

*Оценка экологического состояния пойменных озер  
Сорокино и Ламхоро на территории  
Федерального заказника «Клязьминский»  
методами биоиндикации*



**Автор: Козлова Ксения Андреевна,**  
9 класс,  
обучающаяся объединения «Экомир»  
ГБУДО ИОЦРДОД, Ивановская область

Научный руководитель:  
**Гусева Анна Юрьевна,**  
заместитель директора  
ГБУДО ИОЦРДОД,  
педагог дополнительного образования,  
кандидат биологических наук

ИВАНОВО 2019

## Содержание

	<b>Стр.</b>
Введение	3
Обзор литературы	3
Материал и методика	5
Результаты	11
Заключение	24
Рекомендации	24
Выводы	25
Список литературы	25

## Введение

За последние годы многие озера на территории Ивановской области стали объектом антропогенного и, в частности, рекреационного воздействия. Не избежали этой участи и озера, расположенные на территориях, имеющих природоохранный статус. Объектом наших исследований стали два озера, расположенные на территории Федерального заказника «Клязьминский» - оз.Сорокино и оз. Ламхоро. Актуальность исследований состоит в том, что подобные исследования для этих озер ранее не проводились. Озеро Сорокино является одним из двух озер Ивановской области, где отмечена крупная популяция реликтового вида - водного ореха (чилима), занесенного в Красную книгу региона. Кроме того, для обоих озер отмечено присутствие русской выхухоли. Поэтому проведение оценки качества воды в этих озерах является весьма актуальной задачей.

Важно знать, какие внутренние процессы способствуют самоочищению водоемов и как управлять в разумных пределах этими процессами. Важным этапом в решении этих проблем является определение их экологического состояния. Приуроченность определённых видов растений и животных к различным зонам загрязнения породила целое направление в гидробиологии, известное под названием биологического метода оценки вод. При антропогенном воздействии равновесие нарушается, что отражается на видовом составе биоценозов. Биоиндикационный метод позволяет обнаружить воздействие на водоём на ранних стадиях. Биологический анализ позволяет различать первичное и вторичное проявление действия загрязнений на биологические явления в водоёме. Биологический метод также даёт возможность судить о последствиях загрязнения, о степени и характере нарушения экосистемы.

**Цель работы** - провести оценку качества воды в некоторых озерах Клязьминского заказника методами биоиндикации (оз. Сорокино и оз. Ламхоро). Для достижения цели были поставлены **следующие задачи**:

1. Отобрать пробы макрозообентоса, и определить классы качества воды для некоторых станций озер Сорокино и Ламхоро с использованием общепринятых биоиндикационных методов.
2. Изучить видовой состав гидробионтов.
3. Сделать заключение о качестве воды в озерах Ламхоро и Сорокино и сопоставить полученные данные за 2015-2018 гг.
4. Выявить источники загрязнения водоемов и дать практические рекомендации по улучшению их экологического состояния.

## Обзор литературы

Охрана водоемов от загрязнения имеет первостепенное культурно-хозяйственное значение, особенно в наше время, когда с ростом индустриализации количество сбрасываемых отходов увеличивается, а требования к водоемам как источникам водоснабжения, промышленным угольям и во многих других отношениях непрерывно повышаются.

Загрязняющие вещества можно разделить на минеральные и органические или, что более логично, на 1) органические нетоксичные, 2) минеральные и органические токсичные (включая радиоактивные), 3) смешанные (Жадин, 1964). Оценка степени загрязненности водоемов до последнего времени основывалась на учете количества присутствующего в воде органического вещества в его разных формах. В соответствии с этим по системе, разработанной в основном Р. Кольквитцем и М. Марсоном, водоемы или их зоны в зависимости от степени загрязнения органическими веществами подразделяются на поли-, мезо- и олигосапробные.

Полисапробные водоемы характеризуются наличием в воде неразложившихся белков, почти полным отсутствием свободного кислорода, присутствием значительных количеств сероводорода и углекислого газа, восстановительным характером биохимических процессов. В мезосапробных водоемах загрязнение выражено слабее: неразложившихся белков нет, сероводорода и углекислого газа немного, кислород присутствует в заметных количествах. Однако в воде имеются еще такие слабоокисленные азотистые соединения, как аммиак, аминокислоты и амидокислоты. В олигосапробных водоемах сероводород отсутствует, углекислого газа мало, количество кислорода близко к величине нормального насыщения, растворенных органических веществ практически нет. Иногда выделяют катаробные воды, в которых количество растворенного кислорода выше нормального (пересыщение), свободной углекислоты и сероводорода нет совсем. В полисапробных водах самоочищение в основном идет за счет деятельности бактерий (*Thiorpolycoccus ruser*, *Sphaerotilus natans*), водорослей (*Polytoma uvella*) и животных (жгутиковое *Olcomonas mutabilis*, инфузории *Paramaecium putrinum* и *Vorticella putrina*, олигохета *Tubifex tibifex*, личинки мухи *Eristalis tenax*). Число видов, могущих жить в крайне загрязненных водоемах, сравнительно невелико, но они встречаются здесь в массовых количествах.

Мезосапробные воды (зоны водоемов) подразделяются на  $\alpha$ -и  $\beta$ -мезосапробные. В первых встречается аммиак, amino- и амидокислоты, но уже есть и кислород. Наиболее характерны здесь гриб *Mucor*, синезеленые *Oscillatoria*, *Normidium uncinatum*, простейшие *Chlamydomonas debraryana*, *Euglena viridis*, *Stentor coeruleus*, многие коловратки, моллюск *Sphaerium corneum*, рачок *Asellus aquaticus*, личинки двукрылых *Chironomus* и *Psychoda*. Минерализация органического вещества в основном идет за счет его аэробного окисления. Следующая,  $\beta$ -мезосапробная подзона характеризуется присутствием аммиака и продуктов его окисления — азотной и азотистой кислоты. Аминокислот нет, сероводород встречается в очень небольших количествах, кислорода в воде много, минерализация идет за счет полного окисления органического вещества.

На основании сведений о видовом составе гидробионтов, найденных в тех или иных водах, можно составить представление о том, насколько последние чисты или загрязнены. Поэтому перечисленные выше организмы и многие другие, характерные для зон разной сапробности, носят название индикаторов

степени загрязнения водоемов. Индикаторная роль гидробионтов характеризуется не только фактом нахождения или отсутствия их в водоеме, но и степенью количественного развития, вследствие чего характеристика сапробности вод должна даваться с учетом не только видового состава организмов, но также их численности и биомассы (Жадин, 1959). Сапробность - это комплекс физиологических свойств данного организма, обуславливающий его способность развиваться в воде с тем или иным содержанием органических веществ, с той или иной степенью загрязнения.

Попав в воду, загрязнители постепенно исчезают, из нее в результате разрушения, накопления в организмах, сноса и захоронения в донных отложениях. Ведущую роль в процессах самоочищения водоемов играют гидробионты, и лишь небольшая часть загрязнителей исчезает без участия водных организмов. Гидробионты прodeлывают огромную минерализационную работу, переводя в процессе дыхания органические соединения в минеральные, изымают из воды, накапливая в своем теле, огромные количества вредных веществ, в частности радионуклидов, и способствуют осаждению (транзиту) вредных взвесей на дно.

