

**ВСЕРОССИЙСКИЙ КОНКУРС ЮНЫХ ИССЛЕДОВАТЕЛЕЙ
ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ «ОТКРЫТИЯ 2030»**

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

**Автор:
Козлова Ксения Андреевна, 11 класс,
объединение «Экомир»**

**Место выполнения работы:
ГАУДПО ИО «Университет
непрерывного образования и инноваций»**

**Научный руководитель:
Гусева Анна Юрьевна, заместитель директора
ГАУДПО ИО «Университет
непрерывного образования и инноваций»,
педагог дополнительного образования,
кандидат биологических наук,**

Содержание

	Стр.
Введение	3
Обзор литературы	3
Материал и методика	5
Результаты	11
Заключение	20
Выводы	21
Рекомендации	22
Список литературы	22
Приложение	23

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 выхухолы. Поэтому проведение оценки качества воды в этих озерах является весьма актуальной задачей.

Чтобы многостороннее использовать водоемы в интересах различных отраслей хозяйства и населения, нужно знать все их свойства и изменения этих свойств под влиянием человека. Также нужно 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 это 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 2015-2020 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 еще 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 (*Thiopolycoccus ruser*, *Sphaerotilus natans*), водорослей (*Polytoma uvella*) и животных (жгутиковое *Olcomonas mutabilis*, инфузории *Paramaecium putrinum* и *Vorticella putrina*, олигохета *Tubifex tubifex*, личинки мухи *Eristalis tenax*). Число видов, могущих жить в крайне загрязненных водоемах, сравнительно невелико, но зато они встречаются здесь в массовых количествах.

Мезосапробные воды (зоны водоемов) подразделяются на α - и β -мезосапробные. В первых встречается аммиак, amino- и амидокислоты, но уже есть и кислород. Наиболее характерны здесь гриб *Mucor*, синезеленые *Oscillatoria*, *Hormidium 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, β -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).

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 проделывают 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.

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.

Водоемы по степени загрязнения делятся следующим образом:

Зона сапробности	Класс чистоты (по С.Г. Николаеву,1993)
полисапробная	IV
альфа-мезосапробная	III
бета-мезосапробная	II
олигосапробная	I

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. Озеро Сорокино является типичным пойменным старичным озером. Имеет культурно-эстетическое и научное значение. В озере есть водяной орех-чилиим.

Длина озера достигает 4-х километров, ширина – 0,3 километров, наибольшая глубина – 7 метров. 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 в основном преобладают птичья черемуха, обыкновенная черемуха, ломкая крушина, обыкновенная рябина, пепельная ива, корзиночная ива, чернеющая ива и многие другие виды.

Озеро Сорокино обладает семью заводями, каждая из которых имеет собственное название – Полки, Каменная и т.д. В озере 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. Озеро объявлялось особо охраняемой природной территорией в связи с произрастанием в нем растения водяного ореха - чилим. Окружают озеро высокоствольные дубы.

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, малая ряска, обыкновенный многокоренник, обыкновенный водокрас, пронзеннолистный рдест, блестящий рдест. Среди гидатофитов встречаются канадская элодея, темнозеленый роголистник, мутовчатая уруть и другие виды. В озере Сорокино обитают речной бобр, ондатра, выхухоль, водяная полевка. Из рыб, в озере водятся красноперки, плотва, окуни, щуки, лещи, а также другие виды.

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 двух 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 2015-2020 гг. для 7 станций оз. Сорокино и для 2-х станций - 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 (рис.2,3).

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 – методика С.Г. Николаева

(1993), метод Вудивисса, методика Пантле-Букка и Пантле-Букка в модификации Сладчека (Чертопруд, 2003).



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 1). По методике С.Г. Николаева выделяется 6 классов качества вод: 1 – Очень чистые (ксеносапробные); 2 – Чистые (Олигосапробные); 3 – Удовлетворительной чистоты (β -мезосапробные); 4 – Загрязнённые (α -мезосапробные); 5 – Грязные (β -полисапробные); 6 – Очень грязные (гиперэфтрофные).

Таблица 1. Шкала классов качества вод
(Николаев С.Г. и соавт., 2018)

Перечень индикаторных таксонов	Классы качества					6
	1	2	3	4	5	
Губки		+	+			Макро- зоо- бентоса нет
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 1) 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.

Вычисление индекса Вудивисса

Таблица 2.

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), вислоккрылка *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 2, 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. При невозможности определения семейств ручейников и видов планарий можно считать, отдельно каждую их новую форму (в частности, планарий разных цветов и ручейников с разными типами домиков). В стоячих водоемах значение индекса ниже, чем в текучих, а на мягких грунтах (иле, лессе) в том же водоеме намного ниже, чем на камнях, корягах и макрофитах. Индекс сравнительно неплохо отражает уровень сильных и очень сильных загрязнений, но малочувствителен к слабым и средним загрязнениям, особенно на жестких грунтах.

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 водоёма по методике Пантле-Букка в модификации Сладчека.

Таблица 3

Условные обозначения	Характеристика	Индекс сапробности
х	ксеносапробность	S=0.0
о	олигосапробность	S=1.0
β	бета-мезосапробность	S=2.0
α	альфа-мезосапробность	S=3.0
р	полисапробность	S=4.0
і	изосапробность	S=5.0
m	метасапробность	S=6.0
h	гиперсапробность	S=7.0

Формула для расчёта индекса сапробности по методике Пантле-Букка в модификации Сладчека: $s = \frac{\sum(sh)}{\sum h}$ 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.

Оценочная шкала чистоты воды:

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 2018-2020 гг. для 7 станций озера Сорокино и 4 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».

Результаты

Наиболее распространенными видами растений для озер Сорокино и Ламхоро являются: по берегам - тростник обыкновенный, рогоз широколистный, осоки. Относительно часто встречаются гравилат речной,

частуха подорожниковая. По всей акватории озер доминируют: кубышка желтая, телорез алоэвидный, местами - рдест плавающий. Особенностью оз.Сорокино является присутствие водяного ореха (чилима), несколько единичных экземпляров чилима отмечено и для оз. Ламхоро.

