

**МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
КАЗАНСКИЙ ФЕДЕРАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ**

А.Э. СВЕРДРУП, Л.Л. ФРОЛОВА

**САПРОБИОНТЫ ОЗЁР КАБАН
ГОРОДА КАЗАНИ**

**ВЫЯВЛЕНИЕ ИНДИКАТОРНОЙ ЗНАЧИМОСТИ
ГИДРОБИОНТОВ ПО МАРКЕРНЫМ ГЕНАМ**



**КАЗАНЬ
2021**

УДК 577.2; 574.5; 574.6

ББК 28.04:28.08

С19

Рецензенты:

доктор биологических наук **А.Р. Каюмов**

кандидат биологических наук **О.Ю. Деревенская**

С19 Сапробионты озёр Кабан города Казани: выявление индикаторной значимости гидробионтов по маркерным генам / А.Э. Свердруп, Л.Л. Фролова. – Казань: Издательство Казанского университета, 2021. – 320 с.

ISBN 978-5-00130-530-9

В монографии приведены результаты исследований по индикаторной значимости гидробионтов пресноводных водоёмов на основе филогенетического анализа по маркерным генам *18S рРНК*, *16S рРНК*, *COI*, *rbcL* гидробионтов озёр Верхнего Кабана, Среднего Кабана и Нижнего Кабана г. Казани.

УДК 577.2; 574.5; 574.6

ББК 28.04:28.08

ISBN 978-5-00130-530-9

© Свердруп А.Э., Фролова Л.Л., 2021

© Издательство Казанского университета, 2021

СОДЕРЖАНИЕ

ВВЕДЕНИЕ.....	7
1. Видовое разнообразие озёр Кабан по маркерным генам.....	10
1.1. Маркерный ген <i>16S рPHK</i> пресноводных гидробионтов	11
1.2. Маркерный ген <i>18S рPHK</i> пресноводных гидробионтов	13
1.3. Маркерный ген <i>COI</i> пресноводных гидробионтов.....	15
1.4. Маркерный ген <i>rbcL</i> пресноводных фотосинтезирующих гидробионтов	17
1.5. Виды гидробионтов озёр Кабан, идентифицированные по маркерным генам.....	19
2. Биондикаторы озёр Кабан по маркерному гену <i>16S рPHK Bacteria</i>	58
2.1. Выявление видов-индикаторов по гену <i>16S рPHK Bacteria</i> (кроме <i>Cyanobacteria</i>)	59
2.2. Выявление видов-индикаторов по гену <i>16S рPHK Cyanobacteria</i>	65
2.3. Заключение по главе 2	71
3. Биондикаторы озёр Кабан по маркерному гену <i>18S рPHK</i>	74
3.1. Выявление видов-индикаторов по гену <i>18S рPHK Plantae</i>	74
3.1.1. Филогенетический анализ <i>18S рPHK Streptophyta</i>	74
3.1.2. Филогенетический анализ <i>18S рPHK Chlorophyceae</i>	77
3.1.3. Филогенетический анализ <i>18S рPHK Trebouxiophyceae</i>	88
3.1.4. Заключение по главе 3.1	92
3.2. Выявление видов-индикаторов по гену <i>18S рPHK Ochrophyta</i> . 98	
3.2.1. Филогенетический анализ <i>18S рPHK Chrysophyceae</i>	98
3.2.2. Филогенетический анализ <i>18S рPHK Synurophyceae</i>	101
3.2.3. Филогенетический анализ <i>18S рPHK Bacillariophyceae</i>	105