### **Материал и методика**

**Описание места сбора материала.** Озеро Сорокино располагается на территории Ивановской области. Данный водоем находится в 4-х километрах южнее поселка Холуй, в 4-х километрах юго-восточнее деревни Снегирево, в 2-х километрах южнее села Мордовское, в районе р. Клязьмы на территории Клязьминского боброво-выхухолевого заказника. Является типичным пойменным старичным озером. В озере присутствует водяной орех-чилиим. Длина озера достигает 4 км, ширина – 0,3 км, наибольшая глубина – 7 м. Средняя глубина – 3.5 метра. Площадь водоема составляет 45 гектаров. Берега озера крутые, отлогие, в некоторых местах заболоченные и кустарниковые. Берега на существенном протяжении покрывают дубравы с примесью в составе древостоя черной ольхи, пушистой березы, осины, обыкновенной сосны. В подлеске преобладают обыкновенная черемуха, ломкая крушина, обыкновенная рябина, пепельная ива, чернеющая ива и многие другие виды. Озеро Сорокино обладает семью заводьями, каждая из которых имеет собственное название – Полки, Каменная и т.д. Вода прозрачная и светлая, имеет желтоватый оттенок, обычно без запаха. В окрестностях озера запрещены следующие виды деятельности и природопользования: добыча камня, гравия, песка, глины и других ископаемых на геологических обнажениях; засорение мусором памятников природы; загрязнение и разрушение источников; рубка леса в урочищах, входящих в охраняемые ландшафты (за исключением санитарных и в особых случаях рубок хода). Озеро посещается населением г. Южа и с. Холуй. В лесах, окружающих озеро ранее (до 2008 г.) проводились санитарные рубки.

Из прибрежно-водных растений на озере преобладают острая осока, южный тростник, обыкновенный тростник, речной хвощ, обыкновенный стрелолист, болотный ситняг, широколистный поручейник, водяной

щавельник, водяной щавель, подорожниковая частуха, зонтичный сусак, широколистный рогоз, водяной касатик, всплывающий ежеголовник, прямой ежеголовник, озерный камыш, куга. Среди гидрофитов преобладают желтая кубышка, обыкновенный телорез, обыкновенный многокоренник, обыкновенный водокрас, пронзеннолистный рдест, блестящий рдест. Среди гидатофитов встречаются канадская элодея, многокоренник, темнозеленый роголистник, мутовчатая уруть и т.д.

Озеро Ламхоро располагается приблизительно в 3 км от деревни Изотино (рис.1) на территории Савинского района в границах Клязьминского заказника. Длина озера – 3,1 км. На северном берегу расположены смешанный лес, сосняк и дубрава, на южном – ольшаники, переходящие в дубраву. Берега озера и его прибрежная часть сильно заросли, берег топкий. Существенные литературные данные по характеристике и описанию озера Ламхоро отсутствуют. Озеро имеет достаточно изрезанную форму с наличием большого количества заводей. Большинство берегов сильно подтоплены, подходы затруднены, в связи с чем отбор производился лишь для 4 станций, расположенных в местах рыбацких стоянок. Для озера характерно большое количество иловых и торфяных отложений. Лишь для северного берега характерно наличие небольшого песчаного пляжа, переходящего на подходе в воде в торфянистый грунт. На более высоком северном берегу расположен сосновый бор, переходящий в ленточную старовозрастную дубраву. Южный берег покрыт подтопленным ольшанником с примесью вяза и ивы. Между озерами Долгое и Ламхоро в низине расположен заливной высокотравный луг.



**Рис. 1. Места сбора материала.**

Исследования проводились в 2015-2018 гг. для 7 станций оз. Сорокино и для 2-х станций в 2015 году и для 4-х – в 2016-2018 гг. - для озера Ламхоро. В 2016 году обследование станции № 7 для озера Сорокино не проводилось в

связи с существенным подтоплением и невозможностью подхода для отбора проб. Взять пробу с байдарки также не представилось возможным в связи с наличием в воде упавших деревьев.

### **Методы биоиндикации, используемые при проведении исследований**

Отбор проб производился с помощью гидробиологического скребка по стандартной методике. Разбор проб гидробионтов производился в кювете. Пробы фиксировались в растворе формалина.

Определение гидробионтов производилось с помощью определителей (Хейсин Е.М. «Определитель пресноводной фауны», 1962; «Определитель пресноводных беспозвоночных Европейской части СССР» 1977, Чертопруд М.В., Чертопруд Е.С., 2003). При определении объектов использовался бинокулярный микроскоп «БИОМЕД» МС-1Т- ZOOM 109172211888.

Для определения классов качества воды нами применялись общепринятые биоиндикационные методы - индекс Майера, методика С.Г. Николаева (1993), метод Вудивисса, методика Пвантле-Букка и методика Пантле-Буккм в модификации Сладчека.

**Индекс Майера** (таблица 1) применяется для водоемов любого типа. Это наиболее простая методика, основные преимущества которой заключаются в том, что никаких беспозвоночных не нужно определять с точностью до вида. Метод использует приспособленность различных групп водных беспозвоночных к водоемам с определенным уровнем загрязненности. Организмы - индикаторы отнесены к одному из трех разделов:

**Таблица 1. Организмы-биоиндикаторы, используемые при определении индекса Майера**

<b>Обитатели чистой воды</b>	<b>Организмы средней чувствительности</b>	<b>Обитатели грязной воды</b>
Личинки веснянок	Бокоплав	Личинки комаров-звонцов
Личинки поденок	Речной рак	пиявки
Личинки ручейников	Личинки стрекоз	Водяной ослик
Личинки вислокрылок	Личинки комаров-долгоносиков	Прудовики
Двустворчатые моллюски	Моллюски катушки	Личинки мошек
		Малощетинковые черви

Для определения качества воды нужно отметить, какие из приведенных в таблице индикаторных групп обнаружены в пробах. Количество обнаруженных групп из первого раздела таблицы необходимо умножить на 3, количество групп из второго раздела - на 2, а из третьего - на 1. Получившиеся суммы складывают. Значение суммы характеризует степень загрязненности водоема. Если сумма больше 22 - водоем имеет 1 класс качества, значение суммы от 17 до 21 - 2 класс качества, от 11 до 16 - 3 класс качества. Все значения меньше 11 характеризуют водоем как грязный (4-7 класс качества).



**Рис.2. Места расположения станций на оз. Сорокино**



**Рис.3. Места расположения станций на оз. Ламхоро**  
**Метод С. Г. Николаева**

Для определения класса качества вод нами использовался индекс С.Г. Николаева (1993) (таблица 2). По методике С.Г. Николаева выделяется 6 классов качества вод: 1 – Очень чистые (ксеносапробные); 2 – Чистые (Олигосапробные); 3 – Удовлетворительной чистоты ( $\beta$ -мезосапробные); 4 – Загрязнённые ( $\alpha$ -мезосапробные); 5 – Грязные ( $\beta$ -полисапробные); 6 – Очень грязные (гиперэвтрофные).

