модель естественной и урбанизированной экосистем.
3. Экологическая регламентация и экологическое нормирование.
4. Единичные, косвенные, комплексные, интегральные и многокритериальные оценки.
5. Полнота описания состояния экосистем и проблема неопределенности. Комплексный экологический мониторинг.

Качество – это ...

- совокупность свойств, которые представляют интерес для потребителя данного продукта (*эстетические свойства, показатели надежности и др.*).
- **Качество окружающей среды** может быть оценено как некоторая совокупность свойств окружающей среды, являющихся важными для субъекта оценки (*биологического вида, человека*).
- Свойства ОС – показатели, признаки, критерии.

Анализ современных показателей качества ОС

Наиболее разработанными являются показатели качества для атмосферного воздуха и воды.

ПРИМЕНЯЮТСЯ:

- ИЗА – комплексный индекс загрязнения атмосферы;
- СИ – наибольшая измеренная разовая концентрация примеси, деленная на ПДК;
- НП – наибольшая повторяемость (в процентах) превышения ПДК одной из примесей за месяц или за год.
- ИЗВ – индекс загрязнения воды, представляющий собой среднее от суммы измеренных концентраций, деленных на ПДК для приоритетных загрязнителей.

Общий недостаток всех этих показателей:

- применение ПДК в качестве пороговой величины. ПДК не является экологической величиной, ПДК – санитарно-токсикологические величины;
- отслеживание ситуации всего лишь по одной составляющей – химической – и только по направлению – состав. Физическая и биотическая составляющие игнорируются. Не рассматриваются также параметры, характеризующие процессы, свойства и явления (эффекты), происходящие в контролируемом объекте;
- недостаточная чувствительность (допустимая ошибка измерений, например, по воздуху, может достигать 40% и более);
- плохая совместимость этих показателей с требованиями, выдвигаемыми системами принятия решений, а именно: простота интерпретации и возможность принятия решений на основе этих показателей.

Новые показатели - экологические индикаторы и индексы качества

- Разрабатываются в ряде стран Европы и Азии, находятся в центре внимания Комиссии по устойчивому развитию при ООН и Комитета по экологическим индикаторам и индексам.
- Новый подход основан на системном анализе и методах описания сложных систем.
- В качестве базы для отчета принимаются параметры, характеризующие состав, свойства, характеристики процессов и явлений на неурбанизированной территории.
- Новые показатели качества не нуждаются в использовании понятия ПДК, что существенным образом улучшает проводимые оценки, делая их более адекватными.

Модель естественной и урбанизированной экосистем

Составляющие:

