



**МКОУ ДО ДШИ
«Лодейнопольский Детский центр
эстетического развития»
Ленинградской области**

**«Зоопланктон литорали Савозера
в августе 2016 – 2020 годов»**

Исполнитель: Чашихин Александр Евгеньевич,

11 класс

Руководитель: Белозерова Елена Леонидовна,

педагог дополнительного образования.

– Ленинградская область, 2022 год –

Оглавление

Введение	стр. 3 – 4
Глава 1. Материал и методика.....	стр. 4 – 6
Глава 2. Результаты исследований и их обсуждение.....	стр. 6 – 18
2.1. Описание точек отбора проб.....	стр. 6 – 7
2.2. О составе зоопланктона прибрежной зоны Савозера.....	стр. 7 – 10
2.3. Временные изменения зоопланктона прибрежной зоны Савозера на изученных участках.....	стр. 10 – 11
2.4. Пространственное распределение зоопланктона в прибрежной зоне Савозера в динамике.....	стр. 11 – 15
2.5. Определение степени загрязнения озера Савозера по организмам зоопланктона.....	стр. 16 – 18
Выводы.....	стр. 18 – 19
Заключение.....	стр. 19
Список использованной литературы.....	стр. 20 – 23
Приложение 1.....	стр. 24
Приложение 2.....	стр. 25
Приложение 3.....	стр. 26 – 28
Приложение 4.....	стр. 29
Приложение 5.....	стр. 30 – 35
Приложение 6.....	стр. 36

Введение

Зоопланктон – это совокупность животных, обитающих в толще воды и не способных противостоять переносу течениями [11]. Организмы зоопланктона являются важной составляющей кормовой базы рыб [22], чувствительны к загрязнению воды и принимают участие в самоочищении водоемов [12]. Всё это говорит о необходимости изучения данной группы животных. Вместе с тем, в настоящее время зоопланктон в водоемах Лодейнопольского района Ленинградской области изучен недостаточно. Наиболее полная информация об этой группе живых организмов получена для пелагиали старицы реки Свири – Лахты – водоёма, входящем в состав Нижне-Свирского заповедника. В период с 1993 по 2008 годы здесь были изучены межгодовые и пространственные изменения зоопланктона [23]. Зоопланктон прибрежной зоны озёр заповедника изучался эпизодически. По данным Горской В. А., в августе 2007 года в старице реки Свири – Гнильно – данная группа животных была представлена пятнадцатью таксонами [9]. При этом максимальное видовое разнообразие определено для ветвистоусых ракообразных, среди которых в количественном отношении преобладала *Ceriodaphnia quadrangula*. Автором отмечена пространственная неоднородность состава зоопланктона [9]. Также имеются данные о составе и численности зоопланктона прибрежной зоны озера Кандольское. Известно, что в июне 2008 года данное сообщество было представлено 8 родами ракообразных и коловраток [14]. В количественном соотношении преобладали ветвистоусые, среди которых доминировали *Vosmina* sp. и *Polyphemus* sp. [14] Сведений о зоопланктоне озер Лодейнопольского района, расположенных вне территории заповедника, на сегодняшний день нет.

Исходя из вышеизложенного, можно говорить об актуальности изучения зоопланктона одного из самых больших озер района – Савозера.

Оно расположено в 22 километрах к юго-востоку от Лодейного Поля и имеет площадь 12, 2 квадратных километра [19]. Исследование зоопланктонного сообщества Савозера позволит не только дополнить сведения о зоопланктоне озёр Лодейнопольского района, но и определить степень загрязнения данного водоёма, в окрестностях которого расположена крупная база отдыха. Значит, на озеро оказывается антропогенное воздействие, и поэтому необходимо отслеживание экологической ситуации в нём.

Цель работы:

Определение степени загрязнения Савозера по организмам зоопланктона.

Задачи:

1. Отобрать пробы на постоянных участках прибрежной зоны Савозера.
2. Изучить состав и определить численность зоопланктона в пробах.
3. Выявить межгодовые изменения и особенности пространственного распределения данной группы животных.
4. На основе сравнения полученных данных определить степень загрязнения озера.

Глава 1. Материал и методика

Сборы зоопланктона в прибрежной зоне озера Савозеро проведены в августе 2016 – 2020 годов на 3 участках, различных по условиям обитания. Отбор проб производился с помощью плавательного средства – моторной лодки – с берега западной части водоема в двукратной-пятикратной повторности методом зачерпывания объема воды 0,5 литра [2]. Пробы зачерпывались батометром и фиксировались 40% раствором формалина (3 мл на одну пробу) – [4]. Затем участок был отмечен на общей карте и сфотографирован с разных ракурсов. На пластиковые бутылки для изучения проб была наклеены этикетки, указывавшие на номер участка и

год исследования. Хранение проб производилось в пластиковых и стеклянных тарах с герметичными крышками [4]. Состав зоопланктона и количество особей в пробах определяли под микроскопом «Биолам» с помощью камеры Богрова [2, 4, 12, 24]. Обилие растительности рассчитывалось как процент площади, занятой растениями от общей площади участка [3]. Уровень воды в озере определялся визуально.

По полученным данным были рассчитаны следующие показатели, характеризующие видовую структуру зооценоза:

1) Индекс Шеннона [7]

$$H' = - \sum p_i \ln p_i, \text{ где}$$

H' – индекс Шеннона

$p_i = n_i/N$ – доля i -го вида в биотопе, n_i – численность i -го вида (экз.),

N – общая численность зоопланктона, \ln – натуральный логарифм. [7, 23]

Этот индекс характеризует разнообразие и выровненность сообщества, то есть чем больше видов и чем меньше отличаются их численности, тем больше значение индекса Шеннона [7], который измеряется в бит/экз. Критерии загрязнения воды по показателю H' : значение меньше 1 свидетельствует о значительном загрязнении пункта (вода грязная). Значению индекса от 1 до 3 (не включительно) соответствуют умеренно-загрязненные водоёмы (загрязненная вода). Если индекс равен 3 и более, такой пункт считается чистым (вода чистая) [8].

2) Степень доминирования представителей зоопланктонного комплекса, а также хищных форм, определена по их доле от общей численности [8].

3) Для выяснения видового сходства между участками и годами исследования рассчитан коэффициент Серенсена [3]:

$$K = \frac{2C}{A+B}, \text{ где}$$

K – коэффициент Серенсена

C – количество общих таксонов

A – количество таксонов на 1 участке

B – количество таксонов на 2 участке

4) Корреляция между индексом Шеннона и процентом доминирования зоопланктонного комплекса находилась посредством выявления значений индекса корреляции Пирсона, который рассчитывался по формуле [16]:

$$\text{Correl}(X, Y) = \frac{\sum(x-\bar{x})(y-\bar{y})}{\sqrt{\sum(x-\bar{x})^2 \sum(y-\bar{y})^2}}, \text{ где}$$

Correl – коэффициент корреляции, а **x**, и **y** – средние значения из двух выборок

Отрицательное значение индекса Пирсона соответствует отрицательной корреляции, а положительное – положительной корреляции [25]. Чем больше значение индекса, тем больше коррелируют между собой две выборки, при этом максимальное по модулю значение индекса равно 1 [25]. Расчеты этого коэффициента производились в программе Microsoft Office Excel 2007.

Глава 2. Результаты исследований и их обсуждение.

2.1 Описание точек отбора проб

Изученные участки прибрежной зоны расположены в западной части Савозера (рис.1). Все они, за исключением небольшого залива (участок 2,

рис. 1) являются мелководными с песчаным грунтом (таблица 1) и различаются по удаленности от болот (рис.1).

Уровень воды в 2016 – 2019 годах постепенно повышался. В 2019 году уровень воды достиг максимума. В 2020 году наблюдалось снижение уровня воды на 3 участках одновременно (таблица 1).

Состав растительности для каждого участка был различным (таблица 1). При этом отмечены межгодовые изменения данного показателя. 1 и 2 участки отличались большим постоянством фитоценоза по сравнению с 3-им (таблица 1). Чаще всего встречались осоки, сабельник и стрелолист. На некоторых участках растительность отсутствовала.

Также участки различались по обилию растительности. На первом участке обилие оставалось постоянным. На втором наблюдалось снижение обилия растительности в 2017 и 2020 годах. Третий участок отличался минимальным обилием растительности и максимальной изменчивостью данного показателя (таблица 1).

2.2. О структуре зоопланктона прибрежной зоны Савозера.