**Таблица 2. Шкала классов качества вод. Ивановская область  
(Николаев С.Г. и соавт., 1993,2018)**

Перечень индикаторных таксонов	Классы качества					
	1	2	3	4	5	6
Губки		+	+			
Трубочник в массе					+	
Плоские пиявки			+	+		
Червеобразные пиявки			+	+	+	
Перловицы			+	+		
Беззубки		+	+			
Шаровки		+	+	+		
Горошинки	+	+	+			
Затворки		+	+			
Веснянки (кроме <i>Nemouridae</i> )	+	+				
Бокоплав	+	+	+			
Водяной ослик			+	+	+	
Речной рак		+	+			
Водяные клопы		+	+	+		
Ручейники (сем. <i>Rhyacophilidae</i> )	+	+				
Ручейники (р. <i>Neureclipsis</i> , р. <i>Molanna</i> , р. <i>Brachycentrus</i> )		+	+			
Ручейники (сем. <i>Hydroptilidae</i> )			+	+		
Ручейники (р. <i>Anabolia</i> )			+	+		
Роющие личинки подёнок		+	+			
Плоские личинки подёнок		+	+	+		
Личинки стрекоз (красотка и плосконожка)		+	+			
Личинки стрекоз (Дедки)			+	+		
Личинки вислокрылок			+	+		
Вилохвостка	+	+				
Личинки мошек		+	+	+		
Мотыль				+		
Мотыль в массе					+	
Крыска			+	+	+	
Индивидуальная классовая значимость таксонов	20	6	5	7	20	

Наличие каждой из указанных групп заносится в сводную таблицу, где имеется (+) там ставится присутствие данного таксона для этого класса. По окончании внесения отметок обнаружения таксонов, в каждом классе вспомогательной таблицы подсчитываем число отметок, умножаем на величину индивидуальной классовой значимости таксонов (нижняя строка таблицы 2) и получаем суммарную индикаторную значимость таксонов в каждом классе. Максимальное значение указывает на класс качества вод.

### Метод и индекс Вудивисса

Для биологического анализа загрязненных вод по составу донных животных наиболее простым и достаточно удобным представляется метод Вудивисса. Он основан на уменьшении разнообразия фауны в условиях загрязнения и на характерной последовательности исчезновения из водоема разных групп животных по мере увеличения загрязнения. Этот метод предполагает сбор только качественных проб, без учета обилия животных, и допускает определение животных до отрядов и семейств.

**Таблица 3. Вычисление индекса Вудивисса**

Найденные группы	Всего найдено групп				
	0-1	2-5	6-10	11-14	>15
веснянки > 1 вида	-	7	8	9	10
1 вид	-	6	7	8	9
поденки > 1 вида	-	6	7	8	9
1 вид	-	5	6	7	8
ручейники > 1 вида	-	5	6	7	8
1 вид	4	4	5	6	7
бокоплав	3	4	5	6	7
водяной ослик	2	3	4	5	6
трубочник или мотыль	1	2	3	4	-
виды с воздушным дыханием	0	1	2	-	-

В список групп Вудивисса входят: планарии, *Tricladida* (каждый вид), малощетинковые черви *Oligochaeta*, пиявки *hirudinea*, моллюски *Mollusca*, высшие ракоробразные *Malacostraca*, веснянки *Plecoptera*, поденки *Ephemeroptera*, ручейники *Trichoptera* (каждое семейство), вислокрылка *sailis*, личинки хирономид *Chironomidae*, личинки мошек *Simuliidae*, прочие личинки двукрылых *Diptera*, водные жуки *Coleoptera*, водные клопы *Heteroptera*, водные клещи *Hydracarina*. Кроме того, Вудивисс предложил считать отдельными группами олигохету *Nais*, поденку *Baetis rhodani* и хирономиду *Cihronomus thummi*.

Значение индекса Вудивисса изменяется от 0 (наиболее загрязненная вода) до 10 (вода высшего качества). Для вычисления индекса нужно найти подходящую строку в таблице 1, двигаясь по ней сверху вниз - т.е. самую верхнюю из подходящих строк. Затем остается подсчитать общее число найденных групп из прилагаемого списка и по правой части таблицы найти значение индекса. Потенциально число групп Вудивисса довольно велико (за счет неограниченного числа видов планарий и большого числа семейств ручейников). На практике, однако, число этих групп редко превышает 15.

### Методика Пантле-Букка в модификации Сладчека

Для оценки качеств вод также была применена методика Пантле-Букка в модификации Сладчека (Чертопруд, 2003). Так как для индикаторных организмов рассчитан индекс сапробности "s" (по методике Пантле-Букка в

модификации Сладчека), и выявлена приуроченность данного организма к той или иной сапробной зоне (той или иной степени загрязнения воды), можно установить и средние показатели для отдельных участков водоема. Ниже приводится расшифровка условных обозначений и формула для вычисления степени загрязнения водоема по методике Пантле-Букка в модификации:

$s = \frac{\sum(sh)}{\sum h}$  где:  $h$  - относительная частота встречаемости (обилие) гидробионтов;  $s$  - сапробная валентность. Для статистической достоверности результатов исследования необходимо, чтобы в пробе содержалось не менее 12 индикаторных видов с общей суммой частоты встречаемости (обилия)  $\sum h$ , равной 30.

**Таблица 4. Оценочная шкала чистоты воды (О. Г. Кафтанникова, Е. Г. Мартынова, 1980; Чертопруд, 2003; Булгаков и соавт. 2003):**

1. ксеносапробная зона – 0-0,50 (очень чистые)
2. олигосапробная — 0,51-1,50 (чистые)
3. β-мезосапробная — 1,51-2,50 (удовлетворительной чистоты)
4. α-мезосапробная — 2,51-3,50 (загрязнённые)
5. полисапробная — 3,51- 4,00 (грязные).

**Химический экспресс-анализ.** В 2016 - 2018 гг. для 6 станций озера Сорокино и 2 станций озера Ламхоро был проведен химический экспресс-анализ, включающий исследования на содержание нитритов и нитратов, определение общего водородного показателя, карбонатной и общей жесткости. Анализ проводился с помощью тест-индикатора «Тетра».

**Статистическая обработка** производилась с использованием программы «Биостатистика».

#### Результаты

Нами было отмечено 69 видов беспозвоночных, представителей макрозообентоса, относящихся к различным типам и классам.