Нами был отмечен 81 вид беспозвоночных, представителей макрозообентоса. Таксономический список организмов представлен ниже.

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 Щупальцевые - Tentaculata

Класс Мшанки Bryozoa

3. Plumatella repens – Ползучая мшанка

Тип Annelides – Кольчатые черви

Класс Поясковые черви

Подкласс Малощетинковые черви

4. Oligochaeta-Олигохета

Класс Hirudinea – Пиявки

Отряд Rhynchobdelliformes – Хоботные пиявки

5. Glossiphonia complanata L. – Улитковая пиявка

6. Helobdella stagnalis - Двуглазая пиявка

Отряд Pharyngobdelliformis –

Глоточные пиявки

Семейство Erpobdellidae

- 7.Erpobdella octoculata L. – Малая ложноконская пиявка

- 8.Piscicola geometra – Пиявка рыба

Тип Mollusca – Моллюски

Класс Bivalvia – Двустворчатые моллюски

Отряд Astartida

Семейство Sphaeridae – Шаровки

- 9.Sphaerium corneum L. – Шаровка роговая

Отряд Astartida

Семейство Pisidiidae

- 10.Pisidium obtusale Lamarck – Горошина речная

Семейство Unionidae

Род Unio Philipsson

- 11.Unio tumidus
- 12.Unio longirostris

Род Pseudanonta Bourguignat

- 13.Pseudanonta kletti

Класс – Брюхоногие моллюски

Отряд Ectobrancia

Семейство Valvatidae – Затворки.

Род: Viviparus

- 14.Viviparus viviparus-речная живородка

Отряд Discopoda

Семейство Bithyniidae

- 15.Bithynia tentaculata L. – Битиния щупальцевая

- 16.Bithynia leachi - Битиния Лича.

Отряд Basommatophora

Семейство Lymnaeidae – Прудовики

- 17.Lymnaea stagnalis L. – Прудовик обыкновенный.

- 18.Lymnaea ovata Drap. – Прудовик овальный

- 19.Radix (Lymnaea) auricularia - прудовик ушковый

- 20.Galba (Lymnaea) truncatula - прудовик малый

- 21.Lymnaea palustris - прудовик болотный

- 22.Galba glabra – Гладкий прудовик

- 23.Radix (Lymnaea) pereger - Вытянутый прудовик

Семейство Planorbidae – Катюшки

24. Planorbarius corneus L. – Роговая катушка

25. Planorbarius complanatus L. – Сплюснутая катушка

26. Planorbarius Mull. – Катушка блестящая

27. Planorbarius contortus L. – Катушка скрученная

28. Planorbarius septemgyrau Ros. – Семиоборотная катушка

- 29.Planorbarius carinatus – Катушка килевая

- 30.Planorbarius vortex - Катушка завиток

- 31.Planorbis planorbis- катушка окаймленная

Семейство Physidae - Физы

32. Physa fontinalis L. – Физа пузырьчатая

Тип Arthropoda

Класс Arachnoidea - Паукообразные

33. Eulais meridionalis L. – Географический клещ

Отряд Пауки – Araneina

34. Argyroneta aquatica – Серебрянка
35. Dolomedes fimbriatus - Долометес

Класс Crustacea – Ракообразные

Отряд Isopoda – Равноногие раки

Семейство Asellidae

36. Asellus aquaticus L. – Водяной ослик

Отряд Amphipoda – Бокоплавы

37. Gammarus sp. - Бокоплав

Класс Insecta – Насекомые

Отряд Odonata – Стрекозы

Семейство Agrionidae – Красотки

38. Agrion virgo L. – Красотка-девушка

Семейство Gomphidae – Дедки

39. Gomphus flavipes Charp.

Семейство Aeschnidae – Коромысла

40. Aeschna juncea

41. Anax imperator – Коромысло большое

Семейство Libellulidae – Стрекозы

Семейство Coenagrionidae

Семейство Corduliidae – Бабка

42. Cordulia aeneaturfosa Forster

Семейство Platycnemidae

43. Platycnemis pennipes Pallas

Семейство Simpetrum

Подсемейство: Lestinae

44. Lestes sp. - лютка

Отряд Trichoptera – Ручейники

Семейство Phryganeidae

45. Semblisphala enoides L.

Семейство Rhyacophilidae

46. Rhyacophila nubile

Семейство Polycentropodidae

47. Holocentropus picicornis

Семейство Phryganeidae

48. Phryganea bipunctata

49. Neuroia - неурония

50. Limnophilus rhombicus L. – Ручейник ромбический

51. Anabolia sp.

52. Lepidostoma vittatum Fabricius

53. Apatania - Апатания

Семейство Leptoceridae

54. Trienodes - Триенодес

Род Limnophilus

55. L. vittatus – Колчанка

Отряд Ephemeroptera – Поденки

Семейство Baetidae

56. Baetis rhodani

Семейство: Heptagenidae

57. Heptagenia caeruleans - гептагения целуранс

58. Potamanthus – потамантус

Семейство: Caenidae

59. Caenis macrura

Семейство Palingeniidae

60. Palingenia sublongicauda

Семейство Ephemerallidae

61. Ephemerella ignita.

Семейство Ephemerella

Отряд полужесткокрылые или клопы

Семейство Naucoridae – Плавты

62. Pycocoris simicoides L. – Плавт обыкновенный

63. Плавт крошка

Семейство Nepidae – Водяные скорпионы

64. Nepa cinerea L. – Водяной скорпион

65. Ranatra linearis – Ранатра

Семейство Gerridae – Водомерки

66. Gerris lacustris L.

Отряд Coleoptera – Жесткокрылые (жуки)

