

Российский национальный юниорский водный конкурс-2019  
Государственное образовательное автономное учреждение дополнительного образования  
Ярославской области «Центр детей и юношества»

## **Оценка качества воды прудов Ярославского зоопарка**

Автор: Березников Роман, 7 класс  
ГООУ ДО ЯО «Центр детей и юношества»  
Научный руководитель:  
Скибина Любовь Витальевна,  
педагог дополнительного образования  
ГООУ ДО ЯО «Центр детей и юношества»

г. Ярославль, 2018

## АННОТАЦИЯ

Работа посвящена изучению качества воды прудов Ярославского зоопарка. Представлены результаты исследования качества воды 3-х прудов по следующим органолептическим и физическим показателям: запах, цветность, мутность, pH, 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. В работе представлены показатели, по которым наблюдались превышения значений ПДК, среди которых аммиак, общее железо, мутность, цветность, запах. Установлены основные причины загрязнения прудов. Дана оценка условий проживания водных животных и водоплавающих птиц.

## СОДЕРЖАНИЕ

1. Введение .....	4 стр.
1.1. Цель и задачи.....	4 стр.
1.2. Обзор литературы.....	4 стр.
1.2.1. Общая характеристика прудов.....	4 стр.
1.2.2. Обитатели прудов.....	5 стр.
1.2.3. Негативные факторы, влияющие на состояние воды в водоемах.....	5 стр.
1.2.4. Создание комфортных условия для жизни обитателей прудов.....	5 стр.
2. Основная часть.....	7 стр.
2.1. Методика исследования.....	7 стр.
2.2. Результаты и их обсуждение.....	7 стр.
3. Выводы.....	13 стр.
4. Источники информации.....	14 стр.
5. Приложение.....	15 стр.

## 1. ВВЕДЕНИЕ

Ярославский зоопарк – зоопарк ландшафтного типа. Большая площадь зоопарка (более 123 гектаров) позволяет создать условия для содержания животных близкие к условиям дикой природы. Здесь прекрасно проживают 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. Всем известно, что пруды – это водоемы с непроточной водой. 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. Проблема качества воды прудов для Ярославского зоопарка очень актуальна. Ведь от этого зависит состояние здоровья ее обитателей. В связи с этим было решено провести исследование качества воды прудов Ярославского зоопарка и установить насколько сотрудникам зоопарка удастся создавать комфортные условия для жизни околотовных 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. 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, гуменники, белолобый гусь, американская каюга, белый гусь, утка индийский бегунок. Всего, исключая летний период, 43 птицы. В летний период к данному поголовью прибавляются: черный лебедь, гусь домашний линдовский, пекинская утка, мускусная утка. Всего в летний период на водоеме № 1 обитает 62 птицы.

**Водоем № 2.** Круглогодично на водоеме обитают: кряква, лебедь-шипун, лебедь-кликун, лебедь-трубач, белошекая казарка, горный гусь, серый гусь, огарь обыкновенный, утка индийский бегунок. Всего, исключая летний период, 51 голова. В летний период на огороженных участках водоема обитают: кудрявый пеликан, розовый фламинго. 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 обитает 1 экземпляр байкальской нерпы.

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

Химический состав вод поверхностных водоемов определяются в основном двумя группами факторов: непосредственно воздействующие на воду (состав горных пород, живые организмы, хозяйственная деятельность человека); условия, в которых протекает взаимодействие веществ с водой (климат, рельеф, гидрологический режим, растительность, гидрогеологические и гидродинамические условия) [1, 2].

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 (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 [8]. 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 в воде кислорода. 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 [7].

#### 1.2.4. Создание комфортных условия для жизни обитателей прудов

Сотрудники Ярославского зоопарка регулярно в весенний, летний и осенний периоды проводят механическую очистку водоемов от перьев птиц, веток, листвы. В весенние и летние месяцы производится химическая очистка водоемов путем заливания в воду средства «Байкал», которое помогает устранять цветение водоемов. Искусственное регулирование численности крякв на водоемах положительно сказывается на качестве его воды. В зимний период в водоемах устанавливаются аэраторы, позволяющие обогащать воду кислородом и предотвратить замерзание.