**Таксономический список представителей макрозообентоса, отмеченных в районе исследований**

**Тип Spongia – Губки**

**Класс Cornacuspongida – Кремнероговые**

1. Ephydatia fluviatilis L. – Бодяга речная

2. Spongilla lacustris – Бодяга озерная

**Тип Anneledes – Кольчатые черви**

**Класс Hirudinea – Пиявки**

**Отряд Rhynchobdelliformes – Хоботные пиявки**

3. Glossiphonia complanata L. – Улитковая пиявка

4. Helobdella stagnalis - Двуглазая пиявка

**Отряд Pharyngobdelliformis – Глоточные пиявки**

**Семейство Erpobdellidae**

5. Erpobdella octoculata L. – Малая ложноконская пиявка

6. Piscicola geometra – Пиявка рыба

**Тип Mollusca – Моллюски**

**Класс Bivalvia – Двустворчатые моллюски**

**Отряд Astartida**

**Семейство Sphaeridae – Шаровки**

7. Sphaerium corneum L. – Шаровка роговая

**Отряд Astartida**

**Семейство Pisidiidae**

8. Pisidium obtusale Lamarck – Горошина речная

**Семейство Unionidae**

**Род Unio Philipsson**

9. Unio tumidus

10. Unio longirostris

**Род Pseudanonta Bourguignat**

11. Pseudanonta kletti

**Класс – Брюхоногие моллюски**

**Отряд Ectobrancia**

**Семейство Valvatidae – Затворки.**

**Род: Viviparus**

12. Viviparus viviparus-речная живородка

**Отряд Discopoda**

**Семейство Bithyniidae**

13. Bithynia tentaculata L. – Битиния щупальцевая

14. Bithynia leachi - Битиния Лича.

**Отряд Basommatophora**

**Семейство Lymnaeidae – Прудовики**

15. Lymnaea stagnalis L. – Прудовик обыкновенный.

16. Lymnaea ovata Drap. – Прудовик овальный

17. Radix (Lymnaea) auricularia - прудовик ушковый

18. Galba (Lymnaea) truncatula - прудовик малый

19. Lymnaea palustris - прудовик болотный

20. Galba glabra – Гладкий прудовик

**Семейство Planorbidae – катушки**

21. Planorbarius corneus L. – Роговая катушка

22. Planorbarius complanatus L. – Сплюснутая катушка

23. Planorbarius Mull. – Катушка блестящая

24. Planorbarius contortus L. – Катушка скрученная

25. Planorbarius septemgyrau Ros. – Семиоборотная катушка

26. Planorbarius carinatus – Катушка килевая

27. Planorbarius vortex - Катушка завиток

28. Planorbis planorbis- катушка окаймленная

**Семейство Physidae - Физы**

29. Physa fontinalis L. – Физа пузырчатая

**Тип Arthropoda**

**Класс Arachnoidea - Паукообразные**

30. *Eulais meridionalis* L. – Географический клещ  
Отряд Пауки – Araneina
31. *Argyroneta aquatica* – Серебрянка  
 32. *Dolomedes fimbriatus* - Долометес  
Класс Crustacea – Ракообразные  
Отряд Isopoda – Равноногие раки  
Семейство Asellidae
33. *Asellus aquaticus* L. – Водяной ослик  
Отряд Amphipoda – Бокоплав
34. *Gammarus* sp. - Бокоплав  
Класс Insecta – Насекомые  
Отряд Odonata – Стрекозы  
Семейство Agrionidae – Красотки
35. *Agrion virgo* L. – Красотка-девушка  
Семейство Gomphidae – Дедки
36. *Gomphus flavipes* Charp.  
Семейство Aeschnidae – Коромысла
37. *Aeschna juncea*  
 38. *Anax imperator* – Коромысло большое  
Семейство Libellulidae – Стрекозы  
Семейство Coenagrionidae  
Семейство Corduliidae – Бабка
39. *Cordulia aeneatufosa* Forster  
Семейство Platycnemidae
40. *Platycnemis pennipes* Pallas  
Семейство Simpetrum  
Подсемейство: Lestinae
41. *Lestes* sp.- лютка  
Отряд Trichoptera – Ручейники  
Семейство Phryganeidae
42. *Semblisphala enoides* L.  
Семейство Rhyacophilidae
43. *Rhyacophila nubile*  
Семейство Polycentropodidae
44. *Holocentropus picicornis*  
Семейство Phryganeidae
45. *Phryganea bipunctata*  
 46. *Neuroia* - неурония  
 47. *Limnophilus rhombicus* L. – Ручейник ромбический  
 48. *Anabolia* sp.  
 49. *Lepidostoma mavittatum* Fabricius  
Род Limnophilus
50. *L. vitatus* – Колчанка  
Отряд Ephemeroptera – Поденки

**Семейство Baetidae**

51. Baetis rhodani

**Семейство: Heptagenidae**

52. Heptagenia caerulans - гептагения целуранс

53. Potamanthus – потамантус

**Семейство: Caenidae**

54. Caenis macrura

**Семейство Palingeniidae**

55. Palingenia sublongicauda

**Семейство Ephemerallidae**

56. Ephemerella ignita.

**Семейство Ephemerella**

**Отряд полужесткокрылые или клопы**

**Семейство Naucoridae – Плавты**

57. Pyocoris simicoides L.–Плавт обыкновенный

**Семейство Nepidae – Водяные скорпионы**

58. Nepa cinerea L. – Водяной скорпион

59. Ranatra linearis – Ранатра

**Семейство Gerridae – Водомерки**

60. Gerris lacustris L.

**Отряд Coleoptera – Жесткокрылые (жуки)**

**Семейство Dytiscidae – Плавунцы**

61. Platambus – Гребец пестрый

62. Colymbetes – Прудовик

63. Hyphydrus – Пузанчик

**Семейство: Gyrinidae**

64. Gyrinus – вертячка

**Под: Dytiscus**

65. D. latissimus - широкий плавунец

66. Acilius - полоскун

**Отряд Двукрылые Diptera**

**Семейство Chironomidae – Звонцы**

67. Chironomus – Мотыль

**Семейство Бекасницы (Rhagionidae)**

68. Atherix - Вилохвостка (личинка)

**Семейство Culicidae – Кровососущие комары**

69. Culex sp. – Настоящие комары

Наибольшее количество видов отмечено для класса Насекомые (35 видов, 55%) (рис.7). На втором месте находятся моллюски (22 вида, 34%). Отмечен один вид губок – бодяга речная и 1 вид паукообразных, 2 вида ракообразных, 3 вида кольчатых червей (рис.6).

Среди насекомых преобладают представители отряда Ручейники (9 видов), содоминирующими группами являются поденки и стрекозы. Отмечено 6 видов жесткокрылых (имаго и личинки), 3 вида полужесткокрылых (клопов) (рис. 7).

Среди моллюсков доминирующей группой являются брюхоногие, на долю двустворчатых приходится 23%. Присутствие моллюсков-фильтраторов говорит об относительно высоком количестве кислорода в воде. Однако в отобранных пробах численность крупных двустворчатых моллюсков относительно невелика, что свидетельствует о наличии органического загрязнения в придонном слое (рис.8).



**Рис.6**



**Рис.7**



**Рис.8**



**Рис. 9.**

В 2015 г. анализ данных по методу С.Г. Николаева для различных станций озера Сорокино (рис.10) показал, что для большинства станций воды соответствовали 4 классу качества и являлись загрязненными. Такая картина является характерной для пойменных озер полуоткрытого типа.

Воды удовлетворительной чистоты (3 класс качества) в 2015 г. были отмечены для станции № 4, что связано с выходом в данном месте родниковых вод, что значительно снижает уровень органического загрязнения и повышает содержание кислорода в воде.

В 2016 году для станции № 1 оз. Сорокино нами было отмечено улучшение класса качества вод с 4 класса до 3-го (воды удовлетворительной чистоты), а для станции № 6 - с 5 класса («грязные воды») до 3.

Воды удовлетворительной чистоты в 2016 году характерны для трех станций из 6 обследованных. Самой чисто по результатам двух лет исследований оказалась станция № 5, расположенная в большом и малодоступном «рукаве» озера. Здесь отмечена относительно низкая степень проективного покрытия водной поверхности растениями макрофитами, характерно большое количество родников, и, несколько более сильное течение. Все эти факторы приводят к повышению содержания кислорода в воде. Обследование 7 станции в 2016 году не проводилось из-за ее подтопления и затрудненности подхода.

