

# Методы и средства контроля качества окружающей среды

Презентация к лекциям  
доцента кафедры геоэкологии и прикладной геохимии  
геолого-географического факультета ЮФУ  
канд. хим. наук Предеиной Л.М.

# *Лекция 1.*

## **Принципы организации национальной системы мониторинга**

**Мониторинг** - система наблюдений за антропогенными изменениями окружающей среды, оценки и прогноза ее состояния на фоне естественных измерений.

***Мониторинг окружающей среды решает следующие задачи:***

- 1) наблюдение за измерениями состояния биосферы, выделение изменений, обусловленных деятельностью человека, и обобщение результатов наблюдений;
- 2) определение тенденций и прогноз возможных изменений состояния биосферы;
- 3) оценка изменений и тенденций изменений состояния биосферы путем сравнения с критериями (ПДК и ПДН), устанавливающими предел возможного экологического ущерба.

# КРИТЕРИИ ОЦЕНКИ ЗАГРЯЗНЕННОСТИ ПОВЕРХНОСТНЫХ ВОД

## Общие показатели и главные ионы

Ингредиенты и показатели	Лимитирующий показатель вредности	Предельно допустимые концентрации, мг/л	Класс опасности
1	2	3	4
Растворенный кислород	Общие требования	4,0	Усл.4
pH		6,5-8,5*	Усл.4
Взвешенные вещества	Общие требования	Не более 0,75 мг/л сверх природного содержания	Усл.4
Калий (катион)	Санитарно-токсикологический	50,0	4-э
Кальций (катион)	Санитарно-токсикологический	180,0	4-э
Магний (катион)	Санитарно-токсикологический	40,0	4
Натрий (катион)	Санитарно-токсикологический	120,0	4-э
Сульфаты (анион)	Санитарно-токсикологический	100,0	4
Хлориды (катион)	Санитарно-токсикологический	300	4-э
Минерализация	Общие требования	1000	Усл.4
Сульфиды и сероводород	Общесанитарный	15,0	Усл.4

\* для pH (отрицательный десятичный логарифм молярной концентрации ионов водорода) устанавливаются предельные значения

**КРИТЕРИИ ОЦЕНКИ ЗАГРЯЗНЕННОСТИ ПОВЕРХНОСТНЫХ ВОД**  
**Органические и биогенные вещества**

Ингредиенты и показатели	Лимитирующий показатель вредности	Предельно допустимые концентрации, мг/л	Класс опасности
1	2	3	4
БПК <sub>5</sub> (O <sub>2</sub> )	Общие требования	2,0	-
ХПК	Общие требования	15,0	Усл.4
Нефть и нефтепродукты	Рыбохозяйственный	0,05	3
Фенолы	Рыбохозяйственный	0,001	3
Бензол	Токсикологический	0,5	4
Метанол	Санитарно-токсикологический	0,1	4
Формальдегид	Санитарно-токсикологический	0,05	2
ГХЦГ	Токсикологический	Отсутствие(0,00001)	1
Аммоний солевой (NH <sub>4</sub> <sup>+</sup> )	Токсикологический	0,5;N(NH <sub>4</sub> <sup>+</sup> )=0,39	4
Нитрат-ионы (NO <sub>3</sub> <sup>-</sup> )	Санитарно-токсикологический	40,0;N(NO <sub>3</sub> )=9,00	3
Нитрит-ионы (NO <sub>2</sub> <sup>-</sup> )	Токсикологический	0,08;N(NO <sub>2</sub> )=0,02	Усл.4
Фосфаты (по P)	Санитарно-токсикологический	0,2*	4-э
Фосфор элементарный	Токсикологический	Отсутствие (0,00001)	1
СПАВ (детергенты)	Токсикологический	0,1	4
Лигносальфонаты	Санитарно-токсикологический	1,0	3
Лигнин	Санитарно-токсикологический	2,0	3
Мочевина	Санитарно-токсикологический	80,0(37,8N)	4
Анилин	Токсикологический	0,0001	2
ДДТ	Токсикологический	отсутствие(0,00001)	1

