

Федеральное государственное автономное
образовательное учреждение высшего образования
«СИБИРСКИЙ ФЕДЕРАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»
Институт фундаментальной биологии и биотехнологии
Кафедра водных и наземных экосистем

УТВЕРЖДАЮ

Заведующий кафедрой

_____ М. И. Гладышев

подпись


« _____ » _____ 2018 г.

ВЫПУСКНАЯ КВАЛИФИКАЦИОННАЯ РАБОТА

Зоопланктон Абаканской протоки р. Енисей

06.03.01 Биология

Руководитель



подпись, дата

д-р биол. наук, проф. Дубовская О.П.

Выпускник

подпись, дата

Кожина Е.Я.

Красноярск 2018

РЕФЕРАТ

Выпускная квалификационная работа по теме «Зоопланктон Абаканской протоки р. Енисей» содержит 43 страницы текстового документа, 6 таблиц, 4 рисунка, 2 приложения, 30 использованных источников.

АБАКАНСКАЯ ПРОТОКА, ЕНИСЕЙ, ЗООПЛАНКТОН, МАЛЫЕ РЕКИ, НИЖНЯЯ ТУНГУСКА, АНГАРА, БАССЕЙН ВЕРХНЕЙ ВОЛГИ, СТРИЖЕНЬ, CLADOCERA, COPEPODA, ROTIFERA.

Объекты исследования: зоопланктон Абаканской протоки р. Енисей.

Цель работы – изучить сетной зоопланктон Абаканской протоки как показатель качества среды.

Задачи:

1. определить видовой состав и видовое богатство сетного зоопланктона;
2. рассчитать численность и биомассу зоопланктона, выявить его пространственно-временную динамику;
3. оценить видовое сходство левобережной и центральной частей Абаканской протоки по индексу Жаккара;
4. дать оценку качества воды Абаканской протоки по зоопланктону.

В результате проведенных исследований были определены видовой состав и видовое богатство зоопланктона Абаканской протоки, его численность, биомасса и пространственно-временная динамика; оценено видовое сходство левобережной и центральной частей протоки по индексу Жаккара; дана оценка качества воды.

СОДЕРЖАНИЕ

ВВЕДЕНИЕ.....	4
ГЛАВА 1. ОБЗОР ЛИТЕРАТУРЫ	6
1.1. Зоопланктон рек в связи со скоростью течения.....	6
1.1.1. Зоопланктон реки Енисей.....	6
1.1.2. Зоопланктон медленнотекущих равнинных малых рек.....	8
1.2. Особенности отбора зоопланктона в реках	10
ГЛАВА 2. МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ	13
2.1. Характеристика р. Енисей и Абаканской протоки в районе работ	13
2.2. Метод сбора и обработки зоопланктона	14
ГЛАВА 3. РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЯ.....	17
3.1. Видовой состав и видовое богатство сетного зоопланктона Абаканской протоки в районе садков.....	17
3.2. Пространственно-временная динамика численности и биомассы зоопланктона.....	Error! Bookmark not defined. 23
ЗАКЛЮЧЕНИЕ	18
СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ	19
ПРИЛОЖЕНИЕ А	23
ПРИЛОЖЕНИЕ Б.....	32

ВВЕДЕНИЕ

Зоопланктон – совокупность животных организмов, адаптированных к обитанию в толще воды и не способных сопротивляться течению воды.

Река Енисей, в районе города Красноярска, является источником водоснабжения. Реконструкция гидростроительством и интенсивное комплексное использование крупнейшей водной артерии Сибири привели к необходимости планирования рациональной эксплуатации и сохранения экологического равновесия реки, а также разработки подходов и критериев оценки ее состояния [1].

Зоопланктон является наиболее многочисленной группой гидробионтов, имеющих огромное экологическое и хозяйственное значение: он участвует в создании биологической продукции водоема, в процессе самоочищения водоемов и используется для оценки качества воды (сапробности) и трофического статуса водоема [2, 3, 4].

Абаканская протока, расположенная на реке Енисей в пределах города Красноярска, имеет важное рекреационное значение для жителей города, а также на ней установлены рыбоводные садки, что может повлечь за собой нарушение биологических связей и эвтрофирование протоки. В первую очередь, эти нарушения отражаются на видовом составе водных сообществ, а так же на их численности. В связи с этим главной задачей исследования зоопланктона является определение биологического разнообразия планктонных сообществ [2, 3].

Цель данной работы – изучить сетной зоопланктон Абаканской протоки как показатель качества среды.

Были поставлены следующие задачи:

1. определить видовой состав и видовое богатство сетного зоопланктона;
2. рассчитать численность и биомассу зоопланктона, выявить его пространственно-временную динамику;

3. оценить видовое сходство левобережной и центральной частей Абаканской протоки по индексу Жаккара;
4. дать оценку качества воды Абаканской протоки по зоопланктону.

ГЛАВА 1. ОБЗОР ЛИТЕРАТУРЫ

1.1. Зоопланктон рек в связи со скоростью течения

1.1.1. Зоопланктон реки Енисей

Планктон, как биоценотический комплекс, в Енисее имеет возможность формироваться лишь в нижнем течении реки, ее дельте и губе. Как в главном русле, так и в подавляющем большинстве второстепенных проток планктон отсутствует в сколько-нибудь заметных количествах [5, 6].

Вопрос о потамопланктоне или, как его предлагает называть В. И. Жадин, реопланктоне, о его особенностях и условиях формирования неоднократно обращал на себя внимание исследователей: В. И. Мейснера, А. С. Скорикова, А. Л. Бенинга и некоторых других. Последний автор отмечает, что развития речного планктона необходимы скорости не выше 1 м/сек и что нормальное существование его начинается при скоростях, не превышающих 0,5-0,8 м/сек. Этот вывод А. Л. Бенинга находит подтверждение и в Енисее [5].