Ухудшение состояния в 2016 году отмечено для 2, 3 и 4 станций. Для первых двух класс качества изменился с 4 на 5. Для 4 станции класс качества изменился с 3 («удовлетворительной чистоты») на 4 («загрязненные вода»). Изменения классов качества связано как с высоким паводком и подъемом уровня воды для большинства станций в 2016 г. по сравнению с 2015 г., так и с продолжением процессов зарастания озера телорезом и кубышкой. Особенно явно эти изменения происходят для мелководных участков.

Для всех станций, где отмечены рыбацкие и туристические стоянки (№ 1,4) уровень органического загрязнения выше. Кроме того, озеро постепенно зарастает, и развитие водной растительности служит источником вторичного загрязнения.

В 2017 году мы вновь обследовали седьмую станцию. Для всех семи станций отмечен 4 класс качества (рис.10). В 2018 году для все станций оз. Сорокино, за исключением 2-ой отмечен третий класс качества, то есть отмечено существенное улучшение по методу С.Г. Николаева. Третий класс соответствует волам удовлетворительной чистоты β-мезотрофным.

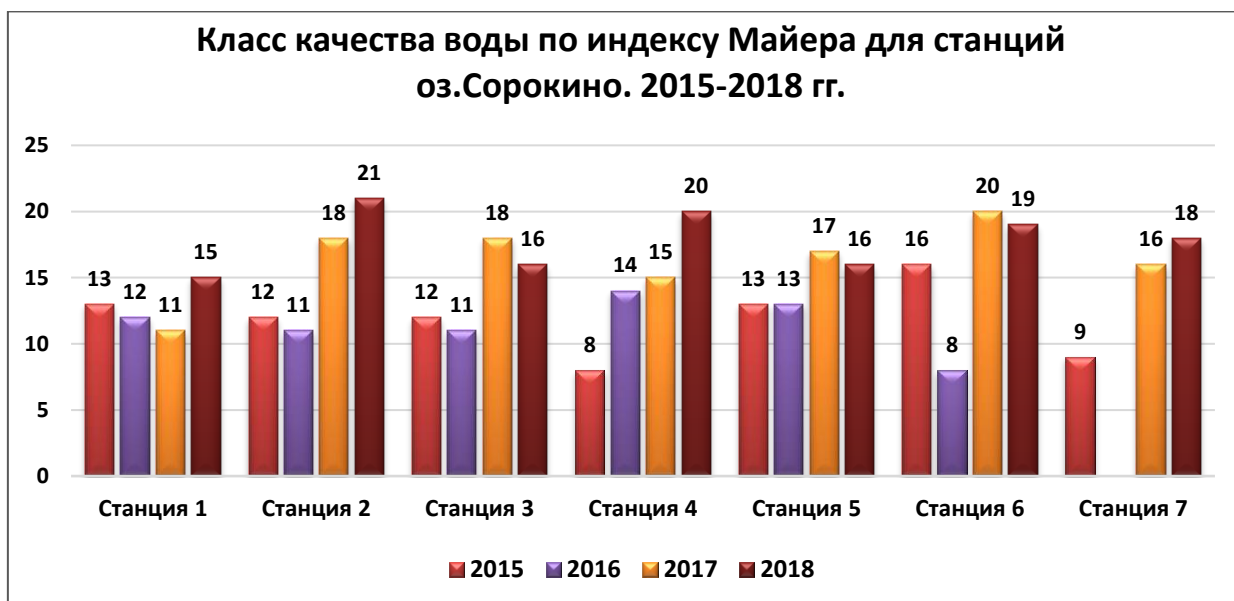
Для озера Ламхоро для станции № 1 где расположена наиболее посещаемая рыбацкая стоянка воды и в 2015 и в 2016 гг. оказались загрязненными и соответствовали 4 классу качества. В этой точке озеро сильно заросло телорезом, что вызывает процесс сильного вторичного загрязнения. Для станции № 2 в 2015 году вода соответствовала 3 классу качества (воды удовлетворительной чистоты). В 2016 году класс качества понизился до 4 (загрязненные воды), что связано, скорее всего, с более высокими паводками и смывом в озеро значительного количества органических веществ. Вторая

станция расположена на участке с существенным понижением рельефа, вплотную подходят высокотравные заливные луга. В 2017 мы обследовали не две, а 4 станции. Все эти четыре станции являются загрязненными (4 класс качества) (рис.10).



**Рис. 10.**

В 2018 году для станций, расположенных на северном берегу (№№ 1 и 2) отмечен, как и в предыдущие годы 4 класс качества. Для станций №№ 3 и 4, расположенных на южном берегу, и менее подверженных антропогенному воздействию, воды характеризуются 3 классом качества ( $\beta$ -мезосапробные воды, удовлетворительной чистоты).



**Рис.11**

По индексу Майера для озера Сорокино воды всех станций, за исключением 4-ой и 7-ой в 2015 г., 6-ой – в 2016 г. и всего 2017 года можно отнести к 3 классу качества (загрязненные воды). Воды указанных выше станций являются по индексу Майера грязными (рис. 11).



Рис.12

Для озера Ламхоро воды всех станций за исключением 3, которая соответствует 2 классу, имеют 3 класс качества и являются загрязненными. (Рис.12). Проведя анализ проб с различных станций исследуемых озер по биотическому индексу Вудивисса, мы пришли к выводу, что для ряда станций эти показатели несколько завышены (таблица 6).

По индексу Вудивисса воды большинства станций можно отнести к незагрязненным водам и водам хорошего качества, преимущественно  $\beta$ -мезосапробным, что в целом соответствует результатам, полученным с использованием метода С.Г. Николаева (таблица 6). Однако, для ряда станций отмечено несоответствие показателей, что можно объяснить наличием мягких грунтов и иловых отложений в озерах. В то же время крупные пойменные старичные озера полуоткрытого типа близки по характеристикам к речным биоценозам. Для них характерны значительные глубины, существенное разнообразие грунта, местами наличие сильных течений. Анализ фауны озер показал, что для них характерны представители как речной, так и озерной фауны. Этим и объясняется наличие в водоемах участков, которые можно охарактеризовать как участки с водами удовлетворительной чистоты. Расхождение результатов также объясняется и различием таксонов-биоиндикаторов для разных методик.

