XXII Российская научная конференция школьников «Открытие»

Государственное образовательное автономное учреждение дополнительного образования Ярославской области «Центр детей и юношества»

Номинация «Экология»

**Оценка качества воды прудов Ярославского зоопарка**

Автор: Березников Роман, 7 класс

ГОАУ ДО ЯО «Центр детей и юношества»

Научный руководитель:

Скибина Любовь Витальевна,

педагог дополнительного образования

ГОАУ ДО ЯО «Центр детей и юношества»

Консультант: Петухова Анастасия Александровна,

заведующая лабораторией Ярославского зоопарка

г. Ярославль, 2018

СОДЕРЖАНИЕ

1. Введение ………………………………………………………………….3 стр.

1.1. Цель и задачи………………………………………………………........3 стр.

1.2. Обзор литературы…………………………………………………........3 стр.

1.2.1. Общая характеристика прудов………………………………………3 стр.

1.2.2. Обитатели прудов…………………………………………………….4 стр.

1.2.3. Негативные факторы, влияющие на состояние воды в водоемах…4 стр.

1.2.4. Мероприятия, проводимые сотрудниками Ярославского зоопарка.5 стр.

2. Основная часть………………………………………................................5 стр.

2.1. Материалы и оборудование……………………………………………6 стр.

2.2. Методика исследования………………………………………………..6 стр.

2.3. Результаты и их обсуждение…………………………………………..7 стр.

3. Выводы……………………………………………………………………11 стр.

4. Источники информации…………………………………………………12 стр.

5. Приложение………………………………………………………………13 стр.

**1. ВВЕДЕНИЕ**

   Стремление людей жить в больших городах привело к появлению большого числа людей, которые имеют слабое представление о жизни животных. Возможность познакомиться с жизнью и обликом представителей фауны не только своей местности, но и других стран мира дают зоопарки.  При этом очень важно, по мнению большинства ведущих экспертов, чтобы знакомство с животными проходило в условиях обитания его в среде максимально приближенной к естественной. Такие условия создаются в зоопарках ландшафтного типа. И такой зоопарк впервые был создан в России в 2008 году. Им стал Ярославский зоопарк. Большая площадь зоопарка (более 123 гектаров) позволяет создать условия для содержания животных близкие к условиям дикой природы. Здесь прекрасно устроились верблюды, зебры, белые львы, медведи, ламы, страусы, кенгуру, гепарды и другие животные.

На территории зоопарка располагаются 3 пруда, обитателями которых стали многочисленные виды водоплавающих птиц и даже байкальский тюлень или нерпа. Именно пруды меня и заинтересовали. Всем известно, что пруды – это водоемы с непроточной водой, то есть вода в них стоячая. При этом в летний период здесь обитает большое количество водоплавающих птиц из коллекции зоопарка и, кроме того, прилетают дикие птицы, которые тоже находят здесь приют. При наличии такого большого числа водоплавающих птиц, отсутствии достаточной аэрации, вода в прудах может быть сильно загрязнена. Возникает ряд вопросов: каково качество воды в прудах и как живется в ней ее обитателям? Проблема качества воды прудов для Ярославского зоопарка очень актуальна. Ведь от этого зависит состояние здоровья ее обитателей: уток, гусей, лебедей и особенно нерпы, представителя чистых байкальских вод. В связи с этим было решено провести исследование качества воды прудов Ярославского зоопарка и установить насколько сотрудникам зоопарка удается создавать комфортные условия для жизни околоводных и водных животных.

**1.1. ЦЕЛЬ И ЗАДАЧИ**

**Цель исследования:** дать оценку качества воды прудов Ярославского зоопарка.

**Задачи:**

1. Провести описание исследуемых прудов.
2. Провести отбор проб из прудов, расположенных на территории Ярославского зоопарка.
3. Провести исследование воды по органолептическим и физико-химическим показателям
4. Дать оценку качества воды и возможности проживания водных животных и водоплавающих птиц.

**1.2. ОБЗОР ЛИТЕРАТУРЫ**

**1.2.1. Общая характеристика прудов**

На территории Ярославского зоопарка располагается 3 водоема искусственного происхождения. Водоемы непроточные, уровень воды в них поддерживается за счет подкачки ее с помощью насоса, установленного на 3-ем водоеме. Подкачка воды происходит по мере необходимости, преимущественно летом, когда, за счет испарения, уровень воды заметно понижается. В зимний период устанавливаются специальные устройства (аэраторы), позволяющие водоему не замерзать. Глубина водоемов колеблется от 2,5 до 6 метров. Площадь зеркала 1 пруда – 3220 кв. м (0,322 га), 2 пруда – 6850 кв. м (0,685 га), 3 пруда – 6000 кв. м (0,6 га).

**1.2.2. Обитатели прудов**

Ихтиофауна всех водоемов одинакова и представлена следующими обитателями: караси, белые амуры, окуни, карпы зеркальные и карпы обыкновенные.

Птицы из коллекции зоопарка обитают на двух водоемах.

**Водоем № 1**. Обитают следующие виды птиц: круглогодично – кряквы (28 голов), гуменники (5 голов), белолобый гусь (2 головы), американская каюга (4 головы), белый гусь (1 голова), утка индийский бегунок (3 головы). Всего, исключая летний период, 43 птицы.

В летний период к данному поголовью прибавляются: черный лебедь (2 головы), гусь домашний линдовский (7 голов), пекинская утка (7 голов), мускусная утка (3 головы). Всего в летний период на водоеме № 1 обитает 62 птицы.

**Водоем № 2.** Круглогодично на водоеме обитают: кряква (24 головы), лебедь-шипун (3 головы), лебедь-кликун (5 голов), лебедь-трубач (1 голова), белощекая казарка (5 голов), горный гусь (3 головы), серый гусь (1 голова), огарь обыкновенный (6 голов), утка индийский бегунок (3 головы). Всего, исключая летний период, 51 голова.

В летний период на огороженных участках водоема обитают: кудрявый пеликан (2 головы), розовый фламинго (11 голов). Всего в летний период на водоеме № 2 обитает 64 птицы.

В течение года на все водоемы зоопарка прилетают дикие птицы, учет которых не ведется.

**Водоем № 3**. Круглогодично заселен нерпой байкальской в количестве 1 гол.

**1.2.3. Негативные факторы, влияющие на состояние воды в водоемах**

Химический состав вод поверхностных водоемов определяются в основном двумя группами факторов:

- прямые факторы, непосредственно воздействующие на воду: состав горных пород, живые организмы, хозяйственная деятельность человека;

- косвенные факторы, те условия, в которых протекает взаимодействие веществ с водой: климат, рельеф, гидрологический режим, растительность, гидрогеологические и гидродинамические условия и пр.

Факторы, которые определяют химический состав воды любых поверхностных водоемов следующие: климатические, почвенные, литологические и гидрогеологические.

Химический состав поверхностных вод определяется составом почв и составом пород, подстилающих почву. Почвы в Ярославской области - подзолистые, дерново-подзолистые, серые лесные и торфяно-болотные почвы. Почвообразующие породы - ледниковые, водно-ледниковые (флювиогляциальные), древнеаллювиальные и аллювиальные отложения. В основном распространены суглинки, глина, пески и супеси. Вследствие вымывания легкорастворимых неорганических соединений (сульфатов и хлоридов) из подзолистых и дерново-подзолистых почв произошло формирование гидрокарбонатных вод преимущественно малой и средней минерализации. Серые лесные почвы за счет гумусового горизонта и суглинистого состава обладают значительной емкостью поглощения, что способствует увеличению количества растворенных солей и повышению минерализации при соответственном увеличении относительного содержания сульфатных ионов (3).

Климат тоже воздействует на состояние и качество воды, например, частота и объём выпадающих осадков.

Экологическое состояние местности – один из факторов, влияние которого необходимо также учитывать. Ведь с дождевой водой в водоемы поступают частицы пыли, микроорганизмы, растительная пыльца, споры грибов и бактерии. Атмосферные выбросы с различных предприятий вместе с осадками тоже попадают в воду.

К геологическим факторам можно отнести подстилающие горные породы, которые находятся вместе расположения водоема.

