

**Всероссийский конкурс юных исследователей окружающей среды
«Открытия 2030»**

**Оценка экологического состояния озера Ореховое на территории
федерального заказника «Клязьминский» методами биоиндикации**

Автор работы: Мишуров Антон Сергеевич, 9 класс,
ГАУДПО ИО «Университет непрерывного образования и инноваций,
региональный центр выявления и поддержки
одаренных детей Ивановской области «Солярис»,
объединение «Экомир»

Научный руководитель: Гусева Анна Юрьевна, заместитель директора
ГАУДПО ИО «Университет непрерывного образования и инноваций»,
руководитель регионального центра
выявления и поддержки одаренных детей Ивановской области «Солярис»,
педагог дополнительного образования,
кандидат биологических наук

г. Иваново, Ивановская область, 2022

ОГЛАВЛЕНИЕ

ВВЕДЕНИЕ	Стр. 3
ОБЗОР ЛИТЕРАТУРЫ	3
МАТЕРИАЛ И МЕТОДИКА	5
РЕЗУЛЬТАТЫ	6
ЗАКЛЮЧЕНИЕ	14
ПРАКТИЧЕСКАЯ ЗНАЧИМОСТЬ	15
РЕКОМЕНДАЦИИ	15
ВЫВОДЫ	15
СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ	15
ПРИЛОЖЕНИЯ	16

Введение

Вода – самое распространенное на земле вещество. Она образует гидросферу – водную оболочку Земли. Почти все процессы на нашей планете протекают при ее участии.

Водные объекты – водоемы и водотоки всегда играли важнейшую роль в жизни человека. Именно на берегах рек возникали первые поселения. На протяжении веков они служили транспортными путями, источниками питьевой воды, энергии, рыбы [7]. В современный период естественен интерес людей к исследованию водных объектов, так как в последнее время человек столкнулся с проблемой получения чистой воды, безопасной для здоровья [1].

Загрязнение и зарастание озер отмечается во всех районах Ивановской области. Гидробиологические исследования большинства озер, в том числе расположенных и на особо охраняемых природных территориях, в последние годы не проводилось. С этой точки зрения изучение экологического состояния озера Ореховое, расположенного на территории Клязьминского государственного боброво-выхухолевого заказника и сравнение многолетних наблюдений представляется весьма актуальным. Особенно значимыми подобные исследования становятся в последние годы, что связано с интенсивным использованием водных объектов в качестве туристических маршрутов. Актуальность и практическая значимость исследований возрастает и в связи с тем, что изучаемое озеро является естественным местом произрастания водяного ореха (чилима).

Целью нашей работы является экологическая оценка состояния озера Ореховое с использованием биоиндикационных методов, а также оценка изменений качества воды за последние годы.

Для достижения цели были поставлены **следующие задачи**:

1. Изучить видовой состав гидробионтов, относящихся к группе макрозообентоса;
2. Определить класс качества воды в озере по общепринятым биоиндикационным методикам и сделать заключение о классе качества воды;
3. Сравнив результаты за 9 лет, выявить изменения, происходящие с течением времени.

Актуальность: Данное исследование позволяет оценить экологическое состояние озера Ореховое, находящееся на особо охраняемой территории Клязьминского заказника, принять меры по его сохранению как среды обитания редких растений, занесенных в Красную книгу Ивановской области (2021): рогольник плавающий (чилима), кувшинка чисто-белая. В течение многих лет при непосредственной поддержке ФГБОУ «Национальный парк «Мещера» ведется мониторинг за состоянием этого озера на территории заказника. Данные передаются в администрацию парка для составления «Летописи природы».

Обзор литературы

Для того чтобы надежно оценить качество воды водных объектов, требуются различные данные о свойствах изучаемого объекта. Одним из источников таких

данных является биоиндикация, позволяющая получить данные об экологическом состоянии водного объекта на основе наблюдений за составом и численностью видов животных [7].

Систематическое применение методов биоиндикации представляет собой биомониторинг – слежение за состоянием сообществ живых организмов и их реакциями на изменение условий окружающей среды [7].

На основании сведений о видовом составе гидробионтов, найденных в тех или иных водах, можно составить представление о том, насколько последние чисты или загрязнены. Организмы, 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

Наиболее удобным объектом биомониторинга является макрозообентос - макроскопические (длиной более 2 мм) беспозвоночные, обитающие на дне водоемов и в зарослях водных растений [1].

Наиболее характерный тип загрязнения природных водоемов – вмывание в них больших масс разлагающихся органических веществ. Для количественной оценки органического загрязнения введена шкала сапробности (ксено-, олиго-, α -мезо-, β -мезо- и полисапробные водоемы) [7].

Сапробность – это концентрация органических веществ в водоеме [11]. Каждому водоему присущ свой естественный «фон» сапробности, который повышается по мере увеличения продуктивности водоема (зарастание вследствие развития макрофитов), снижения содержания кислорода, повышения температуры воды. Кроме того, стоячие водоемы богаче органическим веществом по сравнению с текучими, а непроточные - богаче по сравнению с проточными. Хозяйственное загрязнение легко увеличивает концентрацию органики в десятки раз, вызывая резкую перестройку сообщества (часто - с полной сменой видов) [5].

Методика биомониторинга предполагает определение таксономической принадлежности найденных организмов [7].

По системе, разработанной в основном Р. Кольквитцем и М. Марсоном [13,14] 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 аминокислоты. В олигосапробных водоемах сероводород отсутствует, углекислого газа мало, количество кислорода близко к величине нормального насыщения, растворенных органических веществ практически нет [14]. Мезосапробные воды

(зоны водоемов) подразделяются на α -и β -мезосапробные. В первых встречается аммиак, amino- и аминокислоты, но уже есть и кислород. Минерализация органического вещества в основном идет за счет его аэробного окисления. β -мезосапробная подзона характеризуется присутствием аммиака и продуктов его окисления - азотной и азотистой кислот. Аминокислот нет, сероводород встречается в небольших количествах, кислорода в воде много, минерализация идет за счет полного окисления органического вещества [14]. Индикаторная роль гидробионтов характеризуется не только фактом их наличия в водоеме, но и степенью количественного развития, поэтому характеристика сапробности вод должна даваться с учетом не только видового состава организмов, но также их численности и биомассы [13,14].

Одним из показателей загрязнения водоемов является метод определения водородного показателя. Водородный показатель (рН) представляет собой отрицательный десятичный логарифм молярной концентрации водородных ионов в растворе: $\text{pH} = -\lg [\text{H}^+]$.

Изменения рН воды водоема обычно могут вызывать загрязнения воздуха кислотными примесями (оксидами серы и азота, оксидами углерода (CO_2) и др.) которые вымываются из воздуха дождями и попадают в водоем, загрязнения водоема промышленными стоками, которые не прошли нейтрализацию. Кислотность природной воды может определяться также характером почвогрунтов, ландшафта, в котором расположен водоем. Изменение рН природной воды сверх меры допустимых пределов создает среду, непригодную для существования большинства водных организмов, особенно простейших [6]. В зависимости от величины рН может изменяться скорость протекания химических реакций, степень коррозионной агрессивности воды, токсичность загрязняющих веществ и многое другое. В речных водах рН обычно находится в пределах 6.5-8.5, в болотах вода кислее за счет гуминовых кислот - там рН 5.5-6.0, в подземных водах рН обычно выше. Для питьевой и хозяйственно-бытовой воды оптимальным считается уровень рН в диапазоне от 6 до 9 единиц [6].

Материал и методика

Общая характеристика объекта исследования

Объектом исследований является озеро Ореховое, расположенное на территории Федерального заказника «Клязьминский» в Южском районе Ивановской области (Приложение 1). Оно является пойменным старичным озером (старое русло р. Клязьма), расположено в 5 км на юго-восток от деревни Изотино. Площадь озера составляет приблизительно 20 га. Длина озера – 2,5 км, ширина колеблется от 100 до 200 метров. Средняя глубина озера - 3 метра, максимальная глубина – 10 м. Северный берег представляет собой надпойменную террасу, покрытую сосновым бором с примесью дуба. Южный берег низкий, частично заболоченный, покрыт лиственным лесом, в котором преобладают вяз, береза, осина, в заболоченных местах ивы и ольха. По обоим берегам древесно-кустарниковая растительность доходит практически до уреза воды. Западный берег представляет собой высокотравный, местами, заболоченный зарастающий

вследствие отсутствия сенокосения лугов. В западной части узкой протокой озеро Ореховое сообщается с озером Долгим. В восточном направлении озеро Ореховое соединяется широкой протокой с озером Кривым. Во время весеннего разлива озеро соединяется с рядом озер, а также в отдельные годы – с рекой Клязьма. Таким образом, озеро Ореховое можно отнести к водоемам полукрытого типа.

С 2003 г. в окрестностях озера, производилась частичная рубка деревьев, что привело к размыванию берега в ряде участков. Присутствуют следы лесных пожаров, последний из которых был отмечен в 2004 году. В ряде мест на берегах присутствуют деревья, сваленные бобрами. В том числе старовозрастные дубы. Для ряда точек характерен выход родников.