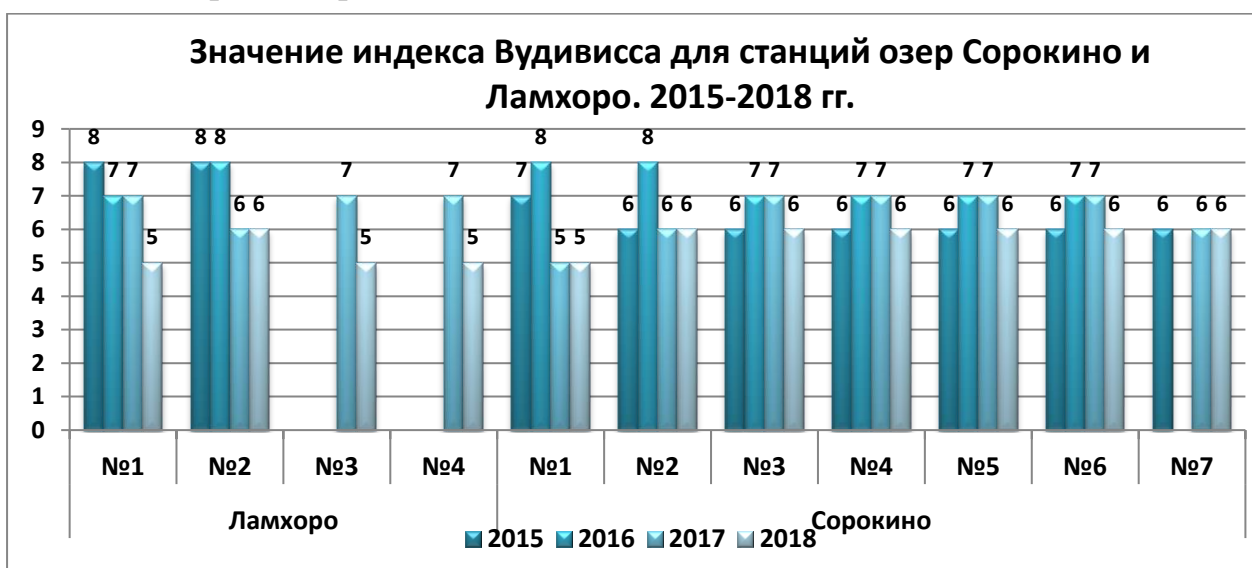


Рис.13



Рис.14

В 2015-2018 гг. по индексу Пантле-Букка воды большинства станций озер Ламхоро и Сорокино оказались водами удовлетворительной чистоты ( $\beta$ -мезосапробными) (рис.14). В 2015 году для озера Сорокино вторая станция соответствовала олигосапробным водам, №6 по Пантле-Букку в модификации Сладчека, относилась к загрязненным водам, № 7 в 2017 году также относится к  $\alpha$ -мезосапробным водам. Отмечается тенденция к улучшению качества вод. Для озера Ламхоро воды всех станция являются водами удовлетворительной чистоты (рис.15).

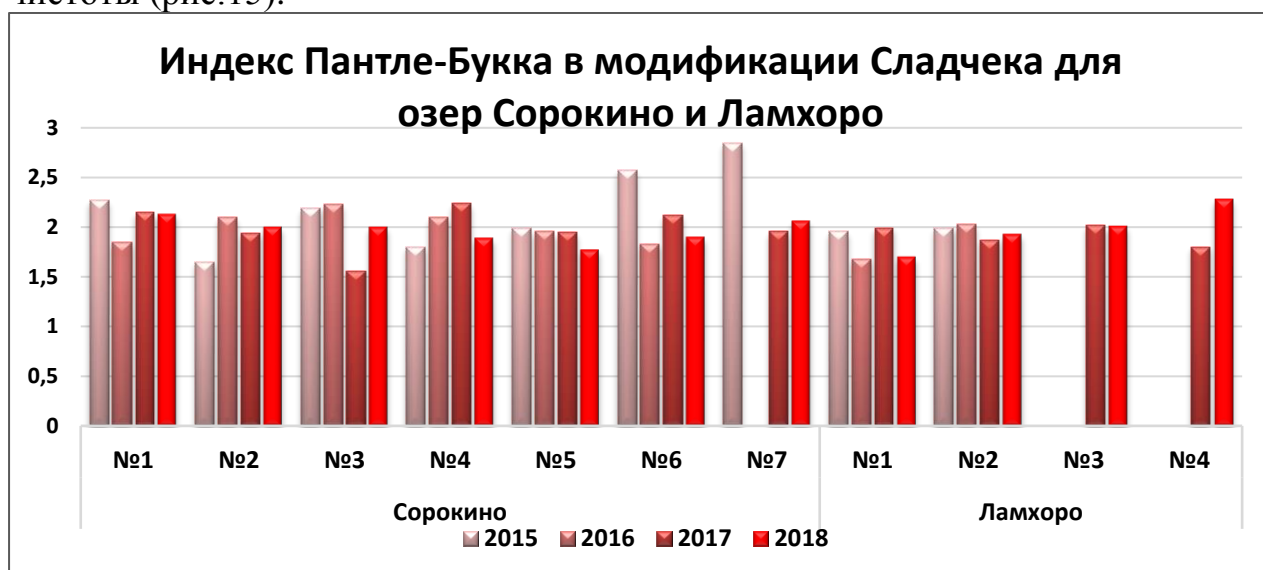


Рис.15.

Анализ динамики изменений индексов Пантле-Букка и Пантле-Букка в модификации Сладчека, проведенный с использованием программы «Биостатистика» (раздел «Линейная регрессия и корреляция») показал, что для ряда станций оз. Сорокино (№2,4,5) отмечается тенденция к улучшению качества воды (рис.16,17). Коэффициент корреляции между показателем и порядковым номером года исследований оказался отрицательным, однако эти изменения носят недостоверный характер ( $p > 0,05$ ). При оценке динамики изменений мы в большей степени использовали индекс Падле-Букку в модификации Сладчека, как более точный (рис. 17). Так для двух станций озера Ламхоро, исследования которых проводились в течение всех четырех лет

динамика показателей по двум индексам расходится: по индексу Пантле-Букка коэффициенты корреляции положительные, а по Пантле-Букка в модификации Сладчека – отрицательные. Тем не менее на основании изменений индекса Пантле-Букка в модификации Сладчека для оз. Ламхоро также можно сделать вывод о тенденции к улучшению качества вод.



Рис.16.

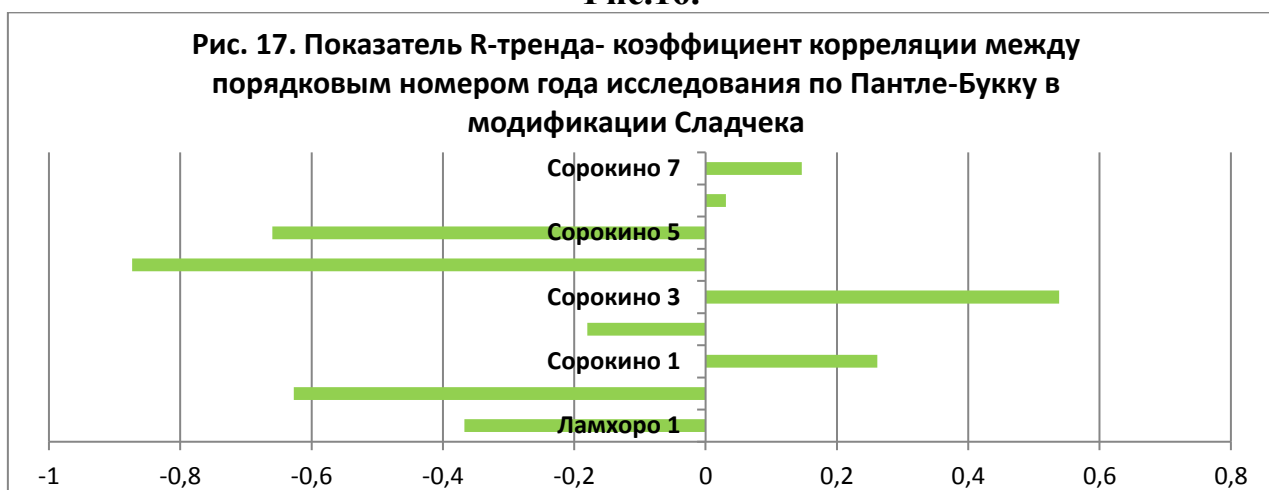


Рис.17.