- физическая
- химическая
- биотическая

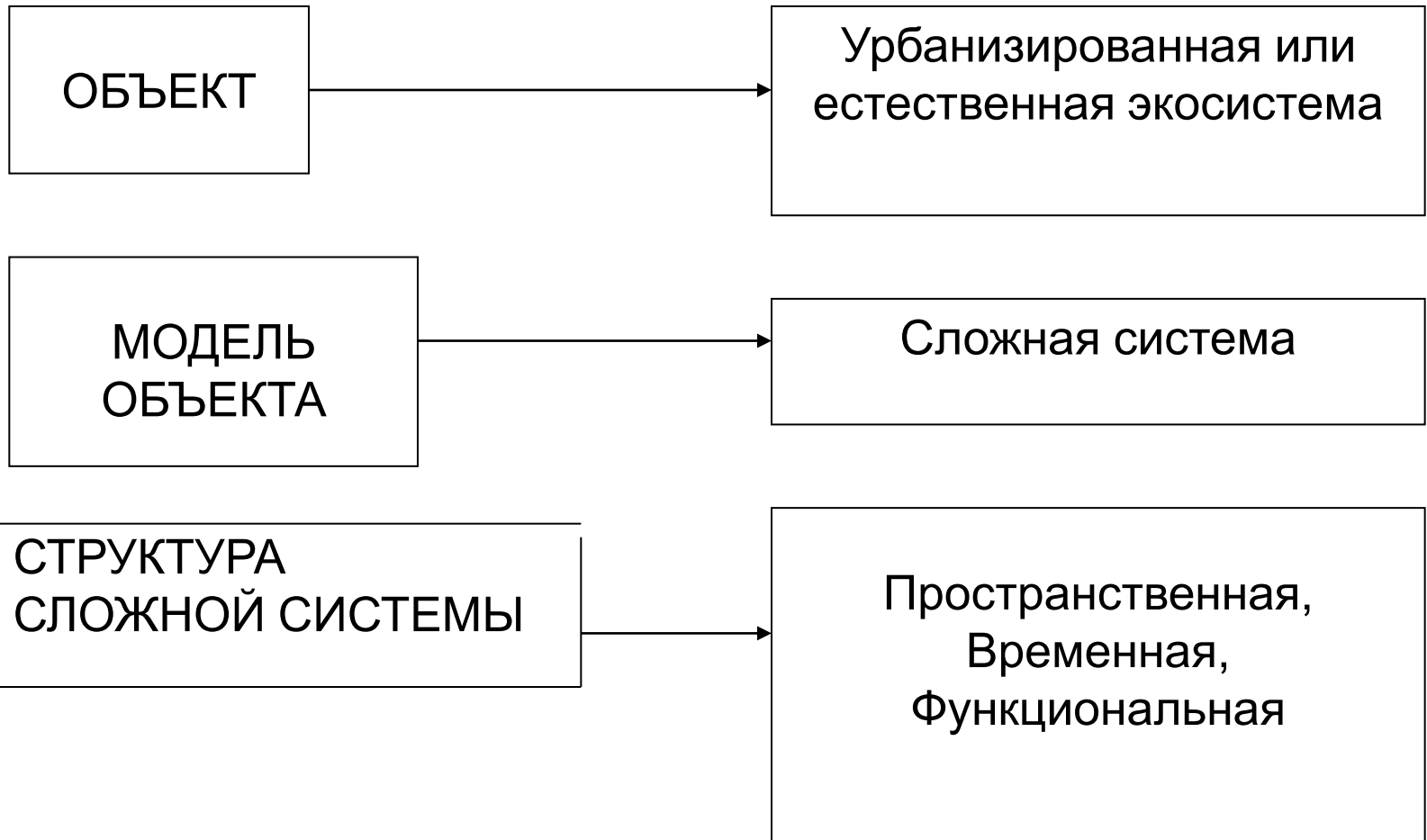
Признаки (классы), на основании которых возможна количественная оценка состояния и качества естественных или искусственных экосистем:

- состав
- процессы
- свойства
- явления (эффекты).

Понятия...

