

**Муниципальное автономное общеобразовательное учреждение
«Средняя школа №152 имени А.Д. Березина»
Красноярский край, г. Красноярск, Советский район
Открытая эколого-биологическая школа-центр «Фламинго»**

Направление: Зоология и экология беспозвоночных животных

**Тема: Видовой состав зообентоса залива Точильный Красноярского
водохранилища: к вопросу оценки кормовой базы ихтиофауны**

**Автор: Жигалина Арина Дмитриевна
11 класс**

**Научный руководитель: Чипура Светлана Вячеславовна
МАУ «Парк флоры и фауны «Роев ручей»**

ВВЕДЕНИЕ

Актуальность исследования:

Водохранилища, как искусственные водные экосистемы с неустойчивым режимом, сочетанием условий озера и реки, в первую очередь подлежат организации на них мониторинговых наблюдений за формированием и функционированием экосистем

Зообентос – совокупность животных организмов, обитающих на дне или в грунте водоемов. Он является одним из важнейших элементов экосистем континентальных водоемов. Таксономический состав зообентоса многообразен. По размерному признаку различают нано-, микро-, мезо-, мейо- и макробентос. Для точной идентификации некоторых таксонов зообентоса используются специальные методики.

Зообентос отличается стабильной локализацией на определенных местах обитания в течение длительного времени, поэтому он является удобным объектом мониторинга водных экосистем.

Актуальность изучения зообентоса определяется тем, что донные беспозвоночные и их сообщества являются важнейшим фактором, влияющим на размерные характеристики популяции ихтиофауны водоёмов. Биологические показатели позволяют определить экологическое состояние и трофический статус водных объектов, оценить качество поверхностных вод как среды обитания организмов.

Объект исследования: Зообентос залива Точильный Красноярского водохранилища.

Цель: Комплексное эколого-биологическое изучение таксономического состава зообентоса как потенциальной кормовой базы ихтиофауны залива Точильный Красноярского водохранилища.

Задачи:

1. обзор литературы по биологическим сообществам беспозвоночных;
2. сбор и обработка первичного полевого материала и определение видового состава зообентоса;
3. сравнительный анализ данных по видовому составу в литературных источниках с полевыми материалами;
4. общая оценка состава организмов зообентоса как потенциальной кормовой базы ихтиофауны залива Точильный.

2. ОБЗОР ЛИТЕРАТУРЫ

2.1. Физико-географическая характеристика Красноярского водохранилища и залива Точильный.

Красноярское водохранилище – искусственный водоем многоцелевого назначения, созданный путем сооружения плотины в среднем течении р. Енисея в феврале 1967 г. Расположено т.н. Красноярское море на территории Красноярского края и Республики Хакасия.

Данное водохранилище предгорное, долинного типа, площадь его водосбора в створе гидроузла составляет 289 тыс. км², из которых акватория водохранилища занимает 2 тыс. км². Длина водохранилища, вытянутого в меридиональном направлении, составляет 350-470 км, средняя ширина – 5,8 км, максимальная – 15 км, средняя глубина – 36,7 м, максимальная (у плотины) – 105 м.

Термический режим Красноярского водохранилища определен географическим положением и морфогидрологическими особенностями.

Общая протяженность береговой зоны составляет порядка 1560 км. Правый берег водохранилища наиболее изрезан, холмистый, местами скалистый, сложен преимущественно рыхлыми породами, в балках покрыт лиственным лесом, а по склонам пашнями и лугами. Левый берег сравнительно невысокий, с небольшими возвышенностями и пологими склонами, покрытыми пашнями и лугами: в глубине берег, поросший преимущественно хвойным лесом.

2.2 Характеристика биологических сообществ Красноярского водохранилища

Высшая водная растительность. В период с 1978 по 2005 г. в водохранилище зарегистрирован 31 вид растений, среди них 29 видов из отдела покрытосеменные и по одному виду из отделов хвощевидные и моховидные. Все представленные виды характерны для водоемов лесостепной и степной зоны умеренного климата. Как правило, это широко распространенные водные и прибрежно-водные растения [5].

Фитопланктон. По подсчетам, в общей сложности, в водах Красноярского водохранилища обитают 244 вида фитопланктона: из них зеленые водоросли 39,29%, диатомовые 35,71%, сине-зеленые водоросли 13,09%. Первые годы заполнения (1971–1975) характеризовались относительно стабильным видовым разнообразием и составляли порядка 160 – 180 видов, постепенно происходило заселение озерных видов, что привело к увеличению видового разнообразия. В настоящее время фоновыми видами фитопланктона в Красноярском водохранилище считают около 30 видов [15].