Семейство Dytiscidae – Плавунцы

67. Platambus – Гребец пестрый

68. Colymbetes – Прудовик

69. Hydroporus – Пузанчик

70. Psephenus ater- Тинник

71. Hydrophilus piceus – Большой водолюб

72. Hydrochara caraboides- Малый водолюб

Семейство: Gyridae

73. Gyridae – вертячка

Род: Dytiscus

74. D. latissimus - широкий плавунец

75. Acilius - полоскун

Отряд Двукрылые Diptera

Семейство Chironomidae

76. Simuliidae - Мошка

Семейство Dixidae – Земноводные комары

77. Dixia

Семейство Chironomidae – Звонцы

78. Chironomus – Мотыль

Семейство Бекасицы (Rhagionidae)

79. Atherix - Вилохвостка (личинка)

Семейство Culicidae – Кровососущие комары

80. Culex sp. – Настоящие комары

Семейство Chaoboridae

81. Chaoborus – Коретра

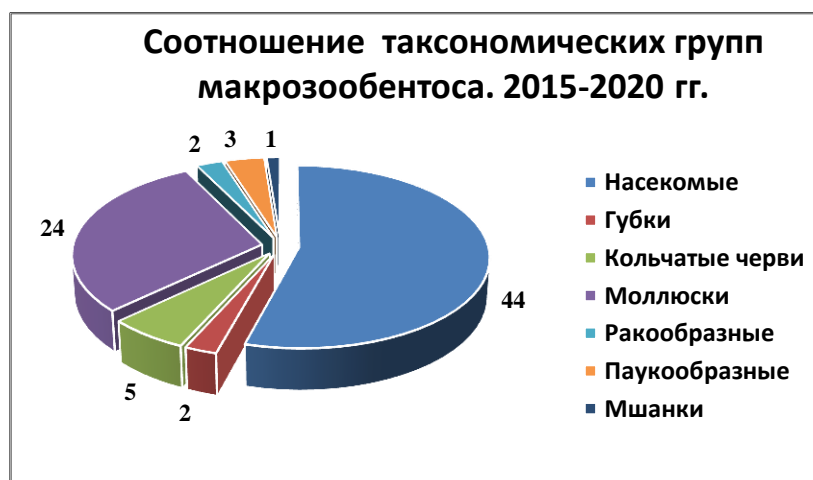


Рис.4

Наибольшее количество видов отмечено для класса Насекомые (44 вида). На втором месте находятся моллюски (24 вида). Отмечено два вида губок, 1 вид – мшанок, 3 вида паукообразных, 2 вида ракообразных, 5 видов кольчатых червей (рис.4).



Рис.5

Среди насекомых преобладают представители отряда Ручейники (11 видов), содоминирующими группами являются поденки и стрекозы. Отмечено 9 видов жесткокрылых (жуки и их личинки), 3 вида полужесткокрылых (клопов) (рис. 5).



Рис.6

Среди моллюсков доминирующей группой являются брюхоногие, на долю двустворчатых приходится 21%. 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.6).



Рис.7

В 2015 г. анализ данных по методу С.Г. Николаева для различных станций озера Сорокино (рис.7) 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.

В 2018 для всех станций отмечено улучшение класса качества (с α -мезосапробного до β -мезосапробного). В 2019 году лишь для 4-ой станции отмечен 5 класс, для 7-ой - класс (рис.7). Воды прочих станций относятся к 3 классу качества.

В 2020 году показатели качества воды для большинства станций не изменились и соответствовали 3 классу качества, отмечено существенное улучшение состояния для станции №4 (с 5(грязные) на 3(удовлетворительной чистоты), что, возможно, связано с относительно низким паводков и снижением степени антропогенного воздействия.



Рис.8

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. С 2017 года было обследовано не две, а 4 станции. В 2017 г. для всех четырех станций отмечен 4 класс качества. В 2018 году для первой и второй станций изменений отмечено не было, а для третьей и четвертой улучшение класса качества до вод удовлетворительной чистоты. (рис.8). В 2019 году для 1,2 и 4 станций отмечено улучшение класса качества, а для 3 станции-ухудшение (с β -мезосапробной на α -мезосапробную) (рис.8). В 2020 году показатели класса качества для всех станций по индексу С.Г. Николаева не изменились по сравнению с 2019 г. и соответствовали 3 классу качества

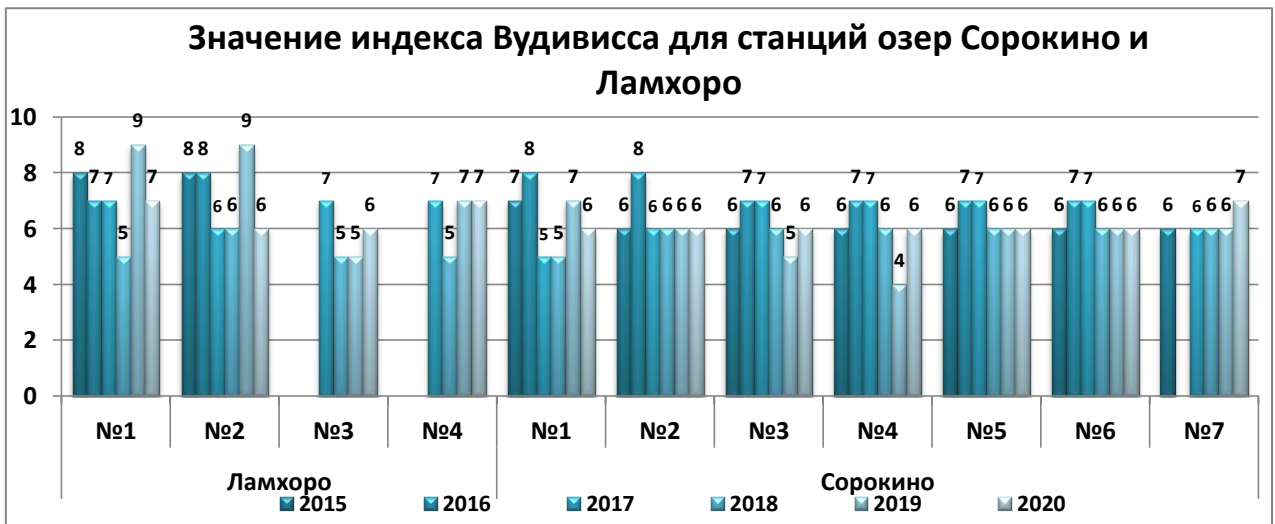


Рис.9

Проведя анализ проб с различных станций исследуемых озер по биотическому индексу Вудивисса, мы пришли к выводу, что для ряда станций эти показатели несколько завышены (рис.9, таблица приложения).

