**МЕТОДЫ ИЗУЧЕНИЯ ЭКОЛОГИЧЕСКОГО СОСТОЯНИЯ ВОДОЕМОВ**

**Цель работы:** изучить основные методы исследования гидрохимических показателей воды.

**Материалы и оборудование:** термооксиметр Самара - 2Б, рН – метр.

Гидрохимические показатели водоемов являются одними из основных показателей абиотических компонентов водной экосистемы, определяющих условия обитания гидробионтов.

По комплексу гидрохимических параметров можно оценить экологическое состояние водоемов.

Изучение гидрохимических особенностей водоема начинается с тех параметров, которые можно непосредственно зафиксировать в полевых условиях. Прежде всего, измеряются температура воды, содержание растворенного в воде кислорода, насыщенность воды кислородом, рН. Для этого можно использовать специальные портативные приборы (термооксиметр (рисунок 1), рН-метр) или универсальный индикатор и соответствующие цветовые шкалы.



Рисунок 1 – Термооксиметр Самара–2Б

Для измерения прозрачности диск постепенно опускают в воду и фиксируют глубину, на которой он перестаёт быть видимым. Затем диск медленно поднимают и фиксируют глубину, на которой он снова становится видимым. Средняя арифметическая между этими двумя значениями и является величиной прозрачности воды.

Экспресс-анализ воды на содержание минеральных солей, нитратов и нитритов, хлора можно провести с помощью полевой гидрохимической лаборатории или тест-комплектов (рисунок 2).



Рисунок 2 – Полевая гидрохимическая лаборатория и набор тест-комплектов

Для отбора проб воды можно использовать пластиковые или стеклянные емкости (объем 1-5 л). Емкость должна быть тщательно вымыта, а непосредственно перед отбором проб ее не менее трех раз необходимо ополоснуть водой из исследуемого водоема. Вся емкость должна быть заполнена полностью, в ней должен отсутствовать воздух, крышка плотно закрыта. Проба снабжается этикеткой, на которой указывается название водоема, дата и время отбора. Пробу необходимо быстро доставить в лабораторию, так как многие параметры химического состава изменяются даже при незначительном хранении.

При исследовании гидрохимических особенностей воды определяют минерализацию, ионный состав, активную реакцию среды (рН), жесткость, цветность, количество взвешенных веществ, растворенный кислород, концентрации биогенных элементов (соединения азота и фосфора), показатели содержания органических веществ (перманганатная и бихроматная окисляемости, БПК), органических и неорганических токсикантов в воде и других показателей.

Анализ данных включает описание результатов химических испытаний, их сравнение с утвержденными нормами и принятыми классификациями.

В настоящее время в России утверждены две системы нормирования качества воды:

- рыбохозяйственная (Приказ Минсельхоза России «Об утверждении нормативов качества воды водных объектов рыбохозяйственного значения, в том числе нормативов предельно допустимых концентраций вредных веществ в водах водных объектов рыбохозяйственного значения» от 13 декабря 2016 года № 552 (с изменениями на 10 марта 2020 года));

- санитарно-гигиеническая (СанПиН 2.1.4.1074-01).

Величины предельно-допустимых концентраций (ПДК) различных веществ в воде по этим системам нормирования приведены в таблице 1.

Основной из характеристик химического состава воды является общая минерализация, которая указывает на количество растворенных в воде минеральных веществ. Минеральные вещества определяют водно-солевой обмен гидробионтов, являются источником биогенных элементов и других веществ для построения костной ткани, покровов, протекания биохимических и физиологических процессов.

