

Мониторинг состояния водных объектов

ПЛАН:

1. ПРИРОДНЫЕ ВОДЫ И ИХ СОСТАВ.
2. ПОНЯТИЕ О КАЧЕСТВЕ ПИТЬЕВОЙ ВОДЫ.
3. ВИДЫ И ХАРАКТЕРИСТИКИ ЗАГРЯЗНЕНИЙ ВОДНЫХ ОБЪЕКТОВ.
4. МЕТОДЫ ОТБОРА ПРОБ И ИХ КОНСЕРВАЦИЯ.
5. МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ ЗАГРЯЗНЕНИЯ ВОДНЫХ ОБЪЕКТОВ.

1. Природные воды и их состав

Главнейшими природными соединениями определяющими состав природных вод, являются: галит – NaCl , гипс – $\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$, кальцит – CaCO_3 и доломит – $\text{CaMg}(\text{CO}_3)_2$.

При растворении перечисленных соединений в природные воды переходят следующие ионы: Na^+ , Cl^- , Ca^{2+} , SO_4^{2-} , Mg^{2+} , HCO_3^- .

Так как основное количества воды содержится в морском океане, средний состав природных вод – растворов – близок к составу океанической воды.

**ВЕЩЕСТВА,
ПРИСУТСТВУЮЩИЕ В
ВОДАХ**

ВЗВЕШЕННЫЕ

РАСТВОРЕННЫЕ

**ОРГАНИЧЕСКИЕ
ВЕЩЕСТВА**

МАКРОКОМПОНЕНТЫ

МИКРОЭЛЕМЕНТЫ

БИОГЕННЫЕ ВЕЩЕСТВА

РАСТВОРЕННЫЕ ГАЗЫ

Взвешенные вещества

Количество взвешенных веществ R_M , которое река переносит в единицу времени, называется расходом взвешенных наносов и выражается в кг/с. Содержание взвешенных веществ в воде C_M , выражаемое в г/м³ (мг/дм³), называется мутностью и связано с расходом взвешенных наносов соотношением:

$$C_M = \frac{1000 R_M}{Q}$$

где Q – расход воды, м³/с или т/с.

Основной причиной наличия взвешенных веществ в речных водах является эрозия русла и склонов. Величина эрозии зависит от сопротивления поверхности размыву и от энергии водотока E , которая на участке L может быть вычислена по формуле:

$$E = 1000 \cdot Q \cdot H,$$

где H – перепад высот для данного участка, м.

Органические вещества

Органические кислоты, спирты, альдегиды и кетоны, сложные эфиры, в том числе эфиры жирных кислот (липиды), фенолы, гуминовые вещества, ароматические соединения, углеводы, азотсодержащие соединения (белки, аминокислоты, амины) и т. д.

Органические вещества присутствуют в поверхностных водах в относительно невысоких концентрациях (обычно $< 0,1$ мг/дм³).

Источники поступления:

- 1) поступление извне с ливневыми и талыми водами,
- 2) образование органического вещества в самом водоёме в результате метаболизма и биохимического распада остатков организмов.

Главные ионы

Содержание ионов в природных водах определяет величину их минерализации:

пресные – солесодержание до 1 г/дм³;

солончатые – солесодержание 1...25 г/дм³;

солёные – солесодержание более 25 г/дм³.

Для поверхностных пресных вод различают

малую минерализацию – до 200 мг/дм³,

среднюю – 200...500 мг/дм³,

повышенную – 500...1000 мг/дм³.

Катионы H⁺, Na⁺, K⁺, NH₄⁺, Ca²⁺, Mg²⁺, Mn²⁺, Al³⁺

Анионы OH⁻, HCO₃⁻, CO₃²⁻, Cl⁻, SO₄²⁻, HS⁻, NO₃⁻, NO₂⁻, F⁻, PO₄³⁻, Br⁻, I⁻, HSiO₃⁻.

Микроэлементы

В эту группу входят все металлы, кроме главных ионов и железа (медь, цинк, марганец и другие ионы переходных металлов), а также анионы брома, фтора, йода и другие, встречающиеся в природных водоёмах в очень малых концентрациях.

Биогенные вещества

Соединения азота и фосфора.