Химические показатели качества воды поверхностных водоемов изменяются по сезонам года. Летом большое испарение и высокие температуры приводят к повышению концентрации неорганических и органических веществ в водоеме. Высокая температура способствует развитию водорослей, вызывающих цветение.

В зоопарке, как особой зоне, предназначенной для приема большого числа посетителей, важным фактором становится антропогенный фактор.

Влияние посетителей на водоемы проявляется в основном в кормлении птиц различными пищевыми продуктами, несъеденные остатки которых падают на дно, вызывая процессы гниения.

Кроме этого в зимний период времени дорожки возле водоемов посыпаются технической солью с целью устранения гололеда. По мере таяния снега, вода с этих дорожек попадает в водоем, тем самым загрязняя его. К негативным факторам воздействия на водоемы можно отнести помещение на лед в зимний период подстилок для птиц из соломы. При таянии льда, часть соломы погружается под воду, тем самым загрязняя водоем.

Немаловажным является и влияние на качество воды самих обитателей водоемов, водоплавающих птиц. Исследованиями ученых установлено, что обитание 250 уток на один гектар пруда дает такой же эффект, как внесение 6-8 тонн навоза.  Помет уток содержит: 26% органических веществ, 1,0% азота, 1,4% фосфорной кислоты, 0,62% калия, 0,05% натрия, 1,7% кальция, 0,35% магния, 0,35% серной кислоты. В воде таких водоемов повышается содержание нитратного и аммонийного азота, происходит быстрое развитие эвгленовых и протококковых водорослей. Происходит накопление большого количества органических веществ, разложение которых уменьшает содержание кислорода, растворенного в воде, тем самым ухудшается ее качество. Кроме этого в воде происходит развитие грибков, вызывающих инфекционные заболевания рыб и самих водоплавающих птиц. В связи с этим количество уток, которые живут на водоеме должно быть оптимальным, чтобы качество воды в нем соответствовало требованиям и ухудшало условия жизни, обитающих в воде и на ее поверхности, животных.

Оптимальным количеством уток, обитающих на водоеме, которое не способствовало бы ухудшению качества воды прудов, по мнению ученых, считается 200-250 уток на 1 гектар площади пруда (13).

**1.2.4. Мероприятия, проводимые сотрудниками Ярославского зоопарка, направленные на создание комфортных условия для жизни водных животных и водоплавающих птиц**

Сотрудники Ярославского зоопарка регулярно в весенний, летний и осенний периоды проводят механическую очистку водоемов. Механическая очистка от перьев птиц, веток, листвы производится посредством специальных сачков. Это позволяет избежать попаданию мусора природного происхождения на дно, предотвратить его гниение и разложение в воде. Кроме того в весенние и летние месяцы ветеринарными врачами производится химическая очистка водоемов путем заливания в воду средства «Байкал» (12), которое помогает устранять цветение водоемов (см. Приложение 6).

В летний период сотрудниками зоопарка проводится искусственное регулирование численности крякв на водоемах, что положительно сказывается на качестве его воды. Регулярно в течение всего года отбираются пробы для проведения анализа и определения качества воды (см. Приложение 5).

В зимний период в водоемах устанавливаются специальные устройства (аэраторы), позволяющие воде в них не замерзать.

Поскольку зоопарк находится в удалении от крупных производств, влияние производственных промышленных факторов (сброс отходов и т.д.) на водоемы отсутствует. Из небольших промышленных объектов, расположенных рядом с зоопарком, можно назвать автозаправку и центр утилизации биотходов с северо-восточной стороны, шлакоотстойники на западе.

**2. ОСНОВНАЯ ЧАСТЬ**

**2.1. МАТЕРИАЛЫ И ОБОРУДОВАНИЕ**

Для проведения исследования использовали следующее оборудование:

1. Пробоотборник - Пробоотборная система ПЭ-1220
2. Бутыли, емкостью 1,5 литра для отбора проб
3. Колориметр фотоэлектрический КФК-2
4. Кондуктометр ОК 102/1
5. Пламенный фотометр FLAPHO 4
6. рН-метр

Материалом для исследования были пробы воды, отобранные с июня по октябрь 2018 года.

**2.2. МЕТОДИКА ИССЛЕДОВАНИЯ**

При выполнении исследования были использованы методы наблюдения и эксперимента. Пробы воды отбирались из 3-х водоемов на территории зоопарка в соответствии с требованиями к отбору проб поверхностных вод по каждому показателюс помощью пробоотборника - Пробоотборная система ПЭ-1220 (см. Приложение 3). Схема расположения прудов на территории представлена в Приложении 1. Цифрами на схеме обозначены номера водоемов. Качество воды исследовалось по следующим органолептическим и физическим показателям: запах, цветность, мутность, рН, температура и электропроводность. Физико-химические показатели исследования воды: общая минерализация, жесткость, общее железо, содержание кислорода, аммиак, нитриты, сульфаты, перманганатная окисляемость, взвешенный вещества, химическое потребление кислорода (см. Приложение 2). Результаты определения качества воды по каждому показателю сравнивались с предельно-допустимыми значениями показателя для поверхностных вод (см. Приложение 4). Исследование воды проводилось на базе ФГБОУ ВПО «Ярославский государственный технический университет».

**2.3. РЕЗУЛЬТАТЫ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ**

Результаты исследования проб воды водоемов зоопарка по *физико-химическим показателям* представлены в таблице 1.

*Таблица 1. Результаты исследования проб воды Ярославского зоопарка по физико-химическим показателям*

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| месяц | №  водоема | Кислород, мг/л | Жесткость | Окисляемость перманганатная, мг О/дм3 | Аммиак  в мг /дм3 | Нитриты  в мг /дм3 | Сульфаты  в мг /дм3 | Fe2+, Fe3+  в мг /дм3 | ХПК в мг О/ дм3 | K++Na++Ca 2+ (общее содержание)  в мг /дм3 |
| ПДК |  | не менее 4 | 7 | 7,0 | 1,93 (1,5 по азоту) | 3,3  (1 по азоту) | 500 | 0,1 | 30 | - |
| июнь | 1 | 5,6 | 4,9 | 4,1 | 0,2 | 0,002 | 55 | 0,1 | 3 | 289,1 |
| 2 | 6,3 | 5,8 | 5,2 | 0,1 | 0,002 | 54 | 0,09 | 5 | 306,4 |
| 3 | 5,6 | 5,9 | 4,9 | 0,09 | 0,003 | 55 | 0,08 | 2 | 299,2 |
| июль | 1 | 5,6 | 4,5 | 5,6 | 0,3 | 0,005 | 53 | 0,08 | 14 | 303,1 |
| 2 | 6,2 | 4,3 | 4,2 | 0,2 | 0,004 | 50 | 0,07 | 10 | 311,0 |
| 3 | 5,5 | 4,2 | 4,8 | 0,09 | 0,003 | 53 | 0,07 | 7 | 304,0 |
| август | 1 | 6,9 | 4,5 | 5,7 | 0,3 | 0,02 | 54 | 0,1 | 13 | 299,7 |
| 2 | 6,5 | 3,8 | 5,2 | 0,1 | 0,004 | 56 | 0,1 | 8 | 303,5 |
| 3 | 7,0 | 3,8 | 4,3 | 0,08 | 0,001 | 49 | 0,1 | 5 | 302,9 |
| сентябрь | 1 | 6,7 | 4,4 | 4,7 | 0,6 | 0,002 | 51 | 0,1 | 16 | 317,3 |
| 2 | 6,2 | 4,3 | 4,6 | 0,5 | 0,001 | 50 | 0,1 | 12 | 308,1 |
| 3 | 6,9 | 4,6 | 4,4 | 0,09 | 0,002 | 52 | 0,09 | 6 | 289,9 |
| октябрь | 1 | 6,4 | 5,8 | 5,8 | 2,0 | 0,02 | 55 | 0,09 | 8 | 301,1 |
| 2 | 6,3 | 4,9 | 4,8 | 0,6 | 0,002 | 51 | 0,08 | 12 | 301,1 |
| 3 | 6,3 | 4,8 | 4,0 | 0,23 | 0,003 | 51 | 0,08 | 4 | 292,9 |

Как видно из данных таблицы 1 превышения значений ПДК наблюдается только по содержанию в воде водоемов аммиака и общего железа.