\* для эвтрофных водоемов

**КРИТЕРИИ ОЦЕНКИ ЗАГРЯЗНЕННОСТИ ПОВЕРХНОСТНЫХ ВОД****Тяжелые металлы**

Ингредиенты и показатели	Лимитирующий показатель вредности	Предельно допустимые концентрации, мг/л	Класс опасности
1	2	3	4
Железо общее	Токсикологический	0,1	4
Медь (Cu <sup>2+</sup> )	Токсикологический	0,001	3
Цинк (Zn <sup>2+</sup> )	Токсикологический	0,01	3
Хром (Cr <sup>6+</sup> )	Токсикологический	0,02	3
Хром (Cr <sup>3+</sup> )	Токсикологический	0,07	3
Никель (Ni <sup>2+</sup> )	Токсикологический	0,01	3
Кобальт (Co <sup>2+</sup> )	Токсикологический	0,01	3
Марганец (Mn <sup>2+</sup> )	Токсикологический	0,01	4
Свинец (Pb <sup>2+</sup> )	Токсикологический	0,006	2
Мышьяк (As <sup>3+</sup> )	Санитарно-токсикологический	0,01	1
Ртуть (Hg <sup>2+</sup> )	Санитарно-токсикологический	0,00001	1
Кадмий (Cd <sup>2+</sup> )	Токсикологический	0,005	2
Алюминий (Al <sup>3+</sup> )	Токсикологический	0,04	4
Олово (Sn <sup>4+</sup> )	Токсикологический	0,112	4
Ванадий (V <sup>5+</sup> , V <sup>4+</sup> )	Токсикологический	0,001	3
Молибден (Mo <sup>6+</sup> )	Токсикологический	0,001	2

## Национальная система мониторинга загрязнения природной среды включает:

- мониторинг источников загрязнения;
- мониторинг загрязнения поверхностных вод суши,
  - мониторинг загрязнения атмосферного воздуха,
  - мониторинг загрязнения почв,
  - мониторинг загрязнения морей,
  - фоновый мониторинг.

## **ВИДЫ МОНИТОРИНГА**

**Базовый мониторинг** – наблюдения и контроль общебиосферных явлений без наложения на них антропогенных воздействий не только в настоящее время, но и в ближайшие 50-100 лет.

**Фоновый мониторинг** – наблюдения и контроль изменения природной среды в местах, удаленных от локальных источников антропогенного воздействия (источников загрязнения). Для выполнения этой задачи организована сеть специальных станций наблюдения в биосферных заповедниках.

**Импактный мониторинг** - наблюдения и контроль региональных и локальных антропогенных воздействий в особо опасных зонах и точках Земли.

**Глобальный мониторинг** – наблюдения и контроль общемировых процессов и явлений, включая антропогенное воздействие на биосферу.

**Региональный мониторинг** – наблюдения и контроль для получения информации о состоянии биосферы в зонах и регионах, подверженных антропогенному воздействию – вблизи урбанизированных районов и на их границах.

**Биологический мониторинг** - определение состояния биоты, отклика организмов на антропогенные воздействия на различных уровнях биологической организации: молекулярном, клеточном, организменном, популяционно-видовом, уровне сообщества и экосистемы.

**Дистанционный мониторинг** - совокупность авиационного и космического мониторинга, иногда в этот термин включают наблюдения и контроль с помощью приборов, установленных в труднодоступных местах Земли, показания которых передаются в центры сбора информации с помощью методов дальней передачи информации (радио, спутники).



## **Структура национальной системы мониторинга загрязнения окружающей среды**

Система мониторинга загрязнения окружающей среды в России построена по иерархическому принципу и состоит из трех уровней:

***Первый уровень*** – станции наблюдений, которые проводят отбор проб, их обработку, химические определения и первичное обобщение полученной информации

***Второй уровень*** – территориальные и региональные центры по гидрометеорологии и мониторингу окружающей среды. Здесь осуществляется анализ и обобщение полученной информации, оценка состояния окружающей среды на региональном уровне, составляются прогнозы для данной территории.

***Третий уровень*** – Федеральная служба по гидрометеорологии и мониторингу окружающей среды (Росгидромет) и головные научно-исследовательские учреждения по каждому виду мониторинга.

# ТИПЫ ИНФОРМАЦИИ И ЗАГРЯЗНЕННОСТИ ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ

**1) Экстренная или штормовая информация** содержит сведения о резких изменениях уровня загрязненности, которые могут быть вызваны неблагоприятными метеорологическими условиями или вследствие аварий, которые влекут за собой выбросы загрязняющих веществ в окружающую среду. Эта информация немедленно передается в местные органы управления для срочного принятия мер, а также в головные НИУ и Росгидромет, которые оперативно проводят анализ данной информации и передают ее в центральные органы власти и управления.