Таблица 5. Результаты химического экспресс-анализа воды для различных станций (2016 г.)

Озеро	№ станции	Нитраты (мг/л)	Нитриты (мг/л)	Общая жесткость. (нем. гр.)	Общая жесткость Мг-экв/л	Карбонатная жесткость (нем. гр.)	Карбонатная жесткость Мг-экв/л	рН	Хлор (мг/л)
озеро Ламхоро	№ 1	10	5	8	2,8528	6	2,1396	6,8	0
	№ 2	0	0	8	2,8528	6	2,1396	6,8	0
озеро Сорокино	№ 1	0	0	4	1,4264	3	1,0698	6,4	0
	№ 2	10	1	8	2,8528	6	2,1396	7,2	0
	№ 3	10	0	8	2,8528	6	2,1396	6,8	0
	№ 4	10	1	6	2,1396	5	1,783	6,4	0,8
	№ 5	0	0	6	2,1396	5	1,783	6,4	0
	№ 6	10	1	8	2,8528	6	2,1396	6,8	0

Химический анализ воды различных станций был произведен с использованием экспресс-теста «Тетра». Анализировались общая и карбонатная жесткость, содержание нитратов и нитритов, рН, содержание хлора. В качестве примера данные по химическому экспресс-анализу воды для различных станций в 2016 г. представлены в таблице 5.

Химический анализ вод различных станций двух исследуемых озер показал, что все показатели соответствует норме для водоемов полукрытого типа. рН колеблется 6,4 до 7,2. Санитарно-гигиенические нормативы для водоемов разного типа водопользования (питьевого, рыбохозяйственного, рекреационных зон) устанавливают нормативную величину рН в интервале 6,5-8,5. Воды всех обследованных станций соответствуют этому интервалу и близки к нейтральным.

Вода для всех станций является мягкой. Жесткость природных вод проявляется вследствие содержания в ней растворенных солей кальция и магния. В нашем случае жесткость воды всех обследованных для двух озер станций не превышала 3 мгэкв./л, что соответствует мягким водам.

Нитраты - промежуточная степень в цепи бактериальных процессов окисления аммония до нитратов или, напротив, восстановления нитратов до азота и аммиака. Наибольшие концентрации нитритов в воде наблюдается летом, что связано с деятельностью некоторых микроорганизмов и водорослей. Повышенное содержание нитритов указывает на усиление окислительных процессов разложения органических веществ в условиях медленного окисления, это указывает на загрязнение водоема. ПДК нитритов в воде согласно СанПиН 2.1.4.1175 – 02 «Гигиенические требования к качеству воды нецентрализованного водоснабжения. Санитарная охрана источников» составляет 3 мг/куб. дм. В нашем случае превышение предела допустимой концентрации по нитритам было отмечено в 2016 г. для станции № 1 озера Ламхоро (5 мг/дм<sup>3</sup>). Такое высокое содержание можно объяснить сильным зарастанием акватории озера на этом участке телорезом и значительными иловыми отложениями, толщина которых достигает 50-60см. Нитриты значительно опаснее нитратов, поэтому их содержание в воде контролируется более строго (ПДК нитратов 45 мг/куб.дм). По нитратам превышения ПДК не отмечено, однако, содержание нитратов также повышается для участков с сильно разросшимися макрофитами, которые являются источником сильного вторичного загрязнения. Для станции № 4 озера Сорокино в 2016 г. нами отмечено присутствие хлора.

Таблица 6. Обобщенная характеристика качества вод исследуемых озер

озе ро	№ стан- ции	Год	Индекс Майера	Класс качества по индексу Вудивисса	Класс качества воды по методу С.Г. Николаева	Пантле-Букка// Пантле-Букка в модификации Сладчека	Сапробность	Экологическая полноценность воды (по Пантле-букку и Пантле-Букку в модификации Сладчека)
Оз. Ламхоро	1	2015	12	8	4 (загрязненные)	1,9//1,96	β-мезосапробные α-мезотрофные	Экологически полноценные: питьевое с очисткой, рекреация рыболовство, орошение, техническое.
		2016	14	7	4 (загрязненные)	1,8//1,68		
		2017	18	7	4 (загрязненные)	2,01//1,99		
		2018	14	5	4 (загрязненные)	1,95//1,7		
	2	2015	15	8	3 (удовл. чистоты)	1,84//1,99	β-мезосапробные α-мезотрофные	Экологически полноценные: питьевое с очисткой, рекреация рыболовство, орошение, техническое.
		2016	12	8	4 (загрязненные)	2,02//2,03		
		2017	12	6	4 (загрязненные)	1,83//1,87		
		2018	17	6	4 (загрязненные)	1,94//1,93		
	3	2017	18	7	4 (загрязненные)	1,93//2,02	β-мезосапробные α-мезотрофные	Экологически полноценные: питьевое с очисткой, рекреация рыболовство, орошение, техническое.
		2018	18	5	3 (удовл. чистоты)	1,93//2,0		
	4	2017	16	7	4 (загрязненные)	1,88//1,8	β-мезосапробные α-мезотрофные	Экологически полноценные: питьевое с очисткой, рекреация рыболовство, орошение, техническое.
		2018	18	5	3 (удовл. чистоты)	1,98//2,28		
Оз. Сорокино	1	2015	13	7	4 (загрязненные)	2,01//2,15	β-мезосапробные α-мезотрофные	Экологически полноценные: питьевое с очисткой, рекреация рыболовство, орошение, техническое.
		2016	12	8	3 (удовл. чистоты)	2,11//1,85		
		2017	11	5	4 (загрязненные)	2,3//2,27		
		2018	15	5	3 (удовл.чистоты)	1,95//2,13		
	2	2015	12	6	4 (загрязненные)	1,94//1,94	β-мезосапробные α-мезотрофные	Экологически полноценные: питьевое с очисткой, рекреация рыболовство, орошение, техническое.
		2016	11	8	5 (грязные)	2,1//2,1		
		2017	18	6	4 (загрязненные)	1,28//1,65		
		2018	21	6	4 (загрязненные)	1,93//2,00		
	3	2015	12	6	4 (загрязненные)	1,96//1,56	β-мезосапробные α-мезотрофные	Экологически полноценные: питьевое с очисткой, рекреация рыболовство, орошение, техническое.
		2016	11	7	5 (грязные)	2,09//2,23		
		2017	18	7	4 (загрязненные)	2,32// 2,19		
		2018	16	6	3 (удовл. чистоты)	1,87//2,0		
	4	2015	8	5	3 (удовл. чистоты)	2,18//2,24	β-мезосапробные	