3.2.4. Филогенетический анализ <i>18S pPHK Coscinodiscophyceae</i>	112
3.2.5 Филогенетический анализ <i>18S pPHK Fragillariophyceae</i>	114
3.2.6. Заключение по главе 3.2	116
3.3. Выявление видов-индикаторов по гену <i>18S pPHK Cryptophyceae</i>	123
3.4. Выявление видов-индикаторов по гену <i>18S pPHK Dinophyceae</i>	127
3.5. Выявление видов-индикаторов по гену <i>18S pPHK Euglenida</i> .	129
3.6. Выявление видов-индикаторов по гену <i>18S pPHK Animalia</i> ...	132
3.6.1. Филогенетический анализ <i>18S pPHK Branchiopoda</i>	132
3.6.2. Филогенетический анализ <i>18S pPHK Copepoda</i>	134
3.6.3. Филогенетический анализ <i>18S pPHK Monogononta</i>	140
3.7. Выявление видов-индикаторов по гену <i>18S pPHK Ciliophora</i>	144
3.8.Выявление видов-индикаторов по гену <i>18S pPHK Protozoa</i>	154
3.9.Заключение по главе 3	156
4. Биондикаторы озёр Кабан по маркерному гену <i>COI</i>	177
4.1. Выявление видов-индикаторов по гену <i>COI Clitellata</i>	177
4.2. Выявление видов-индикаторов по гену <i>COI Arthropoda</i>	179
4.2.1. Филогенетический анализ <i>COI Branchiopoda</i>	179
4.2.2. Филогенетический анализ <i>COI Malacostraca</i>	182
4.3. Выявление видов-индикаторов по гену <i>COI Rotifera</i>	184
4.3.1. Филогенетический анализ <i>COI Bdelloidea</i>	184
4.3.2. Филогенетический анализ <i>COI Monogononta</i>	187
4.4. Заключение по главе 4	189
5. Биондикаторы озёр Кабан по маркерному гену <i>rbcL</i>	199
5.1. Выявление видов-индикаторов по гену <i>rbcL Cyanobacteria</i> ...	199
5.2. Выявление видов-индикаторов по гену <i>rbcL Bacillariophyta</i> ..	204

5.2.1. Филогенетический анализ <i>rbcL Bacillariales</i>	204
5.2.2. Филогенетический анализ <i>rbcL Cymbellales</i>	209
5.2.3. Филогенетический анализ <i>rbcL Naviculales</i>	211
5.2.4. Филогенетический анализ <i>rbcL Thalassiosiphysales</i>	215
5.2.5. Филогенетический анализ <i>rbcL Coscinodiscophyceae</i>	217
5.2.6. Филогенетический анализ <i>rbcL Fragilariophyceae</i>	222
5.3. Выявление видов-индикаторов по гену <i>rbcL Cryptophyceae</i> ...	225
5.4. Выявление видов-индикаторов по гену <i>rbcL Plantae</i>	228
5.4.1. Филогенетический анализ <i>rbcL Streptophyta</i>	229
5.4.2. Филогенетический анализ <i>rbcL Chlamydomonadales</i>	231
5.4.3. Филогенетический анализ <i>rbcL Sphaeropleales</i>	239
5.4.4. Филогенетический анализ <i>rbcL Trebouxiophyceae</i>	247
5.5. Заключение по главе 5	251
6. Распределение видов-индикаторов озёр Кабан по маркерным генам и зонам сапробности	263
6.1. Распределение видов-индикаторов по маркерному гену <i>16S рРНК</i> и зонам сапробности	264
6.2. Распределение видов-индикаторов по маркерному гену <i>18S рРНК</i> и зонам сапробности	266
6.3. Распределение видов-индикаторов по маркерному гену <i>COI</i> и зонам сапробности	268
6.4. Распределение видов-индикаторов по маркерному гену <i>rbcL</i> и зонам сапробности	270
6.5. Распределение видов-индикаторов по маркерным генам <i>16S РНК, 18S рРНК, COI, rbcL</i> и зонам сапробности	272
6.6. Распределение видов-индикаторов по сапробным группам по озеру Верхний Кабан по маркерным генам <i>16S РНК, 18S рРНК,</i> <i>COI, rbcL</i>	274

6.7. Распределение видов-индикаторов по сапробным группам по озеру Средний Кабан по маркерным генам <i>16S PНК</i> , <i>18S рPНК</i> , <i>COI</i> , <i>rbcL</i>	276
6.8. Распределение видов-индикаторов по сапробным группам по озеру Нижний Кабан по маркерным генам <i>16S PНК</i> , <i>18S рPНК</i> , <i>COI</i> , <i>rbcL</i>	278
7. Сравнительный анализ индикаторной значимости одного вида гидробионтов по различным маркерным генам	280
ЗАКЛЮЧЕНИЕ	284
ПРИЛОЖЕНИЕ	288
ЛИТЕРАТУРА	302