К биогенным элементам относят также соединения кремния, находящиеся в воде в виде коллоидных или истинно растворенных форм кремниевой и поликремниевой кислот, и желез.

Наличие в воде NH_4^+ и NO_2^- часто является признаками недавнего загрязнения, а присутствие ионов NO_3^- – признаком более раннего загрязнения воды.

Растворенные газы

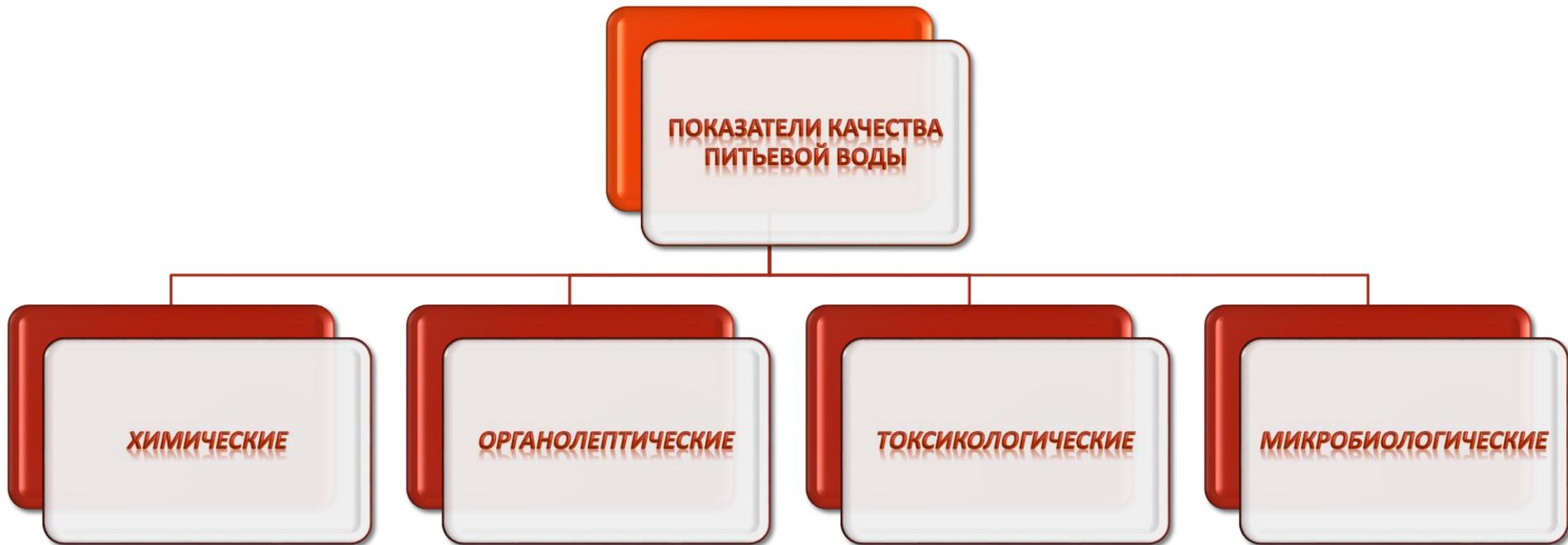
O_2 , CO_2 , N_2 , H_2S , CH_4 и др.

Растворимость газа в воде зависит от его природы, парциального давления и температуры.

Процессы окисления, дыхания и фотосинтеза определяют взаимосвязь между содержанием в воде O_2 и CO_2 .

В природных условиях как сероводород, так и метан чаще встречаются в подземных водах. Однако наличие этих газов в воде может быть следствием сброса неочищенных сточных вод.

2. Понятие о качестве питьевой воды



Нормирование качества воды

Особенности нормирования химических веществ в водной среде обусловлены следующими факторами:

1. С гигиенических позиций оценивается уровень загрязнения воды, предназначенный для хозяйственно-питьевого и культурно-бытового назначения.
2. Нормативы качества воды распространяются не на весь водный объект, а только на пункты водопользования населения.
3. Учитывается непосредственное влияние химических загрязнителей на организм, а также их влияние на органолептические свойства воды и процессы самоочищения воды водоемов.
4. Для водных объектов, используемых населением, устанавливаются единые гигиенические нормативы (ПДК, ОДУ, ПДН).