На всем протяжении верхнего и половины среднего течения Енисея, до устья Подкаменной Тунгуски средние поверхностные скорости в июле-августе составляют 1 м/сек. В нижнем плесе среднего течения – от Подкаменной до Нижней Тунгуски они так же еще высоки, в среднем 0,8 м/сек, и только в нижнем течении падают до 0,5 м/сек. Соответственно этому во всем верхнем и среднем участках Енисея формирование планктонного комплекса, как единого биоценотически связанного целого, невозможно. Помимо прямого подавляющего действия струй потока и взвешенных в нем минеральных частиц, быстрая река выносит попадающие в нее организмы прежде, чем они успевают размножиться в ней. Поэтому в планктонных пробах в основном русле и верхних течениях Енисея встречается лишь небольшое количество животных, выносимых в небольшом числе из отдельных затонов, где они могут

размножаться, или взмучиваемых со дна в прибрежных зонах тихих протоков [5, 6, 7, 8].

Зоопланктон Енисея разнообразен по структуре населения и количественным показателям. В верхней части Енисея зоопланктон состоит в основном из лимнофильных представителей веслоногих ракообразных (*Eudiaptomus graciloides*, *Heterocope borealis*, *Mesocyclops leuckatri*), поступающих в реку из Красноярского водохранилища. Наблюдаемое вниз по течению закономерное уменьшение численности и биомассы зоопланктона связано в основном с разрушающим влиянием на лимнофильных животных высоких скоростей течения. Начиная со створа Атаманово в составе зоопланктона доминирование переходит к коловраткам (*Euchlanis dilatata*, *Trichotria pocillum*), придонным и зарослевым ветвистоусым (*Alona rectangula*, *Pleuroxus truncatus*). Его видовое разнообразие заметно возрастает, численность и биомасса остаются на низком уровне, так как из-за высоких скоростей многие виды быстро выпадают из планктона. Например, *Alonella excisa*, *Alona rustica*, *A. rectangula*, *Pleuroxus uncinatus*, *Scapholeberis mucronata* отмечались только на отрезке Енисея от устья Ангары до устья Нижней Тунгуски [8, 9].

Собственно енисейский планктон начинает формироваться с нижнего плеса Среднего Енисея, где основную часть вегетационного периода скорости течения не превышают 0,7 м/с и значительно увеличивается глубина реки. Появляются пелагические формы *Leptodora kindtii*, *Holopedium gibberum*, *Daphnia cristata*, *D. longiremis*, *Bosminopsis deitersi*, *Bosmina obtusirostris* [8].

В ранневесенний период по всему течению реки основу биомассы зоопланктона составляют веслоногие ракообразные. На верхнем участке доминируют лимнофильные виды *Eudiaptomus graciloides*, *Heterocope borealis*, на среднем – придонные циклопы, а на нижнем – планктонные виды *Cyclops kolensis*, *Eudiaptomus graciloides*. В поздневесенний период также основу биомассы зоопланктона составляли веслоногие, но уже к нижнему участку, начиная со створа выше устья Нижней Тунгуски, в ее составе увеличилась роль коловраток. Ведущая роль принадлежала *Asplanchna priodonta*, *Synchaeta* sp.

Летом на верхнем участке Енисея основу зоопланктона также составляли веслоногие рачки *Eu. graciloides*, *H. borealis*, *M. leuckarti* [8].

В среднем течении, где наблюдается максимальное поступление из притоков, в планктоне увеличивается значимость коловраток [8].

Как и в весенний период, летом, начиная со створа выше устья Нижней Тунгуски, в планктоне реки увеличивается количество коловраток и ветвистоусых. В этот период доминируют теплолюбивые виды *Daphnia cristata*, *D. longiremis*, *Polyarthra* sp [8].

Совершенно иную картину представляет собой планктон в пойменных озерах и озероподобных старицах и заливах. Заросли водной растительности с их эпифитной и бентической микрофлорой представляет прекрасную среду обитания для придонно-прибрежных и эврибионтных зоопланктонных форм. В связи с этим численность их нередко достигает 700-1000 экз./л, а общая биомасса 6-7 г/м³. При этом более половины всей биомассы приходится на долю кладоцер [6].

Среди кладоцер чаще встречаются *Diaphanosoma brachyurum*, *Ceriodaphnia pulchella*, *Daphnia longispina*, *Bosmina longirostris*, из копепод обычны *Mesocyclops leuckarti*, *M. crasus*, некоторые другие виды и их многочисленная молодежь [6].

1.1.2. Зоопланктон медленнотекущих равнинных малых рек

Самый многочисленный водный объект среди водотоков и среди всех типов пресных вод – малые реки [10].

Малые реки бассейна Верхней Волги представляют собой комплекс мозаично расположенных биотопов, образовавшихся в результате особенностей ландшафта, естественно-гидрологических, антропогенных и зоогенных нарушений. Для каждого типа биотопов характерна определенная сезонная

сукцессия, количественное обилие и трофическая структура зоопланктона [10, 11].

Весной на медленно текущих открытых участках малых рек скорость течения была в среднем 0,14 м/с. Основу зоопланктона по численности составляли коловратки – в среднем 77,3%, по биомассе соотношение всех групп зоопланктеров было примерно одинаковым. Среди доминирующих видов отмечены коловратки р. *Euchlanis*, ювенильные стадии Cyclopoida, ветвистоусые ракообразные сем. Chydoridae. Наибольшего разнообразия достигали коловратки [10].

В июне скорость течения снижалась в среднем до 0,09 м/с. По численности и биомассе первенствовали веслоногие ракообразные. Доминировали науплиусы, копеподиты и взрослые особи веслоногих рачков родов *Acanthocyclops*, *Macrocyclops*, а также представители ветвистоусых – р. *Ceriodaphnia*. Численность сокращалась в 1,5 раза, но биомасса за счет ракообразных увеличивалась в среднем в 1,3 раза [10].

В июле скорости течения снижались в среднем до 0,03 м/с. В зоопланктоне ведущее положение занимали веслоногие ракообразные, однако в 13,2 раза увеличилась доля ветвистоусых. Вследствие чего по сравнению с началом лета наблюдалось повышение численности и биомассы зоопланктона - в среднем в 1,4 и 1,9 раз. Доминировали представители родов *Ceriodaphnia*, *Daphnia*, *Pleuroxus*, *Acanthocyclops* [10].