Содержание в воде прудов кислорода является важным показателем качества воды. В процессе исследования установлены колебания содержания кислорода в водоемах зоопарка в течение изучаемого периода, превышений ПДК по содержанию кислорода не обнаружено. Наглядно это видно на диаграмме 1.

Примечание:

- синей стрелкой на данной диаграмме и всех последующих диаграммах отмечено значение ПДК по рассматриваемому показателю качества воды.

Максимальное содержание кислорода выявлено в августе в водоеме №3, в котором обитает нерпа.

Перманганатная окисляемость - показатель естественного и антропогенного загрязнения воды органическими и минеральными веществами (трупы животных, растительные водные организмы, детрит, гуминовые вещества, продукты жизнедеятельности животных и др.). Значения этого показателя во всех водоемах не превышала предельных концентраций. Наиболее высоких значений перманганатная окисляемость отмечена в водоеме №1, где ее значения в октябре были близки к значениям ПДК. Самые низкие значения перманганатной окисляемости наблюдались в водоеме №3.

Если перманганатная окисляемость характеризует содержание легкоокисляемой органики, то бихроматная окисляемость или ХПК определяет общее содержание органических веществ в воде. Состав органики в водоемах зоопарка формируется под влиянием биохимических процессов протекающих в воде, за счет поступления поверхностных вод, атмосферных осадков.

ХПК во всех исследуемых водоемах не превышало ПДК. Наблюдались колебания значений за исследуемый период. Периоды подъема и снижения значений ХПК наблюдались одновременно во всех водоемах. Так повышение значений ПДК наблюдалось в июле, а снижение - в августе. Затем наблюдался очередной подъем в сентябре, снижение – в октябре. Возможно, это связано с колебаниями погодных условий.

Соединения азота (аммиак, нитриты) - образуются из белковых соединений, которые попадают в воду прудов зоопарка вместе с продуктами жизнедеятельности животных.

Содержание аммиака является важным показателем характеризующим процессы происходящие в воде прудов. Максимальное значение этого показателя наблюдалось в октябре в водоеме №1, в котором обитают водоплавающие птицы. Возможной причиной повышения содержания аммиака в этом водоеме стал их помет, который накопился в течение лета и начал разлагаться, выделяя аммиак. Аммиак, присутствующий в воде, может быть органического или неорганического происхождения. В случае органического происхождения аммиака, параллельно наблюдается повышение окисляемости.

Поскольку в водоеме №1 в октябре было отмечено повышение перманганатной окисляемости, можно говорить о том, что причиной повышения содержания аммиака в воде является помет водоплавающих птиц.

Содержание нитритов в воде характеризует процессы разложения органических веществ. В воде прудов содержание нитритов не превышало предельных концентраций. Значения колебались от 0,001 до 0,02 мг /дм3 . Выявлены ярко выраженные сезонные колебания нитритов в водоеме №1, в августе содержание нитритов резко возросло, а в октябре снизилось до летних значений. Возможно, это связано с активностью микроорганизмов, в первую очередь водорослей.

Содержание сульфатов в водоемах не превышало значений ПДК, незначительно колебалось в течение исследуемого периода. Поскольку вблизи водоемов зоопарка отсутствуют источники, которые загрязняли бы их сточными водами, то наличие в воде прудов сульфатов можно объяснить только поступлением их из почвы и подстилающих пород.

В ходе исследования установлено, что содержание общего железа в воде водоемов зоопарка колебалось от 0,07 до 0,1 мг /дм3 , то есть в некоторых случаях было равно ПДК. Загрязнения воды соединениями железа, по-видимому, связаны с естественным (природным) повышенным содержанием соединений железа в подстилающих горных породах, характерных для Ярославской области. Причиной колебания содержания общего железа в воде являются погодные условия: выпадением дождей и высокими температурами, влияющими на уровень воды в водоемах и приводящие к их разбавлению и, наоборот, повышению концентрации общего железа при испарении воды.

Результаты исследования проб воды водоемов зоопарка по органолептическим и физическим показателям представлены в таблице 2.

*Таблица 2. Результаты исследования проб воды прудов Ярославского зоопарка по органолептическим и физическим показателям*

|  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| месяц | № водоема | Температура в градусах | Запах, баллы | рН | Мутность (каолин), мг/дм3 | Цветность, градусы | Электропроводность в мкСм/cм |
| ПДК |  | - | 2 | 6,5-8,5 | 1,5 | 20 | - |
| июнь | 1 | 24 | 2 | 7,5 | 1,2 | 40 | 360,1 |
| 2 | 23 | 2 | 7,5 | 0,9 | 40 | 369,4 |
| 3 | 23 | 1 | 8,0 | 0,5 | 10 | 330,2 |
| июль | 1 | 23 | 2 | 7,5 | 1,2 | 40 | 363,3 |
| 2 | 24 | 2 | 8,0 | 0,9 | 40 | 316,7 |
| 3 | 24 | 2 | 8,0 | 0,9 | 10 | 234,6 |
| август | 1 | 26 | 3 | 7,5 | 1,2 | 40 | 371,1 |
| 2 | 26 | 2 | 7,5 | 1,2 | 40 | 385,0 |
| 3 | 25 | 1 | 7,6 | 1,2 | 10 | 370,2 |
| сентябрь | 1 | 12 | 3 | 8,0 | 1,7 | 50 | 369,5 |
| 2 | 12 | 2 | 8,0 | 1,3 | 50 | 378,9 |
| 3 | 13 | 1 | 7,5 | 1,3 | 20 | 385,0 |
| октябрь | 1 | 13 | 3 | 8,0 | 1,2 | 28 | 463.0 |
| 2 | 13 | 2 | 8,0 | 1,0 | 32 | 463,3 |
| 3 | 12 | 1 | 8,0 | 0,9 | 32 | 450,7 |

Как видно из данных таблицы 2, превышение ПДК наблюдались по показателям мутности, цветности и запаху.

Мутность исследуемых водоемов колебалась от 0,5 до 1,7 мг/дм3 . Наблюдался единичный случай превышения ПДК в сентябре на водоеме №1. Причина этого, возможно связана с погодными условиями, деятельностью микроорганизмов.

Цветность в воде водоемов №1 и №2 практически за весь период наблюдений была выше норматива и составляла до 2,5 ПДК. Ниже значений ПДК цветность была в водоеме №3. В августе наблюдался параллельный подъем цветности на всех водоемах. Если сопоставить диаграммы по содержанию железа и цветности между собой, то можно сказать, что одной из причин повышения цветности явилось повышение содержания общего железа.

Другая причина – развитие водорослей, в связи с благоприятными погодными условиями августа и сентября.

Запах воды водоемов в течение исследования значительно отличался как по характеру, так и по интенсивности. Превышения интенсивности запаха наблюдались в воде водоема №1, начиная с июля и заканчивая октябрем. Объясняется это тем, что помет водоплавающих птиц начал разлагаться и приводил к появлению интенсивного запаха от воды.

Расчет оптимальной численности птиц, которая может быть заселена на водоемах зоопарка, не вызывая ухудшения их состояния в соответствии с рекомендациями специалистов представлен в таблице 3.

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| Номер водоема | Площадь водоема | Количество обитающих птиц | Пересчет фактического кол-ва голов птиц на 1 га | Рекомендованное специалистами кол-во голов птиц на 1 га |
| 1 | 0,322 га | 62 | 193 | 100-150 |
| 2 | 0,685 га | 64 | 93 | 100-150 |
| 3 | 0,6 га | - | - | 100-150 |

Из данных таблицы 3 видно, что количество голов водоплавающих птиц превышает рекомендуемые нормы. Возможно, это и является причиной превышения некоторых показателей качества воды именно на водоеме №1.

**3.ВЫВОДЫ**

На основании полученных результатов нами сделаны следующие выводы:

1. В исследуемых водоемах выявлены превышения значений ПДК по содержанию в воде водоемов аммиака, общего железа, мутности, цветности, запаха.