Методы сбора материала

Исследования проводились на оз. Ореховое в июне-июле 2022 года. Нами было обследовано 7 станций (Приложение 4). Полученные данные сравнивались с результатами предыдущих лет. На каждой станции отбирались гидробиологические пробы для определения класса качества воды методами биоиндикации. Пробы макрозообентоса отбирали с помощью стандартного гидробиологического скребка (3-4 пробы с каждой станции) и разбирали в кювете. Определение объектов проводилось с использованием определителей. Определение водных беспозвоночных производилось с помощью «Определителя пресноводной фауны СССР» (1976) и с помощью «Определителя водных беспозвоночных» (Хейсин, 1973), «Определителя водных беспозвоночных» (Чертопруд, 2003).

Для всех станций производилось описание растительности, грунта, измерялась температура воды, а также ряд химических показателей с помощью экспресс-теста «Tetra» и портативного рН-метра Milwaukee ph55PRO.

Методы биоиндикации, используемые при проведении исследований Индекс С.Г. Николаева (2018)

Для оценки качества воды нами также использовались шкала и метод оценки качества вод С.Г. Николаева [8]. Метод предполагает сбор качественных данных со всех донных субстратов водоема и определение беспозвоночных до родов или семейств. По методике С.Г. Николаева (таблица 1), воды делятся на 6 классов по качеству, приблизительно соответствующих градациям сапробности:

- 1- очень чистые (ксеносапробные),
- 2 - чистые (олигосапробные),
- 3 - умеренно загрязненные (β -мезосапробные),
- 4 - загрязненные (α -мезосапробные),
- 5 - грязные (β -полисапробные),
- 6 - очень грязные (α -полисапробные) (макробеспозвоночных нет)

Таблица 1. Определение качества вод по С.Г. Николаеву (2018)

Таксоны	Классы качества вод				
	1	2	3	4	5
Ручейник <i>Rhyacophila</i>	*	*			
Веснянки, кроме <i>Nemoura</i>	*	*			
Личинка мухи <i>Atherix</i>	*	*			
Бокоплав <i>Gammarus</i>	*	*	*		
Губки		*	*		
Беззубки <i>Anodonta</i>		*			
Жаберные улитки <i>Viviparus</i>		*	*		
Речные раки <i>Astacus</i>		*	*		
Ручейники: <i>Neureclipsis</i> , <i>Molanna</i> , <i>Brachycentrus</i>		*	*		
Стрекозы: <i>Calopteryx</i>		*'	*		
Поденки: <i>Ephemera</i>		*	*		
Пиявки: <i>Glossiphoniidae</i>		*	*	*	
Перловицы (<i>Unio</i> , <i>Crassiana</i>)		*	*	*	
Водные клопы		*	*	*	
Поденки: <i>Heptageiidae</i>		*	*	*	
Вислокрылка <i>Sialis</i>		*	*	*	
Мошки <i>Simuliidae</i>		*	*	*	
Ручейники: <i>Hydropsyche</i>			*	*	
Стрекозы: <i>Gomphidae</i>			*	*	
Пиявки: <i>Erpobdella</i>			*	*	
Горошинки и шаровки			*	*	
Водяной ослик <i>Asellus</i>			*	*	*
Трубочник (<i>Tubificidae</i>), в массе				*	*
Мотыль (<i>Chironomus</i>), в массе				*	*
Личинка мухи <i>Eristalis</i>				*	*
Индивидуальная классовая значимость таксона	20	6	5	7	20

Методика Пантле-Букка в модификации Сладчека

Для оценки качества вод также была применена методика Пантле-Букка в модификации Сладчека (Чертопруд, 2003) [14]. 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.

Расчёт индекса сапробности по методике Пантле-Букка в модификации Сладчека проводился по формуле: $s = \frac{\sum(sh)}{\sum h}$

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 по [14]:

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).

Результаты

Исследования проводились на озере Ореховое в июле 2022 г.г. на 7 ключевых станциях: 1). Стоянка рыбаков; 2). У протоки; 3). Напротив стоянки рыбаков; 4). Студенческий мост; 5). У лагеря (в месте расположения родника); 6). 200 метров на запад от лагеря; 7). Напротив лагеря. Расположение станций представлено в Приложении 2. Для каждой станции описывались характеристики растительности и отбирались гидробиологические пробы для определения класса качества воды методами биоиндикации (по С.Г. Николаеву, индексу Пантле – Букку, и индексу Пантле-Букка в модификации Сладчека).

Всего в 2022 году было обнаружено 51 вид беспозвоночных, относящихся к группе макрозообентоса (Рисунок 1). Из них моллюсков - 18 видов, кольчатых червей - 3 вида (все пиявки), прочие 30 вида относятся к членистоногим (Рисунок 2) Это ракообразные-2, паукообразные - 3, насекомые – 25 видов. Среди насекомых (Рисунок 3) мы обнаружили стрекозы – 7 видов, клопов - 4, ручейников -6, поденок – 2 вида, двукрылых -3, жуков - 3.

Рис. 1. Соотношение типов беспозвоночных, представителей макрозообентоса для озера Ореховое

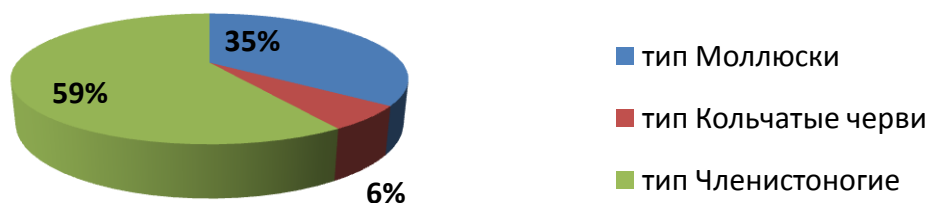


Рисунок 2. Соотношение классов типа Членистоногих по количеству видов для озера Ореховое (2022 г.)



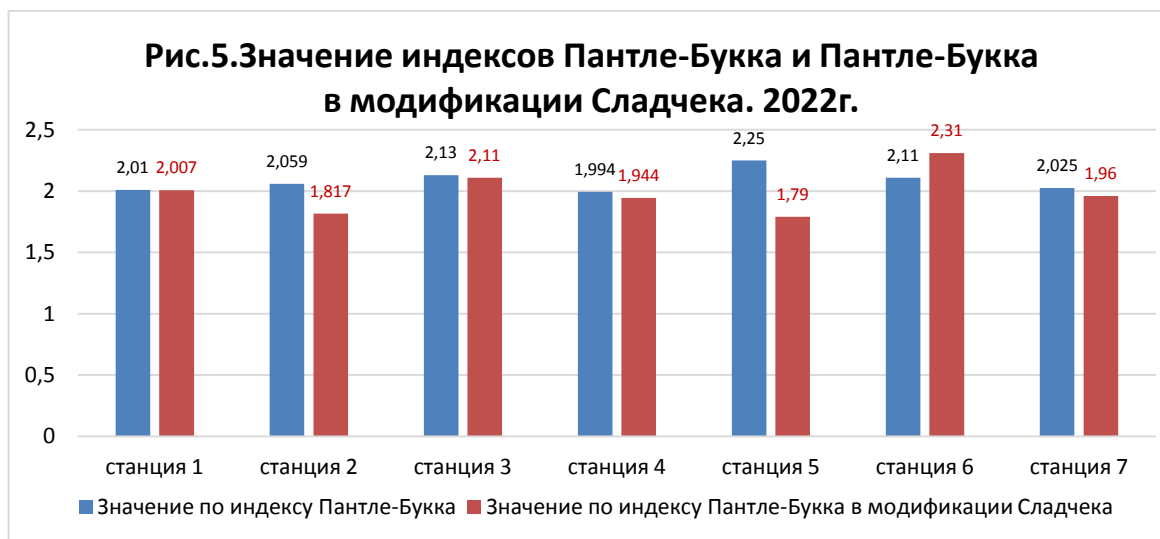
Рисунок 3. Соотношение отрядов класса Насекомые для озера Ореховое (2022 г.)



Анализ видового состава гидробионтов показывает, что население озера складывается из представителей как озерной, так и речной фауны, что обусловлено тем, что озеро имеет старичное происхождение и, кроме того, в некоторые годы во время высоких паводков сообщается с рекой Клязьмой. Присутствие ряда видов указывает на относительно высокое качество воды в исследуемом водоеме.