Река Стрижень – правый приток р. Десны. Это типично равнинная река протяженностью 32 км, из которых 6 км протекают в пределах г. Чернигова. Незарегулированная часть русла в верховье и среднем течении реки извилистая, скорость течения небольшая – 0,10-0,25 м/с, в межень период практически отсутствует [12].

В зоопланктоне р. Стрижень за период исследований обнаружено 42 вида, из них: коловраток – 17, веслоногих ракообразных – 13 и ветвистоусых – 12 [12].

Зоопланктон незарегулированного участка реки характеризовался бедным видовым составом и низкими показателями количественного развития. Здесь зарегистрировано всего 13 видов, из которых коловраток – 7, ветвистоусых ракообразных – 2 и веслоногих – 4. Среди коловраток доминировали *Euchlanis dilatata*, *Testudinella patina* и *Mytilina ventralis*. Массового развития достигали ветвистоусые рачки *Chydorus sphaericus*, *Alona affinis* [12].

В горных частях рек быстрое течение (1-4 м/с) выносит организмы прежде, чем они успевают размножиться, турбулентность потока и взвешенные в нем минеральные частицы оказывают прямое отрицательное действие на планктон. В. Н. Грезе отмечал, что на всем протяжении верхнего (до устья р.Ангара) и среднего (до устья р. Нижняя Тунгуска) течения реки Енисей формирование зоопланктона как «единого биоценотически связанного целого», невозможно [5]. При изучении формирования зоопланктона Саянского водохранилища было установлено, что скорость течения 0,25 м/с является критической для развития лимнического рачково-коловраточного планктона, т.е. турбулентность речного потока при большей скорости течения препятствует его развитию [9, 13].

1.2. Особенности отбора зоопланктона в реках

Условия текучих вод делают трудноприменимыми методы количественного учета планктона, разработанные лимнологией для стоячих водоемов. Еще более трудным применение их оказалось на Енисее в связи с очень сильным течением. Поэтому большое внимание уделялось разработке методических вопросов, связанных с количественным учетом планктона в условиях речного потока [5].

Одна из задач при разработке методики учета планктона состояла в том, чтобы избрать наиболее целесообразные способы сбора количественных проб, обеспечивающих получение более полного представления о развитии

планктона в различных частях реки. С этой целью была проведена сравнительная оценка проб осадочных, бравшихся батометрами или у поверхности бутылками, поверхностных фильтрационных проб, фракционированных и тотальных ловов сетью Джеджи, ловов планктонособирателем Богорова и проб стока планктона [5].

В низовьях реки, где позволяли небольшие скорости течения, применялись для учета зоопланктона в большинстве тотальные и фракционные ловы сетями Джеджи (газ № 46-49), а также планктонособиратель Богорова. В верхнем и среднем течении использовался метод учета стока зоопланктона. Принцип его, состоящий в комбинированной работе планктонной сети и вмонтированной в нее гидрометрической вертушки, был впервые предложен Е. С. Неизвестновой-Жадиной [5].

Для учета придонного планктона употреблялся вихревой трал [5].

Для зачерпывания воды с содержащимся в ней планктоном употребляются различного рода водочерпатели, начиная с ведерка, кружки и кончая сложно устроенными батометрами разных систем [14].

На реках для зачерпывания проб воды употребляется батометр системы Жуковского в виде горизонтально расположенного металлического цилиндра, закрываемого крышками, расположенными вертикально. Имеются две модели этого батометра – большая (длиной 25 см и диаметром 10 см) и малая (длиной 12-15 см и диаметром 6-8 см). С обеих сторон цилиндр закрывается крышками с резиновыми прокладками, укрепленными на осях на верхнем крае цилиндра [14].

Для взятия проб воды в текучих водах имеется батометр, сконструированный Яагом, Амбюлем и Циммерманом, который напоминает батометр Фридингера, а также батометр Жуковского. В нормальном положении обе крышки держатся открытыми благодаря спиральным пружинам. Для взятия пробы воды прикрепленный к штанге батометр удерживается на течении таким образом, что вода может свободно его промывать насквозь. Почти через

минуту закрывают крышки натяжением двух тросов. Две защелки препятствуют случайному открыванию батометра [14].

Из методов, представляющих собой комбинацию отдельного водозачерпывания или насасывания воды из определенного горизонта и последующего отделения планктона от воды, заслуживает внимания так называемый насосный метод, при котором вода накачивается с требуемой глубины и фильтруется через сеть соответствующей ячеи. Профильтрованный объем воды регистрируется с помощью счетчика на насосе или определяется по наполнению сосуда определенного объема. Для исследования лимнопланктона главным образом применяется насос Фолька [14]. Например, Дубоская и др. в своей работе на Красноярскрй ГЭС пробы брали батометром типа Дьяченко-Кожевникова объемом 8 или 5,6 л, а в нижнем бьефе р. Енисей – тем же батометром или ведром объемом 11 л. Объем воды из батометра или ведра процеживали через сеть Апштейна из мельничного капронового сита №78 [8].

Для сбора планктона в реке или при движении судна на озерах и водохранилищах рекомендуется цилиндрическая сеть Ланганса («Цеппелин»), состоящая из двух сшитых из шелка или капрона цилиндров и одного шелкового или капронового конуса с планктонным стаканом на конце. Сеть с помощью кусков полотна нашивается на три металлических конца; к переднему кольцу привязывается уздечка с кольцом для крепления к тросу. Сеть может быть различных размеров [15].

В настоящее время существует большое количество методов отбора проб, но лучше всего использовать специализированные методы, подходящие к типу водоема, его глубине и размерам [15].

ГЛАВА 2. МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

2.1. Характеристика р. Енисей и Абаканской протоки в районе работ

Река Енисей на исследуемом нами участке представляет горную быстротекущую реку (скорость течения 1,8-2,0 м/с). Морфометрические особенности вышележащего Красноярского водохранилища и глубина водозаборных отверстий (40 м при НПУ) обуславливают в нижнем бьефе Красноярской ГЭС понижение температуры воды летом и повышение осенью и зимой. Поступление в зимний период из водохранилища воды с более высокой температурой приводит к образованию незамерзающей полыньи длиной 50-200 км [16]. Колебания уровня воды в реке значительно зависят от режима работы Красноярской ГЭС [17].