2. Наиболее загрязненным является водоем №1, наименее загрязненный водоем №3.

3. Основными причинами загрязнения водоемов являются: влияние водоплавающих птиц, особенности геологического строения территории и гидрометеорологические условия, антропогенное воздействие.

Таким образом, состояние водоемов можно назвать удовлетворительными и пригодными для проживания водных животных и водоплавающих птиц. Сотрудниками зоопарка проводится большая работа по созданию благоприятных условий для проживания водных животных и водоплавающих птиц, в том числе по предотвращения цветения водоемов, регулированию численности водоплавающих птиц, контролю качества воды.

Автор выражает благодарность сотрудникам зоопарка: Потапову Николаю Александровичу, заведующему отделом «Зооэкзотариум» и Петуховой Анастасии Александровне, заведующей лабораторией за предоставленную возможность отбора проб воды и помощь в предоставлении материалов для выполнения исследования.

1. **ИСТОЧНИКИ ИНФОРМАЦИИ**

1. Алексеев С.В., Груздева Н.В., Муравьев А.Г., Гущина Э.В., Практикум по экологии, М.: АО МДС, 1996.

2. Вагина Т.Б., Лукина А.К. Изучаем природные объекты /Т.Б. Вагина, А.К. Лукина//Биология в школе, 2003, №4, с. 25-34.

3. Качество поверхностных вод Российской Федерации. Ежегодник. Федеральная служба по гидрометеорологии и мониторингу окружающей среды, Федеральной государственное бюджетное учреждение «Гидрохимический институт». Ростов-на-Дону, 2017.

4. Лабораторные работы к курсу «Методы анализа и мониторинг окружающей среды». Част 2. /сост. В.А. Красавин, Е.Л. Никитина, С.Д. Тимрот. Ярославль, ЯГТУ, 2008.

5. Методы анализа и мониторинг окружающей среды. Часть 1. Методические рекомендации к лабораторным работам /сост. В.А. Красавин, Е.Л. Никитина, С.Д. Тимрот. Ярославль, ЯГТУ, 2007.

6. О состоянии санитарно-эпидемиологического благополучия населения Ярославской области в 2017 году. Государственный доклад. Ярославль, 2018.

7. Попова С.В. Экология в школе. Мониторинг природной среды. М. Сфера, 2005 г.

8. Ривьер И.К. Изменения структурно-функциональных характеристик биологических сообществ. Уровенный режим // Экологические проблемы Верхней Волги. Ярославль: Издание ИБВВ РАН, 2001, с.282-283.

9. Хороковская Н.Л., Асеева З.Г., Анализ воды из природных источников // Химия в школе, № 3, 1997 г.

Интернет-источники:

10. <http://r.bookap.info/work/174909/Monitoring-zagryazneniya-vody-v>

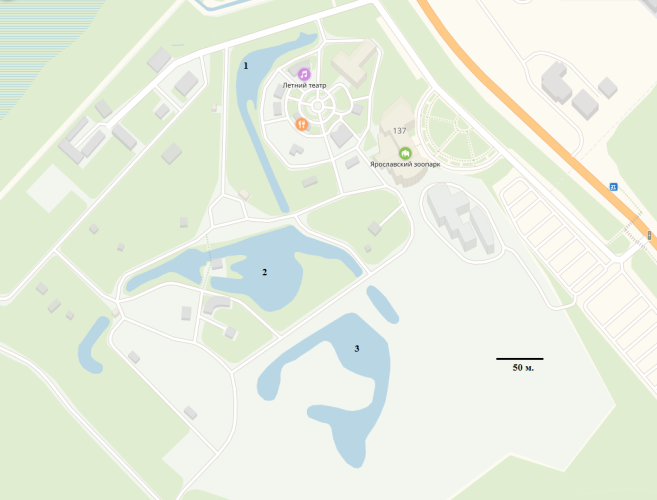
11.http://konf.x-pdf.ru/19biologiya/98797-2-aktualnie-problemi-ekologii-yaroslavskoy-oblasti-materiali-chetvertoy-nauchno-prakticheskoy-konferencii-yaroslavl-iyun.php

12. http://st.arqo.ru/6/1828/465/Baykal\_EM.\_Biotehnologiya\_21\_veka.pdf)

13. http://agro365.ru/udobrenie-ryiborazvodnyih-vodoyomov-s-pomoshhyu-vodoplavayushhey-ptitsyi.html)

Приложение 1

Схема расположения прудов на территории Ярославского зоопарка



Приложение 2

**1.Методики определения физико-химических и органолептических и физических показателей для поверхностных вод**

***1.2.Органолептические и физические методы определения качества воды***

**Определение запаха**

По предлагаемой методике определяют характер и интенсивность запаха. Для этого к 100 мл исследуемой воды при комнатной температуре наливают в колбу емкостью 150-200 мл с широким горлом, накрывают часовым стеклом или притертой пробкой, встряхивают вращательным движением, открывают пробку или сдвигают часовой стекло и быстро определяют характер и интенсивность запаха. Затем колбу нагревают до 60 градусов Цельсия на водяной бане и также оценивают запах.

По характеру запахи делятся на две группы:

1. Запахи естественного происхождения (от живущих в воде и отмерших организмов, от влияния почв и т.п.) находят по классификации, приведенной в таблице №1.

**Таблица №1. Характер и род запаха естественного происхождения**

|  |  |
| --- | --- |
| Характер запаха | Примерный род запаха |
| Ароматический  Болотный  Гнилостный  Древесный  Землистый  Плесневый  Рыбный  Сероводородный  Травянистый  Неопределенный | Огуречный, цветочный  Илистый, тинистый  Фекальный, сточной воды  Мокрой щепы, древесной коры  Прелый, свежевспаханной земли, глинистый  Затхлый, застойный  Рыбы, рыбьего жира  тухлых яиц  Скошенной травы, сена  Не подходящий под предыдущие определения |

2. Запахи искусственного происхождения называются по соответствующим веществам: хлорфенольный, бензиновый и т.п.

Интенсивность запаха также оценивается при 20 и 60 градусах Цельсия по 5-ти балльной системе, представленной в таблице №2.

**Таблица №2. Интенсивность запаха**

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Балл | Интенсивность запаха | Качественная характеристика |
| 0 | Никакой | Отсутствие ощутимого запаха |
| 1 | Очень слабая | Запах, не поддающийся обнаружению потребителем, но обнаруживаемый в лаборатории опытным исследователем |
| 2 | Слабая | Запах, не привлекающий внимание потребителя, но обнаруживаемый, если на него обратить внимание |
| 3 | Заметная | Запах, легко обнаруживаемый и дающий повод относиться к воде с неодобрением |
| 4 | Отчетливая | Запах, обращающий на себя внимание и делающий воду непригодной для питья |
| 5 | Очень сильная | Запах, настолько сильный, что вода становится непригодной для питья |

Запах воды следует исследовать в помещении, где воздух не имеет постоянного запаха.

**Определение цветности воды**

Цветность воды определяют визуально, сравнивая ее с растворами, имитирующими цветность природных вод. Для этого готовят два раствора.

**Раствор №1.** Растворяют отдельно в дистиллированной воде 0,0875 г дихромата калия и 2 г сульфата кобальта (11) семиводного затем их смешивают, прибавляют 1 мл концентрированной серной кислоты (плотность 1,84 г/мл) и доводят в мерной колбе на 1 л дистиллированной водой до метки. Этот раствор соответствует цветности 500 градусов.

**Раствор №2.** 1 мл концентрированной серной кислоты доводят дистиллированной водой до 1 л.

Смешивая растворы 1 и 2 в соотношениях, указанных в таблице №3, готовят шкалу цветности.

**Таблица №3.Шкала цветности**

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Раствор | Градусы цветности | | | | | | | | | | | | | |
| 0 | 5 | 10 | 15 | 20 | 25 | 30 | 40 | 50 | 60 | 70 | 80 | 90 | 100 |
| №1 | 0 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 8 | 10 | 12 | 14 | 16 | 18 | 20 |
| №2 | 100 | 99 | 98 | 97 | 96 | 95 | 94 | 92 | 90 | 88 | 86 | 84 | 82 | 80 |

При визуальном определении в прозрачный цилиндр из бесцветного стекла с ровным дном наливают 100 мл исследуемой, при необходимости профильтрованной, воды и, просматривая сверху на белом фоне, подбирают раствор шкалы с тождественной окраской.