Анализ качества воды по С.Г. Николаеву

Индекс С.Г. Николаева, хотя и может применяться для пойменных озер, тем не менее, имеет и ряд недостатков, так как предназначен для рек с относительно быстрым течением. В целом вода озера в 2022 году по индексу С.Г. Николаева оказалась слабозагрязненной на всех станциях, кроме 7 (6 класс), но это не значит что макрозообентоса нет совсем, просто в пробе не было найдено видов индикаторов. Вода характеризуется как β -мезосапробная (Рисунок 4)

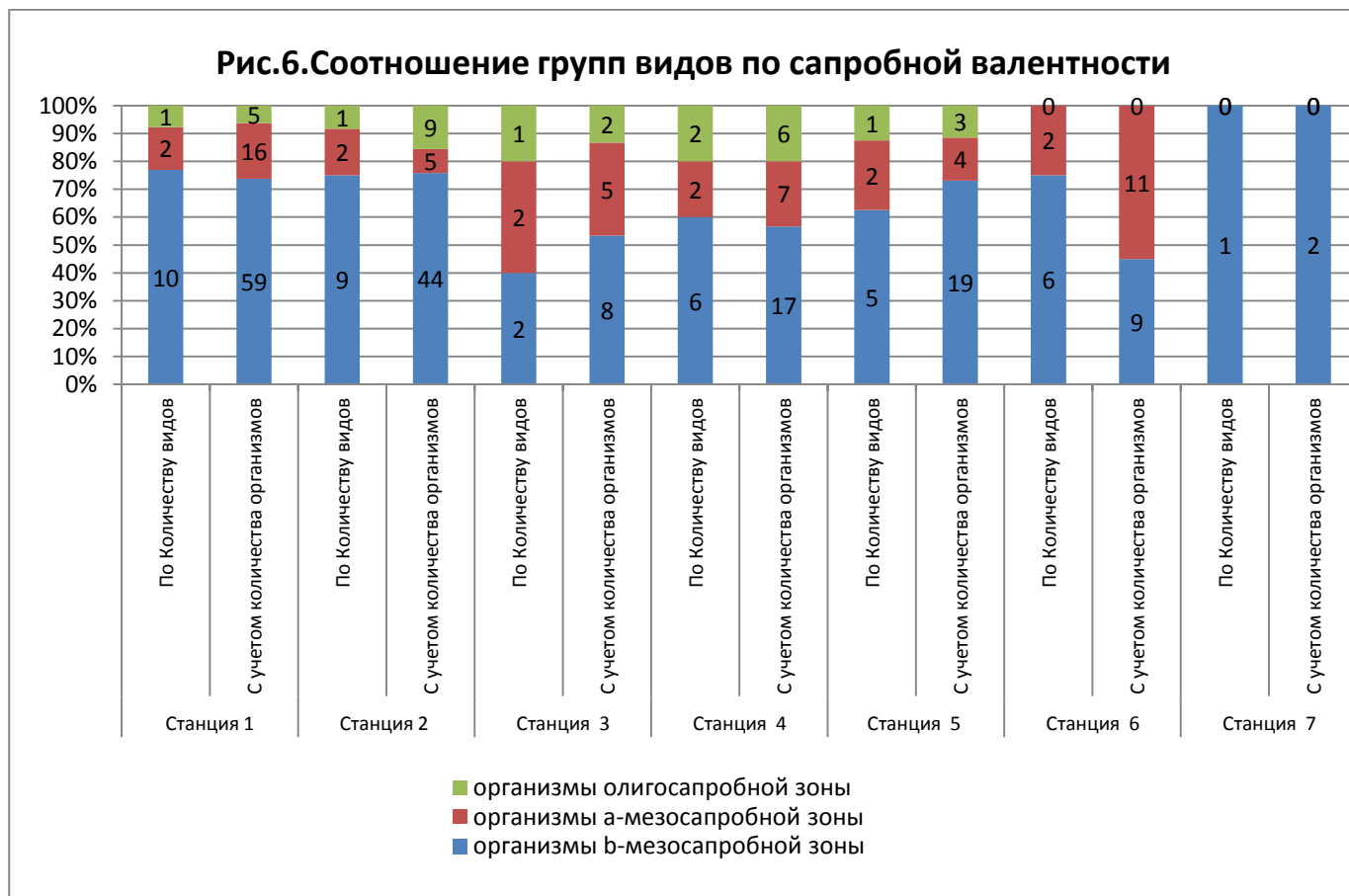


Таким образом, произведя анализ воды ключевых станций озера можно сделать вывод, что качество воды большинства станций оценивается как хорошее. В целом, озеро является β -мезосапробным. Фон сапробности, отмеченный для озера, является естественным для крупных пойменных озер полуоткрытого типа.

В 2022 г. мы провели количественный учет биоиндикаторных видов. Результаты по методикам Пантле-Букка и Пантле-Букка в модификации Сладчека. представлены на рисунке 5. В целом характеристика вод по обеим методикам является сходной, однако, ряд показателей с учетом количества индикаторных организмов для некоторых станций (№ 2, № 5, № 6) существенно отличается. Тем не менее из диаграммы (рис.5) видно, что значение индекса Пантле-Букка в модификации Сладчека характеризует воду как β -мезосапробную, т.е. удовлетворительной чистоты. Этот индекс основан на количественном показателе и дает более точный результат. Так для станций № 2 и №5 показатель с учетом этого индекса указывает на значительно лучшее качество вод и значительное содержание кислорода в придонном слое. Для станции № 6 складывается обратная закономерность, так как количество организмов, характерных для α -мезосапробной зоны здесь существенно выше. Это подтверждает и анализ соотношения групп организмов по сапробной валентности (рис.6).

Для большинства станций характерно наличие организмов-индикаторов олигосапробной зоны, что говорит о значительном содержании кислорода. Для всех станций с учетом численности организмов доминируют представители β -

мезосапробной зоны (рис.6). Исключение представляет станция № 6, где с учетом численности доминируют организмы α -мезосапробной зоны, что подтверждает сказанное выше.



Оценка динамики изменений проводилась с использованием программы «Биостатистика» (раздел «Линейная регрессия и корреляция»).

Показатель коэффициента корреляции по индексу Пантле-Букка в зависимости от порядкового номера года исследований за период с 2013 по 2020, 2022 гг. для большинства станций является положительным (+), то есть индекс Панте-Букка повышается, что говорит об ухудшении состояния и загрязнении воды (Рис.7). Исключение представляют станции 3 и 4, для которых качество вод остается относительно стабильным. Значимое ухудшение по индексу Пантле-Букка отмечено для станций №5 ($p < 0,05$) и №7 ($p < 0,01$). Для этих станций характерно увеличение толщины илового слоя и зарастание макрофитами. Не исключено, что ухудшение качества воды связано и с жаркими погодными условиями 2021 и 2022 гг. В то же время анализ аналогичных результатов по индексу Пантле-Букка в модификации Сладчека показывают улучшение качества воды в большинстве станций, кроме 3,4,6 станций (рис.8). Однако количественный анализ проводился нашими предшественниками лишь с 2019 года, а исследования в 2021 году не проводились, вследствие чего анализируемый период в данном случае составляет лишь 3 года.

Рис.7. Показатель коэффициента корреляции между порядковым номером года и показателем индекса Пантле-Букка (2010-2020, 2022гг.)

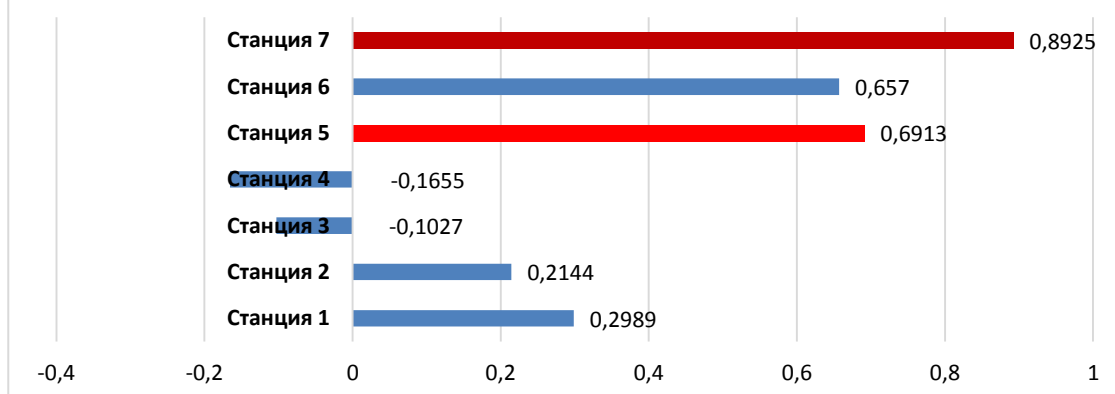
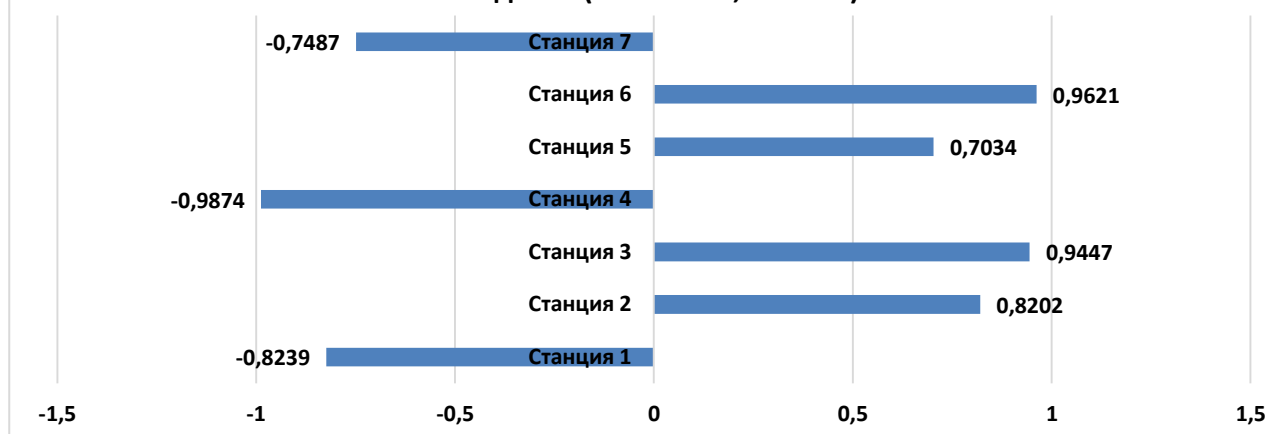