**2) Текущая (режимная) информация** охватывает 3-х месячный период наблюдений. Информация передается по цепочке: региональный центр – НИУ – Росгидромет. Последний извещает органы власти о текущем состоянии окружающей среды и выявленных тенденциях.

**3) Обзорная (обобщающая) информация** охватывает период в 1 год и отражает общее состояние окружающей среды. Обзорная информация служит для планирования природоохранных мероприятий, для составления долгосрочных прогнозов состояния окружающей среды и использования природных ресурсов.

**4) Информация по запросам потребителей.**

# СТРУКТУРА МОНИТОРИНГА ЗАГРЯЗНЕНИЯ АТМОСФЕРНОГО ВОЗДУХА

**Стационарные посты** служат для систематических и длительных наблюдений. Представляют собой специальные павильоны, оснащенные необходимыми приборами и аппаратурой для отбора проб воздуха и регистрации содержания вредных примесей в атмосфере и определения метеорологических параметров.

**Маршрутные посты** служат также для постоянных наблюдений. Отбор проб воздуха и метеорологические измерения проводятся с помощью передвижной лаборатории на автомашинах.

**Подфакельные посты** служат для разовых наблюдений под дымовыми и газовыми факелами. Отбор проб воздуха и метеорологические измерения также производятся с помощью передвижной лаборатории, однако посты выбирается каждый раз в зависимости от режима ветра на разных расстояниях от источника загрязнения.

**Автоматизированные станции наблюдений** служат для непрерывного контроля содержания вредных примесей в атмосфере и определения метеорологических параметров в наиболее напряженных с экологической точки зрения участках.

## **ПОКАЗАТЕЛИ ЗАГРЯЗНЕНИЯ АТМОСФЕРНОГО ВОЗДУХА**

### ***Общие показатели:***

Запыленность, сажа, оксиды серы, углерода, азота.

### ***Специфические загрязняющие вещества***

(определяются при наличии источников поступления в атмосферу):

Аммиак, сероводород, сероуглерод, фенолы, фтористый водород, хлор, метилмеркаптаны, углеводороды.

### ***Тяжелые металлы:***

Ртуть, свинец, кадмий, мышьяк, железо, марганец, кобальт, хром, никель, ванадий и др.

### ***Высокотоксичные загрязняющие вещества:***

Полициклические ароматические углеводороды (ПАУ), полихлорированные дифенилы, диоксины

## **СТРУКТУРА МОНИТОРИНГА ЗАГРЯЗНЕНИЯ ПОВЕРХНОСТНЫХ ВОД СУШИ**

**Стационарная сеть** пунктов наблюдений по физическим, химическим и гидробиологическим показателям служит для постоянного контроля качества вод.

**Специальная сеть** пунктов наблюдений служит для изучения процессов, происходящих в водном объекте. Например для изучения эвтрофирования или самоочищения водного объекта.

**Временная экспедиционная сеть** пунктов наблюдений предназначена для рекогносцировочного обследования.

**Автоматизированные станции наблюдений** служат для непрерывного контроля загрязненности вод и устанавливаются в наиболее напряженных с экологической точки зрения участках водных объектов.

## **Автоматическая станция контроля качества воды (АСККВ)**

**(АСККВ)** представляет собой комплексное многофункциональное устройство, позволяющее без участия человека быстро получать, обрабатывать, хранить и передавать в центр информацию о физических свойствах и химическом составе поверхностных вод. Позволяет определить *температуру воды, водородный показатель (pH), электрическую проводимость, окислительно-восстановительный потенциал (Eh), концентрацию кислорода, хлоридных, сульфатных, нитритных, нитратных и других ионов, а также некоторых загрязняющих компонентов (медь, хром, фтор, цианиды)*. Ряд станций, расположенных на водных объектах по определенной схеме, при наличии центра обработки информации и каналов связи образует систему, которая обеспечивает непрерывность наблюдений.