ВВЕДЕНИЕ

Мониторинг и оценка экологического состояния водоёмов, своевременное принятие мер по устранению загрязнения позволяют избежать экологической катастрофы и сохранять приемлемое для жизни качество вод. Одним из методов, используемых для оценки качества воды, является метод биоиндикации, который обладает суммарным эффектом и реагирует на разные виды загрязнений, в том числе химические и токсикологические.

Биоиндикация – способ оценки антропогенной нагрузки по реакции на нее живых организмов-биоиндикаторов, например, для водных объектов: сильно загрязненных вод – (*p*-) полисапробионтов; умеренно загрязненных вод – (*b*- и *a*-) мезосапробионтов; слабо загрязненных вод – (*o*-) олигосапробионтов; чистых природных вод – (*x*-) ксеносапробионтов. В системе сапробиологического анализа используются экспериментально разработанные списки биоиндикаторов с указанием их принадлежности к той или иной зоне сапробности, среди которых для анализа качества воды в пресноводных водоёмах наиболее широкое применение нашли списки индикаторных видов, составленные авторами – V. Sladeček (В. Сладечек) (1973), R. Wegl (Р. Вегл) (1983), С. Барина и др. (2006).

Исследования по выявлению видов-биоиндикаторов проводятся постоянно с использованием как традиционных методов (Яковлев, 1984, 1988; Чернопруд, 2002; Gerhardt, 2011; Ермолаева, Двуреченская, 2013; Баженова, Гульченко, 2016), так и достижений в области молекулярной филогенетики (Long, 1998; Dias et al., 2021).

Молекулярная филогенетика - способ установления родственных связей между живыми организмами на основе изучения структуры макромолекул. Взаимоотношения, установленные филогенетической систематикой, описывают эволюционную историю видов и их филогенез, исторические взаимоотношения между организмами или их частей, например, генов. Близкое родство между живыми организмами

обычно сопровождается большой степенью сходства в строении макромолекул, а молекулы неродственных организмов сильно различаются между собой. Молекулярная филогения использует такие данные для построения филогенетического дерева, которое отражает гипотетический ход эволюции исследуемых организмов (Лукашов, 2009).

В настоящее время в списках индикаторных видов гидробионтов пресноводных водоёмов числится лишь незначительная доля существующих видов. Как известно, чем больше видов-индикаторов используется в анализе, тем достовернее полученный результат. Выявление индикаторной значимости гидробионтов по маркерным генам методом реконструкции филогенетических деревьев позволяет определить большее количество видов-индикаторов по сравнению с экспериментальными методами определения.

Реконструкция филогенетических деревьев по маркерным генам гидробионтов озёр Кабан, идентифицированных методом секвенирования нового поколения (Фролова и др., 2019а), проводилась двумя методами (Saitou, Nei, 1987; Tamura et al., 2004; Nei, Kumar, 2000; Kumar et al., 2018): методом присоединения соседей (Neighbor-joining method – NJ) и методом максимальной экономии (Maximum Parsimony method – MP). Индикаторная значимость по кластеризации присваивалась гидробионтам на основе высоких значений бутстреп-анализа (Felsenstein, 1985) в соответствии со значениями сапробностей гидробионтов из списка В. Сладчека и путём сравнительного анализа сапробностей гидробионтов из списка В. Сладчека с сапробностями гидробионтов из списков индикаторных видов Р. Вегла и С. Бариновой с соавторами. При расхождении сапробностей гидробионтов в списках разных авторов, приоритет отдавался сапробностям гидробионтов из списка В. Сладчека, т.к. метод Пантле и Букка в модификации Сладчека используется для оценки качества воды до настоящего времени (ГОСТ, 1982).