Установлено, что прибрежная зона Савозера в сравнении с другими озерами Лодейнопольского района отличается богатством фауны микроскопически мелких беспозвоночных (22 таксона видового и родового уровня, таблица 2) – [9, 14]. Они относятся к ветвистоусым и веслоногим ракообразным, коловраткам и ракушковым (рис. 2).

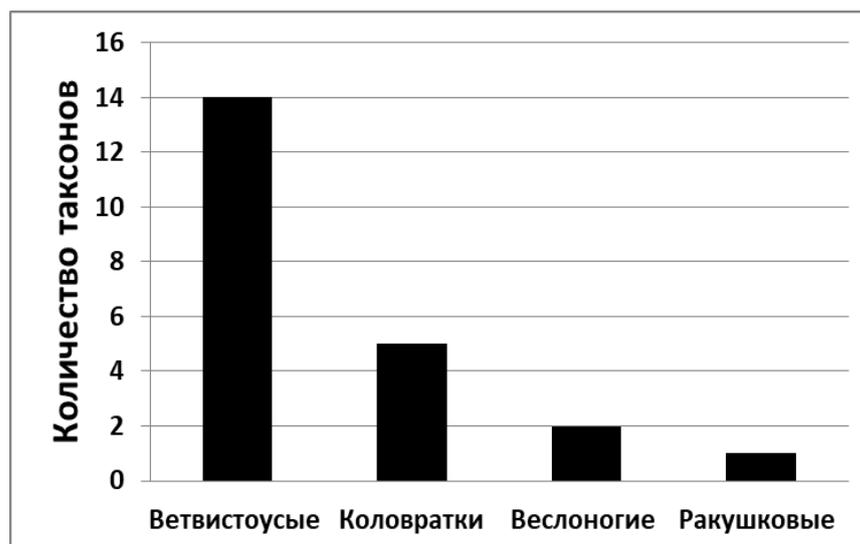


Рис. 2. Состав и количество видов зоопланктона литорали Савозера в августе 2016 – 2020.

Максимальное разнообразие (14 таксонов родового и видового уровня) отмечено для ветвистоусых ракообразных (рис. 2), что характерно для озёр со слабым органическим загрязнением [20, 22]. Среди этой группы животных в количественном отношении в количественном отношении в 2016 году преобладали планктонные формы *Chydorus* sp. (рис. 13) и *Daphnia* sp., а в 2017 и 2018 планктонно-бентические – *Scapholeberis mucronata* (рис. 14), *Camptocercus* sp. (рис. 15) и *Sida* sp. Изменение доминирующих таксонов в динамике может быть обусловлено повышением уровня воды в 2017 – 2018 годах: когда затопляется прибрежно-водная растительность, для планктонно-бентических организмов создаются благоприятные условия. В 2019 году среди ветвистоусых преобладали *Camptocercus* sp., *Chydorus* sp. и *Sida* sp. Такое разнообразие форм ветвистоусых связано с максимальным за период исследования уровнем воды в озере. 2020 год отличился преобладанием среди ветвистоусых хищного вида *Polyphemus pediculus*.

Веслоногие ракообразные представлены двумя родами: *Attheyella* sp. (рис. 22) и *Cyclops* sp. (рис. 21). Последний на протяжении всего изученного периода был обычным. Это объясняется его неприхотливостью

к условиям окружающей среды [26]. Представители рода *Atthyella* – бентосные организмы [6], поэтому встречались в единичных количествах.

Ракушковые (Ostracoda) за изученный период являлись обычными представителями сообщества. Это связано с тем, что они встречаются во всех типах водоемов [18]. В 2016, 2017 и 2019 годах они были обнаружены в единичных количествах, так как это бентосные организмы [17]. Также надо отметить, что представители ракушковых в 2018 и 2020 годах являлись доминантами. Это можно объяснить тем, что в некоторых озёрах эти ракообразные развиваются массами [21].

Представители пяти родов коловраток: *Asplanchna priodonta* (рис. 23), *Cephalodella gibba* (рис. 20), *Brachionus* sp. (рис. 24), *Kellicottia* sp., *Keratella* sp., встречены в единичных количествах, так как это глубоководные формы [15]. Исключением является *Brachionus* sp., который редко встречается в озерах, а, как правило, обитает в прудах [1]. Также единичные встречи коловраток могут быть связаны с периодическими колебаниями их численности [5]. Состав данной группы животных различался по годам: в 2016, 2019, 2020 годах были встречены *Kellicottia* sp. и *Keratella* sp., а в 2017 - *Asplanchna priodonta* и *Brachionus* sp. Наибольшее видовое богатство коловраток было отмечено в 2018 году (таблица 2). Это объясняется высоким уровнем воды на изученных участках в изученный период.

В изученном сообществе встречены как хищные, так и мирные организмы: фильтраторы, собиратели. Среди хищников на протяжении всего изученного периода обычным были *Cyclops* sp. и *Polyphemus pediculus* (рис. 18), а *Leptodora kindtii*, *Bythotrephes* sp. и *Asplanchna priodonta* встречались в единичных количествах. Объясняется это тем, что *Polyphemus pediculus* и *Cyclops* sp. – типичные обитатели литорали пресных водоемов, а остальные – пелагиальные формы [18]. Доля хищников в 2016 – 2019 годах изменялась незначительно (от 18,1 до 27,56 %), что говорит о стабильности сообщества в этот период (рис 3). В 2020 году доля хищных

форм в зоопланктоне составила 64, 91 %, что говорит об изменениях в сообществе. Это связано с тем, что состав растительности на изученных участках в тот год был наиболее богатым (таблица 1): увеличение численности жертв ведёт к увеличению количества хищников.

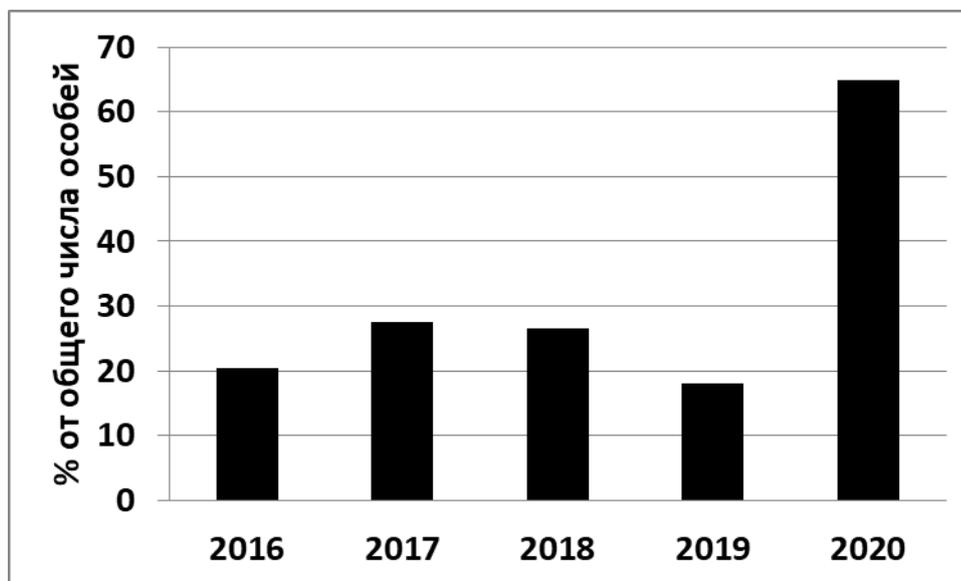


Рис. 3. Доля хищных форм зоопланктонных организмов от общего числа особей литорали Савозера в 2016 – 2020.

2.3. Временные изменения зоопланктона прибрежной зоны Савозера на изученных участках

По нашим данным, разнообразие видов зоопланктона в период с 2016 по 2019 годы не подвержено сильным изменениям (рис. 4), хотя его состав в динамике различается, о чем говорит значение коэффициента видового сходства Серенсена, рассчитанное между годами (таблица 3). При этом сходство между 2016 – 2018 и 2016 – 2017 годами (низкий и высокие уровни воды, таблица 1) составило 36,44 и 48, 25 % соответственно, а между 2018 – 2019 и годами (одинаково высокий уровень воды, таблица 1) – 57, 07 %. Значит, на состав зоопланктона, влияет уровень воды.

Вместе с тем, разнообразие видов зоопланктона за указанный период в динамике остается постоянным (рис. 4). Следовательно, можно предположить, что сообщество устойчиво к изменению условий окружающей среды.

В 2020 году разнообразие видов сократилось. Также в сообществе была отмечена высокая доля хищников.