Таблица 1 – Величины ПДК различных веществ в воде

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| Показатель | Единица измерения | ПДК | |
| санитарно-  гигиеническая | рыбохозяйственная |
| Минерализация | мг/л | 1000 | - |
| Гидрокарбонаты | мг/л | 400 | - |
| Сульфаты | мг/л | 500 | 100 |
| Хлориды | мг/л | 350 | 300 |
| Кальций | мг/л | 130 | 180 |
| Магний | мг/л | 65 | 40 |
| Натрий | мг/л | 200 | 120 |
| Калий | мг/л | 20 | 50 |
| Жесткость общая | моль/л | 7 | - |
| рН | ед | 6-9 | 6,6-8,5 |
| Цветность | град | 20 | - |
| Перманганатная  окисляемость | мгО2/л | 5 | - |
| Бихроматная  окисляемость | мгО2/л | 15 | - |
| БПК5 | мгО2/л | - | 2,1 |
| Аммоний-ион | мг/л | 2 | 0,5 |
| Нитрат-анион | мг/л | 45 | 40 |
| Нитрит-анион | мг/л | 3 | 0,08 |
| Фосфаты | мг/л | 3,5 | 0,2 |
| Кремний | мг/л | 10 | - |
| Железо | мг/л | 0,3 | 0,1 |
| Алюминий | мг/л | 0,5 | 0,04 |
| Марганец | мг/л | 0,1 | 0,01 |
| Цинк | мг/л | 5,0 | 0,01 |
| Медь | мг/л | 1,0 | 0,001 |
| Никель | мг/л | 0,1 | 0,01 |
| Кадмий | мг/л | 0,001 | 0,005 |
| Мышьяк | мг/л | 0,05 | 0,05 |
| Свинец | мг/л | 0,03 | 0,006 |
| Ртуть | мг/л | 0,0005 | 0,00001 |
| Кобальт | мг/л | 0,1 | 0,01 |
| Нефтепродукты | мг/л | 0,1 | 0,05 |
| Фенол | мг/л | 0,25 | 0,001 |

Согласно классификации пресных вод по величине общей минерализации О.А. Алекина (1970) выделяется пять групп:

* очень малая минерализация (менее 100 мг/л);
* малая минерализация (100-200 мг/л);
* средняя минерализация (200-500 мг/л);
* повышенная минерализация (500-1000 мг/л);
* высокая минерализация (более 1000 мг/л).

Минерализация воды определяется концентрациями основных ионов – гидрокарбонатов, хлоридов, сульфатов, кальция, магния, натрия и калия. На основе соотношения в воде этих ионов строится химическая классификация природных вод. По преобладающему аниону выделяется три класса:

* гидрокарбонатные (HCO3-);
* сульфатные (SO4 2-);
* хлоридные (Cl-).

Каждый класс по превалирующему катиону подразделяется на три группы: кальциевую, магниевую и натриевую.

Для того, чтобы определить к какой химической группе и классу относится вода из исследуемого водоема, необходимо перевести значения концентрации ионов в мг-экв./л. Для перевода содержания катионов и анионов в единицы мг-экв./л концентрацию ионов в мг/л делят на суммарную атомную массу элементов и умножают на валентность.

Содержание двух основных катионов (Са2+ и Mg2+) определяют следующую важную характеристику воды – общую жесткость.

В зависимости от показателя общей жесткости природные воды делятся на пять групп:

* очень мягкая (менее 1,5 ммоль/л);
* мягкая (1,5-4,0 ммоль/л);
* средней жесткости (4,0-8,0 ммоль/л);
* жесткая (8,0-12,0 ммоль/л);
* очень жесткая (более 12,0 ммоль/л).

Активная реакция среды (рН) является одним из интегральных показателей качества воды и часто используется для прогнозирования химических и биологических процессов, происходящих в природных водах. Скорость протекания многих жизненно важных процессов гидробионтов зависит от рН воды. Значения рН могут варьировать от 0 до 14, а при рН 7 вода содержит равные концентрации ионов Н+ и ОН-.

В зависимости от рН природные воды делят на группы [19]:

* сильнокислая (рН менее 3,0);

- кислая (рН 3,0-5,0);

* слабокислая (рН 5,0-6,5);
* нейтральная (рН 6,5-7,5);
* слабощелочная (рН 7,5-8,5);
* щелочная (рН 8,5-9,5);
* сильнощелочная (рН более 9,5).

Наряду с большим разнообразием растворенных в воде минеральных веществ, в водоемах содержатся органические соединения.

Основными источникам органических веществ является соединения, образующиеся в самом водоеме (автохтонные) и поступающие с водосборной площади или атмосферными осадками (аллохтонные).