Зоопланктон. Разнообразие зоопланктона в водоеме представлено 99 видами и формами (в том числе коловраток – 41, ветвистоусых раков – 38, веслоногих раков – 20).

В первые годы затопления водохранилище характеризовалось резким увеличением видового разнообразия. В процессе формирования экосистемы был сформирован ряд комплексов, характеризующихся собственным набором доминирующих видов: пресноводные коловратки, босмины, рачки, *циклопы*. Однако с увеличением возраста водохранилища происходило упрощение видовой структуры зоопланктонного комплекса [5].

Ихтиофауна. До зарегулирования реки Енисей ихтиофауна на территории будущего водохранилища составляла 28 видов рыб и один вид бесчелюстных [15]. В этот период участок характеризовался преобладанием ельца.

По типу питания основу составляли бентофаги (71%), полифаги (14%), хищники (15%). В начальный период функционирования ГЭС (с 1969 по 1970 годы)

водоем характеризовался как окунево–щучий, в последующие годы численность щуки сокращалась.

Уже в 1971 – 1972 гг. водохранилище относилось к окунево–плотвичному и плотвичному типам. К 1980-му году значительно возросла численность акклиматизированного в водохранилище леща, он приобрел статус второго по численности вида, соответственно водоем характеризовался как окунево–лещево–плотвичный.

Сейчас Красноярское водохранилище относится к окунево–плотвично–лещевому типу [14]. Основной вид зоны зарегулирования – елец [5].

Доминирующее положение в ихтиофауне водохранилища заняли окунь, плотва сибирская, лещ восточный, вселенный в соответствие с планом акклиматизационных работ [15].

Менее распространены щука, сазан, карась обыкновенный, налим, язь, пелядь, обыкновенный голяк. Многие ценные рыбы – осетр сибирский, сиг-пыжьян, нельма, ранее обитавшие на этом участке, больше здесь не обитают [3].

2.3 Биологическая характеристика зообентосных сообществ Красноярского водохранилища

В составе макрозообентоса Красноярского водохранилища (1971-2005) было отмечено 244 вида беспозвоночных. По видовому разнообразию доминирующее положение занимают хирономиды – 123 вида, олигохеты – 38 видов, среди прочих насекомых поденки – 20 и ручейники – 15, моллюски – 15 видов, также встречаются планарии, нематоды, жуки, тихоходки и клещи, в сумме составляющие 33 вида [5].

Заселенность донными беспозвоночными снижается в акватории по оси от верховий к плотине ГЭС. Плотность населения наиболее велика в пределах 25-50 метров. В пределах верхней литорали – от уреза воды до глубины 4-5 м преобладают амфиподы и личинки тендипедид и, в меньшей степени, личинки веснянок, поденок, ручейников.

Максимальная численность бентосных организмов наблюдается в конце лета – начале осени, максимальная биомасса, как правило, в весенний период [5].

В 2001-2005 гг. (31-35 года функционирования Красноярского водохранилища) в видовом составе зообентоса зарегистрировано 74 вида беспозвоночных животных, относящихся к семи классам (Insecta – 54, Oligochaeta – 9, Gastropoda – 5, Crustacea – 3, Arachnida – 1, Nematoda – 1, Turbellaria – 1). Фаунистическое разнообразие сообществ бентоса включало, в основном, личинок хирономид – от 14 до 31 вида (56-67%). Олигохет отмечалось 3-6 видов (10-13%).

В целом бентофауна Красноярского водохранилища имела хирономидно-олигохетный характер. В верховье водохранилища зарегистрировано максимальное видовое разнообразие донного сообщества (69 видов), что обусловлено небольшими глубинами (1,0 - 25,0 м) водоема и наличием здесь практически всех типов грунтов - галька, песок, ил, детрит, высшая растительность.

Основу бентофауны определяли личинки хирономид (0,34 тыс. экз/м²; 0,25 г/м²), с преобладанием β-мезосапробов *Cryptochironomus defectus*, *Polypedilum*

convictum, *P. scalaenum*. В составе олигохет (0,18 тыс. экз/м²; 0,20 г/м²) доминировала *Limnodrilus hoffmeisteri* [15].

3. МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

Исследование донного сообщества Красноярского водохранилища осуществлялось в заливе Точильный в районе пос. Приморск Балахтинского района Красноярского края. Отбор проб производился на трёх станциях с 7 по 9 июня 2021 г. под руководством научных сотрудников НИИ экологии рыбохозяйственных водоемов. Всего было отобрано 9 проб (Приложение 1).