Категории водопользования

Использование
для нужд населения

Использование для
целей рыбного
хозяйства

Хозяйственно-
питьевое и для
предприятий
пищевой
промышленности

Культурно-
бытовое
(купание,
спорт,
отдых)

Места нереста,
массового
нагула, зимоваль-
ных ям;
охраняемые
зоны хозяйств
для воспроиз-
водства
водообитающих
организмов

Для сохранения
и воспроизводства
ценных видов
рыб с высокой
чувствительностью
к содержанию
кислорода

Для других
рыбохозяйст-
венных
целей

Оценка качества водных ресурсов



Оценка качества водных ресурсов

ПДС – предельно-допустимый сброс, г/ч (кг/сут.) – регламентирует массу загрязняющего вещества в сточных водах, сбрасываемых в водоем.

БПК (биохимическая потребность в кислороде) – количество кислорода, используемого при биохимических процессах окисления органических веществ (не включая нитрификации) за определённое время инкубации пробы (2, 5, 10 или 20 суток), в миллиграммах O_2 на миллиграмм вещества.

ХПК (химическая потребность в кислороде, определенная бихроматным методом) – количество кислорода, эквивалентное количеству расходуемого окислителя, необходимого для окисления всех восстановителей, содержащихся в воде, в миллиграммах O_2 на миллиграмм вещества.

ППК (МНК) – подпороговая концентрация (максимальная недеятельная концентрация) химического вещества при поступлении в организм с водой, мг/дм³.

3. Виды и характеристики загрязнений водных объектов

Загрязняющие вещества

```
graph TD; A[Загрязняющие вещества] --> B[нерастворимые]; A --> C[коллоидные]; A --> D[растворимые]; E[Загрязнения] --> F[минеральные]; E --> G[органические]; E --> H[бактериальные и биологические];
```

нерастворимые

коллоидные

растворимые

Загрязнения

минеральные

органические

бактериальные и
биологические

Основные источники загрязнения



- *Чёрная металлургия*



- *Цветная металлургия*



- *Деревообрабатывающая и целлюлозно-бумажная промышленность*



- *Химическая и нефтехимическая промышленность*



- *Нефтеперерабатывающая промышленность*



- *Машиностроение*



- *Лёгкая промышленность*

4. Методы отбора проб и их консервация

ГОСТ Р 51597–2000

Проба воды – определённый объем воды, отобранный для исследования её состава и свойств.

Цель отбора проб – получение дискретной пробы, отражающей качество исследуемой воды.