По индексу Вудивисса воды большинства станций можно отнести к незагрязненным водам и водам хорошего качества, преимущественно β -мезосапробным, что в целом соответствует результатам, полученным с использованием метода С.Г. Николаева (таблица приложения). Однако, для ряда станций отмечено несовпадение 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.10

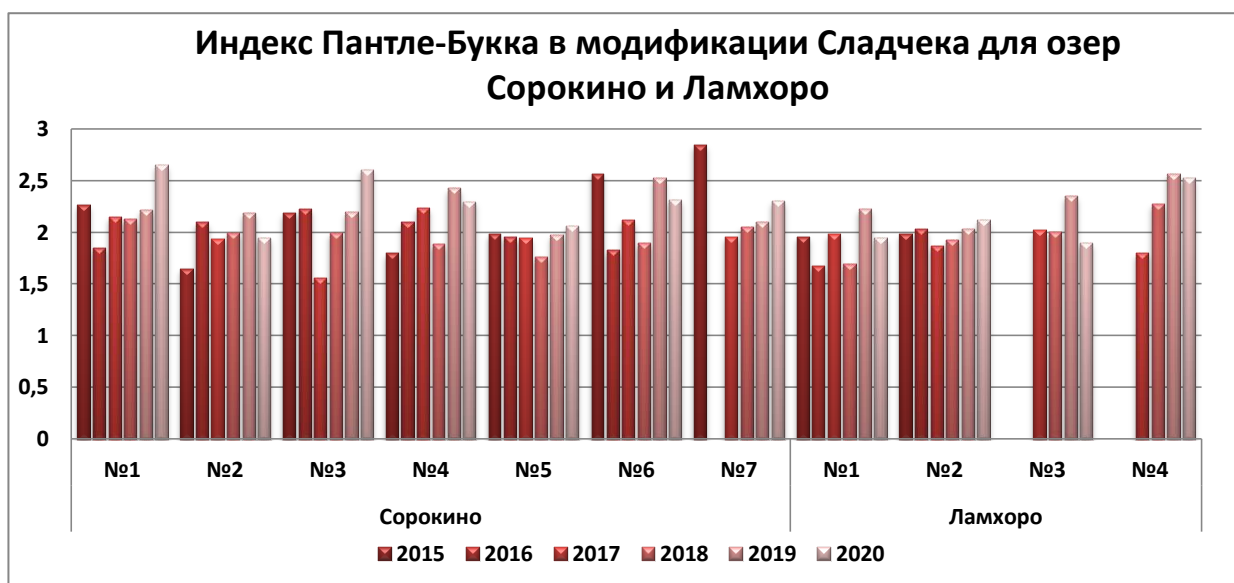


Рис.11

В 2017-2020 гг. по индексу Пантле-Букка воды всех станций озер Ламхоро и Сорокино оказались водами удовлетворительной чистоты (β -мезосапробными). В 2016 году для Сорокино отмечено ухудшение второй станции (в место олигосапробной стала β -мезосапробной). Улучшения класса качества отмечено для шестой станции с α -мезосапробной до β -мезосапробной. Воды других станций остались прежними. Седьмая станция не обследовалась. Для озера Ламхоро изменений отмечено не было, воды также относятся к β -мезосапробной зоне (рис.10) В 2015 году для озера Сорокино был проведен анализ качества вод по Пантле-Букку и Пантле-Букку в модификации Сладчека, в результате вторая станция по Пантле-Букку соответствует олигосапробным водам, 6 и 7 по Пантле-Букку в модификации Сладчека, относятся к загрязненным водам, все остальные станции оказались водами удовлетворительной чистоты (β -мезосапробными). Для озера Ламхоро воды всех станция являются водами удовлетворительной чистоты (рис.11, Приложение).

Химический экспресс-анализ воды

Химический анализ воды различных станций был произведен с использованием экспресс-теста «Тетра». Анализировались общая и карбонатная жесткость, содержание нитратов и нитритов, рН, содержание хлора. Данные по химическому экспресс-анализу воды для различных станций представлены в таблице 4.

Химический анализ вод различных станций двух исследуемых озер показал, что все показатели соответствует норме для водоемов полуоткрытого типа.

Величина рН имеет важное значение при протекании многочисленных химических и биологических процессов в природной воде. От величины рН зависит, какие растения и организмы будут развиваться в данной воде. Санитарно-гигиенические нормативы для водоемов разного типа водопользования (питьевого, рыбохозяйственного, рекреационных зон) устанавливают нормативную величину рН в интервале 6,0-9,0. Воды всех

обследованных станций соответствуют этому интервалу и близки к нейтральным.

Таблица 4.