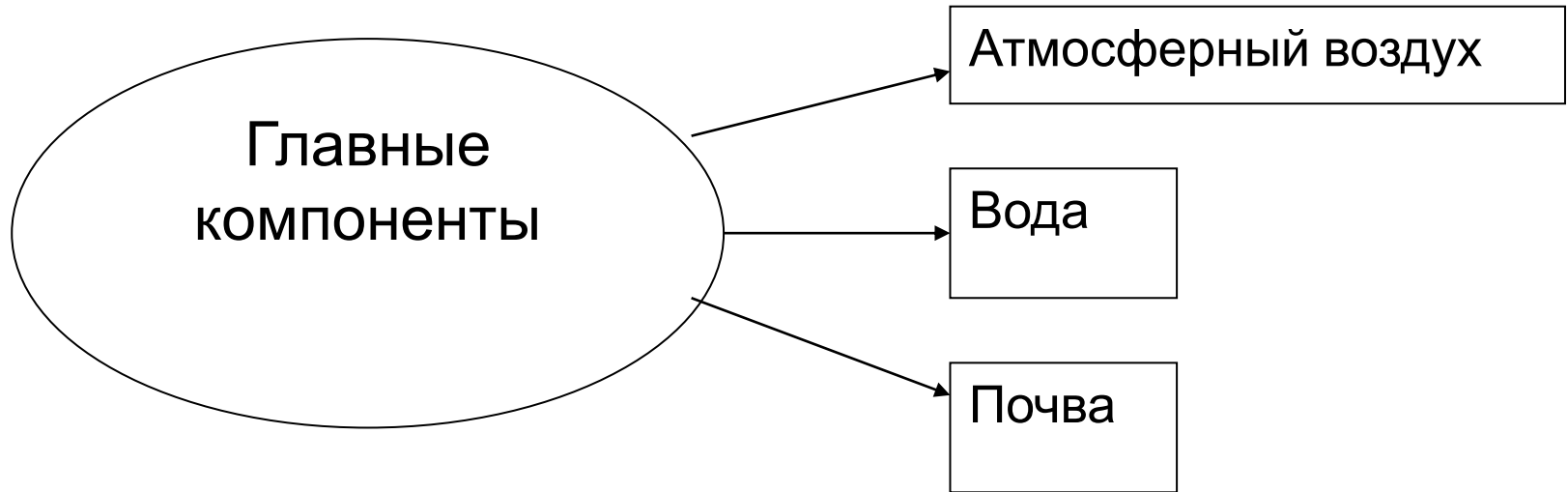
- **Состав** – какие именно химические элементы и их устойчивые соединения и в каком количестве содержатся в интересующем нас объекте.
- **Свойство** – реакция объекта на внешнее воздействие. Выделяют механические, термодинамические, электрические, оптические и другие свойства. Свойства во многом определяют понятие качества объекта и могут быть специфическими, специальными для качественной характеристики объекта. *Например*, органолептические свойства воды.
- **Процесс** – последовательность состояний (*фаз, этапов и т.п.*), т.е. переход объекта из одного состояния в другое.
- **Явление (эффект)** – конечная стадия процесса, сопровождается либо изменением начальных (входящих) параметров, либо появлением на выходе новых параметров, которые отсутствовали ранее.

Схема 1. Организационная структура модели естественной и урбанизированной экосистем



Структура объекта

▪



Информационная структура модели естественной и урбанизированной экосистем

Структурирование информации

СОСТАВЛЯЮЩИЕ

Физическая,
Химическая,
Биотическая

КЛАССЫ

Состав,
Свойства,
Процессы,
Явления (эффекты)

Схема 2. Информационная пирамида мониторинга



Экологическая регламентация и экологическое нормирование

- **Экологическая регламентация** - определение нормы состояния экосистемы на основе анализа параметров состояния, интервалов их естественного колебания, выявления пороговых и критических величин параметров, при которых сохраняется портрет экосистемы.
- Регламентируется состояние природной системы, а нормируется воздействие на нее.

Этапы оценки воздействия

- 1) оценка фактора воздействия →
- 2) оценка устойчивости экосистемы →
- 3) оценка степени воздействия
(изменения экосистемы).

Экологическое нормирование –

- ... основано не на оценке природопользователями качества наземных и водных природных объектов, а на оценке внутренних свойств и возможностей экосистем сохранять свое состояние или утрачивать его при внешнем воздействии (*Дмитриев, 1994*).
- ... это специальная научно-исследовательская и нормативно-правовая деятельность по обоснованию экологических критериев качества окружающей среды и разработке основанных на этих критериях нормативов допустимых антропогенных воздействий, природоохранных норм и правил применительно ко всем основным формам хозяйственной деятельности (*Садыков, 1994*).

Ключевые термины...

- ***Норма состояния экосистемы*** – это состояние, при котором сохраняется ее структура и видовое разнообразие, не меняется режим функционирования, процессы обмена веществом и энергией протекают с интенсивностями, амплитуда которых обусловлена естественно-исторической фазой развития природного объекта и он может существовать без заметных изменений реально неограниченное время.
- ***Норма воздействия на экосистему*** – дозволенное воздействие, при котором обеспечивается сохранение: структуры и динамических качеств экосистем, устойчивости, видового разнообразия, естественного хода сукцессионных процессов, продуктивности; наиболее уязвимых звеньев трофических цепей.

Выделяют классы состояний экосистемы

(Н.Ф. Реймерс, 1990):

- естественное, равновесное, кризисное, критическое, катастрофическое состояние и состояние коллапса;
- три последних градации определяются по снижению и утрате биопродуктивности природной системы.