Пробы макробеспозвоночных отбирали стандартными гидробиологическими методами [1; 2]. Сбор материала производился в дневное время при помощи ковшового дночерпателя Петерсена (площадь захвата 1/40 м²) с катера в трех повторностях. Пробы промывали в водоёме сразу после отбора через капроновый газ с размером ячеек 350 x 350 мкм. Выбирали животных и фиксировали их 70 % этиловым спиртом (рис.2,3). В лабораторных условиях определяли таксономическую принадлежность зообентоса, уточняя до отряда или рода под бинокулярным стереомикроскопом, используя просветляющую жидкость (аммиак, глицерин 1/1), считали и взвешивали животных на торсионных весах ВТ–500.

Для фаунистического анализа зообентоса использовались следующие определители: «Определитель пресноводных беспозвоночных Европейской части СССР» [10], «Личинки и куколки комаров подсемейства Chironominae фауны СССР (Diptera, Chironomidae=Tendipedidae)» [12], «Личинки и куколки комаров подсемейства Orthocladinae фауны СССР (Diptera, Chironomidae=Tendipedidae)» [13], «Определитель пресноводных беспозвоночных России и сопредельных территорий» [17; 18],

Статистическая обработка данных проведена с использованием пакета программ Microsoft Office и R3.5.2.

4. РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЯ

Исследовано 9 проб зообентоса на различных глубинах и областях забора проб. Глубина, характер грунта и температура воды во время отбора проб представлены в таблице 1.

Температура воды залива Точильный Красноярского водохранилища на 08.06.2021 г:

на поверхности воды – +15,4°C

на глубине 10 метров – +5.2°C

Была составлена характеристика таксономического состава зообентоса залива Точильный Красноярского водохранилища (таб.2), вычислены средние значения величин численности и биомассы отдельных групп зообентоса (таб.3) и зообентоса всех групп вместе (таб.4).

В составе донных беспозвоночных залива Точильный за исследованный период зарегистрировано 10 таксонов зообентоса (Таблица 2), хирономиды (тип

Arthropoda) - 7 видов, мокрецы (отр. Diptera) - 1 вид, малощетинковые черви (кл. Oligochaeta) - 2 вида.

Наибольшее видовое разнообразие донных беспозвоночных наблюдалось на участке в середине залива с глубиной 13 метров, в состав входило 8 компонентов зообентоса. Равномерным распределением обладали участки левого и правого берега залива с глубинами 4-5 метров, в состав которых входит по 4 компонента зообентоса, но не совсем идентичных по таксономии.

Максимальная величина биомассы зарегистрирована на станции в середине залива в видовом составе у хирономид $0,17 \text{ г/м}^2$ что связано с большой численностью на 1м^2 и благоприятным местом обитания для них.

Среди всех станций отбора проб самой большой по биомассе оказалась середина залива Точильный и составила $0,65 \text{ г/м}^2$ биомассы, что связано с большей численностью экземпляров зообентоса на 1м^2 превышающий в 5-6 раз численность зообентоса на станциях отбора правого и левого берега

5. ВЫВОДЫ

1. В составе зообентоса залива Точильный Красноярского водохранилища было определено 10 видов из 3 таксономических групп: хирономиды, олигохеты и мокрецы. Так же были отмечены пустые раковины брюхоногих моллюсков семейств Valvatidae, Planorbidae, Lymnaeidae и личинка насекомого Pteronide. Наибольшее видовое богатство представлено в семействе Chironomidae – 7 видов. В классе Oligochaeta отмечено 2 вида, в семействе Ceratopogonidae – 1 вид (табл.2).

2. Видовое богатство по трём станциям относительно варьировало от 4 до 8 видов. На всех станциях отбора проб в заливе Точильный определены Polypedilum nubeculosum и Procladius ferrugineus (табл.2).

3. Среднее значение численности и биомассы зообентоса в исследуемом районе составило 271 экз./м^2 и $0,28 \text{ г/м}^2$ соответственно (табл.4).

4. На всех станциях залива Точильный Красноярского водохранилища доминировали хирономиды по численности (87% от общей численности) и биомассе (78% от общей биомассы). Доминантом по численности на левом берегу, середине и правом берегу были хирономиды (60%, 92% и 71% от общей численности соответственно). Доминантом по биомассе в середине были хирономиды (88% от общей биомассы). На правом берегу биомасса хирономид и олигохет была одинакова. Доминантом среди хирономид в заливе Точильный были Polypedilum nubeculosum, Procladius ferrugineus и Polypedilum bicrenatum.