Результаты химического экспресс-анализа воды для различных станций

Озеро	№ станции	Год	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)	
ПДК			9	0,2	-	-	-	-	6,0-9,0	0	
озеро Ламхоро	№ 1	2018	10	5	8	2,8528	6	2,1396	6,8	0	
		2019	10	0,5	5	1,783	4	1,4264	6,4	0,8	
		2020	10	1	4	1,4264	3	1,0698	6,8	1,5	
	№ 2	2018	0	0	8	2,8528	6	2,1396	6,8	0	
		2019	5	0,5	6	2,1396	3	1,0698	6,4	0,8	
		2020	5	0	4	1,4264	6	2,1396	6,8	0,8	
	№3	2019	10	1	6	2,1396	4	1,4264	6,8	0,8	
		2020	5	1	6	2,1396	4	1,4264	6,8	0,8	
	№4	2019	10	0,5	5	1,783	6	2,1396	6,4	0,8	
		2020	10	0,5	6	2,1396	4	1,4264	6,4	0,8	
	озеро Сорокино	№ 1	2018	0	0	4	1,4264	3	2,1396	6,4	0
			2019	10	3	6	2,1396	5	1,783	6,4	0
2020			0	0	8	2,8528	6	2,1396	6,8	0,8	
№ 2		2018	10	1	8	2,8528	6	2,1396	7,2	0	
		2019	10	3	4	1,4264	6	2,1396	6,4	0	
		2020	0	0	4	1,4264	5	1,783	6,4	0,8	
№ 3		2018	10	0	8	2,8528	6	2,1396	6,8	0	
		2019	0	0	6	2,1396	4	1,4264	6,4	0	
		2020	0	0	4	1,4264	6	2,1396	6,4	0,8	
№ 4		2018	10	1	6	2,1396	5	1,783	6,4	0,8	
		2019	10	1	6	2,1396	0	0	6,4	0,8	
		2020	0	0	8	2,8528	6	2,1396	6,4	0,8	
№ 5		2018	0	0	6	2,1396	5	1,783	6,4	0	
		2019	10	0	2	0,7132	0	0	6,4	0	
		2020	0	0	4	1,4264	6	2,1396	6,4	0,8	
№ 6		2018	10	1	8	2,8528	6	2,1396	6,8	0	
		2019	10	0,5	5	1,783	4	1,4264	6,4	0,8	
		2020	0	0	4	1,4264	6	2,1396	6,4	0,8	
№7		2019	10	0,5	5	1,783	4	1,4264	6,4	0,8	
		2020	0	0	4	1,4264	3	2,1396	6,4	0,8	

Вода для всех станций является мягкой. Жесткость природных вод проявляется вследствие содержания в ней растворенных солей кальция и магния. Жесткость воды – характеристика содержания в воде солей кальция и магния. В зависимости от этого выделяют 2 вида жесткости – карбонатная (характеризуется содержанием в воде гидрокарбоната кальция) и некарбонатная (характеризуется наличием некарбонатных солей кальция и магния). Согласно санитарным правилам и нормам жесткость питьевой воды

должна быть не выше 7,0 мг-экв/л. Так как мы проводили измерения в немецких градусах, нам необходимо было провести пересчет на мг-экв./л. Таблица соотношений приведена ниже.

Таблица 5. Таблица соотношение немецкого градуса к нашей мере выраженной в миллиграмм- эквивалентах на литр (мг-экв. /л).

<i>Наименование единиц</i>	Мг-экв./л	Градус жесткости немецкий
1 мг-экв/л	1	2,804
1 немецкий градус dH	0,3566	1

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. мг/л. В нашем случае превышение предела допустимой концентрации по нитритам отмечено для станции № 1 озера Ламхоро (5 мг/л в 2018 г.). Такое высокое содержание можно объяснить сильным зарастанием акватории озера на этом участке телорезом и очень значительными иловыми отложениями, толщина которых достигает 50-60 см. Нитриты значительно опаснее нитратов, поэтому их содержание в воде контролируется более строго. 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 нами отмечено присутствие хлора.

Для всех станций оз Ламхоро по индексу Пантле-Букка в модификации Сладчека отмечается ухудшение качества вод, отмечены положительные коэффициенты корреляции (рис. 12), однако значимых изменений не отмечено ($p > 0,05$). Тенденцию к ухудшению качества вод можно объяснить усилением процесса зарастания озера. Так, границы зарастания озера телорезом от береговой линии с 2019 по 2020 гг. по всей акватории сместились на 1,5-3,5 м.

Для озера Сорокино отмечено существенное расхождение динамики показателей по индексу Пантле-Букка и Пантле-Букка в модификации Сладчека (рис.11). По индексу Пантле-Букка в модификации Сладчека, который является более точным, отмечено снижение качества вод для большинства станций, однако все изменения недостоверны ($p > 0,05$). Тенденции к улучшению отмечены для станции № 5, которая расположена в удаленном труднодоступном рукаве озера и практически не подвержена антропогенному воздействию (рис.13). Для станции № 7 вследствие

существенных колебаний показателей по годам, каких либо тенденций выявить не удалось. Все изменения не являются значимыми.