Применение филогенетического анализа для определения потенциально возможных сапробионтов на основе современных достижений в области биоинформатики и молекулярной биологии, является как самостоятельным, так и дополнительным инструментом (методом) к выявлению видов-биоиндикаторов экспериментальными методами для оценки качества воды водоёмов (Патент RU 2698651, 2019; Свердруп и др., 2018).

В настоящем издании приведены результаты филогенетического анализа по четырём маркерным генам (*16S pPHK*, *18S pPHK*, *COI*, *rbcL*) гидробионтов озёр Кабан с целью присвоения сапробности не имеющим статуса биоиндикаторов организмам, эволюционно близким к известным сапробионтам по маркерным генам для оценки экологического состояния водоёмов методом биоиндикации (Sverdrup, Frolova, 2019a).

1. Видовое разнообразие озёр Кабан по маркерным генам

Озёра Верхний Кабан, Средний Кабан и Нижний Кабан входят в систему городских озёр города Казани и расположены в центральной исторической части города. Два озера – Средний Кабан и Нижний Кабан – соединены Ботанической протокой; озеро Верхний Кабан – обособленный водоём. Морфометрические показатели озёр Кабан представлены на рис. 1.1 (Горшкова и др., 2012).

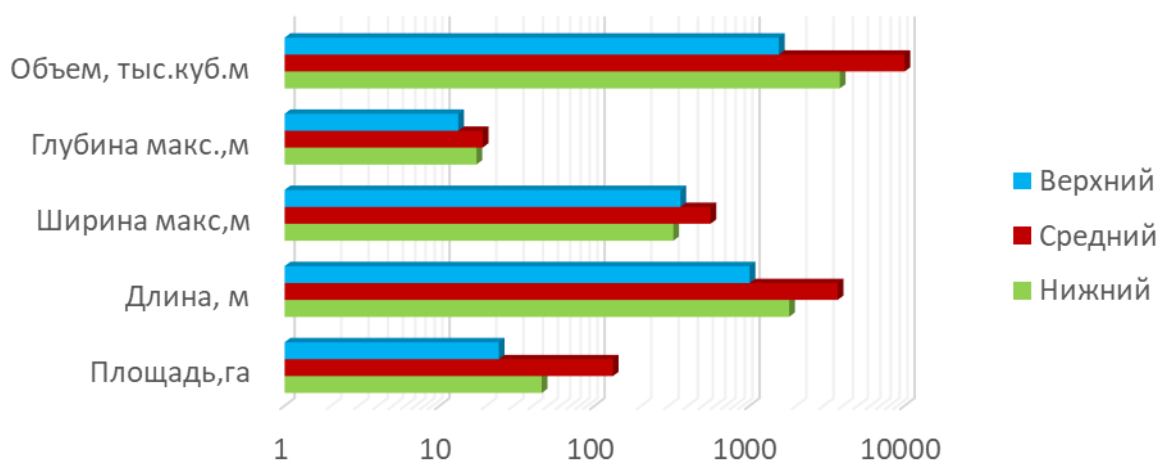


Рис. 1.1. Морфометрические показатели системы озёр Кабан

Мониторинг качества воды в озёрах проводится общепринятыми методами, в т.ч. методом биоиндикации на основе идентификации видов-индикаторов как методами микроскопии, так и современными молекулярными методами на основе маркерных генов (Фролова и др., 2012; Фролова, 2015). Маркерные гены активно используются в технологии секвенирования для идентификации организмов: ген *16S рPHK* – для идентификации прокариот (Cusco et al., 2018; Poirier et al., 2018; Ibal et al., 2019); ген *18S рPHK* – для идентификации эукариот (Спирин, 2011; Hadziavdic et. al, 2014; Ribosomal gene *18S rRNA*, 2021); ген *COI* – для идентификации животных организмов (Folmer et al., 1994; Hebert et al., 2003a,b; Шнеер, 2009); ген *rbcL* – для идентификации фотосинтезирующих организмов (Hebert et al., 2003b; A DNA barcode..., 2009).