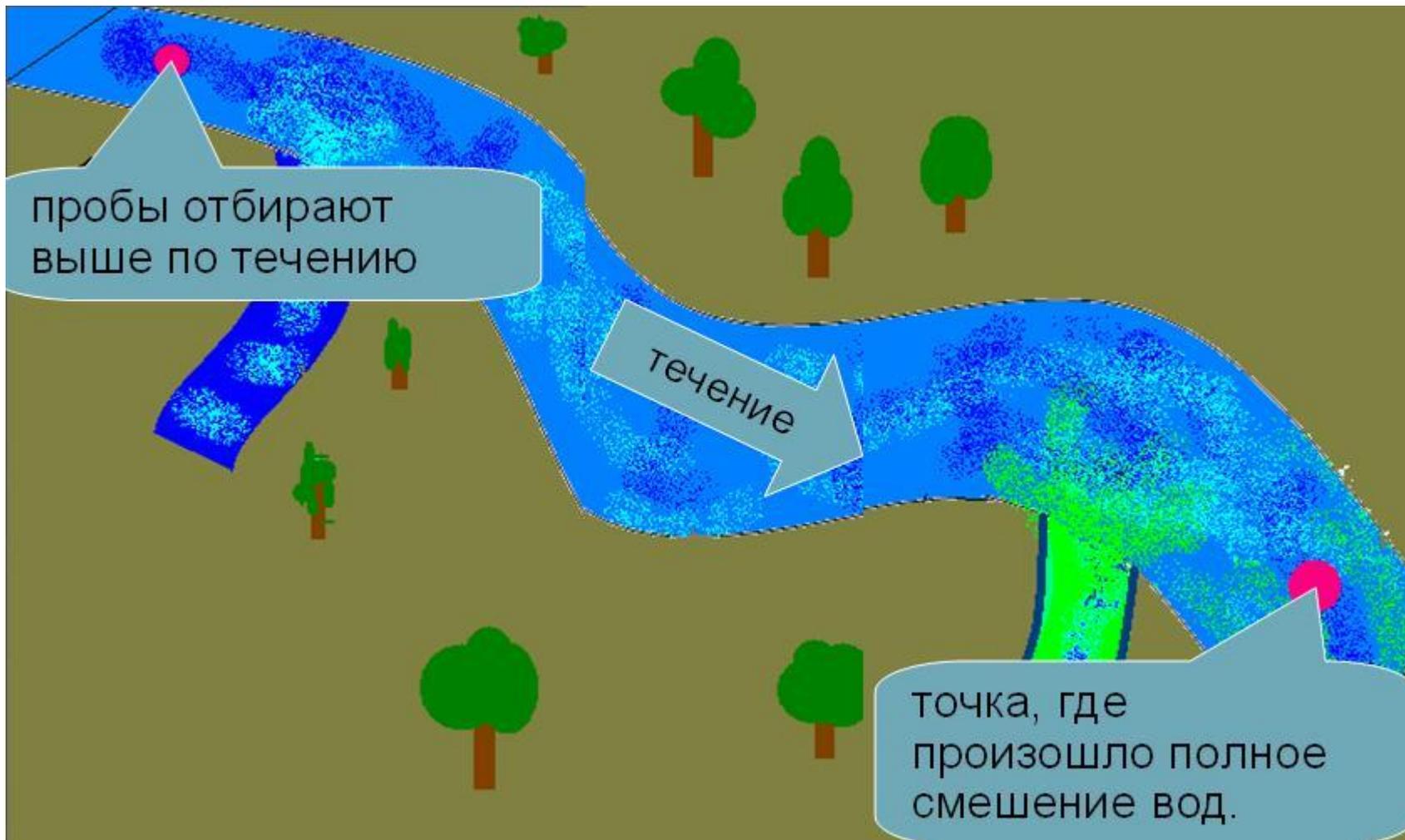
Отбор проб проводят для:

- 1) исследования качества воды для принятия корректирующих мер при обнаружении изменений кратковременного характера;
- 2) исследования качества воды для установления долгосрочного характера;
- 3) определения состава и свойств воды по показателям, регламентированным в нормативных документах;
- 4) идентификации источников загрязнения водного объекта.