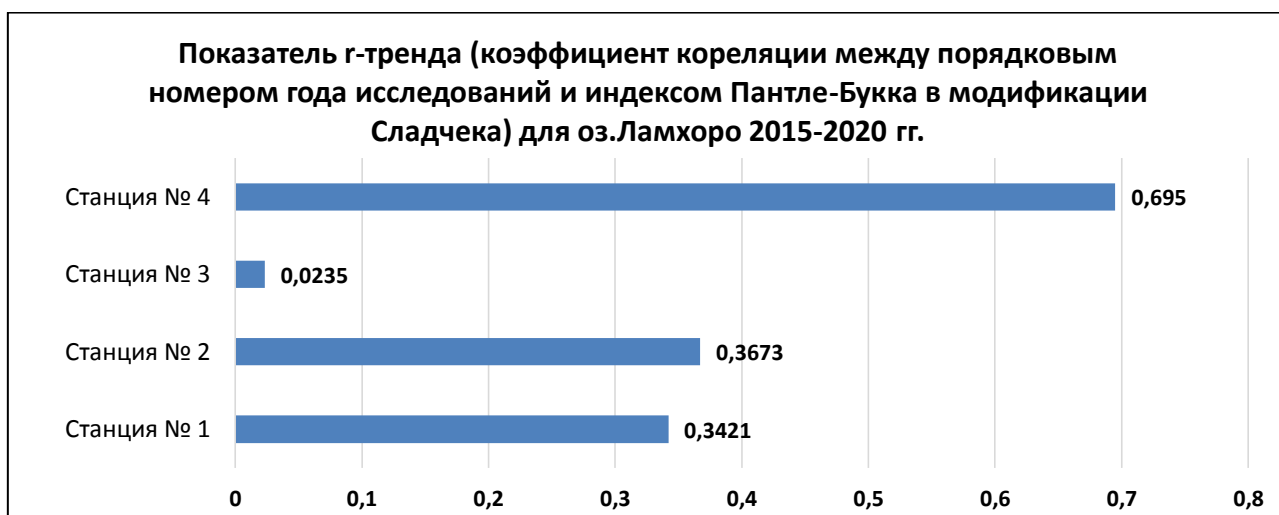


Рис.12

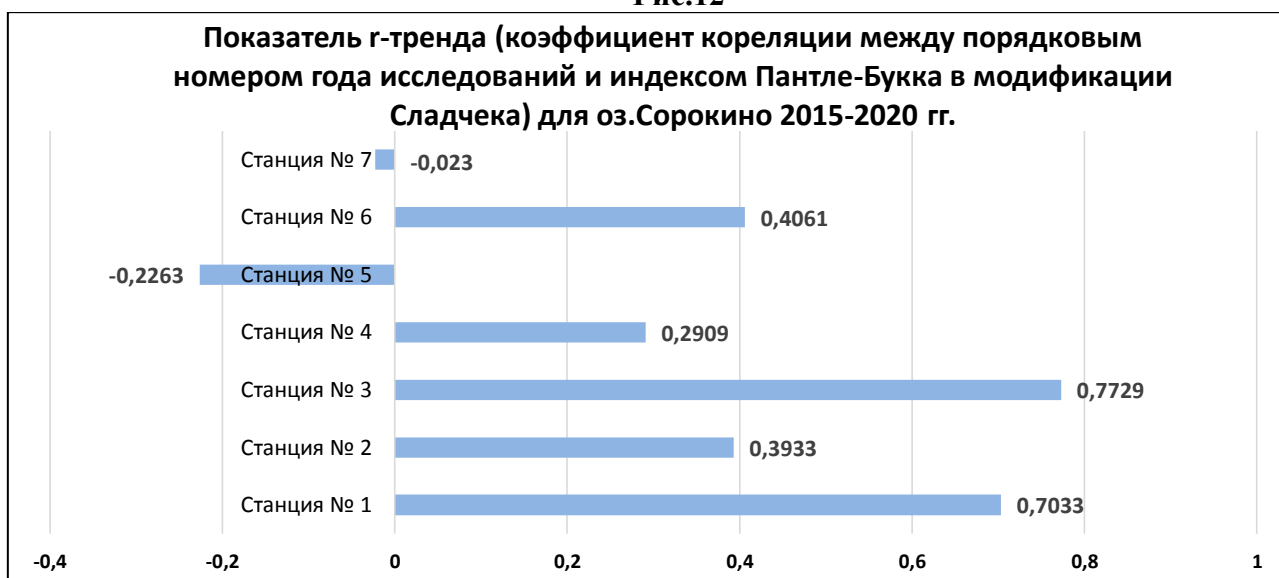


Рис.13

Заключение

Проведя в 2015-2020 гг. исследования качества вод озер Сорокино и Ламхоро, расположенных на территории Клязьминского заказника, мы установили, что их воды могут быть охарактеризованы как воды удовлетворительной чистоты с тенденцией к загрязнению, в основном β -мезосапробные, α -мезотрофные. В 2020г. произошло ухудшение качества вод для большинства станций, что связано с паводками, дождями и развитием процесса зарастания озер. Высокое содержание кислорода в придонном слое отмечено для станций, где зафиксирован выход родников и грунтовых вод. Присутствие нитратов и нитритов свидетельствует о высоком содержании органики и процессе эвтрофикации.

В ходе работы нами были отмечены как представители псаммореофильных биоценозов (личинки ручейников моланна и гидрופсихи, водяных осликов, бокоплавов, моллюсков, ветвистые колонии

губок бадяг), так и представители литореофилов (плоские личинки поденок, ручейники реакофила, гидропсиха, анаболия, плоские и червеобразные пиявки, мелкие двустворчатые моллюски, колонии губок бадяги, личинки стрекоз красотки, лютки, стрелки), а также - аргиллореофильных организмов (гидропсиха, личинки поденок *Ephemera* и *Palingenia*, червеобразные пиявки, шаровки, затворки, мотыль, дедка, бабка, коромысло, плосконожка, водяной ослик, водяные клопы, личинки вислоккрылки). К пелореофильным организмам можно отнести моллюсков-затворок, бокоплавов, роющих личинок поденок, личинок вислоккрылок, мотыля. Встречаются и представители фитореофильных организмов - губки, пиявки плоские и червеобразные, в том числе и рыба, мелкие двустворчатые и брюхоногие моллюски, водяной ослик, личинки разнообразных насекомых. 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. Особое опасение вызывает факт ловли рыбы сетями. Это приводит к гибели растений чилима, а также в сети может попасть и выхухоль. О фактах нарушений мы своевременно ставили в известность администрацию заказника, что позволило снизить долю нарушений и привлечь нарушителей к ответственности. За период исследований мы постоянно следили за тем, чтобы местные жители не оставляли непогашенными костры.

Также мы провели очистку береговой линии и прилегающего лесного массива от бытового мусора в местах туристических стоянок и в месте купания местных жителей.

Озера Клязьминского заказника являются настоящими жемчужинами Ивановского края. Наличие в их окрестностях редких видов растений и животных требует ужесточения режима охраны и тщательного слежения за их состоянием.

На основании проведенных исследований можно сделать следующие выводы:

- 1). Отмечен 81 вид беспозвоночных, представителей макрозообентоса.
- 2). Воды в озерах Сорокино и Ламхоро на территории Клязьминского заказника, оцененные по классификации С.Г. Николаева, в целом являются слабозагрязненными и водами удовлетворительной чистоты, β-

мезосапробными, для отдельных станций - α -мезосапробными и β -полисапробными.

3). Наиболее чистыми являются воды станций, расположенных в местах выходов родников и для тех точек, где отсутствуют следы антропогенного загрязнения.

4). Воды, оцениваемые по индексу Вудивисса относятся к водам удовлетворительной чистоты, β -мезосапробным.

5). По индексу Пантле-Букка и Пантле-Букка в модификации Сладчека воды являются водами удовлетворительной чистоты, β -мезосапробными.