1.1. Маркерный ген *16S pPHK* пресноводных гидробионтов

Рибосомная РНК прокариот с коэффициентом седиментации 16 единиц Сведберга (*16S pPHK*) входит в состав малой субъединицы рибосом прокариот, представляет собой одноцепочечную последовательность длиной 1600 пар нуклеотидов. Вторичная структура *16S pPHK* представлена 4 доменами: 5'-домен, центральный домен, большой и малый 3'-домены. *16S pPHK* является каркасом, определяющим положение рибосомных белков, связывается с мРНК при помощи содержащегося на 3'-конце последовательности анти-Шайне-Дальгано, связывается с факторами, участвующими в инициации трансляции, связывает друг с другом большую и малую субъединицы рибосомы и стабилизирует правильное спаривание кодона и антикодона в А-сайте большой субъединицы рибосомы (ru.wikipedia.org/wiki/16S_pPHK). Вторичная структура *16S pPHK* приведена на рис. 1.1.1.

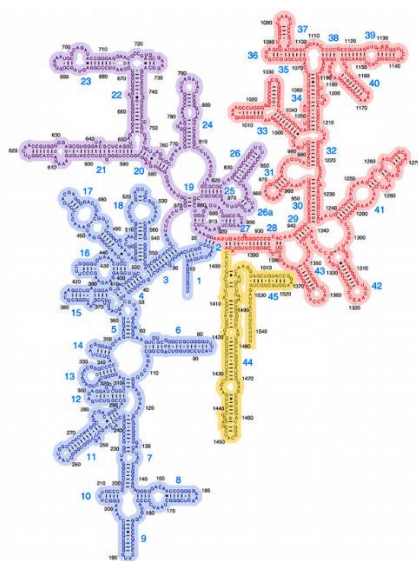


Рис. 1.1.1. Вторичная структура *16S pPHK*, различные домены выделены цветом (thepresentation.ru/biologiya/strukturnaya-organizatsiya-biopolimerov-dnk-i-rnk)

Последовательность *16S pPHK* представлена девятью гипервариабельными участками, позволяющими проводить идентификацию видов молекулярными методами, и разделяющими их консервативными последовательностями, наличие которых позволяет использовать универсальные праймеры для исследования любых бактерий и архей вне зависимости от их таксономической принадлежности (Weisburg et al., 1991).

Благодаря этим особенностям ген *16S pPHK* используется для филогенетических исследований. Впервые ген *16S pPHK* для уста-

новления родственных связей между группами бактерий был применён Карлом Вёзе. Он предположил, что ген *16S pPHK* может быть использован в качестве надёжных молекулярных часов, так как было установлено, что *16S pPHK* из эволюционно далёких видов бактерий имеют сходные участки последовательности и функции (Woese, Fox, 1977; Tsukuda et al., 2017).

Методы секвенирования с универсальными праймерами применяются в медицинской микробиологии как быстрая и дешёвая альтернатива морфологическому способу идентификации бактерий, который требует большого числа манипуляций. Кроме того, секвенирование даёт более надёжные результаты (Clarridge, 2004).

Ниже приведено распределение по странам 45 секвенированных последовательностей по гену *16S pPHK* пресноводных гидробионтов, аналогичных видам, обитающим в озёрах Кабан г. Казани (рис. 1.1.2).