Температура воды в Абаканской протоке во время исследования была высокой - составляла 18,5-25 °С (Табл. 1), что обуславливается сбросом теплой воды с ТЭЦ-2 в непосредственной близости от места сбора проб. На момент исследования глубина на станциях отбора проб варьировала от 0,75 до 2,80 м (Табл. 1). Скорость течения реки на месте сбора проб была низкая за счет расположенной на Абаканской протоке дамбы (Рис.1).

Таблица 1 - Максимальные и минимальные показатели глубины и температуры воды на станциях во время сбора проб.

Дата	T _{max} , °С	T _{min} , °С	H _{max} , м	H _{min} , м
5.05.2017	19,0	18,5	2,40	1,60
12.05.2017	19,0	18,5	2,50	1,60
24.05.2017	20,0	19,0	2,40	1,55
2.06.2017	21,0	20,0	2,30	1,80
14.06.2017	22,0	21,0	2,50	2,0
23.06.2017	25,0	24,0	2,80	1,50

3.07.2017	22,0	21,5	2,60	0,75
14.07.2017	21,0	19,0	2,50	1,60
26.07.2017	21,0	19,5	2,50	1,90

T – температура, H – глубина.



1- Абаканская протока

2- садки

3- затон

4- дамба

Рисунок 1 - Абаканская протока с расположенными на ней садками в затоне, отгороженном от основной протоки дополнительной дамбой.

2.2.Метод сбора и обработки зоопланктона

Отбор проб зоопланктона проводили в мае - июле 2017 года. Пробы были взяты на Абаканской протоке р. Енисей вблизи рыбоводных садков (Рис.2.). Всего станций – 9. Пробы отбирали сетью Джеди, $d=14$, газ № 55, протягивая ее от глубины 1м до поверхности. Объем процеженной воды составлял $0,0154 \text{ м}^3$. Пробы фиксировались 40%-ым формалином до окончательной концентрации 4%. Всего было собрано и обработано 81 проба. Обработка проб производилась в камере Богорова стандартным счетным методом. Биомасса зоопланктона

определяется умножением числа организмов каждого вида на их индивидуальную массу [3, 18, 19].

Для сравнения показателей на левобережной и центральной частях Абаканской протоки учитывались данные, собранные на станциях 1-4 и 6-9 (центральная и левобережная части соответственно, рис. 2). Данные, полученные на станции 5, не учитывались, так как она занимает промежуточное положение.



Рисунок 2 - Расположение станций отбора проб (1-9 – номера станций)

2.3. Статистическая обработка данных

Станции были разделены на две группы. Станции 1-4 («центральная часть»), характеризовали центральную часть протоки более подверженную влиянию стока из реки Енисей, а станции 6-9 характеризовали прибрежную мелководную и хорошо прогреваемую часть («левый берег»).

Были рассчитаны параметры описательной статистики – среднее, стандартное отклонение, стандартная ошибка и др. для разных выборочных совокупностей величин численности и биомассы зоопланктона.

Для выявления пространственно-временной динамики в затоне провели двухфакторный дисперсионный анализ величин суммарной численности и

биомассы зоопланктона по факторам: фактор А – центральная часть и левый берег (соответственно станции 1-4 и 6-9), фактор Б – даты отбора проб. Все расчеты проводились в программе MS Excel, где были созданы первичные базы данных результатов.

Нормализацию значений численности и биомассы проводили логарифмированием в соответствии с рекомендациями [20].

При проведении статистической обработки руководствовались пособием [21].

Процент сходства между исследованными частями Абаканской протоки рассчитали по Индексу Жаккара по формуле (1) [21]:

$$\frac{C}{A+B+C} \times 100\% \quad [21], \quad (1)$$

где С – количество общих видов для левобережной и центральной частей,

А – количество специфических для левобережной части видов,

В – количество специфических для центральной части видов [21].

ГЛАВА 3. РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЯ

3.1. Видовой состав и видовое богатство сетного зоопланктона Абаканской протоки в районе садков

Для определения видового состава зоопланктона использовались определители: «Определитель пресноводных беспозвоночных России и сопредельных территорий» [2,23], «Определитель зоопланктона и зообентоса пресных вод Европейской части России» [24], Кутикова, 1970 [25], «Ветвистоусые ракообразные: систематика и биология» [26], «Определитель Calanoida пресных вод СССР» [27]; статьи: Kotov, Ishida, Taylor, 2009 [28], Bekker, Kotov, Taylor, 2012 [29], Синев, 2002 [30].

В Абаканской протоке в мае - июле 2017 года обнаружено 36 видов и групп зоопланктона, среди которых коловраток 16 видов и родов, ветвистоусых ракообразных (Cladocera) – 14 видов, веслоногих ракообразных (Copepoda) - 6 видов (Табл. 2). Среди копепод единично встречалась молодь Calanoida, а в основном ветвистоусые рачки были представлены видами Cyclopoidea. В мае и июне доминировали по численности молодь циклопоид, а по биомассе *Asplanchna priodonta* (в мае) и *Polyphemus pediculus* (в июне). В июле роль коловраток уменьшилась (число видов уменьшилось от девяти в мае до семи в июле) и доминирование как по численности, так и по биомассе, перешло к ветвистоусому рачку *Ceriodaphnia quadrangula*. (Табл. 2) Максимальное число видов кладоцер было в июне (Табл. 2).

Среди обнаруженных видов к космополитам и повсеместно распространенным видам относятся *Asplanchna priodonta*, *Euchlanis dilatata*, *Keratella quadrata*, *K. cochlearis*, *Sida crystallina*, *Graptoleberis testudinaria*, к палеарктическим - *Eurycercus lamellatus*, *Scapholeberis mucronata*, к голарктическим - *Polyphemus pediculus* [22].