7). Для озер Сорокино и Ламхоро основными источниками загрязнений являются отмершие водные растения и смытые во время паводков с берегов различные органические остатки.

8). В целях улучшения экологического состояния озер следует провести очистку береговой линии мелководья от факторов загрязнения, запретить нелегальное появление человека на территории заказника.

На основании проведенных исследований можно дать следующие рекомендации: 1) Необходимо ужесточить контроль за соблюдением режима ООПТ, ликвидировать свалки бытового мусора, не допускать въезда машин непосредственно на берега озер. 2) Озера подвержены сильному зарастанию, поэтому необходимо провести очистку их акватории от разросшихся растений в местах распространения чилима. 3) Впервые нами отмечены растения чилима в озере Ламхоро, поэтому необходимо провести учет растений данного вида.

Практическая значимость: Материалы работы переданы в ФГБУ «Национальный парк «Мещера». Подготовлены рекомендации по использованию методик биоиндикации озер для сотрудников парка.

Список литературы

1. Алексеев С.В., Беккер А.М. Изучаем экологию экспериментально. С-Петербург. 1993.
2. Измайлова Н.Л., Ляшенко О.А., Антонов И.В. Биотестирование и биоиндикация состояния водных объектов: учебно-методическое пособие к лабораторным работам по прохождению учебной (ознакомительной) практики/ СПбГТУРП. - СПб., 2014. – 52 с.
3. Изучаем водоемы: как исследовать озера и пруды. Практическая экология для школьников. Ред. проф. Л.А. Коробейниковой, проф. Г.А. Воробьева. Вологда. Русь, 1994.
4. Макрозообентос водоемов, Шиширина Н. Е., Ихер Т. П., Тарарина Л.Ф., Тула 2003.
5. Методическое и информационное обеспечение общественного мониторинга окружающей среды силами учащихся и педагогов образовательных организаций России. Под редакцией: С.Г. Николаева. М., 2018

6. Методы оценки качества вод по гидробиологическим показателям: учебно-методическая разработка по курсу «Гидробиология»; сост.: О.Ю. Деревенская. – Казань: КФУ, 2015. – 44 с.
7. Муравьев А.Г. Руководство по определению показателей качества воды полевыми методами. С-Петербург. “Крисмас+”, 1998.
8. Определитель пресноводных беспозвоночных Европейской части СССР. Гидрометеогодат. Л. 1977.
9. Определитель сосудистых растений, И.А. Губанов, К.В. Киселева и т.д. Москва «Аргус» 1995.
10. Хейсин Е.М. Определитель пресноводной фауны. М., Учпедгиз. 1962
11. Чертопруд М.В. Мониторинг загрязнения по составу макрозообентоса. Москва. 1999.
12. Экологический мониторинг объектов водной среды Шиширина Н. Е., Ихер Т. П., Тарарина Л.Ф., Тула 2003.

ПРИЛОЖЕНИЯ
Обобщенная характеристика качества вод исследуемых озер

озеро	№ станции	Год	Класс качества по индексу Вудивисса	Класс качества воды по методу С.Г. Николаева	Пантле-Букка Пантле-Букка в модификации Сладчека	Сапробность	Экологическая полноценность воды	
Оз. Ламхоро	1	2015	8	4 (загрязненные)	1,9//1,96	β-мезосапробные α-мезотрофные	Экологически полноценные: питьевое с очисткой, рекреация рыболовство, орошение, техническое.	
		2016	7	4 (загрязненные)	1,8//1,68			
		2017	7	4 (загрязненные)	2,01//1,99			
		2018	5	4 (загрязненные)	1,95//1,7			
		2019	9	3 (удовл. чистоты)	1,82//2,23			
		2020	7	3 (удовл. чистоты)	1,84//1,95			
	2	2015	8	3 (удовл. чистоты)	1,84//1,99	β-мезосапробные α-мезотрофные	Экологически полноценные: питьевое с очисткой, рекреация рыболовство, орошение, техническое.	
		2016	8	4 (загрязненные)	2,02//2,03			
		2017	6	4 (загрязненные)	1,83//1,87			
		2018	6	4 (загрязненные)	1,94//1,93			
		2019	9	3 (удовл. чистоты)	1,9//2,0			
		2020	6	3 (удовл. чистоты)	1,88//2,12			
	3	2017	7	4 (загрязненные)	1,93//2,02	β-мезосапробные α-мезотрофные	Экологически полноценные: питьевое с очисткой, рекреация рыболовство, орошение, техническое.	
		2018	5	3 (удовл. чистоты)	1,93//2,0			
		2019	5	4 (загрязненные)	2,07//2,4			
		2020	6	3 (удовл. чистоты)	1,84//1,9			
	4	2017	7	4 (загрязненные)	1,88//1,8	β-мезосапробные α-мезотрофные	Экологически полноценные: питьевое с очисткой, рекреация рыболовство, орошение, техническое.	
		2018	5	3 (удовл.чистоты)	1,98//2,28			
2019		7	3 (удовл. чистоты)	1,91//2,6	α-мезосапробны эвтрофные			Экологически не благополучные: ограниченное рыболовство, техническое, ограниченное орошение.
2020		7	3 (удовл. чистоты)	2,06//2,53				
Оз. Сорокино	1	2015	7	4 (загрязненные)	2,01//2,15	β-мезосапробные α-мезотрофные	Экологически полноценные: питьевое с очисткой, рекреация рыболовство, орошение, техническое.	
		2016	8	3 (удовл. чистоты)	2,11//1,85			
		2017	5	4 (загрязненные)	2,3//2,27			
		2018	5	3 (удовл. чистоты)	1,95//2,13			
		2019	7	3 (удовл. чистоты)	1,85//2,2			
		2020	6	3 (удовл. чистоты)	2,35//2,66			α-мезосапробные эвтрофные
	2	2015	6	4 (загрязненные)	1,94//1,94	β-мезосапробные α-мезотрофные	Экологически полноценные: питьевое с очисткой, рекреация рыболовство, орошение, техническое.	
		2016	8	5 (грязные)	2,1//2,1			
		2017	6	4 (загрязненные)	1,28//1,65			
		2018	6	4 (загрязненные)	1,93//2,00			