5. Результаты исследования состава донных беспозвоночных залива Точильных Красноярского водохранилища показывают, что по «шкале трофности» С.П. Китаева [6] этот водоем можно отнести к олиготрофным водоёмам (водоёмам с очень низкой заселённостью, чистым водоёмам). Следовательно, залив Точильный Красноярского водохранилища является **малокормным** для ихтиофауны залива.

6. СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Абакумова В.А. Руководство по гидробиологическому мониторингу пресноводных экосистем. – СПб: Гидрометеиздат, 1992. – 320 с.
2. Алимов А.Ф. и др. Методические рекомендации по сбору и обработке материалов при гидробиологических исследованиях на пресноводных водоёмах (зообентос и его продукция). – Л.: ГосНИОРХ. АН СССР. Зоологический институт, 1983. – 51 с.
3. Вышегородцев А.А. Красноярское водохранилище / Вышегородцев А.А., Космаков И.В., Ануфриева Т.Н., Кузнецова О.А. "Наука", Сибирская издательская фирма РАН, Новосибирск, 2005, 212 с.
4. Вышегородцев А.А. Практикум по ихтиологии: учебное пособие для студентов / Вышегородцев А.А., Скопцов Г.Н., С.М. Чупров., И.В. Зуев – Красноярск: КГУ, 2002. -127 с.
5. Гольд З.Г., Скопцова Г.Н., Шулепина С.П., Агеев А.В. Зообентос / Структурные характеристики водных сообществ Красноярского водохранилища // Красноярское водохранилище: мониторинг, биота, качество вод, под ред. А.Ф. Алимова, - Красноярск, Сибирский федеральный университет, 2008 , 137-162 с.
6. Китаев С.П. Экологические основы биопродуктивности озёр разных природных зон. – М.: Наука, 1984. – 204 с.
7. Космаков И.В. Некоторые особенности гидрологического режима глубоководного красноярского водохранилища в период нормальной эксплуатации в сб. Биологические процессы и самоочищение Красноярского водохранилища/ Космаков И.В., Петров М.В., Андреева Т.Г.- КГУ, Красноярск, 1980, 3 – 27 с.
8. Кудерский Л.А. Исследования по ихтиологии, рыбному хозяйству и смежным дисциплинам //Товарищество научных изданий КМК- Санкт-Петербург. – Москва. 2013, 291с.
9. Купчинский А.Б. Состояние ихтиофауны водохранилищ Ангары/ Купчинский А.Б., Купчинская Е.С. // Бюллетень ВСНЦ СО РАМН- Иркутск, 2006, №2, 56-61 с.
10. Кутиковой, Я.И. Старобогатова. Определитель пресноводных беспозвоночных Европейской части СССР - Гидрометеиздат, 1977. - 510 с.
11. Н.П. Матвеева, Л.И. Минина, Л.С. Косменко, Т.А. Хоружая, А.А. Назарова, Л.Г. Коротова, РД 52.24.309-2016. Руководящий документ. Организация и проведение режимных наблюдений за состоянием и загрязнением поверхностных вод суши (утв. Росгидрометом 8.12.2016), 2016. - 104 с.
12. Панкратова В.Я. Личинки и куколки комаров подсемейства Chironominae фауны СССР (Diptera, Chironomidae=Tendipedidae). - Л.: Наука, 1983. - 296 с.
13. Панкратова В.Я. Личинки и куколки комаров подсемейства Orthoclaadiinae фауны СССР (Diptera, Chironomidae=Tendipedidae). - Л.: Наука, 1970. - 344 с.
14. Пидгайко М.Л. Краткая биолого-продукционная характеристика/ Пидгайко М.Л., Александров Б.М., Иоффе Ц.И., Максимова Л.П., Петров В.В.,

Саватеева Е.Б., Салазкин А.А. Сборник "Известия ГосНИОРХ". 1968, Т. 67. С. 205-228.

15. Плохинский Н.А. Математические методы в биологии. Учебно-методическое пособие / Москва: Московский университет, 1978. -265 с.

16. Савкин В.М. Водохранилища Сибири, водно-экологические и водно-хозяйственные последствия их создания /Сибирский экологический журнал, 2000, №2, 109-121 с.

17. Цалолихина С.Я. Определитель пресноводных беспозвоночных России и сопредельных территорий. Т. 2. Ракообразные - СПб: Наука, 1995. - 628 с.

18. Цалолихина С.Я. Определитель пресноводных беспозвоночных России и сопредельных территорий. / Т. 4. Двукрылые насекомые - Спб.: Наука, 1999 - 997 с.

19. Чугунова Ю.К. Современное состояние ихтиофауны и паразитофауны Красноярского водохранилища / Чугунова Ю.К., Вышегородцев А.А. // Вестн. Том. гос. ун-та.- 2012. № 365. 218–222 с.