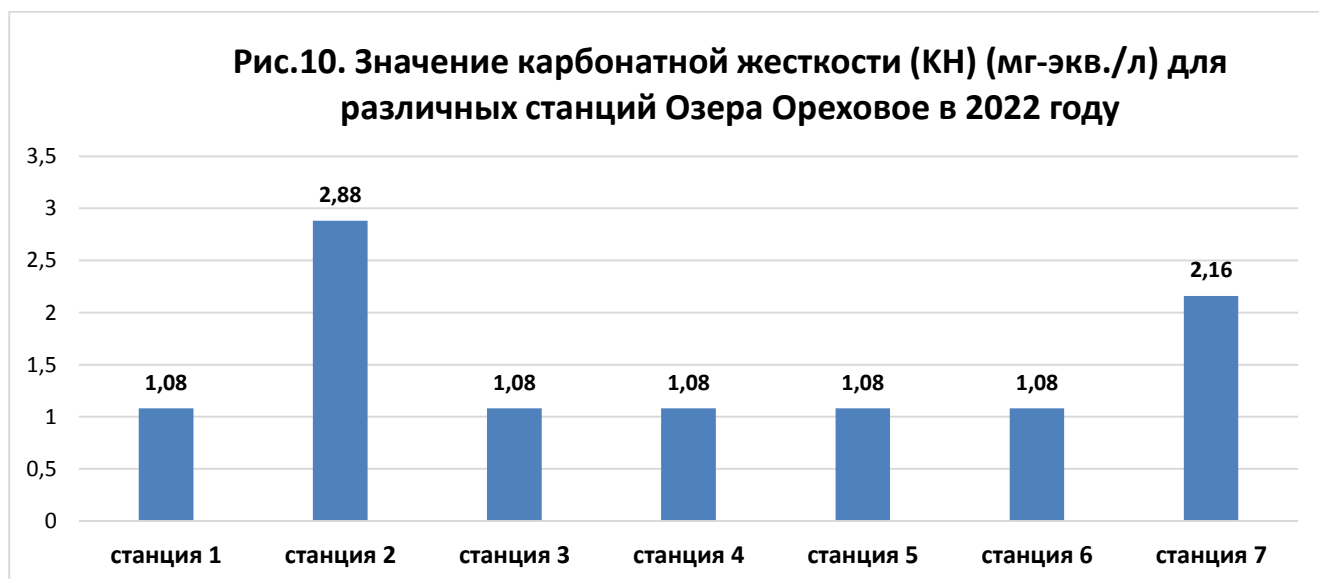
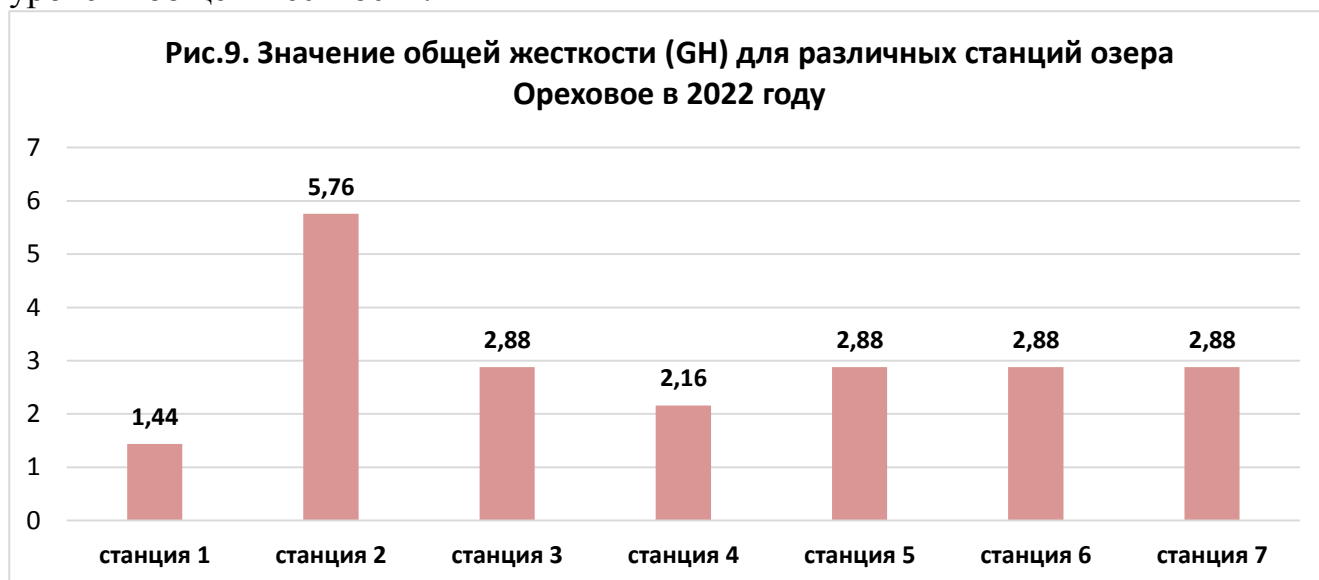
Рис.8. Показатель коэффициента корреляции между порядковым номером года и показателем индекса Пантле-Букка в модификации Сладчека (2019-2020, 2022 г.г.)



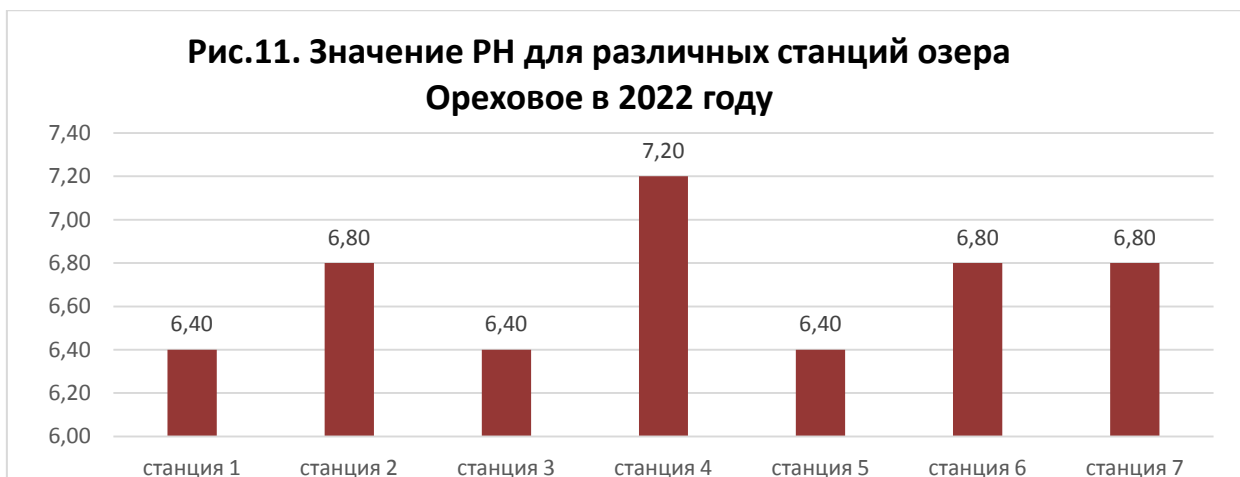
Так как индекс Пантле-Букка в модификации Сладчека является более точным, то можно сказать, что для большинства станций за период с 2019 по 2022 гг. качество воды ухудшилось, однако эти изменения не являются значимыми ($p < 0,05$). Улучшение качества воды отмечено для станций №1, № 4 и № 7, что связано как с уменьшением антропогенной нагрузки, так и с природными факторами.

Результаты химического экспресс-анализа

В 2022 г. воды всех станций можно отнести к водам средней жёсткости (рис. 9) (2-10 мг-экв./л), также как и значение карбонатной жесткости (рис.10). Ни для одной из станций не зафиксировано показателей, характерных для жесткой воды. Для ряда станций, где отмечены выходы родников (станция №2) повышается уровень общей жесткости.