	2019	6	3 (удовл. чистоты)	1,9//2,1				
	2020	6	3 (удовл. чистоты)	2,13//1,95				
3	2015	6	4 (загрязненные)	1,96//1,56	β-мезосапробные α-мезотрофные	Экологически полноценные: питьевое с очисткой, рекреация рыболовство, орошение, техническое.		
	2016	7	5 (грязные)	2,09//2,23				
	2017	7	4 (загрязненные)	2,32//2,19				
	2018	6	3 (удовл. чистоты)	1,87//2,0				
	2019	5	3 (удовл. чистоты)	1,82//2,2				
	2020	6	4 (загрязненные)	2,27//2,612			α-мезосапробные эвтрофные	Экологически не благополучные: ограниченное рыболовство, техническое, ограниченное орошение.
4	2015	5	3 (удовл. чистоты)	2,18//2,24	β-мезосапробные α-мезотрофные	Экологически полноценные: питьевое с очисткой, рекреация рыболовство, орошение, техническое.		
	2016	7	4 (загрязненные)	1,87//2,1				
	2017	7	4 (загрязненные)	1,87//1,8				
	2018	6	3 (удовл. чистоты)	1,93//1,89				
	2019	4	5(грязные)	2//2,4			α-мезосапробные эвтрофные	Экологически не благополучные, применение техническое
	2020	6	3 (удовл. чистоты)	2,08//2,303			β-мезосапробные α-мезотрофные	Экологически полноценные: питьевое с очисткой, рекреация рыболовство, орошение, техническое.
5	2015	7	3 (удовл. чистоты)	1,92//1,95	β-мезосапробные α-мезотрофные	Экологически полноценные: питьевое с очисткой, рекреация рыболовство, орошение, техническое.		
	2016	6	3 (удовл. чистоты)	2,19//1,96				
	2017	7	4 (загрязненные)	1,89//1,99				
	2018	6	3 (удовл. чистоты)	1,86//1,77				
	2019	6	3 (удовл. чистоты)	1,66//1,98				
	2020	6	3 (удовл. чистоты)	2,22//2,062				
6	2015	7	4 (загрязненные)	1,92//2,12	β-мезосапробные α-мезотрофные	Экологически полноценные: питьевое с очисткой, рекреация рыболовство, орошение, техническое.		
	2016	6	3 (удовл. чистоты)	1,66//1,83				
	2017	7	4 (загрязненные)	2,09//2,57			α-мезосапробные эвтрофные	Экологически не благополучные: ограниченное рыболовство, техническое, ограниченное орошение.
	2018	6	3 (удовл. чистоты)	1,88//1,9			β-мезосапробные α-мезотрофные	Экологически полноценные: питьевое с очисткой, рекреация рыболовство, орошение, техническое.
	2019	6	3 (удовл.чистоты)	1,9//2,5				
	2020	6	3 (удовл. чистоты)	2,14//2,32				
7	2015	6	4 (загрязненные)	1,99//1,96				
	2016	-	4(загрязненные)		Станция не обследовалась			
	2017	6	4(загрязненные)	2,32//2,85	α-мезосапробные эвтрофные	Экологически не благополучные: ограниченное рыболовство, техническое, ограниченное орошение.		
	2018	6	3 (удовл. чистоты)	1,91//2,1	β-мезосапробные α-мезотрофные	Экологически полноценные: питьевое с очисткой, рекреация рыболовство, орошение, техническое.		
	2019	6	4 (загрязненные)	2,07//2,1				
	2020	7	3 (удовл. чистоты)	2,23//2,31				

Озеро Ламхоро



озеро Сорокино

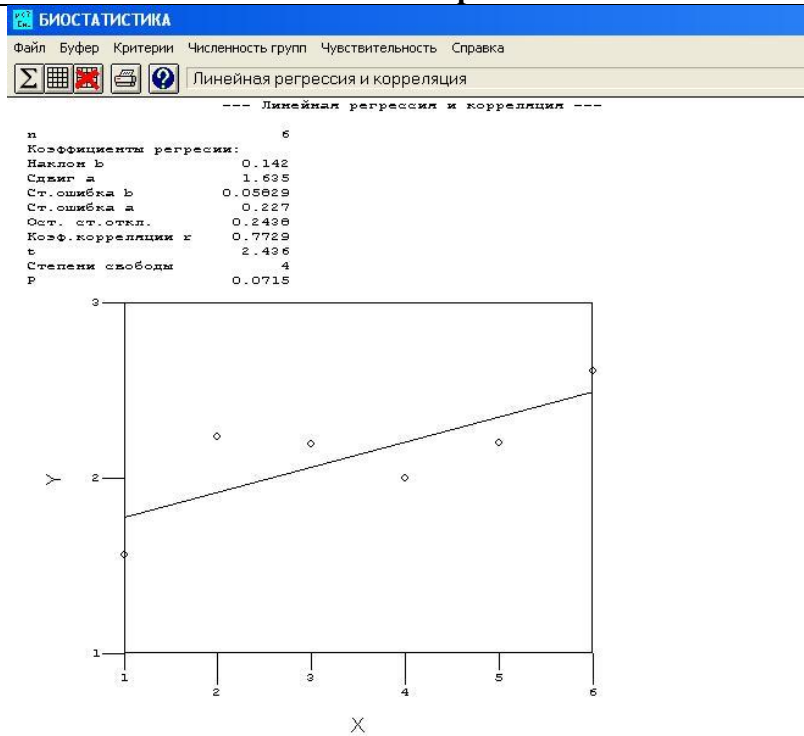


Берег озера Сорокино

Заращение озера Ламхоро телорезом



Чилим на оз.Сорокино



Зависимость индекса Пантле-Букка в модификации Сладчека от порядкового номера года исследований. 2015-2020 гг. Станция № 3. Озеро Сорокино