Поскольку зоопарк находится в удалении от крупных производств, влияние производственных промышленных факторов (сброс отходов и т.д.) на водоемы отсутствует.

## 2. ОСНОВНАЯ ЧАСТЬ

### 2.1. 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 с помощью пробоотборника - Пробоотборная система ПЭ-1220. Схема расположения прудов на территории представлена в Приложении 1. 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 [4, 5, 6]. Исследование воды проводилось на базе ФГБОУ ВПО «Ярославский государственный технический университет».

### 2.2. РЕЗУЛЬТАТЫ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

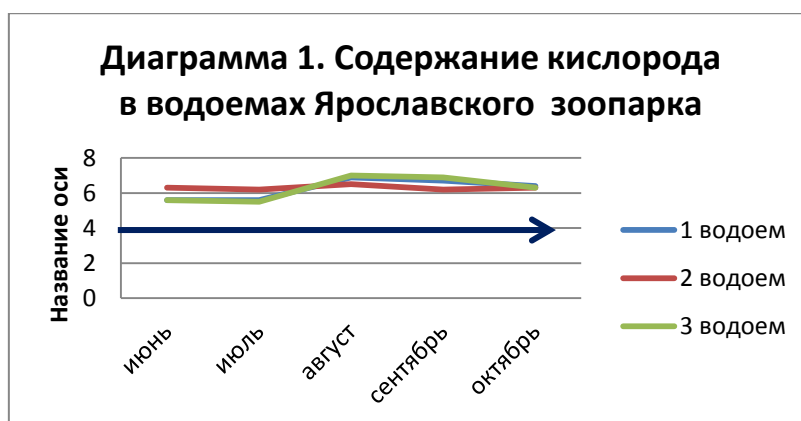
Материалом для исследования были пробы воды, отобранные с июня по октябрь 2018 года. Результаты исследования проб воды водоемов зоопарка по физико-химическим показателям представлены в таблице 1.

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

месяц	№ водоема	Кислород, мг/л	Жесткость	Окисляемость перман	Аммиак в мг	Нитриты в мг /дм <sup>3</sup>	Сульфаты в мг /дм <sup>3</sup>	Fe <sup>2+</sup> , Fe <sup>3+</sup> в мг	ХПК в мг О/ дм <sup>3</sup>	K <sup>+</sup> +Na <sup>+</sup> + Ca <sup>2+</sup> (общее)
-------	-----------	----------------	-----------	---------------------	-------------	-------------------------------	--------------------------------	------------------------------------------	-----------------------------	------------------------------------------------------------

				ганатная, мг О/дм <sup>3</sup>	/дм <sup>3</sup>			/дм <sup>3</sup>		содержание) в мг /дм <sup>3</sup>
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. В процессе исследования установлены колебания содержания кислорода в водоемах зоопарка. При этом превышений ПДК по содержанию кислорода не обнаружено. Наглядно это видно на диаграмме 1.



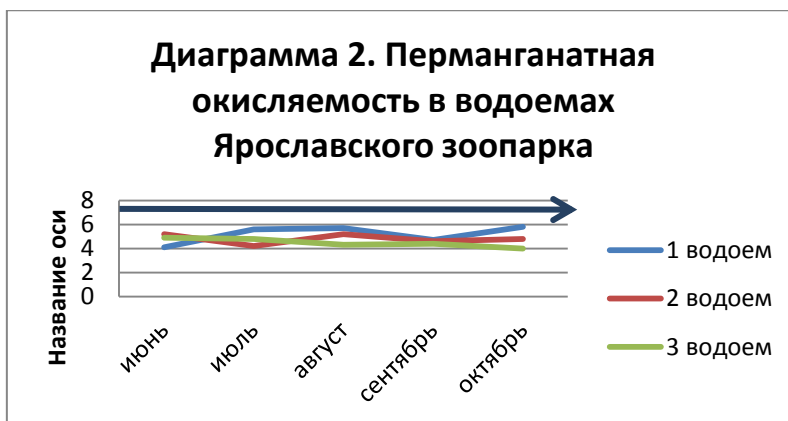
Примечание:

→ - 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.