Количество видов на станциях варьировало в пределах 2-13 в центральной части и 5-18 – на левом берегу, Табл. 3). По количеству видов,

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В ходе работы в соответствии с поставленными задачами были сделаны следующие выводы:

- В Абаканской протоке в мае - июле 2017 года обнаружено 36 видов и групп зоопланктона, среди которых коловраток 16 видов и родов, ветвистоусых ракообразных (Cladocera) – 14 видов, веслоногих ракообразных (Copepoda) - 6 видов (Табл. 2).
- Видами и группами, встреченными в обеих частях протоки являлись *Asplanchna priodonta*, *Synchaeta* sp., *Euchlanis dilatata*., *Polyarthra* sp., *Keratella quadrata*, *K. cochlearis*, *Kellicottia longispina*, *Chydorus* cf. *sphaericus*, *Acroperus* sp., *Bosmina longirostris*, *Sida crystallina*, *Eurycercus lamellatus*, *Alona affinis*, *Daphnia longispina*, *Graptoleberis testudinaria*, Rotifera sp.1, *Trichocerca* sp., *Polyphemus pediculus*, Молодь Cyclopoida, Взрослые Cyclopoida, *Cyclops* sp., *Encetrum* sp., *Ceriodaphnia quadrangula*, *Camptocercus* sp.
- Средние по протоке численности в течение периода исследования варьировали от $110,4 \pm 23,8$ экз./м³ до $4928 \pm 1819,68$ экз./м³, а биомассы – от $0,24 \pm 0,14$ мг/м³ до $35,2 \pm 22,91$ мг/м³. Общие за сезон средние составляли: численность – $11,81 \pm 3,68$ тыс. экз./м³ и биомасса – $64,61 \pm 9,08$ мг/м³.
- Видовое сходство левобережной и центральной частей Абаканской протоки в мае и июле составляло 30%, а в июне – 20%. За весь сезон отбора проб видовое сходство между разными частями протоки составляло 65%.
- Сапробиологическая оценка состояния Абаканской протоки свидетельствует о слабом загрязнении.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Пономарева Ю. А. Структура и динамика потамофитопланктона реки Еничей в нижнем бьефе Красноярской ГЭС. Красноярск, 2015, стр. 3.
2. Цаллолихин С.Я. Определитель пресноводных беспозвоночных России и сопредельных территорий. Санкт-Петербург, «Наука», 1994, стр. 52-422.
3. Салазкин А.А, М.Б.Иванова М.Б, Огородникова В.А. Методические рекомендации по сбору и обработке материалов при гидробиологических исследованиях на пресноводных водоемах. Зоопланктон и его продукция. Ленинград, ГосНИОРХ, 1984, стр. 3-33.
4. Китаев С.П. Основы лимнологии для гидробиологов и ихтиологов. Петрозаводск: Карельский научный центр РАН, 2007, стр. 209.
5. Грезе В.Н. Известия всесоюзного научно-исследовательского института озерного и речного рыбного хозяйства. Т. ХLI. Москва, Пищепромиздат, 1957, стр. 7-11.
6. Грезе В. Н., Сычева А. В. Гидробиологическая характеристика Енисея до его зарегулирования плотиной Красноярской ГЭС. Рыбное хозяйство Восточной Сибири. Труды Сиб. отд. ГосНИОРХ. Т. VIII. Красноярск, 1964, стр. 79-90.
7. Грезе И. И. Биологический сток реки Енисея в районе Красноярска. Рыбное хозяйство Восточной Сибири. Труды Сиб. отд. ГосНИОРХ. Т. VIII. Красноярск, 1964, стр. 67-76.
8. Галазий Г.И, Приймаченко А.Д. Продукционно-гидробиологические исследования Енисея. Новосибирск, ВО «Наука», 1993, стр. 13, 115-118.
9. Дубовская О. П.Гладышев М. И. Махутова О. Н. Сток лимнического зоопланктона через высоконапорную плотину и его судьба в реке с быстрым течением (на примере плотины Красноярской ГЭС на р. Енисей). Журнал общей биологии, 65, № 1, стр. 81-93.
10. Крылов А.В. Зоопланктон равнинных малых рек. Москва, «Наука», 2005, стр. 3-55.

11. Павлов Д.С. Биология внутренних вод. №1. Институт биологии внутренних вод им. И.Д. Папанина РАН, 2000, стр. 62-68.
12. Усов А. Е., Серeda Т. Н., Гулейкова Л. В., Афанасьев С. А. Оценка состояния малой реки в условиях интенсивной хозяйственной деятельности и пути его улучшения. Гидробиол. журн. Т. 43, № 1, 2007, стр. 24-35.
13. Дубовская О. П. Вертикальное распределение живого и мертвого зоопланктона, формирующегося Саяно-Шушенского водохранилища. Гидробиол. журн., 23, № 6, 1987, стр. 84-88.
14. Киселев И.А. Планктон морей и континентальных водоемов. Т. 1. Ленинград, «Наука», 1969, стр. 261-278.
15. Абакумов В. А. Руководство по гидробиологическому мониторингу пресноводных экосистем. Санкт-Петербург, Гидрометеиздат, 1992, стр. 105-110.
16. Муранов А.П. Ресурсы поверхностных вод СССР. Т. 16. Ангаро-Енисейский район. Выпуск 1. Ленинград, Гидрометеиздат, 1973, стр. 451-459.
17. Космаков И.В. Термический и ледовый режим в верхних и нижних бьефах высоконапорных гидроэлектростанций на Енисее. Красноярск, КФ СНИГМИ, 2001, стр. 3-129.
18. В.А. Абакумов. Руководство по методам гидробиологического анализа поверхностных вод и донных отложений. Ленинград, Госкомгидромет, 1983, стр. 59-77.
19. Кожова О.М., Мельник Н.Г. Инструкция по обработке проб планктона счетным методом. Иркутск, Издательство Иркутского государственного университета им. А.А. Жданова, 1978, стр. 3-28.
20. Шитиков В.К., Розенберг Г.С., Зинченко Т.Д. Количественная гидроэкология: методы системной идентификации. Тольятти: ИЭВБ РАН, 2003, стр. 205-257.