		2016	14	7	4 (загрязненные)	1,87//2,1	<b>α-мезотрофные</b>	Экологически полноценные: питьевое с очисткой, рекреация рыболовство, орошение, техническое.	
		2017	15	7	4 (загрязненные)	1,87//1,8			
		2018	20	6	3 (удовл. чистоты)	1,93//1,89			
	5		2015	13	7	3 (удовл. чистоты)	1,92//1,95	<b>β-мезосапробные α-мезотрофные</b>	Экологически полноценные: питьевое с очисткой, рекреация рыболовство, орошение, техническое.
			2016	13	6	3 (удовл. чистоты)	2,19//1,96		
			2017	17	7	4 (загрязненные)	1,89//1,99		
			2018	16	6	3 (удовл. чистоты)	1,86//1,77		
	6		2015	16	7	4 (загрязненные)	1,92//2,12	<b>β-мезосапробные α-мезотрофные</b>	Экологически полноценные: питьевое с очисткой, рекреация рыболовство, орошение, техническое.
			2016	8	6	3 (удовлетворительной чистоты)	1,66//1,83		
			2017	20	7	4 (загрязненные)	2,09//2,57	<b>α-мезосапробные эвтрофные</b>	Экологически не благополучные: ограниченное рыболовство, техническое, ограниченное орошение.
			2018	19	6	3 (удовл. чистоты)	1,88//1,9	<b>β-мезосапробные α-мезотрофные</b>	Экологически полноценные: питьевое с очисткой, рекреация рыболовство, орошение, техническое.
	7		2015	9	6	4 (загрязненные)	1,99//1,96	<b>β-мезосапробные α-мезотрофные</b>	Экологически полноценные: питьевое с очисткой, рекреация рыболовство, орошение, техническое.
2016			-	-	-	<b>Станция не обследовалась</b>			
2017			16	6	4 (загрязненные)	2,32- 2,85	<b>α-мезосапробные эвтрофные</b>	Экологически не благополучные: ограниченное рыболовство, техническое, ограниченное орошение.	
2018			18	6	3 (удовлетворительной чистоты)	1,91- 2,1	<b>β-мезосапробные α-мезотрофные</b>	Экологически полноценные: питьевое с очисткой, рекреация рыболовство, орошение, техническое.	

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Проведя в 2015 - 2017 гг. исследования качества вод озер Сорокино и Ламхоро, расположенных на территории Клязьминского бобровыхохолового заказника, мы установили, что их воды могут быть охарактеризованы как воды удовлетворительной чистоты, в основном  $\beta$ -мезосапробные,  $\alpha$ -мезотрофные. Присутствие нитратов и нитритов свидетельствует о высоком содержании органики и процессе эвтрофикации.

Нами были отмечены как представители псаммореофильных биоценозов (личинки ручейников моланна и гидропсихи, водяные ослики, бокоплавы, моллюски), так и представители литореофилов (плоские личинки поденок, ручейники реакофила, гидропсиха, анаболия, плоские и червеобразные пиявки, мелкие двустворчатые моллюски, колонии губок, личинки стрекоз красотки, лютки, стрелки), а также - аргиллореофильных организмов (гидропсиха, личинки поденок *Ephemera* и *Paligenia*, червеобразные пиявки, шаровки, затворки, мотыль, дедка, бабка, коромысло, плосконожка, водяные клопы, личинки вислоккрылки). К пелореофильным организмам можно отнести моллюсков-затворок, бокоплавов, роющих личинок поденок, личинок вислоккрылок, мотыля. Встречаются и представители фитореофильных организмов. Разнообразие групп организмов, свидетельствует о высоком разнообразии биоценозов пойменных озер.

Значительными источниками загрязнений исследуемых озер становятся паводки. Во время разлива в воду смывается большое количество различных органических остатков. Воздействие на озера антропогенных факторов ограничено. Тем не менее, посещение озер Ламхоро и, особенно, Сорокино людьми привело к ухудшению состояния берега. Особое загрязнение и плохое состояние растительности нужно отметить для станций, расположенных вблизи мест туристических стоянок.

Не смотря на полный запрет посещения территории заказника туристическими группами и въезда автотранспорта, эти правила регулярно нарушаются. Нами зафиксирован целый ряд нарушений: отлов рыбы, в том числе с помощью сетей, рубка деревьев в прибрежной части. Наличие в окрестностях озер редких видов растений и животных требует ужесточения режима охраны и тщательного слежения за их состоянием.

**На основании проведенного исследования можно дать следующие рекомендации:** 1). Учитывая высокую степень антропогенного воздействия на берега озер (особенно оз. Сорокино) необходимо ограничить доступ людей на территорию Клязьминского заказника, ликвидировать свалки бытового мусора, не допускать въезда машин на берега озер, так как это приводит к ухудшению состояния берега. 2). Озера подвержены сильному зарастанию, поэтому необходимо провести очистку акватории озера Сорокино от разросшихся телореза, кубышки, рдеста, которые служат дополнительного источником загрязнения, а также очистить береговую линию от источников загрязнения, в том числе упавших и сгнивших деревьев. 3). Впервые нами

были отмечены единичные растения чилима в озере Ламхоро, поэтому необходимо провести учет растений данного вида.

**Практическая значимость:** Данные работы переданы в администрацию Федерального заказника «Клязьминский» и ФГБУ «Национальный парк «Мещера» для моставления «Летописи Природы».

На основании проведенных исследований можно сделать следующие **выводы:**

- 1). Отмечено 69 видов беспозвоночных, представителей макрозообентоса.
- 2). Воды в озерах Сорокино и Ламхоро на территории Клязьминского заказника по методу С.Г. Николаева в целом являются слабозагрязненными или водами удовлетворительной чистоты,  $\beta$ -мезосапробными, для отдельных станций -  $\alpha$ -мезосапробными. По индексу Майера воды можно охарактеризовать как грязные, или имеющие тенденцию к загрязнению. По индексу Вудивисса воды озер могут быть охарактеризованы как удовлетворительные по чистоте,  $\beta$ -мезосапробные.
- 3). По индексу Пантле-Букка и Пантле-Букка в модификации Сладчека воды являются водами удовлетворительной чистоты,  $\beta$ -мезосапробными.
- 4). Наиболее чистыми являются воды станций, расположенных в местах выхода родников и в тех точках, где отсутствуют следы антропогенного загрязнения.
- 5) Основными источниками загрязнения являются отмершие водные растения и смытые во время паводков с берегов органические остатки.

#### Список литературы

1. Алексеев С.В., Беккер А.М. Изучаем экологию экспериментально. С-П. 1993. Изучаем водоемы: как исследовать озера и пруды. Практическая экология для школьников. Ред. проф. Л.А. Коробейниковой, проф. Г.А. Воробьева. Вологда. Русь. 1994.
2. Муравьев А.Г. Руководство по определению показателей качества воды полевыми методами. С-Петербург. «Крисмас+». 1998.
3. Определитель пресноводных беспозвоночных Европейской части СССР. Гидрометеогодат. Л. 1977.
4. Определитель сосудистых растений, И.А. Губанов, К.В. Киселева и т.д. Москва «Аргус». 1995.
5. Хейсин Е.М. Определитель пресноводной фауны. М., Учпедгиз. 1962
6. Чертопруд М.В. Мониторинг загрязнения по составу макрозообентоса. М.- 1999.
7. Шиширина Н. Е., Ихер Т. П., Тарарина Л.Ф. Макрозообентос водоемов. Тула.- 2003.
8. Шиширина Н. Е., Ихер Т. П., Тарарина Л.Ф. Экологический мониторинг объектов водной среды. Тула 2003.
9. Экологический мониторинг. Часть 5. Учебное пособие под ред. проф. Д.Б. Гелашвили. – Нижний Новгород: Изд-во Нижегородского ун-та, 2003, с.93-259. Булгаков Н.Г., Левич А.П., Максимов В.Н.