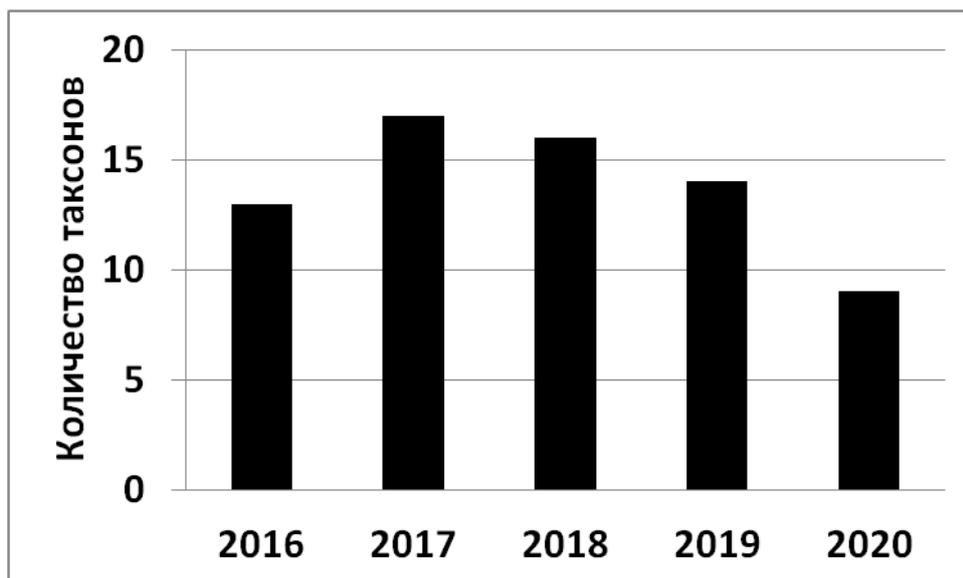


Рис. 4. Количество видов зоопланктона литорали Савозера на исследованных участках в августе 2016 – 2020.

2.4. Пространственное распределение зоопланктона в прибрежной зоне Савозера в динамике

Установлено, что изученные участки отличаются по составу, разнообразию видов и количественным характеристикам зоопланктона (таблица 2). При этом максимальное разнообразие в 2016 году определено в небольшом заливе с зарослями осок, сабельника и максимальной средней глубиной 1, 2 м (участок 2 – рис. 1, рис. 5, таблица 1). Это объясняется тем, что в прибрежье, на глубинах могут присутствовать виды, характерные как для литорали, так и для пелагиали.

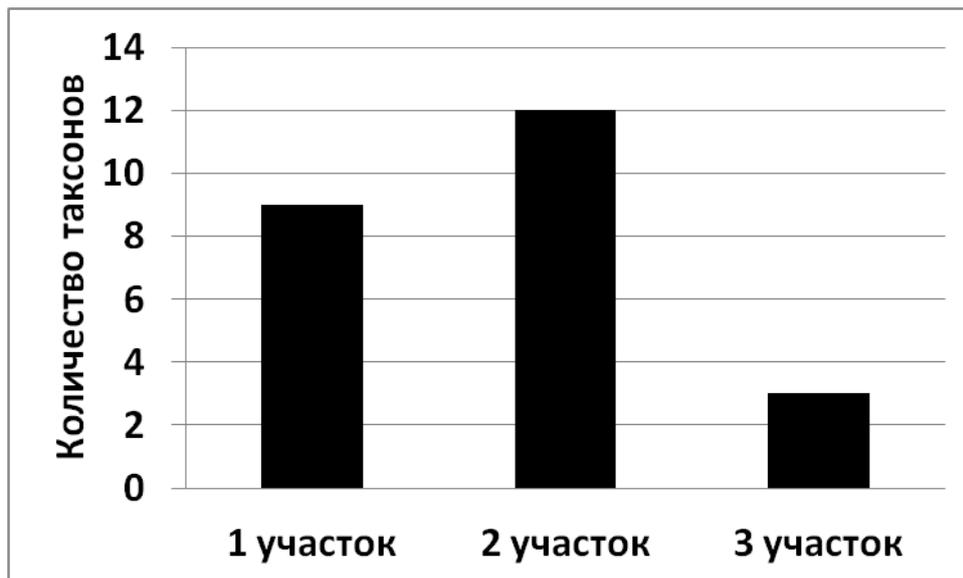


Рис 5. Количество видов зоопланктона на изученных участках в 2016.

В 2017 – 2019 годах в озере отмечено существенное повышение уровня воды (таблица 1). Вследствие этого глубоководные формы появились на первом участке, и его биоразнообразие стало практически одинаковым со вторым в пространственном отношении (рис. 6, 7, 8). Участок номер 3 отличался бедным составом и низким обилием растительности, поэтому он обладает наименьшим биоразнообразием (таблица 1, рис. 6, 7, 8).

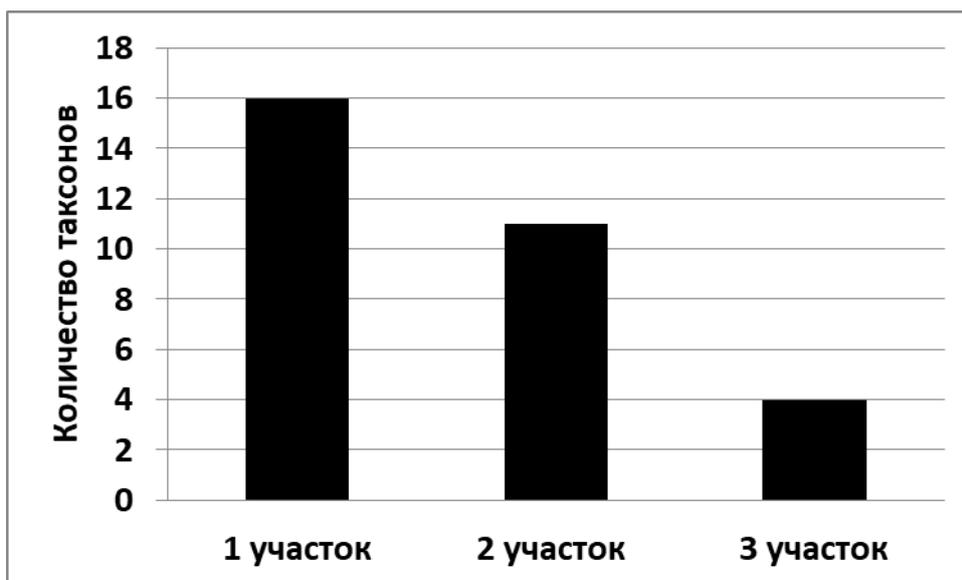


Рис. 6. Количество видов зоопланктона на изученных участках в 2017.

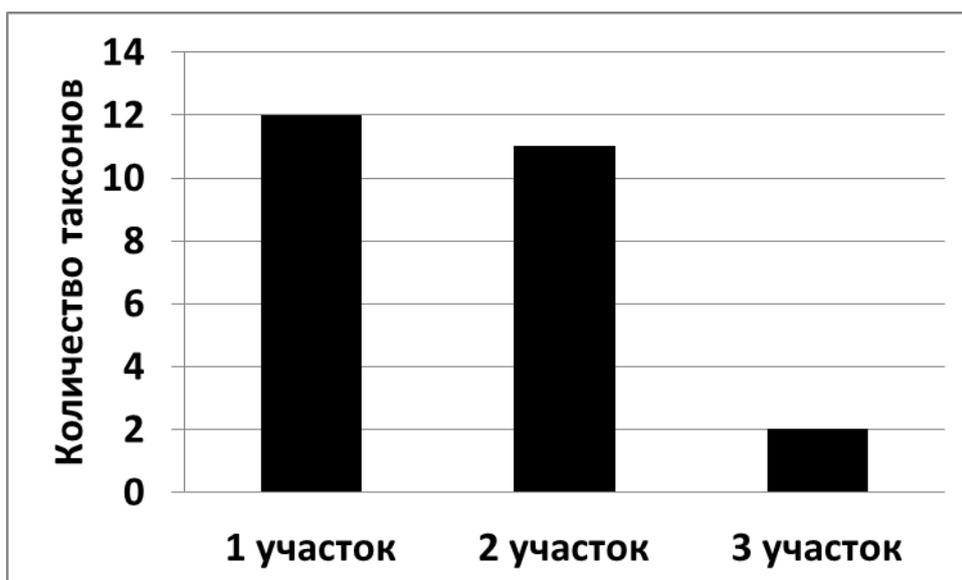


Рис. 7. Количество видов зоопланктона на изученных участках в 2018.