Места отбора

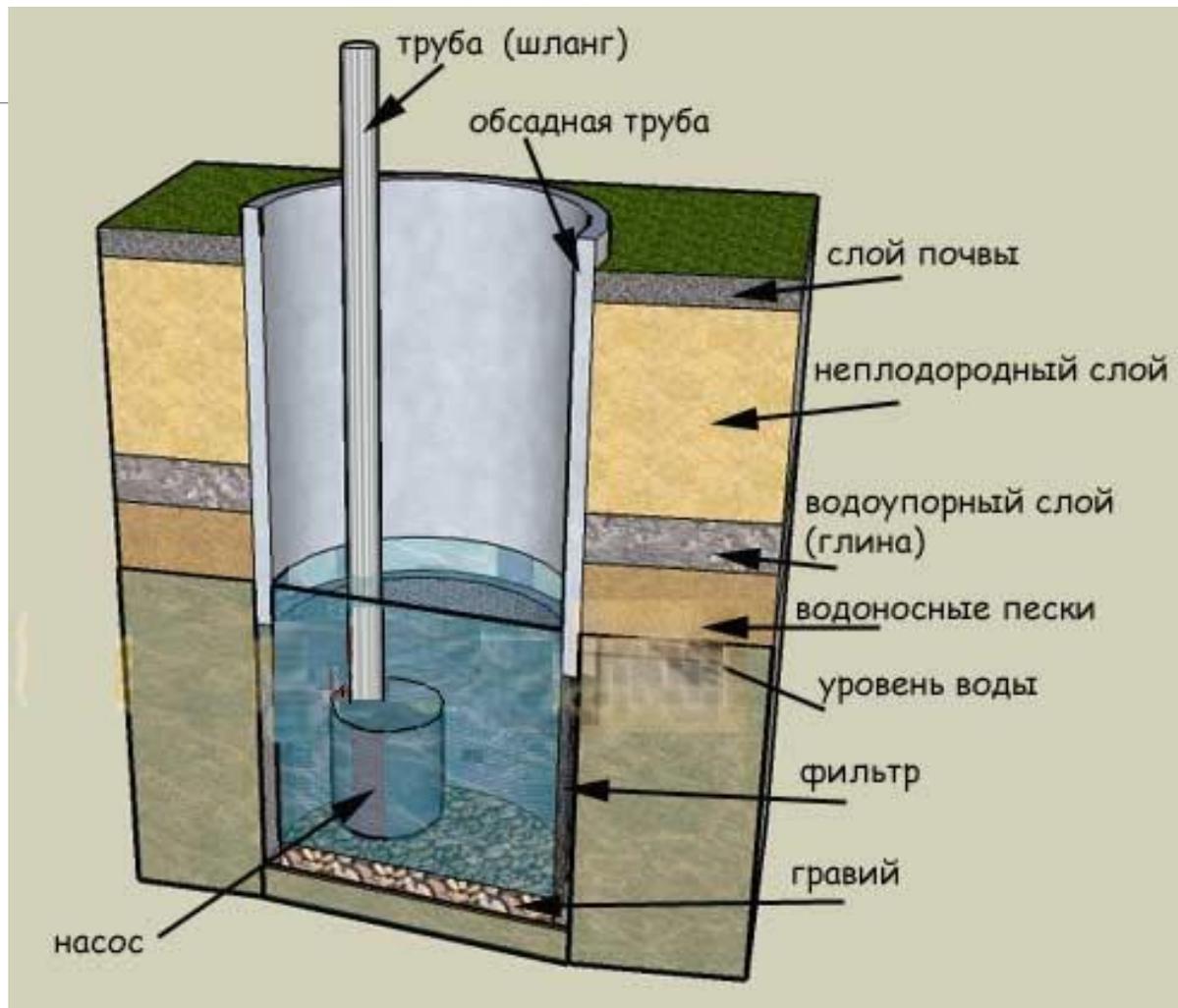
Требования к *месту отбора*:

- Проба должна быть адекватной водному объекту в данном месте.
- Все предполагаемые места отбора на водном объекте должны быть изучены на предмет однородности по поперечному сечению в месте отбора проб.
- Место отбора проб должно быть доступно при любых погодных условиях, особенно в районах с суровыми климатическими условиями.
- Место отбора проб не должно быть слишком удалённым от лаборатории, в которой производится анализ.



Обозначение точек отбора проб на реке

Отбор проб из артезианских скважин



Частота отбора проб

В зависимости от водотока периодичность наблюдений может иметь свои особенности:

- на *водотоках с длительным (более месяца) половодьем* число наблюдений составляет не менее 8 в год (пробы отбирают на подъеме, пике, в начале и конце спада половодья);
- на *водотоках с устойчивой летней меженью*, где осенний подъем воды выражен слабо, число наблюдений снижается до 5–6 в год;
- на *временных водотоках* число наблюдений снижается до 3–4 в год;
- на *водотоках, характеризующихся паводочным режимом* в течение всего года, число наблюдений должно быть не менее 8;
- на *водотоках, расположенных в горных районах*, число наблюдений может колебаться от 4 до 11 и определяется типом водотока.

Типы проб воды

Точечная проба воды – проба воды, получаемая однократным отбором необходимого объема воды в точке отбора проб.

Периодические пробы:

- **времязависящие:** за фиксированное время в каждую емкость для отбора проб отбирается один и тот же установленный объем.
- **потокозависящие:** пробы различных объемов берутся за постоянные интервалы времени, объем зависит от потока;
- **объемозависящие:** для каждой единицы объёма потока воды проба берётся независимо от времени.

Типы проб воды

Непрерывный отбор:

- **при постоянной скорости потока:** пробы позволяют получить все сведения о показателях воды за период отбора проб, но во многих случаях не обеспечивают информацией о различиях в концентрациях определяемых показателей;
- **при непостоянной скорости потока:** пробы отбирают пропорционально потоку воды. Метод используют при определении состава большого объема воды.

Типы проб воды

Отбор проб сериями:

- пробы глубинного профиля: серия проб воды, отобранных на различных глубинах исследуемой воды в конкретном месте;
- пробы профиля площади: серия проб воды, отобранных на определенной глубине исследуемой воды в различных местах.