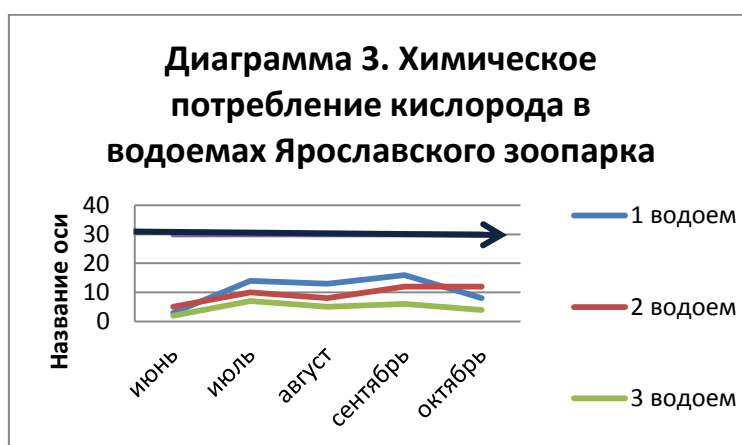
Перманганатная окисляемость - показатель естественного и антропогенного загрязнения воды органическими и минеральными веществами (трупы животных, растительные водные организмы, детрит, гуминовые вещества, продукты жизнедеятельности животных и др.) [2]. Значения этого показателя во всех водоемах не





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.

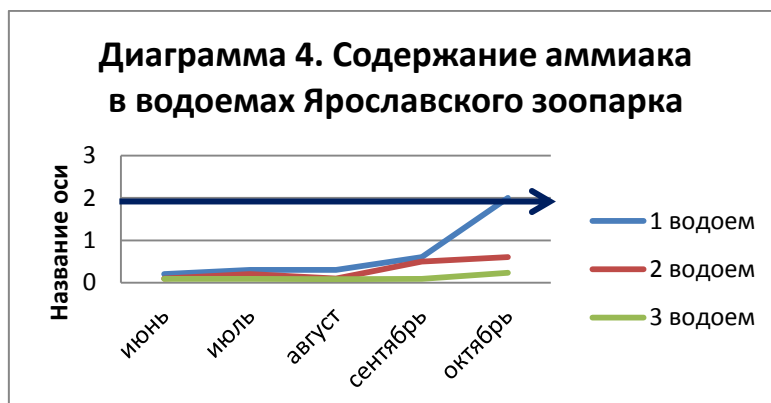
Если перманганатная окисляемость характеризует содержание легкоокисляемой органики, то бихроматная окисляемость или ХПК определяет общее содержание органических веществ в воде. Состав органики в водоемах зоопарка формируется под влиянием биохимических процессов протекающих в воде, за счет поступления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

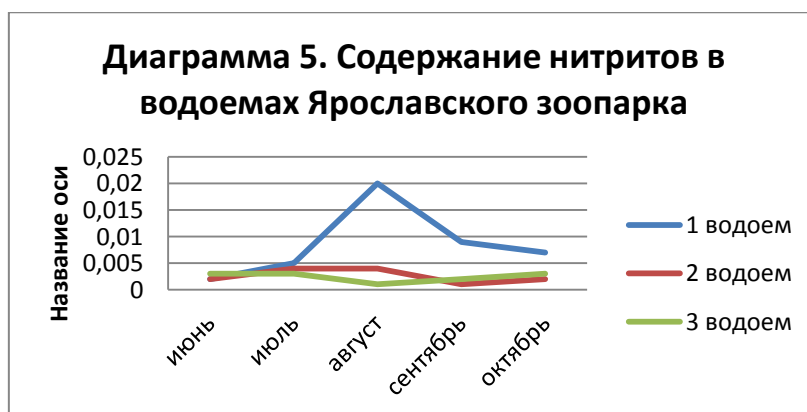
Соединения азота (аммиак, нитриты) - образуются из белковых соединений, которые попадают в воду прудов зоопарка вместе с продуктами жизнедеятельности животных [1, 2].

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.