Наиболее надежным показателем содержания органических веществ в водоеме является концентрация углерода, на который приходиться около 50 % массы органического вещества. Однако в связи с трудностями в определении углерода, для оценки количества и состава органических веществ применяют такие показатели как цветность, БПК, перманганатная и бихроматная окисляемости.

Цветность – показатель качества воды, обусловленный главным образом присутствием в воде гуминовых и фульвовых кислот, а также соединений железа. Цветность характеризует, прежде всего, содержание аллохтонных труднорастворимых соединений гумусовой природы. Цветность измеряется в градусах платино-кобальтовой шкалы и колеблется от единиц до тысяч градусов [11].

В зависимости от величины цветности выделяют 6 групп вод:

* олигогумозная (менее 20 град);
* мезоолигогумозная (20-40 град);
* мезогумозная (40-60 град);
* мезополигумозная (60-100 град);
* полигумозная (100-200 град);
* ультраполигумозная (более 200 град).

Окисляемость перманганатная и бихроматная – величины, характеризующие содержание в воде органических веществ, окисляемых в первом случае перманганатом калия (KMnO4), а во втором – бихроматом калия (K2Cr2O7). Бихроматную окисляемость часто называют химическим потреблением кислорода (ХПК). Окисляемость выражается в миллиграммах кислорода, пошедшего на окисление органических веществ, содержащихся в 1 дм3 воды. Оценивая состав органического вещества водоема, по бихроматной окисляемости судят об общем его количестве в водоеме, а по перманганатной – об органике планктонного происхождения. Кроме того, для определения состава органического вещества высчитывают показатели отношения цветности к перманганатной окисляемости и бихроматной окисляемости к перманганатной. При этом, чем выше полученный показатель, тем больше в водоеме органических веществ аллохтонного, как правило, гумусового происхождения. Бихроматная и перманганатная окисляемости не регламентируются в составе рыбохозяйственных нормативов.

Группу биогенных составляют наиболее важные для жизнедеятельности элементы (фосфор, азот, кремний), определяющие продуктивность водных экосистем. Избыточные их концентрации вызывают ускорение эвтрофирования водоемов. Среди антропогенных источников поступления биогенных элементов в водные экосистемы преобладающими являются сточные воды с промышленных предприятий, животноводческих комплексов, сельскохозяйственных полей.

Минеральный фосфор в воде в основном присутствует в виде фосфатов, азот – в форме ионов аммония, нитритов и нитратов, а кремний – силикатов.

Особую группу составляют токсические вещества неорганического и органического происхождения. К ним относятся нефтепродукты, фенолы, тяжелые металлы, синтетические активные вещества и многие другие. При анализе, прежде всего, сравниваются выявленные концентрации с установленными нормами.

При оценке экологического состояния водных экосистем часто применяют комплексные показатели:

* гидрохимический индекс загрязнения воды (ИЗВ);
* показатель химического загрязнения воды (ПХЗ-10);
* удельный комбинаторный индекс загрязненности (УКИЗВ) и др.

ИЗВ рассчитывают строго по шести показателям, имеющим наибольшие значения приведенных концентраций, независимо от того превышают они ПДК или нет. При этом в расчет обязательно включают биологическое потребление кислорода и содержание в воде растворенного кислорода. В зависимости от величины ИЗВ водные объекты или их участки подразделяют на 7 классов (таблица 2).

Таблица 2 – Классы качества воды в зависимости от ИЗВ

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Класс качества | | Значение ИЗВ |
| 1 | Очень чистая | до 0,2 |
| 2 | Чистая | 0,2-1,0 |
| 3 | Умеренно загрязненная | 1,0-2,0 |
| 4 | Загрязненная | 2,0-4,0 |
| 5 | Грязная | 4,0-6,0 |
| 6 | Очень грязная | 6,0-10,0 |
| 7 | Чрезвычайно грязная | Более 10,0 |

**Задание.** Взять пробы воды из бассейнов и определить ее качество и соответствие нормам для выращивания рыбы.