**РАСПОЛОЖЕНИЕ ВЕРТИКАЛЕЙ В ПУНКТЕ КОНТРОЛЯ  
ПОВЕРХНОСТНЫХ ВОД СУШИ**

<i>Тип водного объекта</i>	<i>Факторы, определяющие количество вертикалей</i>	<i>Количество вертикалей</i>	<i>Расположение вертикалей</i>
Водоем	Ширина зоны загрязненности водоема	Не менее 2	Первая не далее 0,5 км от места сброса сточных вод; последняя – непосредственно за границей зоны загрязненности
Водоток	Неоднородность химического состава воды в створе	Не менее 3	На расстоянии 3-5 км от берегов (две), на стрежне водотока
	Однородность химического состава воды в створе	Не менее 1	На стрежне водотока

**РАСПОЛОЖЕНИЕ ГОРИЗОНТОВ В ПУНКТЕ КОНТРОЛЯ  
ПОВЕРХНОСТНЫХ ВОД СУШИ**

<i>Тип водного объекта</i>	<i>Глубина водоема или водотока в месте измерения, м</i>	<i>Количество горизонтов</i>	<i>Расположение горизонтов</i>
Водоем	Менее 5	1	У поверхности
	10	2	У поверхности, у дна
	20	3	У поверхности, 10 м, у дна
	50	4	У поверхности, 10 м, 20 м, у дна
	100	5	У поверхности, 10 м, 20 м, 50 м, у дна
	Более 100	6	У поверхности, 10 м, 20 м, 50 м, 100 м, у дна
Водоток	Менее 5	1	У поверхности
	5-10	2	У поверхности, у дна
	Более 10	3	У поверхности, на половине глубины, у дна



## КАТЕГОРИИ ПУНКТОВ КОНТРОЛЯ ПОВЕРХНОСТНЫХ ВОД СУШИ

Категория пункта контроля	Расположение пункта контроля с учетом комплекса факторов	
	<i>народнохозяйственного значения и размера водоема или водотока</i>	<i>состояние воды водоема или водотока</i>
<b>1</b>	Районы городов с населением свыше 1 млн. жителей; места нереста и зимовья особо ценных видов промысловых организмов	Район повторяющихся аварийных сбросов загрязняющих веществ и заморных явлений водных организмов; районы организованного сброса сточных вод, в результате чего наблюдается высокая загрязненность воды (превышение 100 ПДК по одному или нескольким показателям качества воды)
<b>2</b>	Районы городов с населением от 1 до 0,5 млн. жителей; район важного рыбохозяйственного значения (места нереста и зимовья ценных видов промысловых организмов, предплотинные участки рек); при пересечении реками государственной границы России	Районы организованного сброса сточных вод, в результате чего наблюдается систематическая средняя загрязненность воды (превышение от 10 до 100 ПДК) по одному или нескольким показателям воды
<b>3</b>	Районы городов с населением менее 0,5 млн. жителей; замыкающие створы больших и средних рек; устья загрязненных притоков больших рек и водоемов	Районы организованного сброса сточных вод, в результате чего наблюдается систематическая низкая загрязненность воды (превышение до 10 ПДК по одному или нескольким показателям качества воды)
<b>4</b>	Районы территории государственных заповедников и национальных парков; водоемы и водотоки, являющиеся уникальными природными образованиями	Незагрязненные участки водоемов и водотоков

## **ОБЯЗАТЕЛЬНАЯ ПРОГРАММА МОНИТОРИНГА ПОВЕРХНОСТНЫХ ВОД**

Обязательная программа является общей для сети наблюдений и включает в себя следующие разделы:

- визуальные наблюдения (отмечаются явления, необычные для данного водного объекта, например, наличие и характер пленки на поверхности воды и на береговой полосе, плавающие примеси, появление повышенной мутности, посторонней окраски, цветения, пены, выделение пузырьков донных газов, гибель рыбы, земноводных, растений);

- измерение расхода воды на водотоках или уровня на водоемах;

- измерение температуры, цветности, прозрачности, запаха, рН и Eh, концентрации кислорода и диоксида углерода, взвешенных веществ, главных ионов и их суммы, органических веществ (по ХПК и БПК), биогенных веществ и основных загрязняющих веществ (нефтепродукты, СПАВ, фенолы, пестициды, тяжелые металлы).