Санитарно-гигиеническое нормирование качества окружающей среды

- В июле 1985 г. Верховный Совет СССР принял постановление, в котором министерствам и ведомствам было поручено провести комплекс научных исследований с целью перевода всей системы государственного контроля загрязнения окружающей среды в стране на экологическую основу.
- К нормативам качества ОС (*ст. 21 закона «Об охране окружающей среды» № 7-ФЗ от 10.01.2002 г.*) относят нормативы предельно допустимых концентраций (ПДК) вредных веществ, вредных микроорганизмов и биологических веществ, загрязняющих окружающую среду, а также нормативы предельно допустимых уровней (ПДУ) вредных воздействий на нее.
- **ПДК** – это нормативы, устанавливающие концентрации вредного вещества в единице объема (воздуха, воды), массы (пищевых продуктов, почвы) или поверхности (кожа работающих), которые при воздействии за определенный промежуток времени практически не влияют на здоровье человека и не вызывают неблагоприятных последствий у его потомства.

Таблица 1. ПДК атмосферных загрязнений

Загрязняющее вещество	ПДК, мг/м ³ максимально разовая	ПДК, мг/м ³ среднесуточная
пыль	0,5	0,15
оксид углерода	3,0	1,0
бензин (в пересчете на С)	5,0	1,5

Таблица 2. ПДК в воде по санитарно-токсикологическому признаку вредности

Вещество	ПДК, мг/л	Класс опасности
бензапирен	0,000005	1
нитраты	10,0	2
свинец	0,03	2

Большинство нормируемых загрязняющих веществ имеют ПДК в пределах:

- **Для воздуха** 0,005 – 0,1 мг/м³;
- для небольшого перечня веществ ПДК еще меньше: металлическая ртуть 0.0003 мг/м³, свинец и его соединения 0.0007 мг/м³.
- **Для воды** водоемов 0,001 – 0,003 мг/л.
- Для особенно опасных токсичных веществ, таких, как растворимые соли сероводородной кислоты, активный хлор, бензапирен, нитрозамины, диоксины в качестве норматива установлено полное отсутствие их в воде.
- В водоемах рыбохозяйственного значения в воде не допускается наличие еще и ДДТ и других пестицидов.

Два вывода...

- *Первый* – для оценки опасности загрязнения следует иметь некий образец сравнения. Эту функцию выполняют исследования, которые проводят в биосферных заповедниках.
- *Второй* вывод относится к методам экологического мониторинга – необходимо применять мощные, информативные и чувствительные методы анализа, чтобы контролировать концентрации, которые меньше ПДК.
Предел обнаружения загрязняющих веществ аналитическими методами должен быть не ниже 0,5 ПДК.

Единичные, косвенные, комплексные, интегральные и многокритериальные оценки

- **Единичные** – оценки отдельных исходных характеристикам путем сопоставления с некоторыми уровнями и нормами. Это, как правило, покомпонентные оценки, определяющие положительную или отрицательную значимость объекта или его свойств. Они составляют основу комплексных оценок природных, природно-антропогенных, урбанизированных, социальных систем.
- **Косвенные оценки** отражают достоинства и недостатки объекта не напрямую, а через сопряженные показатели. При исследовании водных объектов это – степень метаморфизации органического вещества (ОВ), степень лабильности (стойкости) ОВ к окислению, установление сапробности по индикаторным организмам и др.
- **Комплексные оценки** – наиболее перспективные обобщенные числовые оценки по совокупности различных критериев и видам водопользования. Например, общесанитарный индекс качества воды, гидрохимический индекс качества воды и др.

Интегральные оценки

- **ИЗА – индекс загрязнения атмосферы,** учитывающий несколько примесей. Величина ИЗА рассчитывается по значениям среднегодовых концентраций. Поэтому этот показатель характеризует уровень хронического, длительного загрязнения воздуха. ИЗА учитывает не только концентрации различных веществ, но и вредность их воздействия на здоровье.
- **ИЗВ – индекс загрязненности воды.**