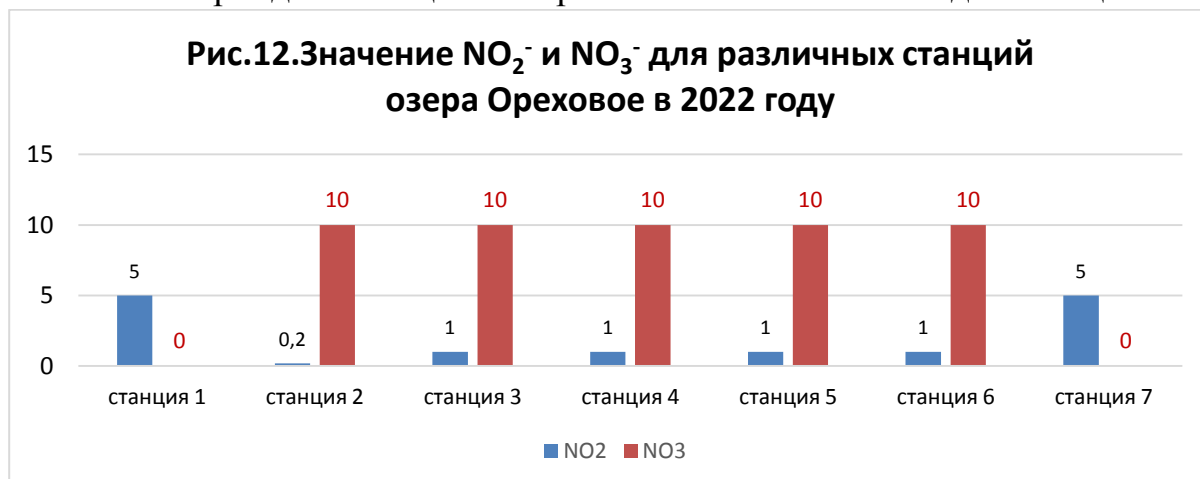


Показатель рН для всех створов (2022 гг.) находится в пределах, характерных для природных поверхностных водотоков (рис.11).



Содержание нитратов (NO_3^-) в водах всех станций (2022 гг.) находится в пределах нормы ПДК (40 мг/л) (рис.12).

Содержание нитритов (NO_2^-) для всех станций кроме станции № 2 несколько выше норм ПДК (0,8 мг/л), что обусловлено зарастанием акватории макрофитами и значительным поступлением органических веществ после окончания периода вегетации. Нитриты не отмечены лишь для станции № 7.



Заключение

Таким образом, проведя исследование и оценку качество воды можно сделать заключение, что вода в озере Ореховое является относительно чистой, слабо загрязненной, а состояние озера - удовлетворительное. В целом озеро является относительно чистым для пойменных озер, β -мезосапробным. Всё загрязнение водоема вызывается естественными причинами, так как в районе озера практически отсутствуют загрязнения антропогенного происхождения. Вода содержит значительное количество органических веществ, особенно на станциях, расположенных на южном берегу озера, который является топким. Дно в этих точках является сильно заиленным, имеется большое количество органических остатков. Таким образом, в озере в настоящее время проходят естественные изменения, связанные с зарастанием озера. Биоценоз озера достаточно устойчив.

Практическая значимость. Материалы работы переданы в ФГБУ «Национальный парк «Мещера» и администрацию заказника для составления «Летописи природы».

Рекомендации

В целях сохранения качества воды озера Ореховое на должном уровне необходимо ограничить его рекреационное использование (запретить проезд автомашин непосредственно на берега озера) и ограничить его использование в качестве туристического объекта. С целью сохранения и увеличения популяции водяного ореха следует проводить очистку ряда участков озера от телореза и кубышки, ужесточить контроль за рыбной ловлей на территории заказника, так как при выеме сетей происходит уничтожение части экземпляров чилима.

Выводы

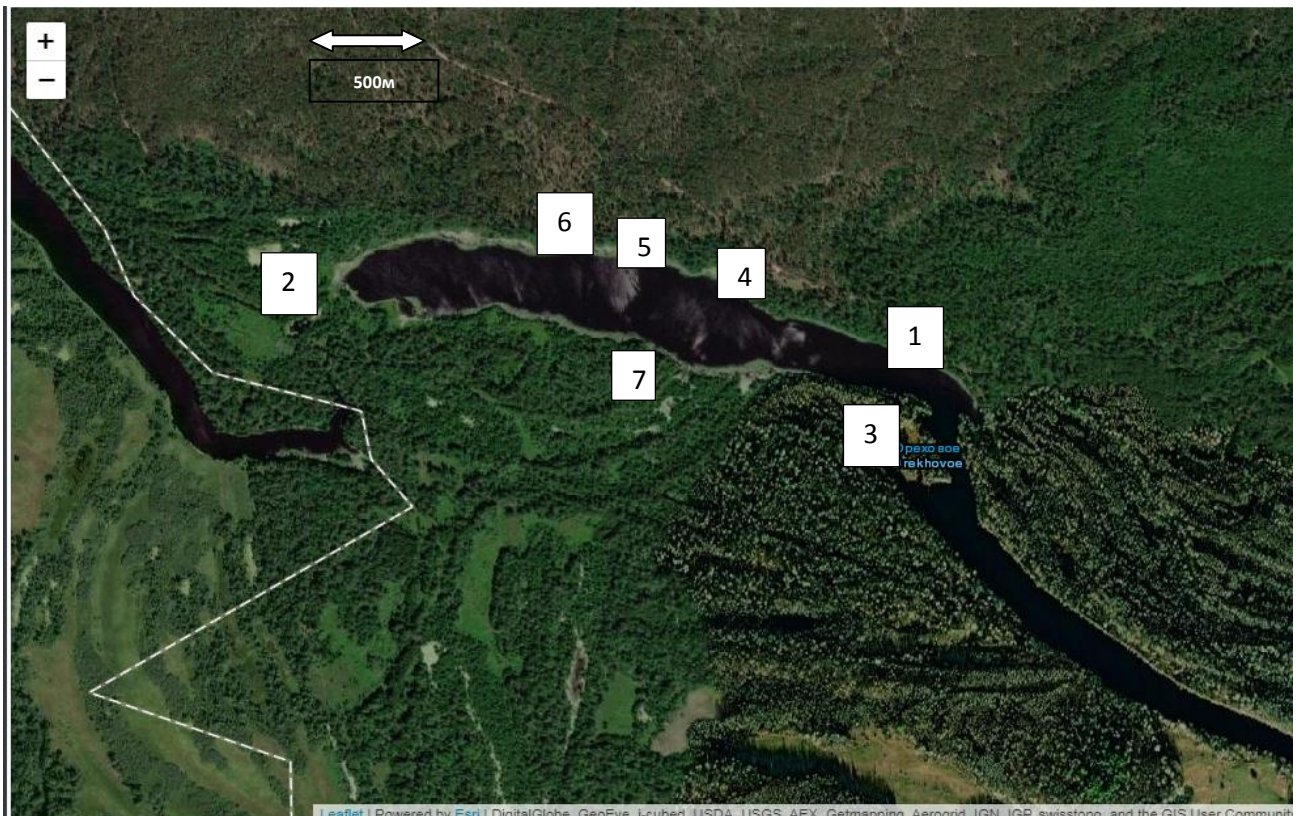
1. Видовой состав водных беспозвоночных (представителей макрозообентоса) озера Ореховое насчитывает 51 вид, среди которых встречаются представители озерной и речной фауны.

2. Вода озера Ореховое, оцененная по составу макрозообентоса, является относительно чистой, экологически полноценной, слабо загрязненной, β -мезосапробной, состояние озера - удовлетворительным. Все загрязнение имеет естественное происхождение, так как антропогенное загрязнение отсутствует.

3. Мониторинг качества воды за 2013-2022 годы показывает, что для ряда станций качество воды несколько ухудшилось, хотя в целом состояние можно оценить как стабильное. Фон сапробности, отмеченный для озера, является естественным для пойменных озер. Биоценоз озера достаточно устойчив.

Литература

1. Боголюбов А.С., Засько Д.Н. «Экосистема», 1999
2. Губанов И.А., Киселёва Т.А., Новиков, Тихомиров Определитель сосудистых растений центра европейской России, Москва 1995
3. Данилова Ю.А., Ляндзберг А.Р. Полевой определитель основных групп пресноводных беспозвоночных. Санкт-Петербург. 1999.
4. Муравьев А.Г. Пугал Н.А., Лаврова В.Н. Экологический практикум. Учебное пособие с комплектом карт-инструкций./ Под ред. к.х.н. А.Г. Муравьева – 4-е изд. - СПб: «Крисмас+», 2014.- 176 с. Ил
5. Муравьев А.Г., Данилова В.В., Осадчая Н.А., Исследование экологического состояния водных объектов. Под ред. к.х.н. А.Г.Муравьева. - СПб: «Крисмас+», 2012. 232 с.
6. Муравьев А.Г., Данилова В.В., Осадчая Н.А., Руководство по анализу воды. Питьевая и природная вода, почвенные вытяжки. Под ред. к.х.н. А.Г. Муравьева. – Изд. 2е, перераб. - СПб: «Крисмас+», 2012. – 264 с.
7. Муравьев А.Г., Пугал Н.А., Лаврова В.Н. Экологический практикум. Санкт-Петербург. Крисмас+. 2003.