## ГЛАВНЫЕ ИОНЫ ПРИРОДНЫХ ВОД

Ионы, содержащиеся в поверхностных водах в наибольших концентрациях ( хлоридные **Cl<sup>-</sup>**, сульфатные **SO<sub>4</sub><sup>2-</sup>**, гидрокарбонатные **HCO<sub>3</sub><sup>-</sup>**, карбонатные **CO<sub>3</sub><sup>2-</sup>** натрия **Na<sup>+</sup>**, калия **K<sup>+</sup>**, магния **Mg<sup>2+</sup>**, кальция **Ca<sup>2+</sup>**). В океанической воде кроме указанных выше к Г. и. необходимо отнести **Br<sup>-</sup>**, **F<sup>-</sup>**, ионы **H<sub>3</sub>BO<sub>3</sub><sup>-</sup>**, **Sr<sup>2+</sup>**, концентрация которых превышает 0,001 %.

*Перечисленные 11 ионов в сумме составляют 99,99 % всех растворенных в океанической воде веществ.*

## Формы азота в природных водах

**Азот общий (А.о.)** - сумма минерального и органического А. в природных водах. В поверхностных водах содержится в виде ряда минеральных и органических соединений. Различные формы А. о. можно сгруппировать следующим образом: минеральные формы – А. **нитратный ( $NO_3^-$ ), нитритный ( $NO_2^-$ ), аммонийный ( $NH_4^+$ ); органические соединения**, как высокомолекулярные (**протеины, протеиды, полипептиды**), так и более простые низкомолекулярные (**аминокислоты, амины, амиды, мочевины**).

Азотсодержащие соединения находятся в поверхностных водах в **растворенном, коллоидном и взвешенном состоянии** и могут под влиянием многих физико-химических и биохимических факторов переходить из одного состояния в другое.

Средняя концентрация А. о. в природных водах колеблется в значительных пределах и зависит от **трофности водного объекта**: для **олиготрофных** изменяется обычно в пределах **0,3-0,7 мг/л**, для **мезотрофных** – **0,7-1,3 мг/л**, для **евтрофных** – **0,8-2,0 мг/л**.

# СОКРАЩЕННЫЕ ПРОГРАММЫ МОНИТОРИНГА ПОВЕРХНОСТНЫХ ВОД

Кроме обязательной программы, система наблюдений включает три сокращенные программы, предусматривающие следующие определения:

**Программа 1** – визуальные наблюдения, расход воды (или уровень), растворенный кислород, электропроводимость;

**Программа 2** – визуальные наблюдения, расход воды (или уровень), температура, электропроводимость, ХПК, БПК<sub>5</sub>, взвешенные вещества, растворенный кислород, 2-3 основных загрязняющих вещества, характерных для этого пункта;

**Программа 3** – визуальные наблюдения, расход воды (или уровень), температура, растворенный кислород, рН, ХПК, БПК<sub>5</sub>, взвешенные вещества, все загрязняющие вещества, характерные для данного пункта.

Программа работ в зависимости от категории пунктов наблюдений отличается не только по объему определяемых показателей, но и по срокам наблюдений.

## ПЕРИОДИЧНОСТЬ ПРОВЕДЕНИЯ МОНИТОРИНГА ВОД И ВИДЫ ПРОГРАММЫ НАБЛЮДЕНИЙ ПО ГИДРОХИМИЧЕСКИМ ПОКАЗАТЕЛЯМ

Периодичность проведения контроля	Категория пункта контроля			
	1	2	3	4
Ежедневно	Сокращенная программа 1	Визуальные наблюдения		
Ежедекадно	Сокращенная программа 2	Сокращенная программа 1		
Ежемесячно	Сокращенная программа 3			
В основные фазы водного режима	Обязательная программа			

## **ПОКАЗАТЕЛИ ЗАГРЯЗНЕНИЯ ПОЧВ**

### ***Почвы сельскохозяйственного назначения:***

- Приоритетные пестициды
- Наиболее токсичные тяжелые металлы – ртуть, свинец, кадмия и др.
- Полициклические ароматические углеводороды (ПАУ), полихлорированные дифенилы, диоксины
- Показатели плодородия почв (кислотность, засоленность, толщина гумусового слоя, концентрации биогенных элементов и др.)

### ***Почвы вокруг промышленных объектов:***

- Тяжелые металлы
- Бенз(а)пирен
- Полихлорированные дифенилы