ИЗА – индекс загрязнения атмосферы

$$\text{ИЗА} = \sum (X_i / \text{ПДКсс}_i) C_i,$$

- где X_i – средняя за год концентрация i -того вещества;
 ПДКсс_i – среднесуточная предельно допустимая концентрация i -того вещества;
 C_i – коэффициент, позволяющий привести степень загрязнения воздуха i -тым веществом к степени загрязнения воздуха диоксидом серы, т.е. учесть различия в степени опасности отдельных веществ.
- C_i принимает значения 1,7 для веществ 1 класса опасности; 1,3 для веществ 2 класса опасности; 1,0 для веществ 3 класса опасности; 0,9 для веществ 4 класса опасности.
- Установлены четыре категории качества воздуха в зависимости от уровня загрязнения.
- Уровень загрязнения низкий при значениях ИЗА менее 5, повышенный при ИЗА от 5 до 6, высокий при ИЗА от 7 до 13, очень высокий при ИЗА равном или более 14.

ИЗВ – индекс загрязненности воды

$$\text{ИЗВ} = 1/6 \sum C_i / \text{ПДК}_i,$$

- где C_i – концентрация каждого из шести учитываемых ингредиентов (кислород, БПК5, 4 вещества с наибольшими превышениями ПДК);
- ПДК_{*i*} – предельно допустимый показатель по соответствующему веществу.

Многокритериальная оценка

- ***Многокритериальная оценка*** значимости объекта или его свойств предполагает выполнение оценок по совокупности небольшого числа критериев (например, гидрологического, гидрохимического и гидробиологического режимов).
- Сравнение различных состояний природной системы необходимо проводить на основе интегральных или многокритериальных оценок.
- В связи с этим разрабатываются новые методы и способы свертки информации и получения оценок, интегрально отражающих происходящие в гео- и урбасистемах изменения.

Показатель (index) – количественная характеристика какого-либо свойства природного объекта, процесса. Показатели могут быть средними, предельными, объемными, безразмерными, относительными, сводными, интегральными и т.п.

Признак (mark) – неоднозначная, способная изменяться величина, характеризующаяся в процессе исследования. Например, можно говорить о признаке «цветность воды», но нельзя говорить о признаке «цветность воды 350 по Pt-Co шкале». Признаки могут быть качественными и количественными, одномерными и многомерными, непрерывными и дискретными. Признаки могут использоваться как критерии классификаций, формирования шкал.

Критерий (criterion) – признак, на основании которого проводятся

- 1) оценка состояния природного объекта или его свойств (*качества вод, трофности, благополучия экосистемы*);
- 2) классификация объектов, явлений, свойств;
- 3) сравнение альтернатив (*возможных вариантов решения задачи*).

Полнота описания состояния и качества экосистем и проблема неопределенности. Комплексный экологический мониторинг.