1. Стоянка рыбака; 2. У протоки; 3. Напротив стоянки рыбака;
4. Студенческий мост; 5. У лагеря (в месте расположения родника);
6. 200 метров на запад от лагеря; 7. Напротив лагеря.

Приложение 3.

Список встреченных растений

Царство растений

Отдел мохообразные

Класс листостебельные мхи

Семейство фонтиналисовые

Род фонтиналис

Фонтиналис противопожарный

Отдел хвощеобразные

Класс хвощевидные

Семейство хвощовые

Род хвощ

Хвощ речной

Отдел папоротникообразные

Класс полиподиопсидны

Семейство кочедыжниковые

Род кочедыжник

Кочедыжник женский

Семейство телиптерисовые

Род телиптерис

Телиптерис болотный

Отдел цветковые

Класс однодольные

Семейство рогозовые

Род рогоз

Рогоз широколистный

Рогоз узколистый

Семейство ежеголовниковые

Род ежеголовник

Ежеголовник прямой

Ежеголовник простой

Семейство рдестовые

Род рдест

Рдест гребенчатый

Рдест курчавый

Рдест плавающий

Рдест пронзеннолистный
Рдест блестящий
Семейство наядовые
Род наяда
Наяда большая
Семейство частуховые
Род частуха
Частуха подорожниковая
Род стрелолист
Стрелолист обыкновенный
Семейство сусаковые
Род сусак
Сусак зонтичный
Семейство водокрасовые
Род элодея
Элодея канадская
Род телорез
Телорез обыкновенный
Род водокрас
Водокрас лягушачий
Семейство злаки
Род Тростник
Тростник обыкновенный
Семейство осоковые
Род осока
Осока пестрая
Осока черная
Осока пузырчатая
Осока желтая
Род камыш
Камыш озерный
Камыш лесной
Семейство ситниковые
Род ситник
Ситник болотный
Ситник жабий
Семейство рясковые
Род многокоренник
Многокоренник обыкновенный
Род ряска
Ряска трехдольная
Ряска маленькая

Класс двудольные
Семейство ивовые
Род ива
Ива козья
Ива трехтычинковая
Семейство кувшинковые
Род кувшинка
Кувшинка белоснежная
Род кубышка
Кубышка желтая
Семейство роголистниковые
Род роголистник
Роголистник погруженный
Семейство рогульниковые
Рогульник водяной или чилим
Семейство розоцветные
Род сабельник
Сабельник болотный
Семейство зонтичные
Род поручейник
Поручейник широколистный
Род омежник
Омежник водный
Семейство сложноцветные
Род череда
Черда трехраздельная

Описание воды, дна и растительности станций озера Ореховое.

№ станции	Глубина	Цвет воды	Грунт	Берег	Растительность
1	50см	буроватый	песок и ил	песчаный	Кубышка желтая, водокрас лягушачий, осока, реччилия плавающая, телорез, многокоренник, стрелолист
2	75см	желтоватый	песок и ил	песчаный	Кубышка желтая, телорез алоэвидный, осока, реччилия плавающая, частуха подорожниковая, стрелолист
3	120 см	буроватый	ил	торф и ил	Кубышка желтая, телорез, чилим, рдест плавающий, реччилия плавающая, многокоренник, рдест нитчатый, рогоз, ирис, элодея канадская, водокрас лягушачий, осока, стрелолист
4	70 см	буроватый	песок и ил	песчаный	Кубышка желтая, водокрас лягушачий, многокоренник, осока, реччилия плавающая, рдест курчавый, элодея канадская
5	90 см	буроватый	песок и ил	песчаный	Кубышка желтая, осока, многокоренник, телорез, рогоз, камыш
6	150 см	буроватый	песок и ил	песчаный	Кубышка желтая, телорез, стрелолист, элодея канадская, реччилия плавающая
7	100 см	зеленовато- бурый	песок и ил	песчаный	Кубышка желтая, многокоренник, телорез, осока, реччилия плавающая

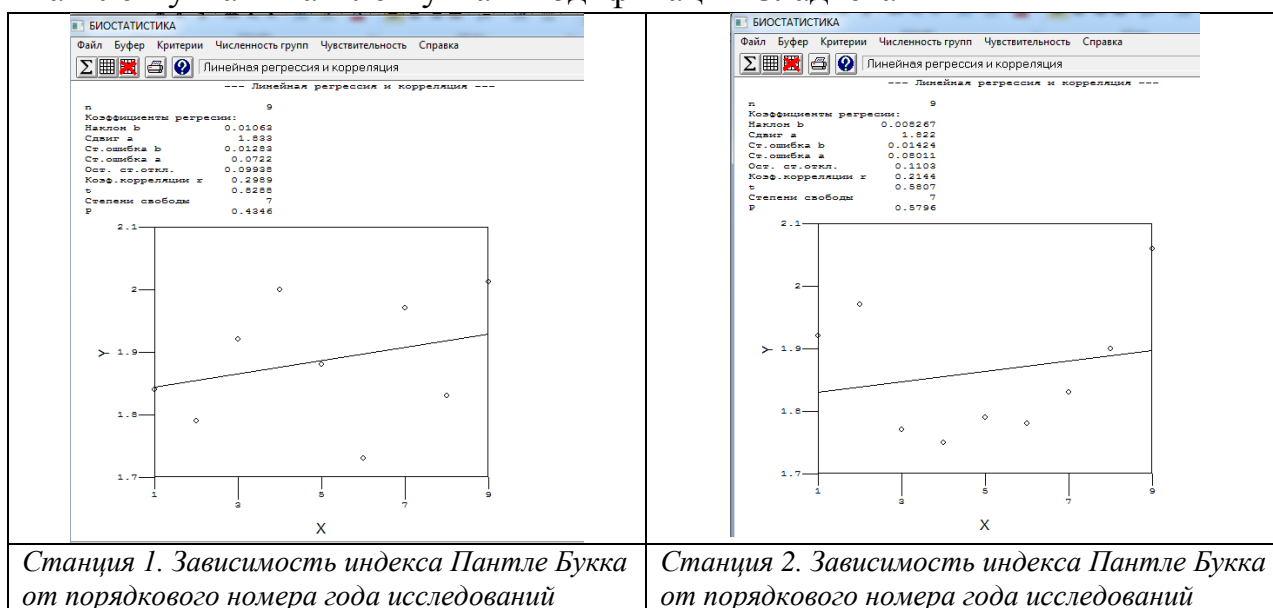
Список видов беспозвоночных, представителей группы макрозообентоса, обнаруженных в оз. Ореховое 2013-2022 г.

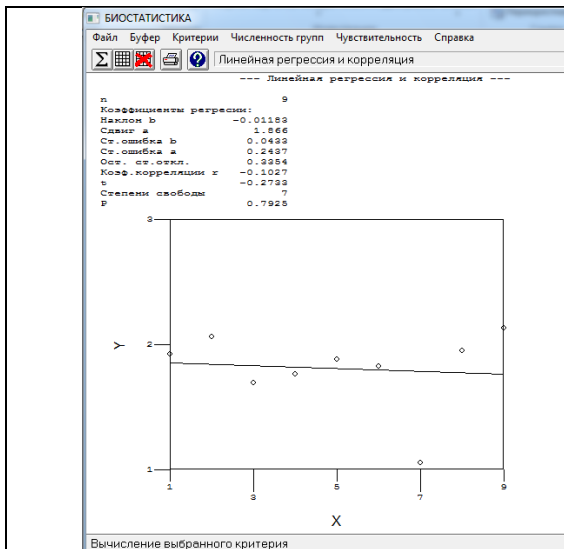
- Тип Моллюски (Molluska)
 Класс Брюхоногие (Gastropoda)
 Отряд Легочные моллюски (Pulmonata)
 Семейство Катушки (Planorbidae)
 Род катушка (Anisus)
 1) Катушка завиток (*Anisus vortex* Linne)
 Род катушка (Planorbis)
 1) Катушка роговая (*Planorbis corneus* Linne)
 2) Катушка сплюснутая (*Planorbis complanatus*)
 Семейство Прудовики (Limnaeidae)
 Род Прудовики (Limnaea)
 1) Прудовик обыкновенный (*Limnaea stagnalis* Linne)
 2) Прудовик ушковый (*Limnaea aureicularia* Linne)
 Отряд Переднежаберные (Prosobranchia)
 Семейство Живородки (Viviparidae)
 Род Живородки (Viviparus)
 1) Лужанка живородящая (*Viviparus contectus* Millet)
 Семейство Битинии (Bithiniidae)
 Род Битиния (Bithinia)
 1) Битиния Щупальцевая (*Bithinia tentaculata* Linne)
 2) Битиния Личи (*Bithinia leachi* Sheppard)
 Семейство Затворки (Valvatidae)
 Род Затворка (Valvata)
 1) Затворка макростома (*Valvata macrostoma* Pfeiffer)
 2) Затворка (*Valvata piscinalis*)
 Семейство Чашечки (Ancyliidae)
 Род Чашечка (Ancylus)
 1) Чашечка озерная (*Ancylus lacustris*)
 Класс Пластинчатожаберные (Lamellibranchiata)
 Род Anodonta
 Семейство Шаровки (Sphaeriidae)
 1) Шаровка роговая (*Sphaerium corntum*)
 Семейство Горошинки (Pisidiidae)
 1) Горошинка sp. (*Pisidium* sp.)
 Тип кольчатые черви (Nemethellmintes)
 Класс пиявки (Glassiphonia)
 Отряд Хоботные (Rhynchobdellae)
 Семейство Плоские Пиявки (Glassiphonidae)