20. Чупров С.М. Ихтиология / Структурные характеристики водных сообществ Красноярского водохранилища // Красноярское водохранилище: мониторинг, биота, качество вод, под ред. А.Ф. Алимова, - Красноярск, Сибирский федеральный университет, 2008, 247-249 с.

21. Sladecec V. System of water quality from the biological point of view // Arch. Hydrobiol - V.7. - 1973. - 218 p.

22. Wegl R. Index fur die Limnosaprobitat // Beitrage zur Gewasserforschung. - XIII Band 26. - 1983. - 127-173 p.

23. Карта реки Енисей и ее притоков. Т.2 – от порта Абакан до Красноярской ГЭС, Енисейское ГБУ, Красноярск, 1974, 12-14 с.



Рис.1 Акватория залива Точильный (фото С.В.Чипура)

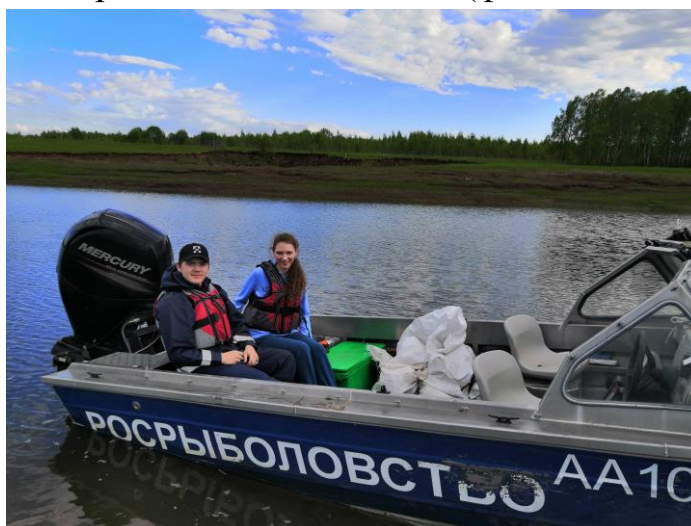


Рис. 2 Выезд на взятие проб (фото С.В. Чипура)



Рис. 3 Первичная обработка полевых материалов (фото С.В. Чипура)

Таблица 1 – Характеристика станций отбора проб залива Точильный Красноярского водохранилища.

№	Станция	Глубина, м	Тип грунта
1	левый берег залива	4-5	ил, глина
2	середина залива	13	ил, глина
3	правый берег залива	4	ил, глина

Таблица 2 – Таксономический состав организмов зообентоса залива Точильный Красноярского водохранилища.

№	Наименование таксона	Левый берег	Середина	Правый берег
	Тип Arthropoda Класс Insecta Отряд Diptera Семейство Chironomidae			
1	Polypedilum nubeculosum (Meigen, 1804)	+	+	+
2	Polypedilum bicrenatum (Kieffer, 1921)	-	+	+
3	Procladius ferrugineus (Kieffer, 1919)	+	+	+
4	Endochironomus tendens (Fabricius, 1775)	-	+	-
5	Endochironomus albipennis (Meigen, 1830)	+	-	-
6	Chironomus plumosus (Linne, 1758)	-	+	-
7	Cryptotendipes nigronitens	-	+	-

	(Edwards, 1929)			
	Семейство Ceratopogonidae			
8	Ceratopogonidae <i>gen. sp.</i>	+	-	-
	Тип Annelida			
	Класс Oligochaeta			
9	Limnodrillus hoffmeisteri (Claparede, 1862)	-	+	+
10	Tubifex tubifex (O. F. Muller, 1773)	-	+	-
Всего:		4	8	4
Примечание '- ' + ' – вид зарегистрирован				

Таблица 3 – Средняя численность (N, экз./м²) и биомасса (B, г/м²) групп зообентоса залива Точильный Красноярского водохранилища.

Станция	Хирономиды		Олигохеты		Мокрецы	
	N, экз./м ²	B, г/м ²	N, экз./м ²	B, г/м ²	N, экз./м ²	B, г/м ²
Левый берег	40	0,03	-	-	40	0,04
Середина	176	0,17	53	0,08	-	-
Правый берег	57	0,04	40	0,08	-	-
Среднее	91	0,08	31	0,05	13	0,01

Таблица 4 – Среднее значение численности (N, экз./м²) и биомассы (B, г/м²) зообентоса залива Точильный Красноярского водохранилища.

Станция	N, экз./м ²	B, г/м ²
Левый берег	67	0,08

Середина	653	0,65
Правый берег	93	0,11
Среднее	271	0,28