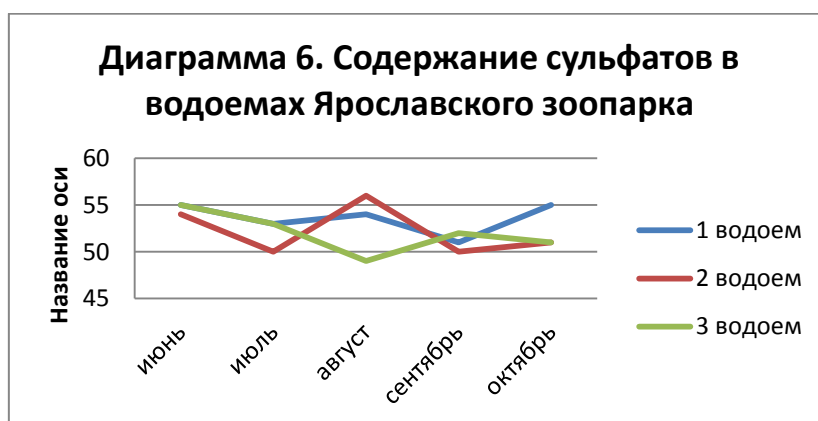
Поскольку в водоеме №1 в октябре было отмечено повышение перманганатной окисляемости, можно говорить о том, что причиной повышения содержания аммиака в воде является помет водоплавающих птиц.



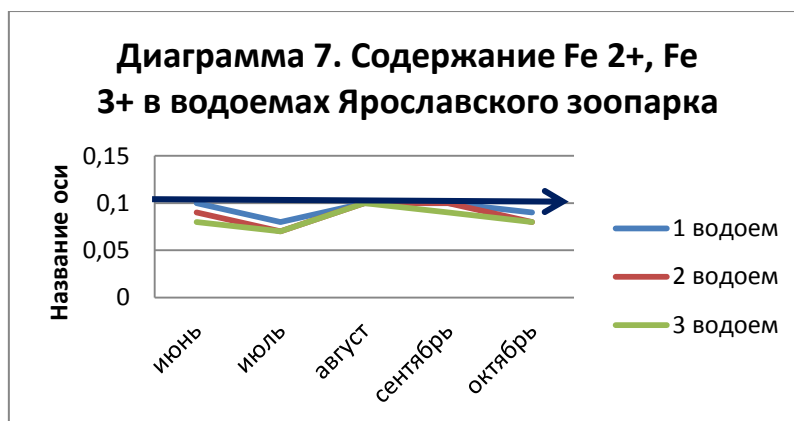
Содержание нитритов в воде характеризует процессы разложения органических веществ [1,2]. В воде прудов содержание нитритов не превышало предельных концентраций. Значения колебались от 0,001 до 0,02 мг /дм<sup>3</sup>. Выявлены ярко выраженные сезонные колебания нитритов в водоеме №1, в августе содержание 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. 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 прудах зоопарка колебалось от 0,07 до 0,1 мг /дм<sup>3</sup>, то есть в некоторых случаях было равно ПДК. Загрязнения воды соединениями железа, по-видимому, связаны с естественным повышенным содержанием их 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.



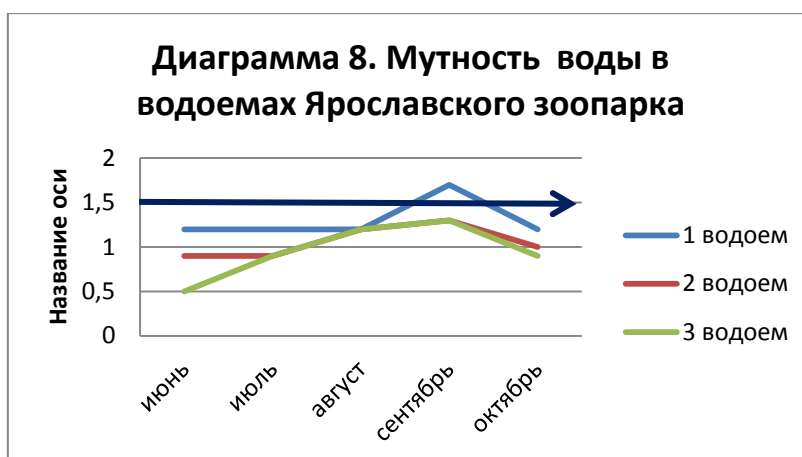
Результаты исследования проб воды водоемов зоопарка по органолептическим и физическим показателям представлены в таблице 2.