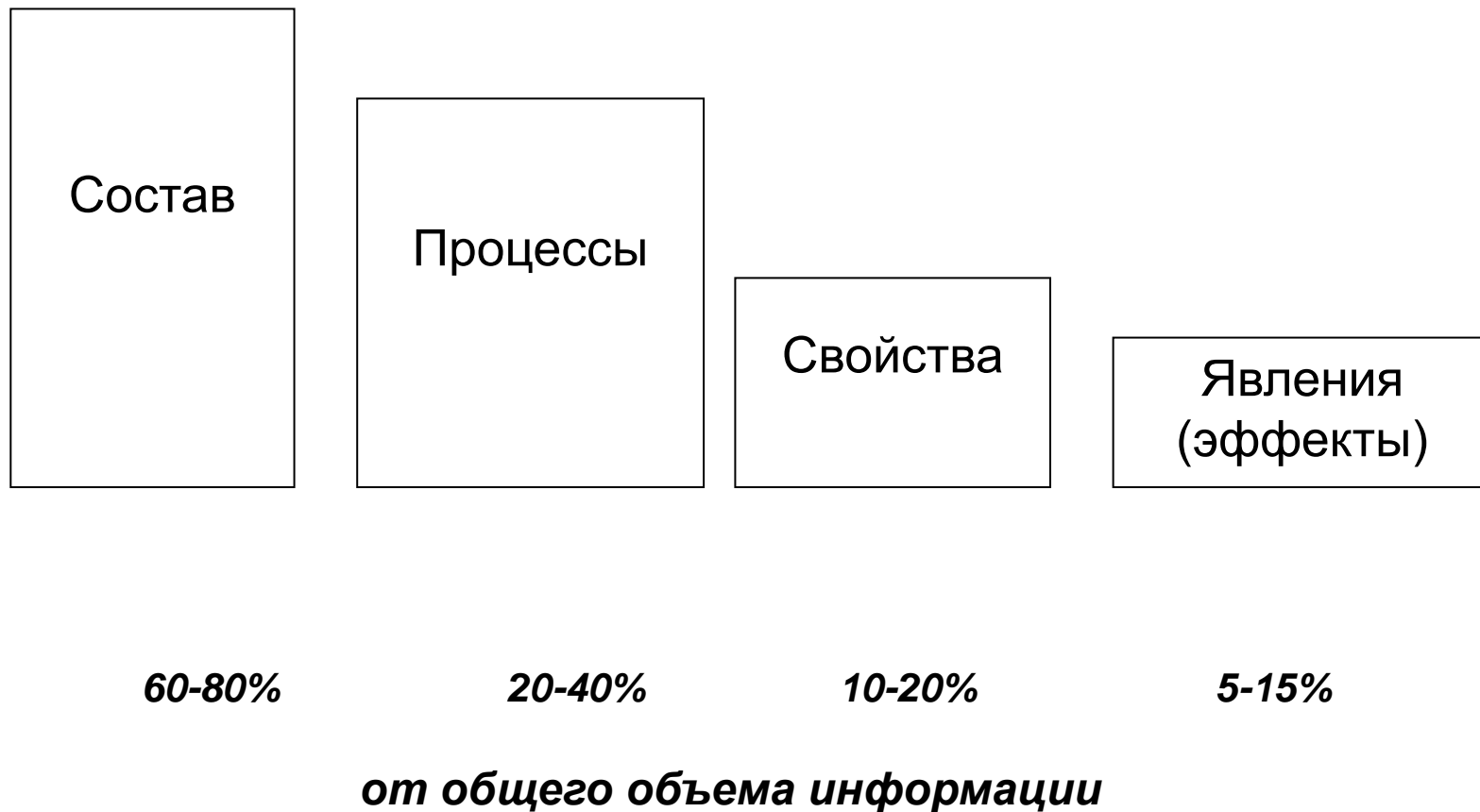
- Специальный этап работы с информацией –ее преобразование и соотнесение полученных результатов с общепринятыми, удобными и легко воспринимаемыми шкалами, *например* качественного типа «хорошо – плохо» или количественными типа «0-1», «0-10», «0-100». Количественные шкалы могут также представлять собой диапазоны численных значений конкретных величин.
- Такое соотнесение основывается на результатах комплексного экологического мониторинга (КЭМ) природной среды.

КЭМ природной среды - наблюдение, оценка, контроль и прогноз в трех предметных составляющих: химической, физической и биотической во всех главных компонентах природной среды: атмосферном воздухе, воде (речной, озерной и морской) и почве (литосфере).

- Наблюдения, оценка, контроль и прогноз должны вестись также по направлениям (классам): состав, процессы, свойства, явления (эффекты или события).
- Таким образом, для реализации КЭМ в полном объеме необходимо вести наблюдения и измерения по 36 направлениям.
- Получаемые при этом данные имеют разный формат, представляются в разных системах единиц измерения и, что самое главное, они по своему смыслу являются данными разной природы.

- Методической основой при работе с базой данных, полученных на основе КЭМ в России служит методология «Оценка воздействия на окружающую среду» (ОВОС).
- Процедуры, обозначенные в ОВОС, относятся к конкретным природным объектам или системам, которые рассматриваются по отдельности.

Схема 3. Соотношение объемов информации по классам (для химической составляющей) при проведении оценки состояния атмосферного воздуха в крупных городах.



Полнота описания состояния и качества экосистем ...

- зависит от большого числа факторов.

Для ее повышения необходимо:

- изначально четко обосновать приоритеты;
- сформулировать цели и задачи экологического мониторинга выбранной модели экосистемы;
- наметить конкретные пути, методы и технологию их решения.