21. Гмурман В. Е. Теория вероятностей и математическая статистика: Учеб. пособие для вузов - 9-е изд. Москва, «Высшая школа», 2003, стр. 124-358.
22. Ляшенко А.В., Протасов А.А. Применение индексов разнообразия макрозообентоса как показателя состояния водных экосистем. Гидробиологический журнал, 39 (2), 2003, стр. 17-27.
23. Цалолихин С.Я. Определитель пресноводных беспозвоночных России и сопредельных территорий. Т.2. Ракообразные. Санкт-Петербург, «Наука», 1995, стр. 66-67, 109-110.
24. Алексеев В. Р., Цалолихин С. Я. Определитель зоопланктона и зообентоса пресных вод Европейской части России. Т. 1. Зоопланктон. Москва – Санкт-Петербург, Товарищество научных изданий КМК, 2010, стр. 3-495.
25. Кутикова Л.А. Коловратки фауны СССР. Ленинград, «Наука», 1970, стр. 204-671.
26. Ветвистоусые ракообразные: систематика и биология. Матер. Всеросс. Школы-конф., ИБВВ им. И.Д. Папанина. Ниж. Новгород: Вектор Тис. 2007. Стр. 267-272.
27. Боруцкий Е.В. Определитель Calanoidea пресных вод СССР. Санкт-Петербург, «Наука», 1991. Стр.75-89.
28. Kotov A. A., Ishida S., Taylor D. J. Revision of the genus *Bosmina* Baird, 1845 (Cladocera: Bosminidae), based on evidence from male morphological characters and molecular phylogenies. Zoological Journal of the Linnean Society, 2009, стр.11.
29. Bekker E. I., Kotov A. A., Taylor D. J. A revision of the subgenus *Eurycercus* (*Eurycercus*) Baird, 1843 emend. nov. (Cladocera; Eurycercidae) in the Holarctic with the description of a new species From Alaska. Zootaxa, Magnolia Press, 2012, стр.13.

30. Синев А. А. Ключ для определения ветвистоусых ракообразных рода *Alona* (Anomopoda, Chydoridae) Европейской части России и Сибири. Зоологический журн. Т. 81, № 8, 2002, стр. 926-939.

ПРИЛОЖЕНИЕ А

Таблица А. 1- Видовой состав доминантов по численности

Видовой состав доминантов по численности								
Дата	Правый берег				Левый берег			
	Номер станции				Номер станции			
	1	2	3	4	9	8	7	6
5.05	Молодь Cyclopoida; Bosmina longirostris; Chydorus cf. sphaericus;	Молодь Cyclopoida; Взрослые Cyclopoida; Synchaeta sp.;	Молодь Cyclopoida; Bosmina longirostris; Asplanchna priodonta	Молодь Cyclopoida; Bosmina longirostris; Взрослые Cyclopoida;	Молодь Cyclopoida; Synchaeta sp.; Bosmina longirostris;	Молодь Cyclopoida; Bosmina longirostris; Euchlanis dilatata;	Молодь Cyclopoida; Bosmina longirostris; Взрослые Cyclopoida;	Молодь Cyclopoida; Bosmina longirostris; Euchlanis dilatata;
12.05	Bosmina longirostris; Молодь Cyclopoida; Asplanchna	Молодь Cyclopoida; Bosmina longirostris; Chydorus cf.	Молодь Cyclopoida; Bosmina longirostris; Euchlanis	Молодь Cyclopoida; Synchaeta sp.; Bosmina	Bosmina longirostris; Asplanchna priodonta; Euchlanis	Euchlanis dilatata; Молодь Cyclopoida; Bosmina	Bosmina longirostris; Молодь Cyclopoida; Euchlanis	Молодь копепод; Bosmina longirostris; Euchlanis

	priodonta	sphaericus;	dilatata;	longirostris;	dilatata;	longirostris;	dilatata;	dilatata;
24.05	Молодь Cyclopoida; Asplanchna priodonta; Bosmina longirostris;	Молодь Cyclopoida; Keratella guadrata; Asplanchna priodonta;	Asplanchna priodonta; Молодь Cyclopoida; Bosmina longirostris;	Молодь Cyclopoida; Asplanchna priodonta; Keratella guadrata;	Молодь Cyclopoida; Asplanchna priodonta; Keratella guadrata;	Молодь Cyclopoida; Asplanchna priodonta; Keratella guadrata;	Asplanchna priodonta; Молодь Cyclopoida; Взрослые Cyclopoida;	Asplanchna priodonta; Молодь Cyclopoida; Keratella guadrata;
2.06	Молодь Cyclopoida; Bosmina longirostris; Synchaeta sp.;	Keratella guadrata; Молодь Cyclopoida; Euchlanis dilatata	Молодь Cyclopoida; Synchaeta sp.; Asplanchna priodonta;	Молодь Cyclopoida; Synchaeta sp.; Asplanchna priodonta;	Synchaeta sp.; Ceriodaphnia quadrangula; Молодь Cyclopoida; Alona affinis; Trichocerca sp.	Chydorus cf. sphaericus; Молодь Cyclopoida; Synchaeta sp.;	Chydorus cf. sphaericus; Encetrum sp.; Asplanchna priodonta priodonta;	Keratella guadrata; Synchaeta sp.; Euchlanis dilatata
14.06	Молодь Cyclopoida;	Молодь Cyclopoida;	Молодь Cyclopoida;	Молодь Cyclopoida;	Молодь Cyclopoida;	Молодь Cyclopoida;	Молодь Cyclopoida;	Молодь Cyclopoida;