1) Улитковая пиявка (*Glossiphonia complanata* L.)
Отряд Челюстные пиявки (*Gnathobdellae*)
Семейство *Hirudinidae*
1) Малая ложноконская пиявка (*Ergobdella octoculata* L.)
Семейство Рыбьи пиявки (*Piscicolidae*)
1) Рыбья пиявка (*Piscicola geometra* Linne)
Тип Членистоногие
Класс Ракообразные (*Crustacea*)
Отряд Равноногие (*Isopoda*)
Род *Asellus*
1) Водяной ослик (*Asellus Aquaticus* Linne)
Класс Паукообразные
Отряд Пауки (*Arachneina*)
Род *Argyroneta*
1) Серебрянка (*Argyroneta aquatica*)
Род *Dolomedes*
1) Каемчатый Охотник (*Dolomedes fimbriatus*)
Отряд Клещи
1) *Hydrocarina* sp.
Класс Насекомые (*Insecta*)
Отряд Стрекозы (*Odonata*)
Семейство Стрелки (*Coenagrionidae*)
1) Стрелка sp. (*Erythromma najas*)
Семейство Бабки (*Corduliidae*)
1) Бабка (*Cordulia aenea* L.)
Семейство Коромысла (*Aeschnidae*)
1) *Aeschna juncea*
Семейство Лютки (*Lestinae*)
Род Лютка (*Lestes*)
1) Лютка sp. (*Sympsecta fassa*)
Отряд Поденки (*Ephemeroptera*)
Семейство *Caenidae*
1) поденка (*Caenis macrura*)
Семейство *Siphonuridae*
1) Поденка роющая (*Siphonurus lacustris*)
Отряд Клопы (*Hemiptera*)
Семейство Водяные Скорпионы (*Nepidae*)
1) Водяной скорпион (*Nepa cinerea* L.)
2) Ранатра (*Ranatra* sp.)
Семейство Плавты (*Naucoridae*)
1) Плавт обыкновенный (*Plyocoris simicoides* L.)
Семейство Водомерки (*Gerridae*)

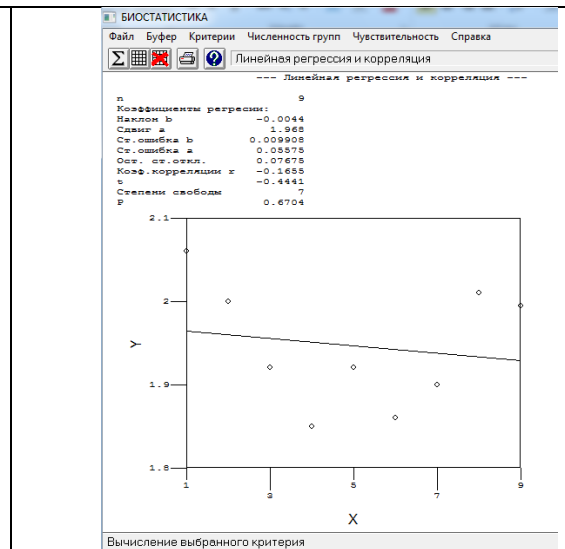
- 1) Водомерка обыкновенная (Gerris sp.)
- Отряд Ручейники (Gerridae)
- Семейство Limnophilidae
- 1) Ручейник Ромбический (Limnophilus rhombicus Linne)
- 2) Ручейник Моховик (Limnophilus stigmaL.)
- 3) Ручейник Трехгранный (Limnophilus nigriceps Zetterstedt)
- 4) Ручейник Колчанка (Limnophilus vitatus Fabricius)
- Семейство Ручейники плетущиеся (Polycentropodidae)
- 1) Анаболия (Anabolia Steph.)
- Семейство Molannidae
- 1) Ручейник Щитконосец (Molanna Curtis)
- Отряд Двукрылые (Diptera)
- Семейство звонцы (Chironomidae)
- 1) Мотыль (Chironomus sp.)
- Семейство настоящие комары Culicidae
- 1) Culex sp.
- Семейство Огневки (Pyralididae)
- 1) Огневка (Elophila nymphaeata)
- Отряд Жесткокрылые (Coleoptera)
- Семейство Плавунцы (Dytiscidae)
- 1) Плавунец окаймленный (Dytiscus sp.)
- 2) Пеструшка (Hydrotus sp.)
- 3) Водолюб большой (Hydrophilus piceus)

Приложение 7. Статистическая обработка динамики изменения индексов Пантле-Букка и Пантле-Букка в модификации Сладчека

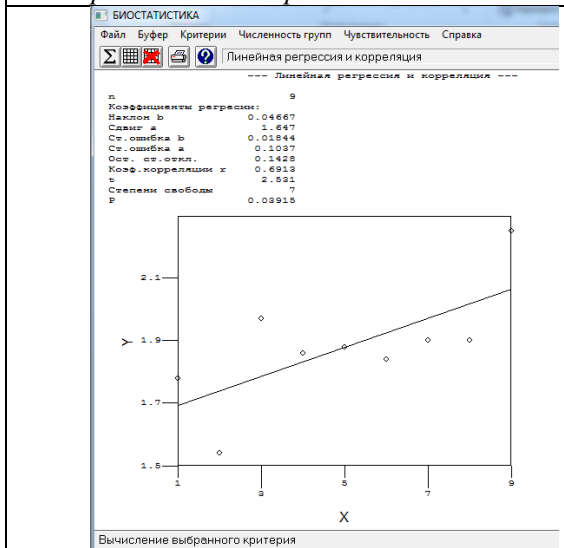




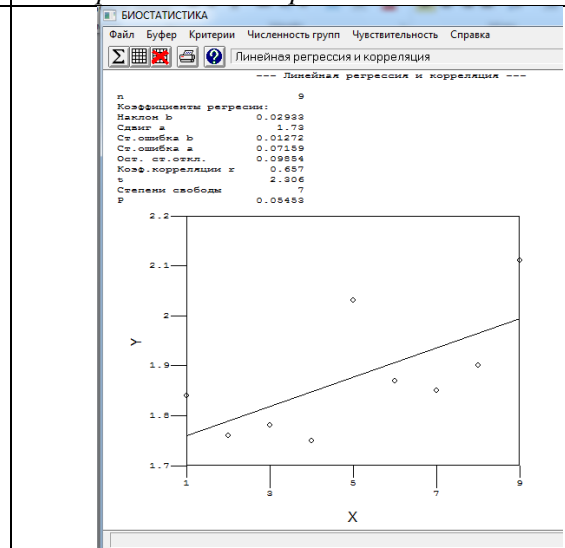
Станция 3. Зависимость индекса Пантле Букка от порядкового номера года исследований



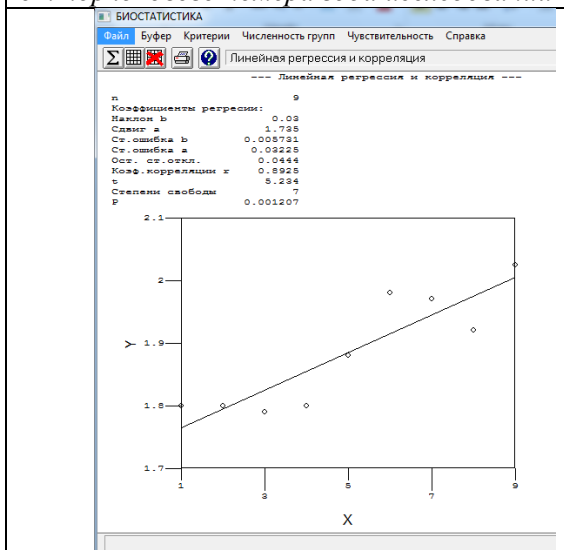
Станция 4. Зависимость индекса Пантле Букка от порядкового номера года исследований



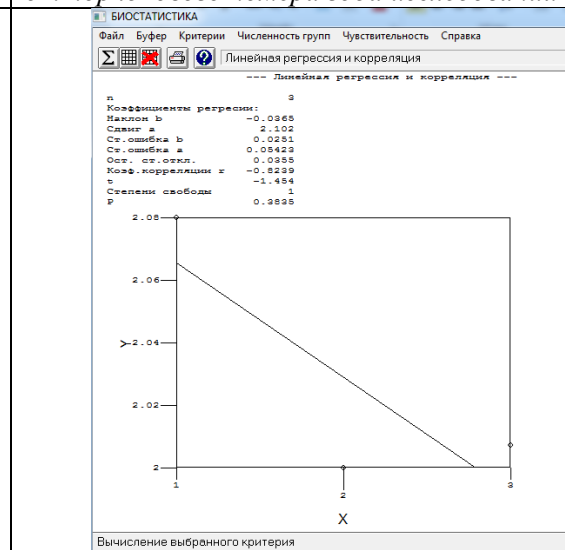
Станция 5. Зависимость индекса Пантле Букка от порядкового номера года исследований