Если исследуемая вода имеет цветность выше 80 градусов, то ее предварительно разбавляют дистиллированной водой. Величину цветности в этом случае умножают на кратность разбавления. При загрязнении водоема стоками промышленных предприятий вода может иметь окраску, не свойственную цветности природных вод. Для источников хозяйственно-питьевого водоснабжения окраска не должна обнаруживаться в столбике высотой 20 см, для водоемов культурно-бытового назначения – 10 см.

## Определение мутности

**Мутность и прозрачность. Мутность** – показатель качества воды, обусловленный присутствием в воде нерастворенных и коллоидных веществ неорган. и орган.происхождения. **Мера прозрачности** – высота столба воды, при которой можно наблюдать опускаемую в воду белую пластину определенных размеров (диск Секки). Более 30 см- прозрачная,25-30 –маломутная, 20-25-средней мутности, 10-20 мутная, менее 10 –очень мутная вода.

Основная масса нерастворимых в воде загрязнений представлена в виде взвешенных веществ, концентрацию которых определяют весовым методом согласно методике. Для проведения анализа необходимо предварительно подготовить фильтры. Для этого в бюкс (с протертой пробкой) вкладывают обеззоленный фильтр «белая лента» диаметром 15 см и высушивают в сушильном шкафу до постоянной массы при температуре (105±2)°С с открытой крышкой не менее 2,5 часов (крышку от бюкса кладут рядом с бюксом). Не вынимая бюкс из шкафа, закрывают его крышкой и переносят в эксикатор щипцами, охлаждают 20-30 мин и взвешивают. Значение массы бюкса с чистым фильтром записывают в лабораторный журнал. Перед проведением анализа пробу тщательно гомогенизируют. Объем пробы подбирают в диапазоне от 50 до 2000 мл таким образом, чтобы масса взвешенных веществ на фильтре (масса привеса) составляла не менее 0,0010 г. Хорошо перемешанную пробу отмеряют мерным цилиндром и переносят в колбу. С помощью воронки через подготовленный фильтр пропускают анализируемую пробу. Приставшие к стенкам колбы частицы смывают дистиллированной водой, смыв также пропускают через фильтр. Влажный фильтр с задержанными на нем взвешенными веществами подсушивают на воздухе, затем помещают в тот же бюкс, где производилось предварительное взвешивание, и высушивают до постоянной массы в сушильном шкафу при температуре (105±2)°С. После охлаждения бюкс с фильтром и осадком взвешивают. Значение взвешивания заносят в лабораторный журнал (таблица).

Таблица – Лабораторный журнал результатов определения концентрации взвешенных веществ

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Наименование точки отбора пробы | № бюкса | Масса фильтра, г | | Объем пробыV, л | Концентрация взвешенных веществ  Х,мг/л |
| с чистым фильтром  М1 | с остатком на фильтре М2 |
| Приемная камера КОС | 12 | 56,7254 | 56,7482 | 0,2 | 114 |

Расчет концентрации взвешенных веществ производится по формуле:

Х = (М2– М1) · 1000 /V, мг/л (1)

где Х – концентрация взвешенных веществ, мг/л;

М2– масса бюкса с остатком на фильтре, г;

М1– масса бюкса с чистым фильтром, г;

V– объем профильтрованной пробы, л.

Расчетные значения концентраций взвешенных веществ заносят в лабораторный журнал.

Полученный результат округляют с точностью при содержании взвешенных веществ

от 1,0 до 10,0 мг/л – до 0,1 мг/л;

от 10 до 100 мг/л – до 1 мг/л;

от 100 до 1000 мг/л – до 10 мг/л.

Результаты измерений взвешенных веществ представляют в виде:

Х ± Δ, мг/л

где Х – среднее арифметическое значение концентрации параллельных проб, мг/л;

Δ – значение характеристики погрешности, определяемое по формуле:

Δ = δ·0,01·Х, мг/л

где δ – значение показателя точности (приложение А).

При получении двух результатов измерений (Х1, Х2) осуществляют проверку приемлемости результатов в соответствии с требованиями.

Результат измерений считают приемлемым при выполнении условия:

https://studfiles.net/html/2706/655/html_SvUlgh3xoa.rV27/img-rMfEl0.png

где r – значение предела повторяемости.

**Определение рН**

Значение рН измеряется на рН-метре рН-150МИ. Пробу воды объемом 25-30 мл помещают в стакан вместимостью 50 мл. Электрод марки ЭСК-10603/7 и термодатчик ТДЛ-1000 промывают дистиллированной водой и протирают фильтровальной бумагой. Проверяют уровень электролита в электроде ЭСК-10603/7, при необходимости раствор электролита доливают до метки максимального уровня (нижняя точка заливочного отверстия). Погружают электрод и термодатчик в исследуемую пробу (глубина погружения не менее 16 мм). При измерении уровень электролита должен быть выше уровня анализируемого раствора. После установления стабильных показаний результат заносят в лабораторный журнал. После измерений электрод и термодатчик ополаскивают дистиллированной водой и протирают фильтровальной бумагой.

**1.2.Физико-химические методы определения качества воды**

**Определение ХПК**

Определение бихроматной окисляемости (химического потребления кислорода или ХПК) в пробах сточных вод фотометрическим методом. Метод измерения основан на обработке пробы воды серной кислотой и бихроматом калия при температуре 150° С.

Перед отбором пробы воду тщательно перемешивают. Одновременно анализируют не менее двух аликвот пробы воды (параллельные пробы). Аликвоты, объемом 2 мл, помещают в стеклянные виалы, заполненные реагентом, приготовленным в зависимости от ожидаемого значения ХПК пробы (в диапазоне от 5 до 80 мгО/л или от 80 до 800 мгО/л). Виалы плотно закрывают завинчивающимися крышками и перемешивают растворы. Помещают виалы в термореактор «Термион», предварительно нагретый до температуры 150°С, и выдерживают в течение двух часов. Осторожно вынимают съемную часть штатива термореактора вместе со всеми виалами и охлаждают в вытяжном шкафу. Через 20 минут содержимое виал перемешивают и охлаждают до комнатной температуры.

Перед измерением наружные поверхности стеклянных виал протирают сухой салфеткой. Виалу с исследуемым раствором помещают в кюветное отделение анализатора «Флюорат-02-3М». Определяют значение ХПК в режиме измерение. Измерение оптической плотности раствора проводят в диапазоне длин волн от 340 до 380 нм в зависимости от ожидаемых значений ХПК. Полученные значения результатов измерений заносят в лабораторный журнал.

Результаты измерений представляют в виде:

Х ± U, мгО/л

где Х – среднее арифметическое значение концентрации ХПК, мгО/л;

U – расширенная неопределенность измерений с коэффициентом охвата k=2 дляn=2 параллельных определений, мгО/л.

U= 0,01·Uотн·https://studfiles.net/html/2706/655/html_SvUlgh3xoa.rV27/img-MsqcEF.png

где Uотн– значение расширенной относительной неопределенности при коэффициенте охватаk=2 (приложение Б).

Результат анализа округляют с точностью:

при полученном значении ХПК

от 1,0 до 10,0 мгО/л – до 0,1 мгО/л;

от 10 до 100 мгО/л – до 1 мгО/л;

от 100 до 1000 мгО/л – до 10 мгО/л.

При получении двух результатов измерений (Х1, Х2) осуществляют проверку приемлемости результатов в соответствии с требованиями [5].

Результат измерений считают приемлемым при выполнении условия:

https://studfiles.net/html/2706/655/html_SvUlgh3xoa.rV27/img-fYkm4X.png

где Хmax- больший результат параллельного определения, мгО/л;

Хmin- меньший результат параллельного определения, мгО/л;

Х – среднее арифметическое результатов параллельных определений, мгО/л;

r– значение предела повторяемости.