	Synchaeta sp.; Polyphemus pediculus	Asplanchna priodonta; Dphjkst Cyclopoida;	Asplanchna priodonta; Ceriodaphnia quadrangula;	Asplanchna priodonta; Synchaeta sp.;	Simocephalus sp.	Keratella guadrata;	Bosmina longirostris; Synchaeta sp.; Keratella guadrata; Ceriodaphnia quadrangula;	Synchaeta sp.; Asplanchna priodonta;
23.06	Synchaeta sp.; Polyphemus pediculus; Asplanchna priodonta	Ceriodaphnia quadrangula; Synchaeta sp.; Daphnia longispina	Молодь Cyclopoida; Ceriodaphnia quadrangula; Synchaeta sp.;	Ceriodaphnia quadrangula; Молодь Cyclopoida; Daphnia longispina	Молодь Cyclopoida; Synchaeta sp.; Ceriodaphnia quadrangula; Asplanchna priodonta; Keratella guadrata; Polyphemus	Synchaeta sp.; Polyphemus pediculus; Молодь Cyclopoida;	Synchaeta sp.; Молодь Cyclopoida; Polyphemus pediculus	Daphnia longispina; Synchaeta sp.; Молодь Cyclopoida;

					pediculus;			
3.07	Synchaeta sp.; Молодь Cyclopoida; Ceriodaphnia quadrangula;	Ceriodaphnia quadrangula; Молодь Cyclopoida; Synchaeta sp.;	Synchaeta sp.; Молодь Cyclopoida; Ceriodaphnia quadrangula;	Synchaeta sp.; Молодь Cyclopoida; Keratella guadrata;	Ceriodaphnia quadrangula; Synchaeta sp.; Молодь Cyclopoida;	Ceriodaphnia quadrangula; Молодь Cyclopoida; Synchaeta sp.;	Молодь Cyclopoida; Ceriodaphnia quadrangula; Graptoleberis testudinaria	Ceriodaphnia quadrangula; Молодь Cyclopoida; Dphjckst Cyclopoida;
14.07	Ceriodaphnia quadrangula; Молодь Cyclopoida; Synchaeta sp.; Asplanchna priodonta	Ceriodaphnia quadrangula; Молодь Cyclopoida; Synchaeta sp.;	Ceriodaphnia quadrangula; Молодь Cyclopoida; Chydorus cf. sphaericus;	Молодь Cyclopoida; Ceriodaphnia quadrangula; Bosmina longirostris;	Ceriodaphnia quadrangula; Bosmina longirostris; Polyphemus pediculus;	Молодь Cyclopoida; Ceriodaphnia quadrangula; Synchaeta sp.;	Молодь Cyclopoida; Ceriodaphnia quadrangula; Polyarthra sp.	Synchaeta sp.; Ceriodaphnia quadrangula; Молодь Cyclopoida;
26.07	Молодь Cyclopoida; Ceriodaphnia	Молодь Cyclopoida; Ceriodaphnia	Молодь Cyclopoida; Ceriodaphnia	Молодь Cyclopoida; Polyphemus	Ceriodaphnia quadrangula; Молодь	Ceriodaphnia quadrangula; Молодь	Ceriodaphnia quadrangula; Молодь	Ceriodaphnia quadrangula; Молодь

	quadrangula; Daphnia longispina	quadrangular; Synchaeta sp.;	quadrangula;	pediculus; Ceriodaphnia quadrangula;	Cyclopoida; Synchaeta sp.; Conochilus sp.; Calanoida	Cyclopoida; Synchaeta sp.;	Cyclopoida; Trichocerca sp. Graptoleberis testudinaria	Cyclopoida; Synchaeta sp.;
--	---------------------------------------	------------------------------------	--------------	--	---	----------------------------------	--	----------------------------------

Таблица А. 2- Видовой состав доминантов по биомассе

Видовой состав доминантов по биомассе								
Дата	Правый берег				Левый берег			
	Номер станции				Номер станции			
	1	2	3	4	9	8	7	6
5.05	Молодь Cyclopoida; Chydorus cf. sphaericus; Asplanchna priodonta;	Взрослые Cyclopoida; Молодь Cyclopoida; Asplanchna priodonta	Молодь Cyclopoida; Asplanchna priodonta; Sida crystallina	Взрослые Cyclopoida; Молодь Cyclopoida; Asplanchna priodonta;	Взрослые Cyclopoida; Молодь Cyclopoida; Asplanchna priodonta;	Молодь Cyclopoida; Bosmina longirostris; Acroperus sp.	Взрослые Cyclopoida; Bosmina longirostris; Daphnia longispina	Bosmina longirostris; Молодь Cyclopoida; Взрослые Cyclopoida
12.05	Bosmina longirostris; Asplanchna priodonta; Молодь Cyclopoida;	Молодь Cyclopoida; Bosmina longirostris; Chydorus cf. sphaericus;	Polyphemus pediculus Молодь Cyclopoida; Взрослые Cyclopoida	Взрослые Cyclopoida Молодь Cyclopoida; Bosmina longirostris;	Взрослые Cyclopoida; Bosmina longirostris; Asplanchna priodonta;	Sida crystallina; Simocephalu s sp.; Молодь Cyclopoida;	Взрослые Cyclopoida; Bosmina longirostris; Молодь Cyclopoida;	Взрослые Cyclopoida Молодь Cyclopoida; Bosmina longirostris;
24.05	Asplanchna priodonta;	Взрослые Cyclopoida;	Asplanchna priodonta;	Asplanchna priodonta;	Asplanchna priodonta;	Asplanchna priodonta;	Asplanchna priodonta;	Sida crystallina;

	Cyclops sp.; Молодь Cyclopoida;	Молодь Cyclopoida; Asplanchna priodonta;	Взрослые Cyclopoida; Молодь Cyclopoida;	Взрослые Cyclopoida; Молодь Cyclopoida;	Молодь Cyclopoida; Cyclops sp.	Взрослые Cyclopoida; Молодь Cyclopoida;	Взрослые Cyclopoida; Молодь Cyclopoida;	Asplanchna priodonta; Взрослые Cyclopoida;
2.06	Молодь Cyclopoida; Bosmina longirostris; Synchaeta sp.;	Acroporus sp.; Eurycercus lamellatus; Asplanchna priodonta;	Cyclops sp.; Asplanchna priodonta; Молодь Cyclopoida;	Asplanchna priodonta; Polyphemus pediculus; Keratella quadrata;	Cyclops sp.; Alona affinis; Ceryodaphnia quadrangula;	Conochilus sp.; Chydorus cf. sphaericus; Rotifera sp.2	Chydorus cf. sphaericus; Camptocercus sp.; Cyclops sp.;	Keratella quadrata; Euchlanis dilatata; Synchaeta sp.; Encetrum sp.
14.06	Polyphemus pediculus; Simocephalus sp.; Молодь Cyclopoida;	Взрослые Cyclopoida; Polyphemus pediculus; Asplanchna priodonta;	Polyphemus pediculus; Asplanchna priodonta; Молодь Cyclopoida;	Asplanchna priodonta; Молодь Cyclopoida; Ceriodaphnia quadrangula;	Simocephalus sp.; Молодь Cyclopoida; Cyclops sp.;	Polyphemus pediculus; Calanoida; Asplanchna priodonta;	Polyphemus pediculus; Молодь Cyclopoida; Bosmina longirostris	Молодь Cyclopoida; Polyphemus pediculus; Asplanchna priodonta;
23.06	Polyphemus pediculus;	Polyphemus pediculus;	Ceriodaphnia quadrangula;	Ceriodaphnia quadrangula;	Polyphemus pediculus;	Polyphemus pediculus;	Polyphemus pediculus;	Polyphemus pediculus;