Составная проба – две или более проб воды или их частей, смешиваемых в заданных пропорциях.

Пробы большого объема – это пробы объёмом от 50 дм³ до нескольких кубических метров.

Виды проб

В зависимости от этого различают

- *простую* (точечную, единичную, разовую)
- *смешанную* (объединенную, составную, среднюю) пробы.

Простая проба характеризует состав воды в данное время в данном месте. Ее получают однократным отбором требуемого количества воды. Простые пробы необходимы для определения содержания нестойких компонентов (растворенные газы, растворённые сульфиды и т. д.).

Смешанная проба характеризует средний состав воды за определенный промежуток времени в определенном объеме.

Способы отбора проб воды

Отбор проб осуществляется: с мостов, с судов, с берега, с использованием канатных переправ, с вертолета.

Отбор проб из резервуара перед поступлением в распределительную сеть проводят через специальные пробоотборники из кранов на водоводах, по которым осуществляется подача воды из резервуара.

Отбор проб при контроле стабильности технологических процессов водоподготовки используется для контроля различных стадий водоподготовки.

Отбор проб из распределительной сети проводят из уличных водоразборных устройств на основных магистральных линиях, на наиболее возвышенных и тупиковых ее участках, а также из кранов внутренних водопроводных сетей, гидрантов.

Отбор проб воды, расфасованной в емкости, а также разлитой в большие контейнеры, предназначенные для хранения в поездах, самолетах, судах, проводят в соответствии с требованиями отбора проб воды из резервуара.

Посуда

Для отбора проб желательно использовать одну и ту же посуду.

Сосуды, предназначенные для отбора проб, предварительно тщательно моют, ополаскивают не менее трех раз отбираемой водой и закупоривают стеклянными или пластмассовыми пробками, прокипяченными в дистиллированной воде.

Между пробкой и отобранной пробой в сосуде оставляют воздух объемом 5-10 мл.

Бутыли и крышки предварительно тщательно моют, ополаскивают не менее трех раз отбираемой для анализа водой.



Требования



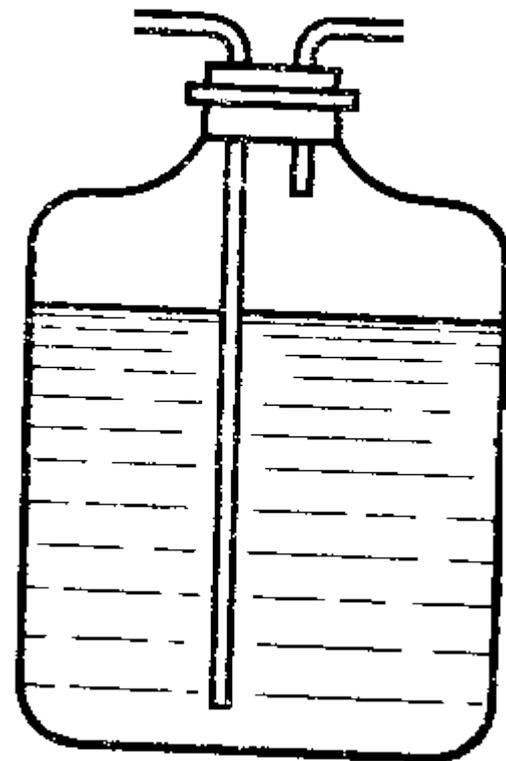
1. Инертный материал.
2. Поверхность посуды должна быть гладкой и легко очищаться.
3. Посуда должна быть химически чистой.
4. Анализируемые вещества не должны адсорбировать на стенках посуды.
5. Посуда должна обеспечивать герметичность.
6. Посуда должна быть маркирована.
7. Объем посуды должен быть достаточным для выполнения анализа по исследуемому компоненту.

Посуда

Пробы воды для проведения химико-аналитического и радиологического контроля качества отбирают в емкости, изготовленные из химически стойкого стекла с притертыми пробками или из полимерных материалов, разрешенных для контакта с водой.

Пробы, предназначенные для определения содержания органических веществ в воде, отбирают только в стеклянные емкости.

При отборе проб с определенной глубины используют специальные пробоотборные устройства различных конструкций.