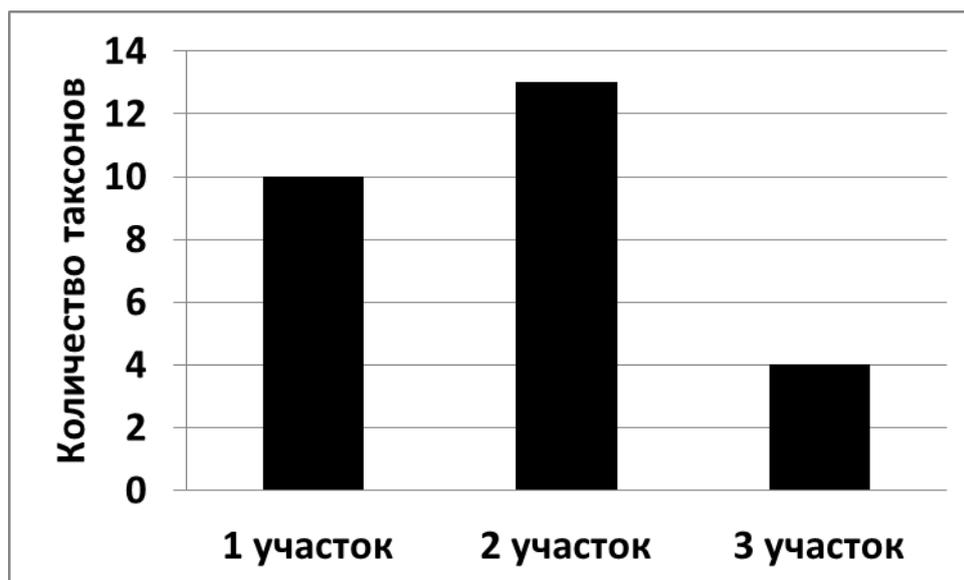


Рис. 8. Количество видов зоопланктона на изученных участках в 2019.

В целом количество видов в 2016 – 2019 годах на участках оставалось постоянным (около 20 таксонов на 1 и 2 участках и до 10 таксонов на третьем участке, рис. 9), хотя на каждом из них произошли существенные временные изменения состава, что определено по значению коэффициента Серенсена (таблица 3). Это подтверждает, что изученное сообщество устойчиво к изменению условий окружающей среды (раздел 2.3).

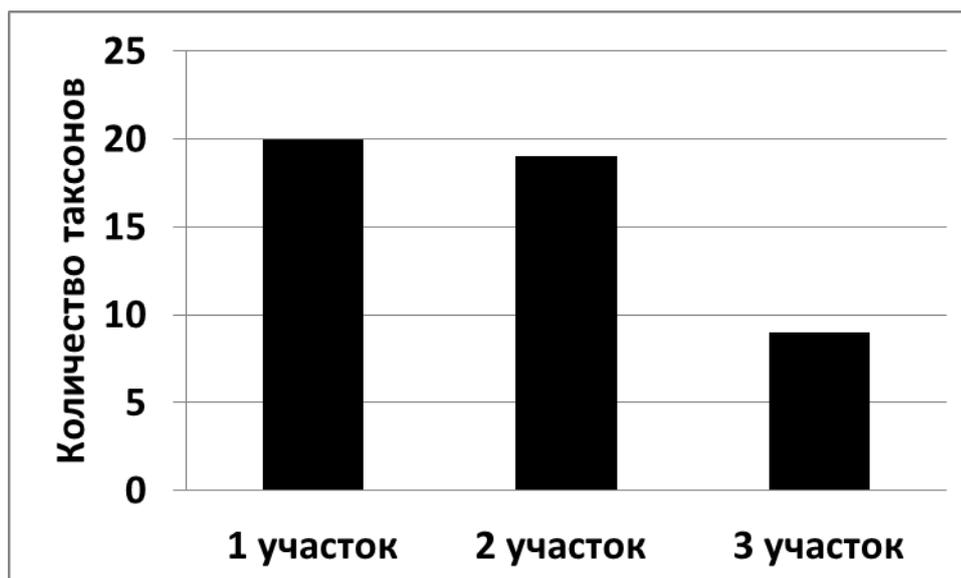


Рис. 9. Общее количество видов зоопланктонного сообщества литорали Савозера в 2016 – 2019.

В 2020 году наблюдалось снижение общего биоразнообразия в связи с уменьшением уровня воды и, как следствие, уменьшение обилия растительности. При этом закономерности пространственного распределения не изменились (таблица 1, рис. 10).

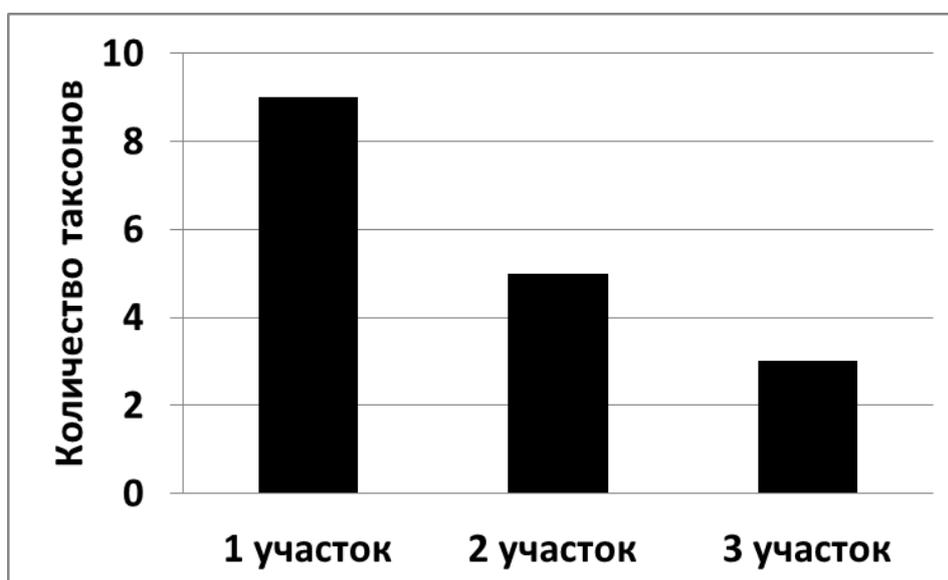


Рис. 10. Количество видов зоопланктона на изученных участках в 2020.

2.5. Определение степени загрязнения озера Савозера по организмам зоопланктона

Степень загрязнения Савозера определялась по индексу Шеннона [3]. Рассчитанное как в динамике, так и в пространстве значение этого индекса показывает средний уровень загрязнения озера (таблица 4). При этом максимальное среднее значение индекса (1, 77), было определено в 2017 году (таблица 4). Можно предположить, что в этот период уровень воды был оптимальным для развития зоопланктонных организмов. Наибольшее среднее значение индекса (1, 71) отмечено на 2-м участке (рис 1, таблица 4). Здесь же наравне с первым участком определено максимальное за весь период исследования значение этого показателя – 2,01 (2017 год, 1 и 2 участки – таблица 4). Это объясняется относительной стабильностью обособленного участка: состав растительности на этом участке сильно не изменялся (рис. 1, таблица 1).

С 2017 по 2019 годы на изученных участках значение индекса Шеннона оставалось постоянным, что связано с одинаково высоким уровнем воды в этот период (таблицы 1, 4). В 2016 году, когда уровень воды был значительно ниже, значения индекса на участках были различны (таблица 1, 4). Также определено, что на 1 и 2 участках в указанный период значение индекса оставалось постоянным, а на 3-м сильно изменялось и было низким. Причина этого в том, что участок отличался мелководностью и малым количеством растительности.

В 2020 году значения индекса Шеннона всех изучаемых участков упали. Тем не менее, средний показатель индекса за 2020 год соответствовал умеренно-загрязнённым водам (1,12).

В целом, независимо от изменения природных факторов, значения индекса Шеннона, определенные как во времени, так и в пространстве, соответствовали среднему уровню загрязнения (таблица 4, рис. 11).