**Определение хлоридов**

Отбирают 100 см3 испытуемой воды или меньший ее объем (10 - 50 см3) и доводят до 100 см3 дистиллированной водой. Без разбавления определяются хлориды в концентрации до 100 мг/дм3. рН титруемой пробы должен быть в пределах 6 - 10. Если вода мутная, ее фильтруют через беззольный фильтр, промытый горячей водой. Если вода имеет цветность выше 30°, пробу обесцвечивают добавлением гидроокиси алюминия. Для этого к 200 см3 пробы добавляют 6 см3 суспензии гидроксида алюминия, а смесь встряхивают до обесцвечивания жидкости. Затем пробу фильтруют через беззольный фильтр. Первые порции фильтрата отбрасывают. Отмеренный объем воды вносят в две конические колбы и прибавляют по 1 см3 раствора хромовокислого калия. Одну пробу титруют раствором азотнокислого серебра до появления слабого оранжевого оттенка, вторую пробу используют в качестве контрольной пробы. При значительном содержании хлоридов образуется осадок АgСl, мешающий определению. В этом случае к оттитрованной первой пробе приливают 2 - 3 капли титрованного раствора NaСl до исчезновения оранжевого оттенка, затем титруют вторую пробу, пользуясь первой, как контрольной пробой.

Определению мешают: ортофосфаты в концентрации, превышающей 25 мг/дм3, железо в концентрации более 10 мг/дм3. Бромиды и иодиды определяются в концентрациях, эквивалентных Сl-. При обычном содержании в водопроводной воде они не мешают определению.

Обработка результатов

Содержание хлор-иона (X) в мг/дм3 вычисляют по формуле

http://www.opengost.ru/uploads/posts/2011-04/5984650image006.gif

где

v- количество азотнокислого серебра, израсходованное на титрование, см3;

К - поправочный коэффициент к титру раствора нитрата серебра;

g - количество хлор-иона, соответствующее 1 см3 раствора азотно-кислого серебра, мг;

V - объем пробы, взятой для определения, см3.

Расхождение между результатами повторных определений при содержании Cl- от 20 до 200 мг/дм3 - 2 мг/дм3.

При более высоком содержании - 2 отн. %.

**Определение жесткости**

Метод определения общей жесткости основан на образовании при рН = 10 прочного комплексного соединения ионов кальция и магния с этилендиаминтетраацетатом натрия (ЭДТА Na, трилон Б). Определение проводят в присутствии индикатора - эриохрома черного Т (хромоген). Минимально определяемая концентрация - 0,05 мг-экв/дм3 (при титровании 100 см3 пробы).

При высокой цветности пробу предварительно фильтруют через колонку с активированным углем (БАУ). Взвешенные и коллоидные частицы отделяют фильтрованием. Для устранения мешающего влияния некоторых катионов используют хлорид гидроксиламина или сульфид натрия.

Карбонатная (временная) и некарбонатная (постоянная) жесткость определяются расчетом. Обычно для вычисления карбонатной жесткости используются результаты определения щелочности (см. п. 3.2) карбонатная жесткость в мг-экв/дм3 равна щелочности в мг-экв/дм3. Тогда некарбонатная жесткость может быть определена как разность между общей и карбонатной жесткостью.

Если в исследуемой воде присутствуют значительные количества катионов щелочных металлов, причем с этими катионами связана часть гидрокарбонатных и карбонатных ионов, то величина, вычисленная по щелочности, не соответствует карбонатной жесткости. В таких случаях определяют только общую жесткость, не разделяя ее на карбонатную и некарбонатную.

В диапазоне значений 0,1 - 1,0 мг-экв/дм3 норма погрешности составляет ±10 %, свыше 1,0 мг-экв/дм3 - ±5 %.

Определению общей жесткости воды мешают: медь, цинк, марганец и высокое содержание углекислых и двууглекислых солей. Влияние мешающих веществ устраняется в ходе анализа.

Точность определения при титровании 100 см3 пробы составляет 0,05 мг-экв/дм3.

В коническую колбу вносят 100 см3 отфильтрованной испытуемой воды или меньший объем, разбавленный до 100 см3 дистиллированной водой. При этом суммарное содержание ионов кальция и магния во взятом объеме воды не должно превышать 0,5 мг-экв/дм3. Затем прибавляют 5 см3 буферного раствора, 5 - 7 капель индикатора или приблизительно 0,1 г сухой смеси индикатора хромогенчерного с сухим хлористым натрием и сразу же титруют при сильном взбалтывании 0,05 н. раствором трилона Б до изменения окраски в эквивалентной точке (окраска должна быть синей с зеленоватым оттенком).

Если на титрование было израсходовано больше 10 см3 0,05 н. раствора трилона Б, то это указывает, что в отмеренном объеме воды суммарное содержание ионов кальция и магния больше 0,5 мг-экв. В таких случаях следует определение повторить, взяв меньший объем воды и разбавив его до 100 мл дистиллированной водой.

Нечеткое изменение окраски в эквивалентной точке указывает на присутствие меди и цинка. Для устранения влияния мешающих веществ к отмеренной для титрования пробе воды прибавляют 1 - 2 см3 раствора сульфида натрия, после чего проводят испытания, как указано выше.

Если после прибавления к отмеренному объему воды буферного раствора и индикатора титруемый раствор постепенно обесцвечивается, приобретая серый цвет, что указывает на присутствие марганца, то в этом случае к пробе воды, отобранной для титрования, до внесения реактивов следует прибавить пять капель 1 %-ного раствора солянокислого гидроксиламина и далее определять жесткость, как указано выше.

Если титрование приобретает крайне затяжной характер с неустойчивой и нечеткой окраской в эквивалентной точке, что наблюдается при высокой щелочности воды, ее влияние устраняется прибавлением к пробе воды, отобранной для титрования, до внесения реактивов 0,1 н. раствора соляной кислоты в количестве, необходимом для нейтрализации щелочности воды, с последующим кипячением или продуванием раствора воздухом в течение 5 минут. После этого прибавляют буферный раствор, индикатор и далее определяют жесткость, как указано выше.

Обработка результатов

Общую жесткость воды (X) в мг-экв/дм3 вычисляют по формуле:

http://www.opengost.ru/uploads/posts/2011-04/5984650image016.gif

где

v- количество раствора трилона Б, израсходованное на титрование, см3;

К - поправочный коэффициент к нормальности раствора трилона Б;

V - объем воды, взятый для определения, см3.

Расхождение между повторными определениями не должно превышать 2 отн. %

**Определение содержания общего железа**

Метод основан на взаимодействии ионов железа в щелочной среде с сульфосалициловой кислотой с образованием окрашенного в желтый цвет комплексного соединения. Интенсивность окраски пропорциональна содержанию железа.

Предел обнаружения 0,1 мг/дм3.

Проведению анализа мешают медь при концентрации более 0,25 мг/дм3 и алюминий более 2 мг/дм3.

В диапазоне значений 0,001 - 0,01 мг/дм3 норма погрешности составляет ±50 %; 0,01 - 1,0 мг/дм3 - ±20 %; 1,0 - 5,0 мг/дм3 - ±15 %; свыше 5,0 мг/дм3 - ±5 %.

При массовой концентрации общего железа не более 2,00 мг/дм3 отбирают 50 см3 исследуемой воды (при большой массовой концентрации железа пробу разбавляют дистиллированной водой) и помещают в коническую колбу вместимостью 100 см3. Если проба при отборе не консервировалась кислотой, то к 50 см3 добавляют 0,20 см3 соляной кислоты плотностью 1,19 г/см3. Пробу воды нагревают до кипения и упаривают до объема 35 - 40 см3. Раствор охлаждают до комнатной температуры, переносят в мерную колбу вместимостью 50 см3, ополаскивают 2 - 3 раза 1 см3 дистиллированной водой, сливая эти порции в ту же мерную колбу. Затем к полученному раствору прибавляют 1,00 см3 хлористого аммония, 1,00 см3 сульфосалициловой кислоты, 1,00 см3 раствора аммиака (тщательно перемешивая после добавления каждого реактива. По индикаторной бумаге определяют значение рН раствора, которое должно быть ? 9. Если рН менее 9, то прибавляют еще 1 - 2 капли раствора аммиака (1:1) до рН ? 9.