	Asplanchna priodonta; Synchaeta sp.;	Ceriodaphnia quadrangula; Sida crystalina	Молодь Cyclopoida; Sida crystallina	Daphnia longispina; Synchaeta sp.	Молодь Cyclopoida; Sida crystalina	Молодь Cyclopoida; Chydorus cf. sphaericus;	Synchaeta sp.; Sida crystalina	Daphnia longispina; Synchaeta sp.
3.07	Polyphemus pediculus; Sida crystalina; Synchaeta sp.;	Ceriodaphnia quadrangula; Молодь Cyclopoida; Sida crystalina.	Alona affinis; Sida crystallina; Взрослые Cyclopoida;	Synchaeta sp.; Молодь Cyclopoida; Ceriodaphnia quadrangula;	Ceriodaphnia quadrangula; Polyphemus pediculus; Synchaeta sp.;	Ceriodaphnia quadrangula; Молодь Cyclopoida; Synchaeta sp.;	Sida crystalina; Graptoleberis testudinaria; Молодь Cyclopoida;	Взрослые Cyclopoida; Polyphemus pediculus; Молодь Cyclopoida;
14.07	Sida crystalina; Ceriodaphnia quadrangula; Asplanchna priodonta	Ceriodaphnia quadrangula; Взрослые Cyclopoida; Asplanchna priodonta	Ceriodaphnia quadrangula; Daphnia longispina; Молодь Cyclopoida	Ceriodaphnia quadrangula; Bosmina longirostris; Молодь Cyclopoida;	Polyphemus pediculus; Ceriodaphnia quadrangula; Bosmina longirostris;	Ceriodaphnia quadrangula; Asplanchna priodonta; Sida crystalina	Polyphemus pediculus; Asplanchna priodonta; Ceriodaphnia quadrangula;	Asplanchna priodonta; Synchaeta sp.; Ceriodaphnia quadrangula; Молодь Cyclopoida;

26.07	Ceriodaphnia quadrangula; Daphnia longispina; Молодь Cyclopoida; Cyclopoida;	Ceriodaphnia quadrangular ; Молодь Cyclopoida; Asplanchna priodonta;	Ceriodaphnia quadrangula; Молодь Cyclopoida;	Polyphemus pediculus; Молодь Cyclopoida; Ceriodaphnia quadrangula;	Ceriodaphnia quadrangula; Calanoida; Молодь Cyclopoida;	Ceriodaphnia quadrangula; Молодь Cyclopoida; Daphnia longispina	Ceriodaphnia quadrangula; Graptoleberis testudinaria; Молодь Cyclopoida;	Ceriodaphnia quadrangula; Polyphemus pediculus; Молодь Cyclopoida
-------	--	--	---	---	---	--	---	--

ПРИЛОЖЕНИЕ Б


Таблица Б. 1 – Численность (экз./м³) над чертой, биомасса (мг./м³) – под чертой – по станциям и датам

Общие численность и биомасса зоопланктона Абаканской протоки								
Дата	Центральная часть				Левый берег			
	Номер станции				Номер станции			
	1	2	3	4	9	8	7	6
5.05	4221	3,05	4,481	9,610	9,740	5,390	6,753	28,312
	19,85	38,72	28,02	54,11	97,02	11,12	28,79	162,68
12.05	0,584	1,688	2,078	2,792	3,182	2,987	1,753	3,182
	0,72	7,15	14,42	13,37	9,83	35,53	6,89	21,10
24.05	9,026	5,974	20,714	49,286	30,195	19,286	18,442	11,948
	79,47	51,79	161,55	351,50	258,64	115,31	170,85	172,44
2.06	0,974	3,182	13,571	11,818	1,364	2,208	20,000	1,104
	2,44	23,54	109,65	48,91	8,32	26,84	160,41	1,53
14.06	3,896	4,935	4,870	10,195	1,104	1,494	1,494	7,143
	72,70	49,98	57,11	40,31	32,40	8,53	4,45	20,86
23.06	2,381	14,892	49,351	8,095	1,429	1,558	5,931	6,234
	84,00	70,96	348,73	58,01	15,98	28,17	120,03	63,09

3.07	4,156	22,078	7,338	8,247	8,11	3,89	4,15	15,13
	65,4	83,84	81,61	30,90	43,01	17,63	33,75	288,27
14.07	2,532	10,260	2,857	0,584	5,649	7,208	4,351	1,688
	24,25	61,50	11,61	1,928	89,49	42,64	17,21	7,59
26.07	260,260	4,610	1,883	4,221	3,766	28,117	2,532	3,701
	4,63	20,33	7,99	113,00	16,70	183,48	16,68	20,93

Федеральное государственное автономное
образовательное учреждение высшего образования
«СИБИРСКИЙ ФЕДЕРАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»
Институт фундаментальной биологии и биотехнологии
Кафедра водных и наземных экосистем

УТВЕРЖДАЮ

Заведующий кафедрой

М. И. Гладышев
подпись

« 21 » _____ 2018 г.

БАКАЛАВРСКАЯ РАБОТА

Зоопланктон Абаканской протоки р. Енисей

06.03.01 Биология

Руководитель

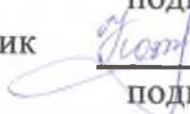


д-р биол. наук, проф.

Дубовская О.П.

подпись, дата

Выпускник



подпись, дата

Кожина Е.Я.

Красноярск 2018