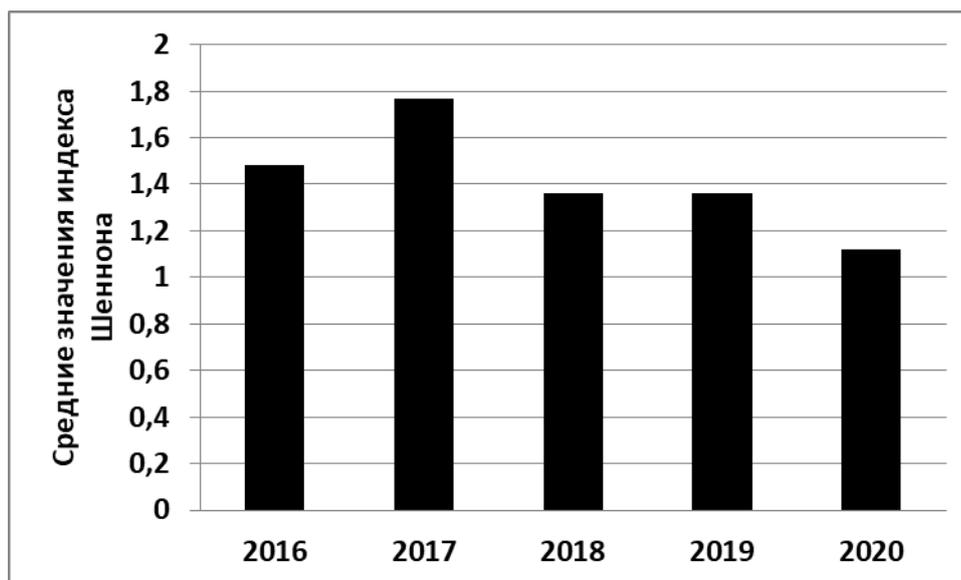


Рис. 11. Средние значения индекса Шеннона в 2016 – 2020.

Зоопланктонный комплекс (то есть основную долю численности – [9, 24]) в 2016, 2017 и 2020 годах составляли два таксона. В 2016 – *Chydorus* sp. и *Daphnia* sp., в 2017 – *Scapholeberis mucronata* и *Cyclops* sp, а в 2020 – *Polyphemus pediculus* и *Ostracoda*. В 2016 году зоопланктонный комплекс составлял 61,9 % от общей численности, в 2017 – 42,4 %, а в 2020 – 70,18 % (рис. 12). В 2018 и 2019 году зоопланктонный комплекс был представлен четырьмя таксонами (*Camptocercus* sp., *Cyclops* sp., *Sida* sp. и *Ostracoda* в 2018 или *Chydorus* sp. в 2019). На его долю приходилось 70,4 % от общей численности в 2018 году и 83,6 % в 2019. (рис. 12). Чаще всего в состав данного комплекса входил хищник *Cyclops* sp. [22]. При этом отмечена высокая отрицательная корреляция индекса Шеннона и долей организмов зоопланктонного комплекса ($Correl = - 0,78$), так как преобладание в сообществе небольшого количества видов говорит о нарушении его выравненности [8]. Полученные данные подтверждают вывод о принадлежности Савозера к среднезагрязненным водоемам и свидетельствуют о тенденции к увеличению степени загрязнения.

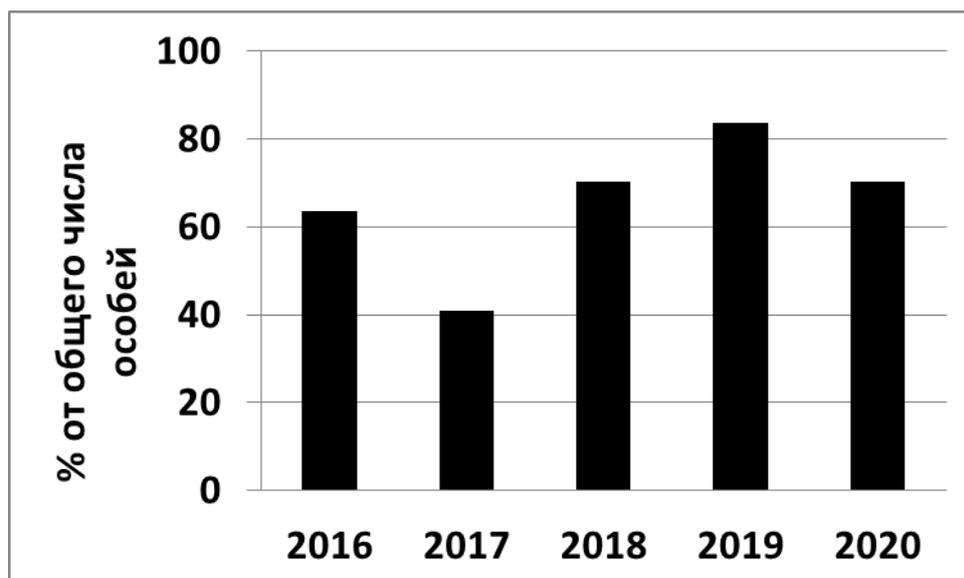


Рис. 12. Доля организмов зоопланктонного комплекса в августе 2016 – 2020.

Все вышеперечисленное говорит о том, что в 2016 – 2020 годах Савозеро являлось среднезагрязнённым водоемом. При этом за последние три года наблюдалось увеличение степени загрязнения.

Умеренную загрязнённость водоёма подтверждают не только значения индекса Шеннона, но и следующие данные, полученные в ходе исследования:

1. Многообразие экологических групп обитателей.
2. Высокая доля организмов зоопланктонного комплекса.
3. Наличие в его составе хищников.
4. Устойчивость сообщества к изменению абиотических факторов.

Выводы

На основе изучения структуры и межгодовой динамики зоопланктонного сообщества прибрежной зоны Савозера были сделаны следующие выводы:

1. Прибрежная зона Савозера отличается сравнительно высоким богатством фауны микроскопически мелких беспозвоночных (22 таксона видового и родового уровня).
2. Временная и пространственная структуры сообщества в 2016 – 2019 годах изменялись незначительно, а в 2020 году претерпели большие изменения.
3. Межгодовые изменения зоопланктона определяются естественными причинами (изменение уровня воды в озере, обилие и состав растительности и доля хищных форм).
4. В период с 2016 по 2020 годы по комплексу показателей Савозера относилось к среднезагрязненным водоемам.

Заключение

Представленная работа является окончательным этапом исследования зоопланктонного сообщества Савозера. За время исследования были получены данные о его структуре и динамике. Также были определены причины временных и пространственных изменений. Наша работа послужит не только базой данных зоопланктонных организмов Лодейнопольского района, но и будет актуальна для людей, которые хотят отслеживать состояние своего любимого озера. Надо отметить, что материал, полученный в ходе исследования, послужил основой для создания научно-популярной брошюры, посвященной зоопланктону Савозера (приложение 6, рис. 25). Эта брошюра имеет авторские фотографии (приложение 5) и может служить определителем организмов зоопланктона для начинающих исследователей.