Объем раствора в мерной колбе доводят до метки дистиллированной водой, оставляют стоять 5 мин для развития окраски. Измеряют оптическую плотность окрашенных растворов, используя фиолетовый светофильтр (l = 400 - 430 нм) и кюветы с толщиной оптического слоя 2, 3 или 5 см, по отношению к 50 см3дистиллированной воды, в которую добавлены те же реактивы. Массовую концентрацию общего железа находят по калибровочному графику.

Калибровочный график

Для построения калибровочного графика в ряд мерных колб вместимостью 50 см3 наливают 0,0; 1,0; 2,0; 5,0, 10,0; 15,0; 20,0 см3 рабочего стандартного раствора, доводят до метки дистиллированной водой, перемешивают и анализируют, как исследуемую воду. Получают шкалу растворов, соответствующих массовым концентрациям железа 0,0; 0,1, 0,2; 0,5; 1,0; 1,5; 2,0 мг/дм3.

Строят калибровочный график, откладывая по оси абсцисс массовую концентрацию железа, а по оси ординат - соответствующие значения оптической плотности. Построение калибровочного графика повторяют для каждой партии реактивов и не реже одного раза в квартал.

Обработка результатов

Массовую концентрацию железа (X) в анализируемой пробе, мг/см3, с учетом разбавления вычисляют по формуле.

http://www.opengost.ru/uploads/posts/2011-04/5984650image012.gif

где

а- концентрация железа, найденная по калибровочному графику, мг/дм3;

V - объем воды, взятый для анализа, см3;

50 - объем, до которого разбавлена проба, см3.

За окончательный результат принимают среднее арифметическое результатов двух параллельных измерений, допустимое расхождение между которыми не должно превышать 25 % при массовой концентрации железа на уровне предельно допустимой. Результат округляют до двух значащих цифр.

Сходимость результатов анализа (А) в процентах вычисляют по формуле

http://www.opengost.ru/uploads/posts/2011-04/5984650image013.gif

где

Р1 - больший результат из двух параллельных измерений;

Р2 - меньший результат из двух параллельных измерений.

Концентрацию трехвалентного (окисного) железа находят как разность определений общего и двухвалентного железа.

Приложение 3

**Правила отбора проб поверхностных вод**

Порядок работы по отбору, хранению и транспортировке проб воды реки Волги

# Порядок отбора проб воды реки Волги основан на ГОСТ 31861-20123 «Вода. Общие требования к отбору проб» и рекомендациях Р 52.24.353-2012 «Отбор проб поверхностных вод суши и очищенных сточных вод».

Для отбора проб требуется:

- устройство для отбора проб, состоящее из стеклянного трехлитрового баллона, закрепленного на тросе (шнуре, веревке или в специальной сетке). К баллону для утяжеления необходимо прикрепить груз или поместить его в тяжелую оправу. Для проверки прочности и работоспособности устройства необходимо провести предварительные испытания.

- 3 пластиковых бутыли с пробками емкостью 1,5 литра (неиспользованных, приобретенных в магазине упаковки) с этикетками, на которых указано место отбора проб и номер пробы.



- пластиковая воронка



- универсальная индикаторная бумага



- водный термометр для измерения температуры воды (при отсутствии водного термометра можно использовать обычный воздушный термометр, опущенный в стеклянную банку (емкость 250 мл) с отобранной исследуемой водой. В этом случае нужна дополнительно стеклянная банка емкостью 250 мл).



Определение места отбора проб

Для оценки качества воды по отношению к нормативам содержания (предельно допустимых концентраций) в ней показателей чаще всего используется точечный отбор проб. При выборе точного места отбора необходимо, чтобы проба была репрезентативной (адекватной водному объекту в данном месте), т.е. вода должна быть отобрана в местеее полного смешения.

Процесс отбора проб

*Предварительная подготовка:* в большой емкости в течение 10 минут прокипятить стеклянный трехлитровый баллон и банку емкостью 250 мл, которые будут использоваться для отбора проб воды и определения рH и температуры. После остывания баллон и банку закрыть чистыми пластиковыми крышками. Перед выходом на отбор к баллону прикрепить трос (шнур, веревку), привязать груз, крышку снять непосредственно перед отбором проб.

Для отбора проб баллон, закрепленный на тросе с прикрепленным грузом, опустить в воду. После заполнения баллон поднять из воды. Провести определение Рh и температуры (важно сделать это сразу после отбора пробы). Для определения температуры из стеклянного баллона в банку емкостью 250 мл налить исследуемую пробу воды, опустить в нее термометр и через 3 минуты снять показания, не вынимая термометр из воды. Затем в ту же банку опустить часть полоски универсальной индикаторной бумаги, через 1 минуту вынуть полоску и сравнить ее цвет с эталонной шкалой на упаковке.



Определить по шкале показания рH. Результаты записать. Воду из стеклянного баллона перелить в пластиковую бутылку, предварительно ополоснув ее 3 раза исследуемой водой. Переливать воду из баллона через воронку нужно аккуратно, так, чтобы она стекала в бутылку по ее стенке (очень важно для результатов исследования). Бутылку наполняют водой до переливания через край, после чего закрывают пробкой так, чтобы в бутылке не оставалось пузырьков воздуха (наличие воздуха в бутылке может исказить результаты исследования). К бутылке прикрепляют этикетку (если это не было сделано ранее). Для достоверности результатов исследования в каждой точке отбора необходимо взять 3 пробы, каждый раз набирая воду в стеклянный баллон и проводя все ранее описанные действия, включая измерения pH и температуры каждой пробы.

Хранение и транспортировка проб

Для дальнейших исследований пробы необходимо доставить в лабораторию в течение следующих 24 часов. Для сведения к минимуму процессов, изменяющих первоначальный химический состав проб воды, их необходимо хранить в холодильнике при температуре от 20 до 50С в темноте. При транспортировке проб в лабораторию необходимо создать условия, препятствующие нагреванию проб, излишнему взбалтыванию и самопроизвольному открытию пробок бутылок.

**Способы консервации и условия хранения проб воды**

Вода должна быть подвергнута исследованию в день отбора. Если это невозможно, отобранные пробы помещают для хранения в холодильник и консервируют. Способы консервации и условия хранения указаны в табл. 1.

Таблица 1. Способы консервации и условия хранения проб воды

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| Определяемый компонент | Объем пробы, см3 | Вид и количество консерванта на 1 дм3 воды | Сроки и условия хранения проб |
| I | II | III | IV |
| Запах | 400 | Не консервируют | 6 ч при 2 - 5 °С |
| Вкус | 200 | Не консервируют | Не хранят. Определение проводят не позднее чем через 2 ч после отбора. |
| Цветность, мутность | 200 | Не консервируют | 24 ч при 2 - 5 °С |
| рН | 200 | Не консервируют | 6 ч при температуре ниже температуры отбора проб |
| Углекислота свободная, гидрокарбонаты, карбонаты | 400 | Не консервируют | 24 ч при 2 - 5 °С |
| Хлориды | 250 | Не консервируют | 1 мес. |
| Сульфаты | 500 | Не консервируют | 7 сут. при 2 - 5 °С |
| Фториды | 400 | Не консервируют | 1 мес. |
| Нитраты | 200 | 2 - 4 см3хлороформа | 24 ч при 2 - 5 °С |
| Нитриты | 500 | Не консервируют | 24 ч при 2 - 5 °С |
| Сероводород | 200 | Спец. реактив.  См. методику анализа | 24 ч |
| Силикаты | 200 | 1 см3 Н2SO4 (1:3) | Определение проводят в течение 24 ч после отбора. Хранить только в полиэтиленовой посуде. |
| Железо | 200 | 3 см3 НСl конц. или эквивалентное количество разбавленной | Железо (II) - 24 ч  Железо общ. - 1 мес. |
| Марганец | 200 | - ? - | 1 мес. |
| Жесткость | 250 | Не консервируют | 24 ч |
| Кальций | 300 | - ? - | 24 ч |
| Натрий | 200 | - ? - | 24 ч |
| Калий | 200 | - ? - | 1 мес. |
| Аммоний | 500 | 50 см3 Н2SО4(1:3) | 24 ч при 2 - 5 °С |
| Окисляемость перманганатная | 500 | 50 см3 Н2SО4(1:3) | 2 сут. при 2 - 5 °С |
| Растворенный кислород | 200 | Спец. реактив.  См. методику анализа | 4 сут. |
| Сухой остаток | 1000 | Не консервируют | 24 ч при 2 - 5 °С |