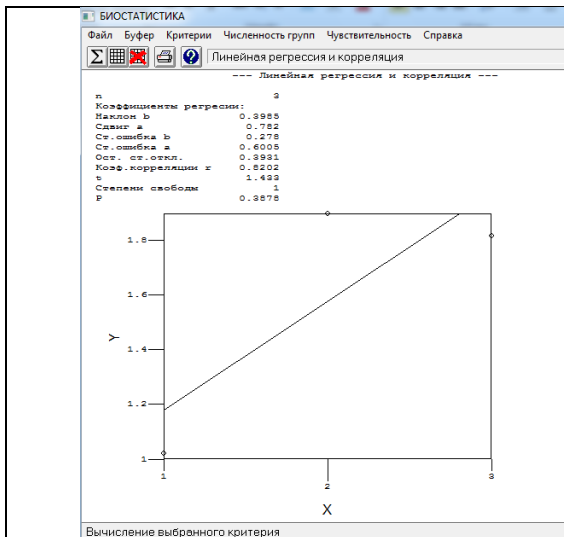
Станция 6. Зависимость индекса Пантле Букка от порядкового номера года исследований



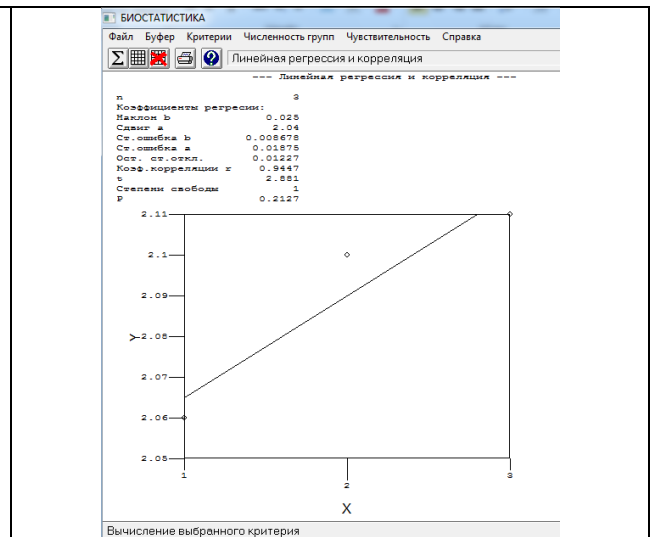
Станция 7. Зависимость индекса Пантле Букка от порядкового номера года исследований



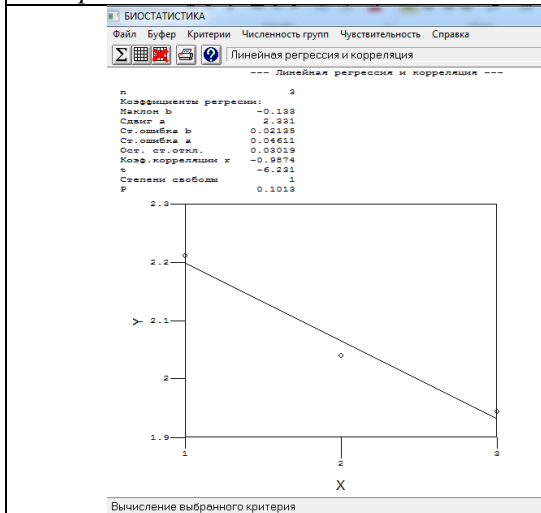
Станция 1. Зависимость индекса Пантле Букка в модификации Сладчека от порядкового номера года исследований



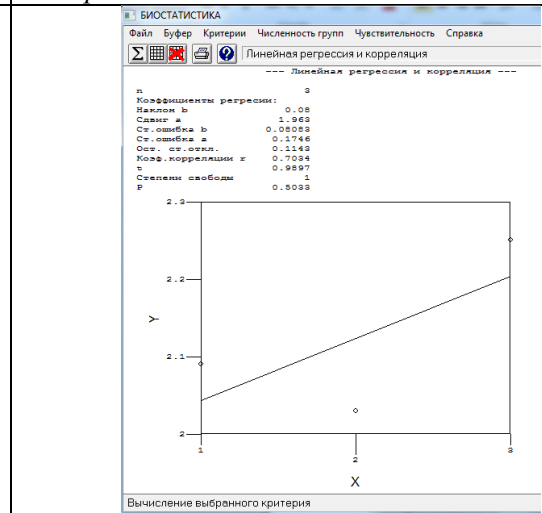
Станция 2. Зависимость индекса Пантле Букка в модификации Сладчека от порядкового номера года исследований



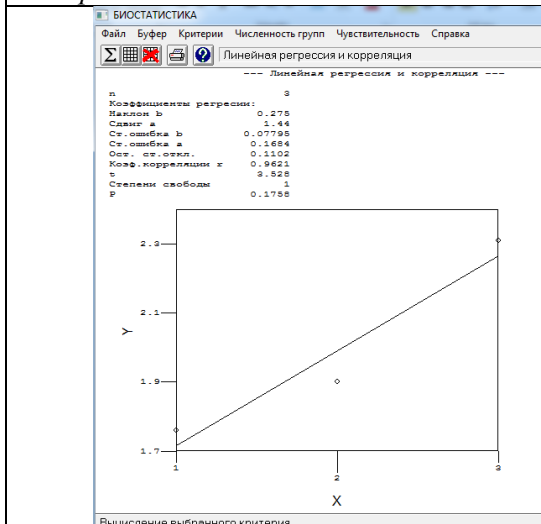
Станция 3. Зависимость индекса Пантле Букка в модификации Сладчека от порядкового номера года исследований



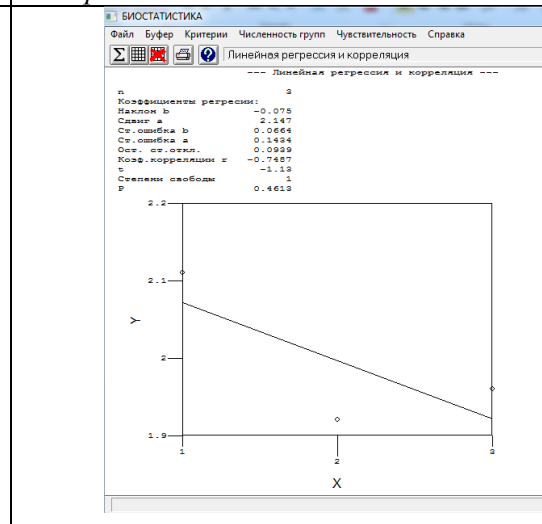
Станция 4. Зависимость индекса Пантле Букка в модификации Сладчека от порядкового номера года исследований



Станция 5. Зависимость индекса Пантле Букка в модификации Сладчека от порядкового номера года исследований



Станция 6. Зависимость индекса Пантле Букка в модификации Сладчека от порядкового номера года исследований



Станция 7. Зависимость индекса Пантле Букка в модификации Сладчека от порядкового номера года исследований

Приложение 8. Сравнительная таблица индексов по станциям 2010-2020 гг., 2022 г.

Год/индекс/станция	Станция № 1	Станция № 2	Станция № 3	Станция № 4	Станция № 5	Станция № 6	Станция № 7
Индекс С.Г. Николаева							
2013	4	4	4	4	4	4	4
2014	4	4	4	4	4	4	4
2015	4	4	4	4	4	4	4
2016	4	3	4	4	4	3	3
2017	4	4	4	4	4	4	4
2018	3	3	4	4	4	3	4
2019	4	4	4	4	4	4	4
2020	3	4	4	4	4	4	4
2022*	3	3	2	3	2	5	6
Индекс Пантле-Букку							
2013	1,84	1,92	1,92	2,06	1,78	1,84	1,8
2014	1,79	1,97	2,06	2,0	1,54	1,76	1,8
2015	1,92	1,77	1,69	1,92	1,97	1,78	1,79
2016	2,0	1,75	1,76	1,85	1,86	1,75	1,8
2017	1,88	1,79	1,88	1,92	1,88	2,03	1,88
2018	1,73	1,78	1,82	1,86	1,84	1,87	1,89
2019	1,97	1,83	1,95	1,9	1,9	1,85	1,97
2020	1,83	1,9	1,95	2,01	1,9	1,9	1,92
2022*	2,012	2,059	2,13	1,994	2,25	2,11	2,025
Индекс Пантле-Букку в модификации Сладчека							
2019	2,08	1,02	2,06	2,21	2,09	1,76	2,11
2020	2,0	1,9	2,1	2,04	2,03	1,9	1,92
2022*	2,007	1,817	2,11	1,944	1,79	2,31	1,96

*2022 г. – наши данные

2013-2020 гг. – данные, предоставленные руководителем работы