Список использованной литературы

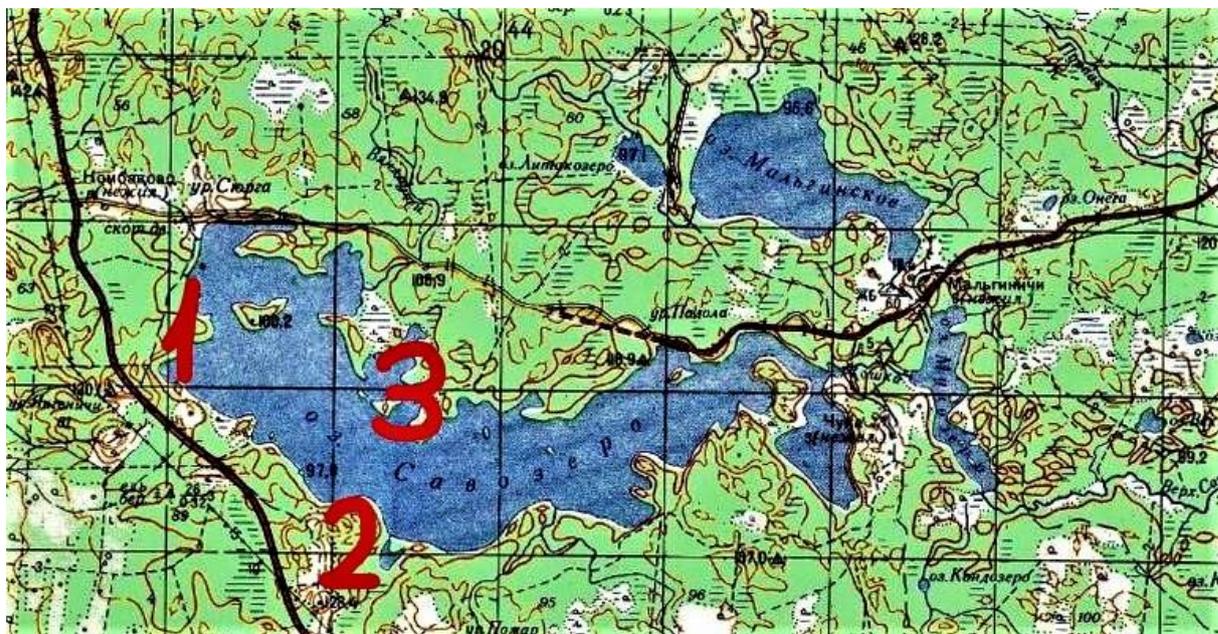
1. Баянов Н. Г., Макеев И. С., Фролова Е. А., Кравченко А. А. ПЛАНКТОН И БЕНТОФАУНА ВОДНЫХ ОБЪЕКТОВ МОРДОВСКОГО ЗАПОВЕДНИКА И ПРИЛЕГАЮЩИХ ТЕРРИТОРИЙ. Саранск: Пушта, 2015. 26 с. – URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/plantktoi-bentofauna-vodnyh-obektov-mordovskogo-zapovednika-i-prilegayuschih-territoriy> (дата обращения: 20.01.2021).
2. Монография «Биологические и химические эффекты антропогенного эвтрофирования Ижевского водохранилища» / Под ред. Б. Г. Котегова. Ижевск: Удмуртский университет, 2013. 177 с. [PDF]. – URL: <http://elibrary.udsu.ru/xmlui/bitstream/handle/123456789/11808/2013427.pdf?sequence=1> (дата обращения: 05.05.2020).
3. Биологический контроль окружающей среды: биоиндикация и биотестирование: учеб. пособие для студ. высш. учеб. заведений/ О. П. Мелехова, Е. И. Егорова, Т. И. Евсеева и др.; под ред. О. П. Мелеховой и Е. И. Егоровой. М., 2007. 88 с.
4. Боголюбов А. С., Котов А. А. Изучение зоопланктона. М.: Экосистема, 1999. 9 с. [PDF]. – URL: <https://karpolya.ru/uploads/zoologija/zooplank.pdf> (дата обращения: 05.05.2020).
5. Боголюбов А. С., Кравченко М. В. Компьютерный определитель пресноводных беспозвоночных России. М.: Экосистема, 2018. – URL: <http://www.ecosistema.ru/08nature/w-invert/013t.htm> (дата обращения: 02.01.2020).

6. Веслоногие ракообразные // Wikipedia. [Электронный ресурс]. – URL: https://ru.wikipedia.org/wiki/Веслоногие_ракообразные (дата обращения: 02.01.2020).
7. Воронин М. Ю. Прохождению эколого-генетической учебной практики. Раздел «Экология» (Учебное пособие для студентов заочной формы обучения педагогического отделения биологического факультета). Саратов: Изд-во Сарат. ун-та, 2014. 7 с. : ил. – URL: http://elibrary.sgu.ru/uch_lit/945.pdf (дата обращения: 02.01.2020).
8. Гамазков А. Изменение зоопланктонного сообщества озера Дружинино за 2 года. // Экомониторинг рек и побережья Финского залива: Материалы городской открытой научно – практической конференции школьников. СПб, 2018. С. 70 – 73.
9. Горская В. А. Изучение зоопланктона в заливе Гнильно // ТРУДЫ ШКОЛЬНИКОВ Ленинградской области по экологии и краеведению родного края. СПб.: ЛОГУ «Региональное агентство природопользования и охраны окружающей среды, 2007. С. 348 – 351.
10. Достоинства биологических методов // Биологические методы экологического мониторинга // Классификация методов наблюдения за состоянием окружающей среды // Студопедия Ваша школопедия [Электронный ресурс]. – URL: https://studopedia.ru/17_158672_dostoinstva-biologicheskikh-metodov.html (дата обращения: 02.01.2020).
11. Зоопланктон // Словарь морских термином и определений [Электронный ресурс]. – URL: <http://www.seaterms.ru/term/ЗООПЛАНКТОН> (дата обращения: 02.01.2020).
12. Иванова М. Б., Телеш И. В., Оценка экологического состояния Невской губы и водотоков С.-Петербурга по зоопланктону. //

- Экологическое состояние водоемов и водотоков бассейна реки Невы. СПб, 1996. С. 36 – 52.
13. Индексы видового разнообразия // helpiks.org - Хелпикс.Орг. [Электронный ресурс]. 2014 – 2019. – URL: <https://helpiks.org/3-12642.html> (дата обращения: 02.01.2020).
 14. Каратеев Д. С., Чуткова Д. А. О составе и плотности зоопланктона озера Кандольское в июне 2006 и 2008 годов [Рукопись]. Лодейное Поле: МОУ ДОД «Лодейнопольский ДЦЭР» Ленинградской области, 2008. 15 с.
 15. Коловратки // Wikipedia. [Электронный ресурс]. – URL: <https://ru.wikipedia.org/wiki/Коловратки> (дата обращения: 02.01.2020).
 16. Коэффициент корреляции, коэффициент Пирсона // economyreview.ru [Электронный ресурс]. – URL: <http://economyreview.ru/analiz-informacii/koefficient-korrelyacii-koefficient-pirsona> (дата обращения: 02.01.2020).
 17. Краткий определитель пресноводного зоопланктона Северо-Запада России [Текст] : учебное пособие / А. В. Гришанков, А. Б. Степанова ; Санкт-Петербургский гос. ун-т. – Санкт-Петербург : Изд-во Санкт-Петербургского ун-та, 2009. – 59, [1] с. : ил.
 18. Круглова О. Ю. КЛАСС CRUSTACEA – РАКООБРАЗНЫЕ, МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ К ЛАБОРАТОРНЫМ ЗАНЯТИЯМ ПО СПЕЦПРАКТИКУМУ, в двух частях: Часть 1 НИЗШИЕ РАКООБРАЗНЫЕ. Минск. 2014.
 19. Лодейнопольский край в истории России / Под. ред. Е. В. Романовой. СПб., 2002. 213 с.
 20. Наумов И. Исследование зоопланктона озера Воукса. // Вода – источник жизни на Земле: Материалы 4 Всероссийской научной экологической Конференции школьников и студентов, студентов и

молодежи, посвященной Всемирным дням Воды и Земли. «Вода – источник жизни на Земле». СПб, 2011. С. 175 – 177.

21. Очерки из жизни пресноводных животных [Текст]: Руководство к экскурсионному и лабораторному изучению животного мира пресных вод: Допущ. М-вом образования СССР в качестве учеб. пособия для биол. фак. ун-тов / акад. Е. Н. Павловский и проф. С. Г. Лепнева. М.: Совет. наука, 1948. (Л.: Тип. "Печ. двор"). 459 с. : ил.
22. ПРИРОДА И ПРИРОДНЫЕ РЕСУРСЫ КУЗБАССА // Экология моего города. [Электронный ресурс]. Ленинск-Кузнецкий, 2019. – URL: <http://www.ecol12.narod.ru/chlenistonogie.htm> (дата обращения: 02.01.2020).
23. Слесарева М. А., Орехов Е. Н. Зоопланктон пелагиали Лахтинского залива в 1993 – 2008 годах. [Рукопись]. Лодейное Поле: МОУ ДОД «Лодейнопольский ДЦЭР» Ленинградской области, 2008. 13 с.
24. Сугаипов И. Характеристика зоопланктона прудов парка Сосновка. // Экомониторинг рек и побережья Финского залива: Материалы XVII научно – практической конференции обучающихся ОУ СПб и Ленинградской области. СПб, 2017. С. 22 – 25.
25. Функция КОРРЕЛ // support.office – Microsoft. [Электронный ресурс]. 2019. – URL: <https://support.office.com/ru-ru/article/Функция-КОРРЕЛ-995dcef7-0c0a-4bed-a3fb-239d7b68ca92> (дата обращения: 02.01.2020).
26. Циклопы (животные) // WIKI 2 переиздание Википедии. [Электронный ресурс]. – URL: [https://wiki2.org/ru/Циклопы_\(животные\)](https://wiki2.org/ru/Циклопы_(животные)) (дата обращения: 02.01.2020).



Приложение 2

Таблица 1. Условия биотопов на изученных участках прибрежной зоны Савозера.