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

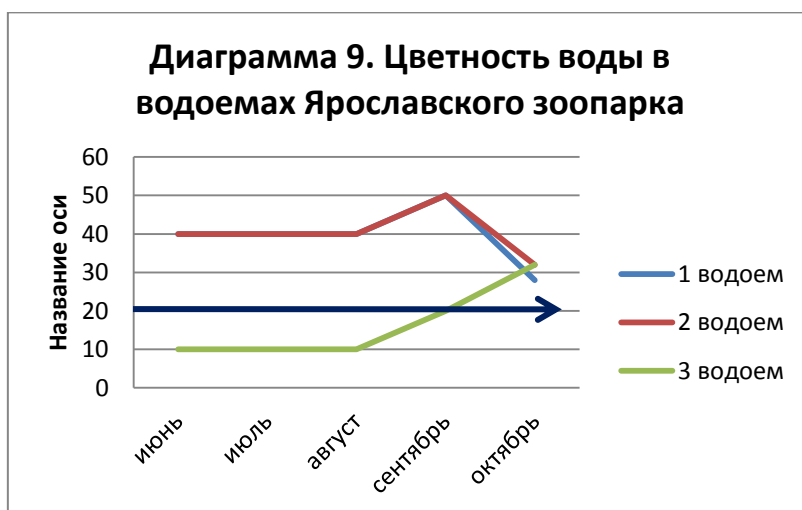
месяц	№ водоема	Температура в градусах	Запах, баллы	pH	Мутность (каолин), мг/дм <sup>3</sup>	Цветность, градусы	Электропроводность в мкСм/см
ПДК		-	2	6,5-8,5	1,5	20	-
июнь	1	24	2	7,5	1,2	40	360,1
	2	23	2	7,5	0,9	40	369,4
	3	23	1	8,0	0,5	10	330,2

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.



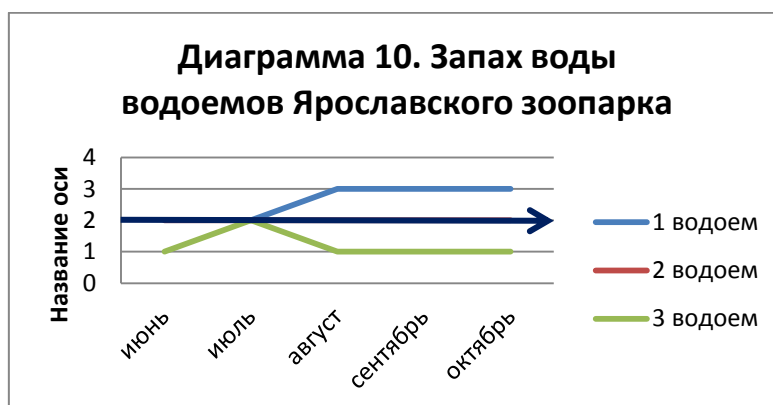
Мутность исследуемых водоемов колебалась от 0,5 до 1,7 мг/дм<sup>3</sup>. Наблюдался единственный случай превышения ПДК в сентябре на водоеме №1. Причина этого, возможно связана с погодными условиями и деятельностью микроорганизмов.



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 октябрём. 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 предотвращению цветения водоемов, регулированию численности водоплавающих птиц, контролю качества воды.

Автор выражает благодарность сотрудникам зоопарка: Потапову Николаю Александровичу и Петуховой Анастасии Александровне, за предоставленную возможность отбора проб воды для выполнения исследования.