Приложение 4

Начало формы

Конец формы

**Предельно-допустимые значения для поверхностных вод**

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| № п/п | Анализируемые показатели | Класс опасности (Приказ Росрыболовства от 18.01.2010 №20 и СанПиН 2.1.5.980-00) | ПДК водных объектов рыбохозяйственного значения (Приказ Росрыболовства от 18.01.2010 №20) | ПДК водных объектов питьевого, хозяйственно-бытового и рекреационного водопользования (ГН 2.1.5.1315-03 с изменениями ГН 2.1.5.2280-07 и СанПиН 2.1.5.980-00) | |
| категория водопользования | |
| Для питьевого и хозяйственно-бытового водопользования, а также для водоснабжения пищевых предприятий (первая категория) | Для рекреационного водопользования, а также в черте населенных мест (вторая категория) |
| 1. | Прозрачность, см |  |  | не ниже 20 |  |
| 2. | Взвешенные вещества, мг/дм3 |  |  | В черте населенных мест при сбросе сточных вод, производстве работ на водном объекте и в прибрежной зоне содержание взвешенных веществ в контрольном створе (пункте) не должно увеличиваться по сравнению с естественными условиями более чем на 0,75 мг/куб. дм | |
| 3. | Минерализация воды, мг/л |  |  | не более 1000 (в контрольном створе | |
| 4. | Водородный показатель (рН) |  |  | 6,5-8,5 | |
| 5. | БПК5, мгО2/л (не должно превышать при температуре 20 град. C ) |  |  | 2 (в контрольном створе) | 4 (в контрольном створе) |
| 6. | ХПК, мгО/л |  |  | 30 (в контрольном створе) | |
| 7. | Хлорид-анион Cl-, мг/л |  | 300 | 350 | |
| 8. | Железо Fe, мг/л |  | 0,1 | 0,3 | |
| 9. | Хром общий Cr, мг/л |  |  |  | 0,05 |
| 10. | Нефтепродукты, мг/л | 3 | 0,05 |  |  |

Начало формы

Конец формы

Приложение 5

*Таблица 1. Результаты исследования проб воды прудов Ярославского зоопарка по органолептическим и физическим показателям*

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| месяц | пруды | температура | Запах, баллы | рН | Прозрачность, см | Цветность, градусы |
| ПДК | ПДК | - | 2 | 6,5-8,5 |  | 20 |
| январь | утки | 4 | 2 | 7.13 | 80 | 20 |
|  | фламинго | 3 | 0 | 7.44 | 90 | 10 |
|  | нерпы | 4 | 0 | 7.38 | 100 | 10 |
| февраль | утки | 3 | 1 | 7.18 | 90 | 10 |
|  | фламинго | 2 | 0 | 7.38 | 100 | 10 |
|  | нерпы | 3 | 0 | 7.26 | 100 | 10 |
| апрель | утки | 8.5 | 2 | 7.46 | 100 | 30 |
|  | фламинго | 9.2 | 2 | 8.56 | 50 | 20 |
|  | нерпа | 8.3 | 2 | 7.35 | 70 | 10 |
| май | утки | 20 | 3 | 8.2 | 150 | 50 |
|  | фламинго | 19.5 | 2 | 8.5 | 110 | 20 |
|  | нерпы | 18 | 1 | 7.8 | 80 | 20 |
| июнь | утки | 25.6 | 2 | 8.34 | 50 | 40 |
|  | фламинго | 24.7 | 2 | 7.22 | 70 | 40 |
|  | нерпы | 23.8 | 0 | 8.3 | 140 | 10 |
| июль | утки | 23 | 2 | 7.62 | 50 | 40 |
|  | фламинго | 24.7 | 2 | 7.91 | 70 | 40 |
|  | нерпы | 24 | 0 | 7.76 | 150 | 10 |
| август | утки | 26.4 | 2 | 7.68 | 40 | 40 |
|  | фламинго | 26.2 | 2 | 7.7 | 40 | 40 |
|  | нерпа | 25.6 | 0 | 7 | 50 | 10 |
| сентябрь | утки | 13.4 | 2 | 8.03 | 60 | 50 |
|  | фламинго | 13.8 | 1 | 8.07 | 40 | 50 |
|  | нерпы | 14.5 | 0 | 7.45 | 30 | 20 |
| октябрь | утки | 12.6 | 3 | 8.02 | 40 | 20 |
|  | фламинго | 13.2 | 1 | 8.22 | 23 | 35 |
|  | нерпы | 14 | 3 | 7.86 | 30 | 35 |

*Таблица 2. Результаты исследования проб воды Ярославского зоопарка по органолептическим и физическим показателям*

|  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| месяц | пруды | Кислород, мг\л | жесткость | Окисляемость перманганатная | аммиак | нитриты | сульфаты |
| ПДК | ПДК | 4 | 7 |  | 1,93 (1,5 по азоту) | 3,3 (1 по азоту) | 100 |
| январь | утки | 3.4 | 5.25 | 5.72 | 0.2 | 0.001 | 50 |
|  | фламинго | 3.8 | 4.75 | 4.32 | 0.2 | 0.001 | 50 |
|  | нерпы | 4.7 | 5.25 | 6.8 | 0.2 | 0.001 | 50 |
| февраль | утки | 3.4 | 5.25 | 5.72 | 0.2 | 0.001 | 50 |
|  | фламинго | 3.7 | 5.25 | 5.72 | 0.2 | 0.001 | 50 |
|  | нерпы | 3.9 | 5.25 | 6.8 | 0.2 | 0.001 | 50 |
| апрель | утки | 7.2 | 4.25 | 3.6 | 0.4 | 0.002 | 50 |
|  | фламинго | 5.0 | 4.25 | 4.26 | 0.4 | 0.004 | 50 |
|  | нерпа | 4.3 | 5.0 | 6.3 | 0.2 | 0.002 | 50 |
| май | утки | 5.25 | 5.5 | 3.8 | 2.0 | 0.002 | 50 |
|  | фламинго | 6.1 | 4.25 | 4.72 | 0.4 | 0.004 | 50 |
|  | нерпы | 5.9 | 5.0 | 4.4 | 2.0 | 0.002 | 50 |
| июнь | утки | 5.8 | 4.5 | 4.6 | 0.08 | 0.001 | 50 |
|  | фламинго | 6.2 | 6.25 | 5.6 | 2.0 | 0.001 | 50 |
|  | нерпы | 5.4 | 6.25 | 5.8 | 0.08 | 0.002 | 50 |
| июль | утки | 5.8 | 4.3 | 4.6 | 0.2 | 0.004 | 50 |
|  | фламинго | 6.4 | 3.8 | 6.2 | 2.0 | 0.2 | 50 |
|  | нерпы | 5.8 | 4.2 | 5.8 | 0.08 | 0.002 | 50 |
| август | утки | 8.09 | 4.8 | 5.7 | 0.2 | 0.04 | 50 |
|  | фламинго | 8.6 | 3.6 | 6.2 | 2.0 | 0.2 | 50 |
|  | нерпа | 7.04 | 3.8 | 5.8 | 0.08 | 0.002 | 50 |
| сентябрь | утки | 6.7 | 4.67 | 4.7 | 0.2 | 0.002 | 50 |
|  | фламинго | 6.11 | 4.85 | 2.6 | 0.08 | 0.001 | 50 |
|  | нерпы | 3.72 | 4.83 | 6.2 | 0.08 | 0.001 | 50 |
| октябрь | утки | 6.4 | 5.5 | 5.76 | 2.0 | 0.02 | 50 |
|  | фламинго | 6.2 | 4.6 | 4.86 | 0.08 | 0.001 | 50 |
|  | нерпы | 3.02 | 4.93 | 6.24 | 0.2 | 0.02 | 50 |