Общие требования к пробоотборникам:

- ❑ пробоотборники должны обеспечивать герметичность сосуда с пробой;
- ❑ материал пробоотборников должен быть химически стойким и исключать возможность изменения состава отобранной пробы за время ее нахождения в сосуде.



Пробоотборник для отбора проб природных и сточных вод



Пробоотборник глубинный проточный

Хранение и транспортировка проб

Экстракция проб.

Правильное заполнение сосудов.

Фильтрация через мембранные фильтры с размером пор 0,45 мкм и центрифугирование.

Охлаждение и замораживание. Охлаждение рекомендуется проводить до температуры 2...5 °С, хранить пробы следует в темноте. Глубокое замораживание проб (до -20 °С) позволит увеличить период хранения.

Консервирование. Консервирующие вещества: кислоты, щелочи или органические растворители.

Транспортирование проб должно осуществляться в специальной таре, исключающей возможность их разлива и боя сосудов.



Термостат для хранения проб
воды

5 Методы исследования загрязнения водных объектов

Инструментальные методы контроля загрязнения водной среды

Метод определения	Наименование показателей
Атомно-абсорбционная спектрофотометрия	Cr, Al, Ag, Be, Cd, Co, Cu, Fe, Mn, Mo, Ni, Pb, V, Zn, Se, Hg, As
Атомно-эмиссионная спектрофотометрия	Zn, Cr, Sr ²⁺ , Se, Pb, Ni, As, Cu, Mn, Cd, Fe, B, Be, Ba, Al, Mo
Эмиссионная пламенная фотометрия	Sr ²⁺ , Na ⁺ , K ⁺ , Ca ²⁺
Фотометрия	Si, Al, Ba, Mn, As, Pb, Ni, Fe, Cr (VI), Cd, Mo, NH ₄ ⁺ , Cu, Zn, фосфаты, фенолы, формальдегид, нитриты, нитраты, анионактивные ПАВ, полиакриламид, цианиды, фториды
Турбидиметрия	Сульфаты
Флуориметрия	Al, Be, B, F ⁻ , Se, Pb, NO ₂ ⁻ , Cu, Zn, формальдегид, бенз(а)пирен, ПАВ
ИК-спектрофотометрия	Нефтепродукты
Потенциометрия (ионометрия)	F ⁻ , pH
Инверсионная вольтамперометрия	Zn, As, Cu, Pb, Cd
ГЖ хроматография	Хлороформ, хлорзамещённые углеводороды, нефтепродукты, толуол, ксилол, стирол, бензол
Ионная хроматография	Нитраты, нитриты, сульфаты, хлориды, фториды
Титриметрия	Хлориды, окисляемость перманганатная, жесткость общая
Гравиметрия	Жиры, сухой остаток, сульфаты
Радиометрия	Радионуклиды

Стандартный образец

Стандартный образец состава и свойств вещества (материала) – это средство измерений в виде определенного количества вещества или материала, предназначенное для воспроизведения и хранения размеров величин, характеризующих состав или свойства этого вещества (материала), значения которых установлены в результате метрологической аттестации, используемое для передачи размера единицы при поверке, калибровке, градуировке средств измерений, аттестации методик выполнения измерений и утвержденное в качестве стандартного образца в установленном порядке.

Стандартный образец

СО состава вещества (материала) – стандартный образец с установленными значениями величин, характеризующих содержание определенных компонентов вещества (химических элементов, их изотопов, соединений химических элементов, структурных составляющих и т. п.).

СО свойств вещества (материала) – стандартный образец с установленными значениями величин, характеризующих физические, химические, биологические и другие свойства вещества.

Применение стандартных образцов

- поверка, калибровка, градуировка средств измерений, а также контроля метрологических характеристик при проведении их испытаний;
- метрологическая аттестация методик выполнения измерений (МВИ);
- контроль погрешностей МВИ в процессе их применения, других видов метрологического контроля.



СО имеет паспорт, в котором приведены следующие метрологические характеристики:

- значение аттестуемой характеристики СО;
- аттестованного значения СО;
- погрешность от неоднородного материала (вещества) СО;
- срок годности экземпляра СО.

ГОСТ 6709–72 «Вода дистиллированная. Технические условия»