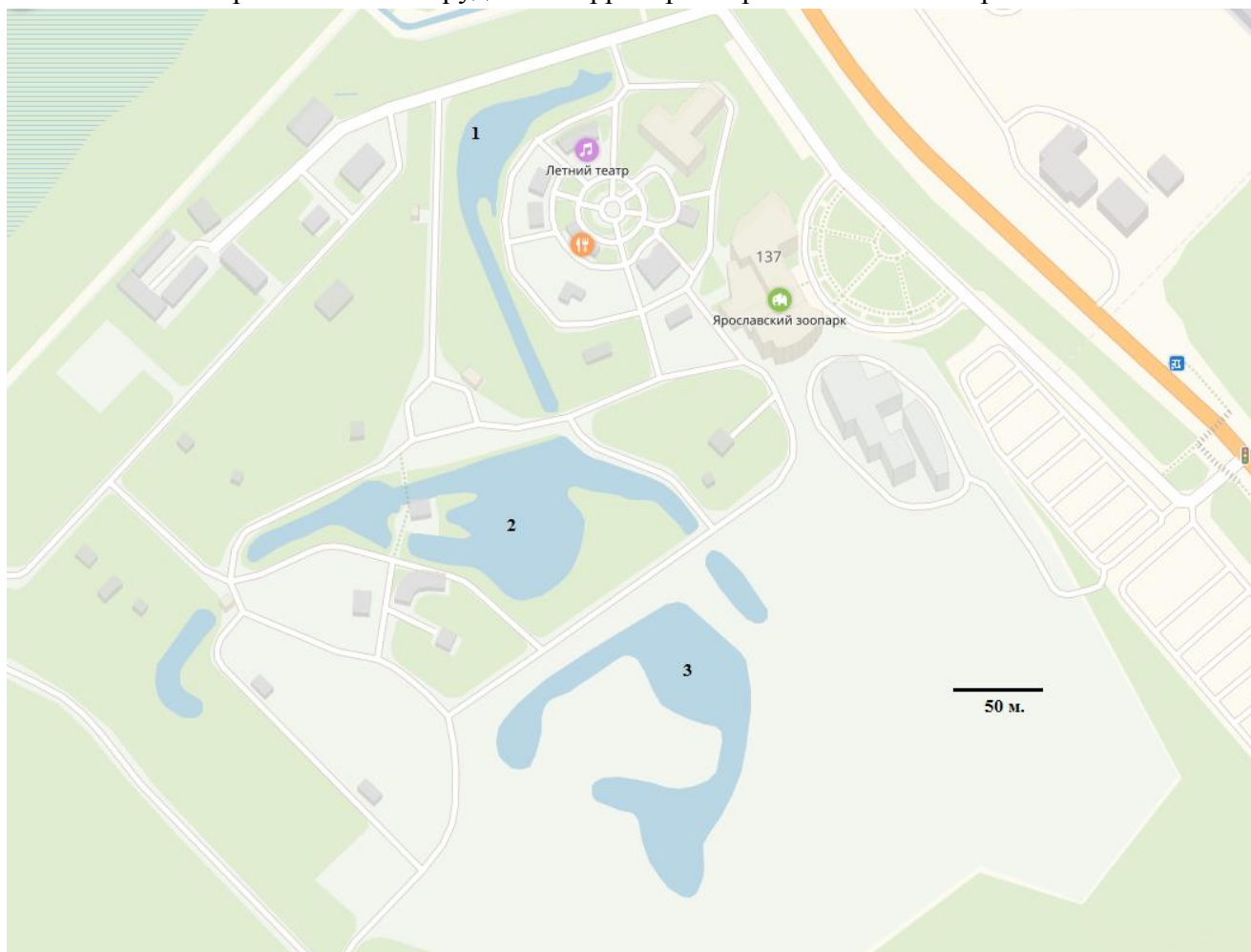
#### **4. ИСТОЧНИКИ ИНФОРМАЦИИ**

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

Интернет-источники:

7. [http://st.arqo.ru/6/1828/465/Baykal\\_EM.\\_Biotehnologiya\\_21\\_veka.pdf](http://st.arqo.ru/6/1828/465/Baykal_EM._Biotehnologiya_21_veka.pdf)
8. <http://agro365.ru/udobrenie-ryiborazvodnyih-vodoyomov-s-pomoshhyu-vodoplavayushhey-ptitsyi.html>

Схема расположения прудов на территории Ярославского зоопарка



Цифрами на схеме обозначены номера водоемов.