№	Состав растительности					Обилие растительности, %					Глубина, см				
	2016	2017	2018	2019	2020	2016	2017	2018	2019	2020	2016	2017	2018	2019	2020
1	Осока, Стрелолист, Кувшинка, Фонтиналис, Злаки	Осока, Стрелолист, Злаки	Осока, Стрелолист, Кубышка	Осока, Стрелолист, Кубышка, Фонтиналис, Частуха Подорожниковая	Осока, Стрелолист, Кубышка	23	28	24	24	24	30	40	35	60	45
2	Осока, Сабельник, Водокрас, Вахта Трехлистная	Отсутствует	Осока, Сабельник, Вахта Трехлистная, Кубышка, Белокрыльник	Осока, Сабельник, Вахта Трехлистная, Кубышка	Осока, Сабельник, Вахта Трехлитсная, Кубышка, Белокрыльник, Хвощ	21	0	11	20	7	120	130	160	170	165
3	Отсутствует	Отсутствует	Осока	Стрелолист, Хвощ	Осока, Хвощ, Стрелолист	0	0	10	2	5	35	45	30	55	50

Приложение 3

Таблица 2. Состав и количественные характеристики зоопланктона литорали Савозера в августе 2016 – 2020.

№	Номер участка Таксон	1					2					3				
		2016	2017	2018	2019	2020	2016	2017	2018	2019	2020	2016	2017	2018	2019	2020
Отряд веслоногие ракообразные																
1	<i>Attheyella</i> sp.	3	4	3	10	1	-	-	2	1	-	-	-	-	-	-
2	<i>Cyclops</i> sp.	18	12	19	45	-	13	41	137	99	-	3	-	-	1	-
Отряд ветвистоусые ракообразные																
3	<i>Bosmina</i> sp	3	2	1	-	15	2	-	-	-	-	-	1	-	-	-
4	<i>Bythotrephes</i> sp.	-	-	-	-	-	2	-	-	-	-	-	-	-	-	-
5	<i>Camptocercus</i> sp.	11	-	84	101	2	2	-	10	40	1	-	-	-	4	-
6	<i>Ceriodaphnia</i> sp.	-	9	-	1	-	2	13	42	10	-	-	-	-	-	-
7	<i>Chydorus</i> sp.	80	37	39	68	4	19	30	57	79	1	7	4	-	14	3

8	Daphnia sp.	23	2	-	-	-	23	4	-	3	-	9	-	-	-	-
9	Iliocryptus sp.	-	2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
10	Leptodora kindtii	3	1	-	-	-	3	-	-	-	-	-	-	-	-	-
11	Moina sp.	-	1	-	-	-	-	3	1	-	-	-	-	-	-	-
12	Ophryoxus sp.	-	-	-	-	-	-	3	-	5	-	-	-	-	-	-
13	Polyphemus pediculus	3	10	-	3	54	8	14	2	5	7	-	-	-	-	-
14	Scapholeberis mucronata	-	63	10	-	3	-	9	1	18	-	-	3	-	-	-
15	Sida sp.	-	2	-	1	-	-	2	134	287	-	-	-	-	-	-
16	Simocephalus vetulus	-	7	1	-	-	-	9	6	42	-	-	-	-	-	-
Тип коловратки																
17	Asplanchna priodonta	-	6	8	3	1	-	-	-	4	1	-	2	-	-	1
18	Brachionus sp.	-	2	-	1	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
19	Cephalodella gibba	-	-	8	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	-	-
20	Kellicottia sp.	-	-	2	-	-	3	-	-	-	-	-	-	-	-	-
21	Keratella sp.	-	-	1	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-

Ракушковые																
22	Ostracoda	1	6	34	1	5	2	8	19	36	8	-	-	3	2	6
Количество родов		9	16	12	10	9	12	11	11	13	5	3	4	2	4	3
Общее количество особей		145	166	210	234	86	80	136	411	629	18	19	10	4	21	10

Приложение 4

Таблица 3. Значение коэффициента видового сходства Серенсена на изученных участках литорали Савозера в 2016 – 2020.

Годы сравнения	1 участок, %	2 участок, %	3 участок, %	Среднее сравнительное значение годов, %
2016-2017	64	52,17	28,57	48,25
2017-2018	50	81,82	0	43,94
2018-2019	54,55	83,33	33,33	57,07
2019-2020	73,68	55,56	57,14	62,13
2016-2018	57,14	52,17	0	36,44
2016-2019	63,16	56	57,14	58,77
2016-2020	66,67	47,06	33,33	49,02
2017-2019	69,23	83,33	25	59,19
2017-2020	64	37,5	28,57	43,36
2018-2020	66,67	50	40	52,22

Таблица 4. Значения индекса Шеннона на изученных участках литорали Савозера в 2016 – 2020.

Год исследования	1 участок	2 участок	3 участок	Средне - годовое значение
2016	1,43	1,99	1,01	1,48
2017	2,01	2,01	1,28	1,77
2018	1,77	1,61	0,69	1,36
2019	1,38	1,74	0,96	1,36
2020	1,26	1,21	0,90	1,12
Среднее значение для участка	1,57	1,71	0,97	

Некоторые представители зоопланктонного сообщества литорали Савозера
в августе 2016 – 2020 годов.

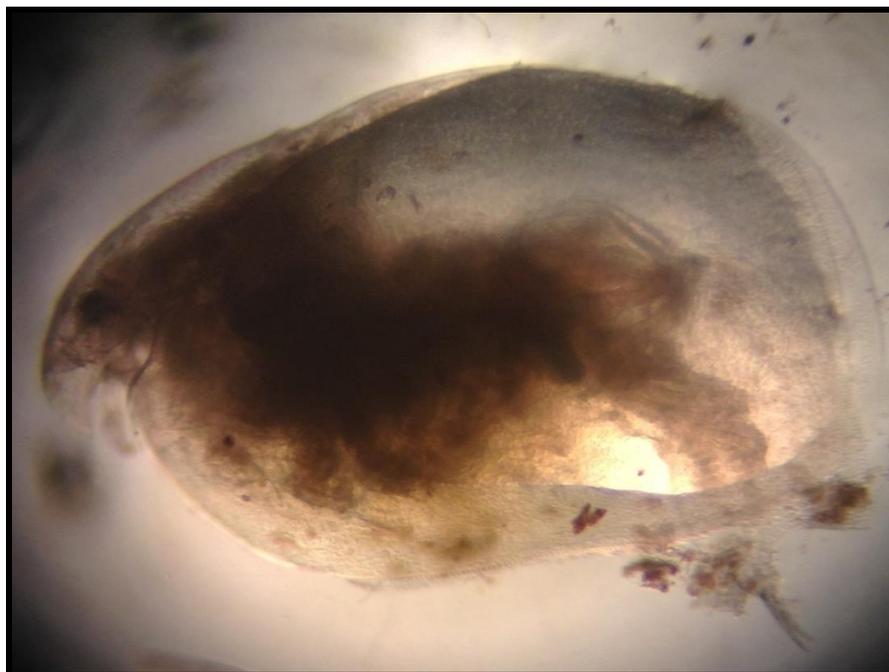


рис. 13. Chydorus sp.



рис. 14. Scapholeberis mucronata.



puc. 15. Camptocercus rectirostris.



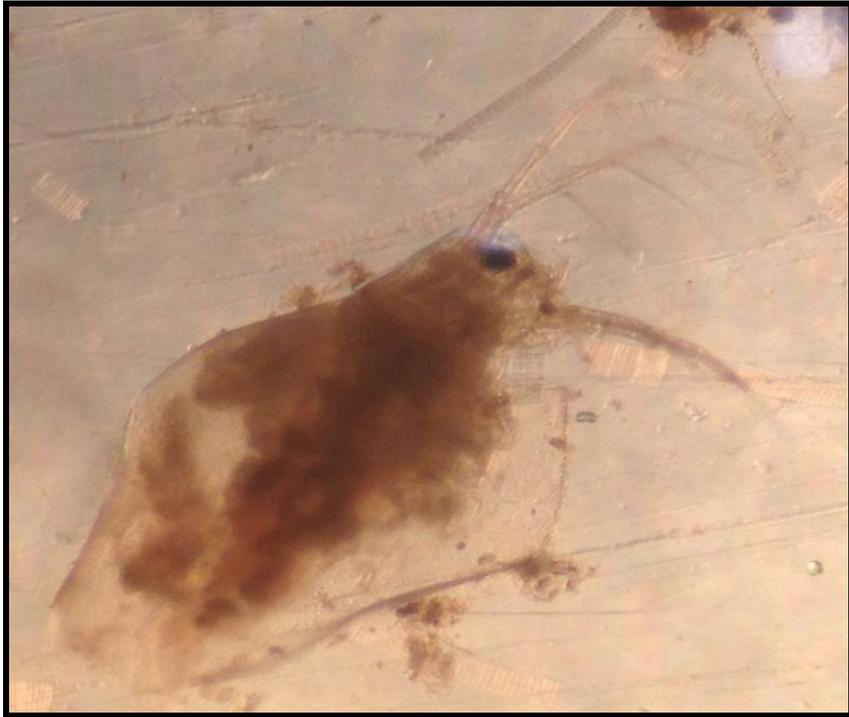
puc. 16. Simocephalus vetulus.



puc. 17. Ceriodaphnia quadrangula.



puc. 18. Polyphemus pediculus.



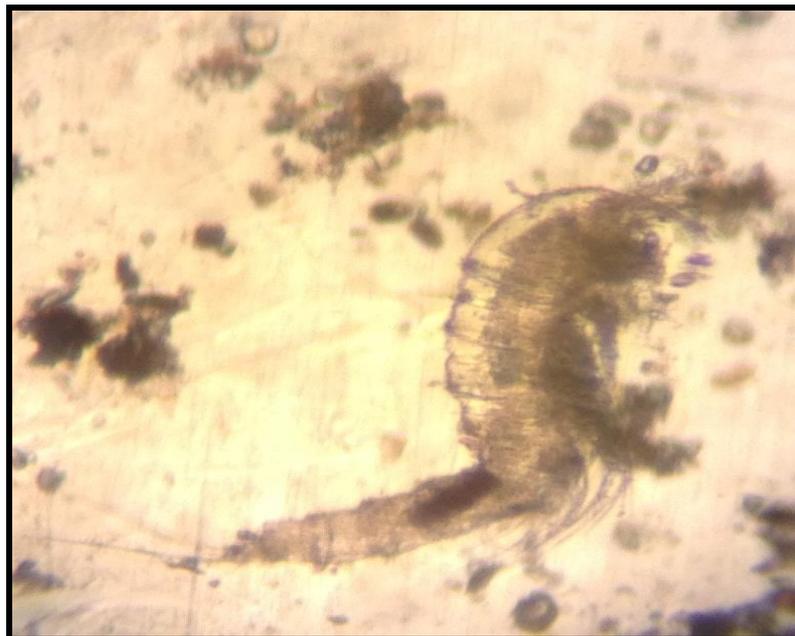
puc. 19. Ophryoxus sp.



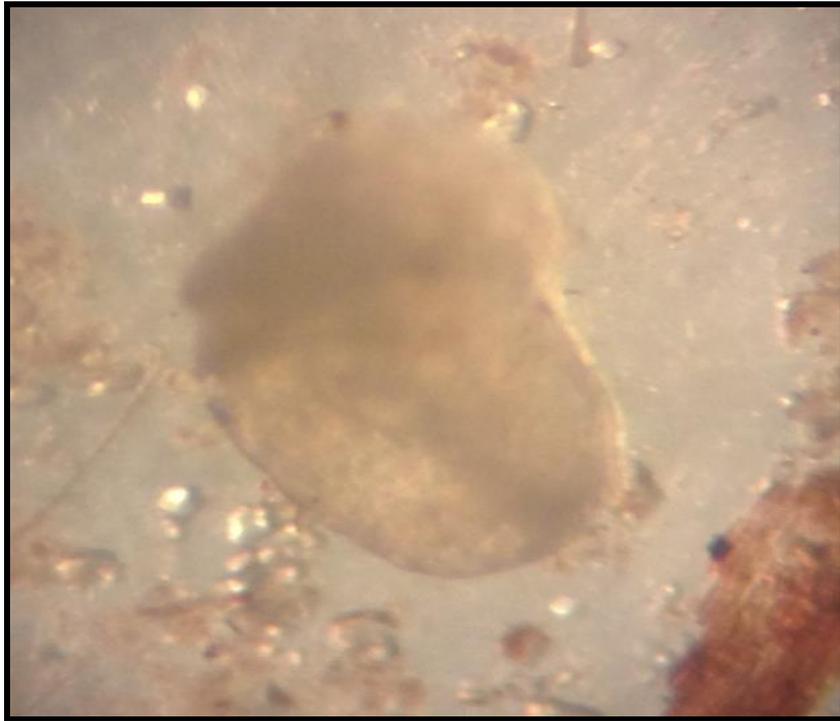
puc. 20. Cephalodella gibba.



puc. 21. Cyclops sp.



puc. 22. Atthyella sp.



puc. 23. Asplanchna priodonta.



puc. 24. Brachionus sp.

Научно-популярная брошюра «Обзор зоопланктона Савозера с
фотографиями и элементами определения».

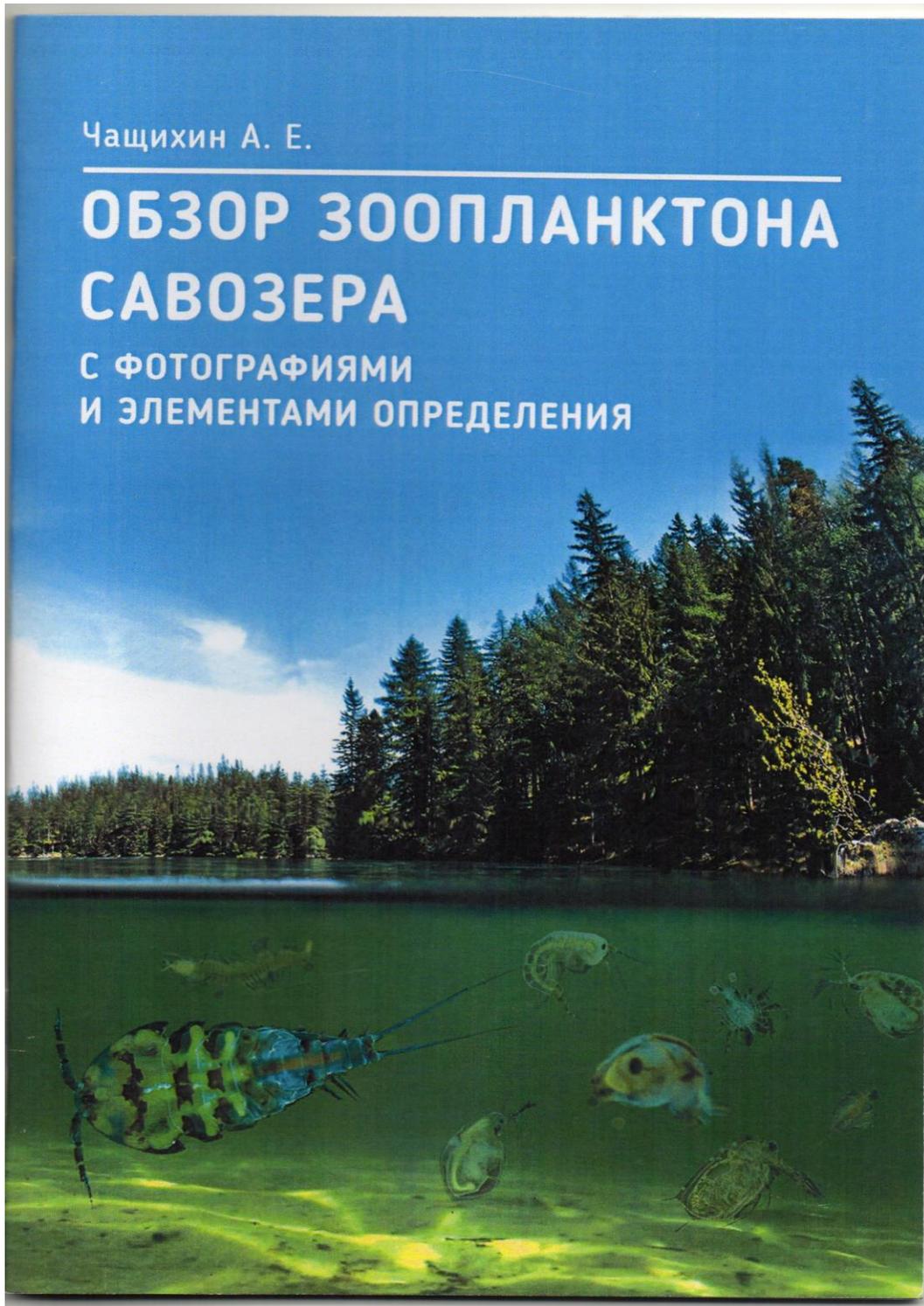


рис. 25. Научно-популярная брошюра «Обзор зоопланктона Савозера с
фотографиями и элементами определения».