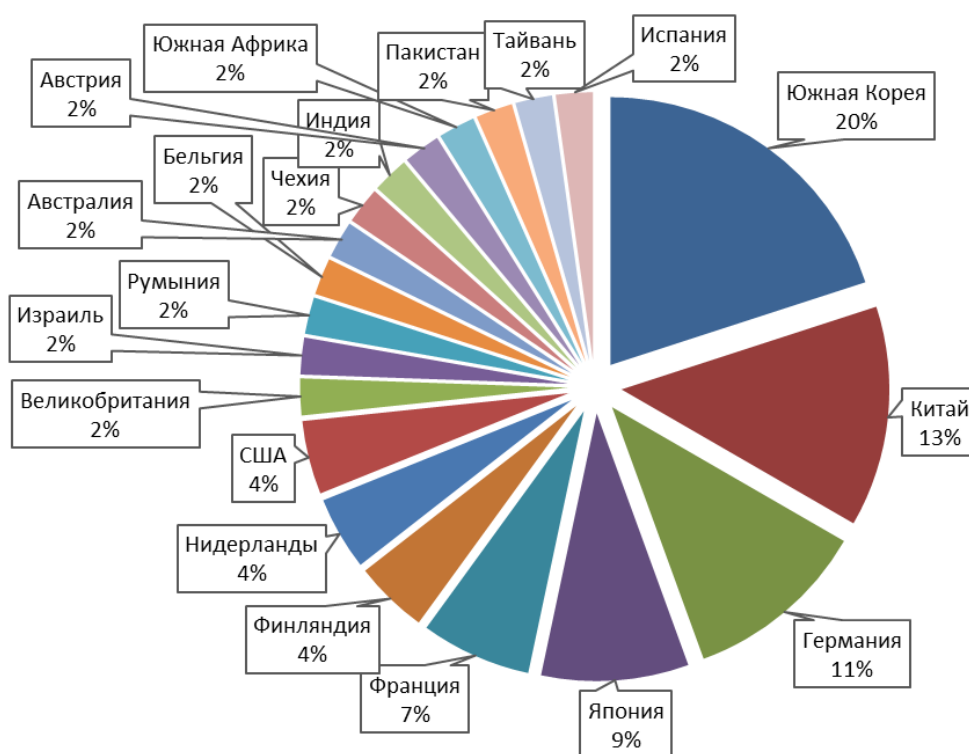


Рис. 1.1.2. Процентное соотношение секвенированных генов *16S pPHK* пресноводных гидробионтов по странам

Наибольшее количество последовательностей по гену *16S pPHK* пресноводных гидробионтов секвенировано в Южной Корее (20 %),

наименьшее – в Великобритании, Израиле, Румынии, Бельгии, Австралии, Чехии, Индии, Австрии, Южной Африке, Пакистане, Тайване, Испании (2 %).

Результаты исследований по гену *16S pPHK Bacteria* озёр Кабан г.Казани приведены в работах авторов (Kharchenko и др., 2019; Frolova, Sverdrup, 2019a; Sverdrup et al., 2019a).

1.2. Маркерный ген *18S pPHK пресноводных гидробионтов*

Рибосомная РНК эукариот с коэффициентом седиментации 18 единиц Сведберга (*18S pPHK*) является компонентом малой субъединицы рибосомной РНК у эукариот. Вторичная структура *18S pPHK* показана на рис. 1.2.1.

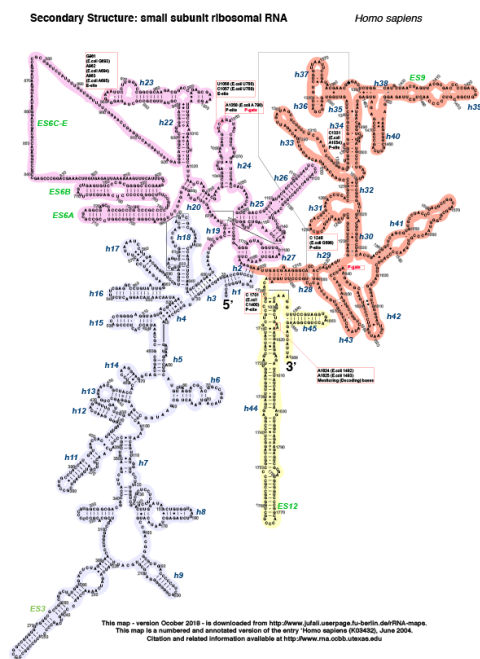


Рис. 1.2.1. Вторичная структура *18S pPHK Homo sapiens*, различные домены выделены цветом

(<http://jufali.userpage.fu-berlin.de/rRNA-maps.html>)

Данные о последовательностях *18S pPHK* широко используются в филогенетическом анализе для реконструкции хода эволюции организмов. Ген малой субъединицы *18S pPHK* является одним из наиболее часто используемых и важных маркеров для полимеразной цепной реакции (ПЦР) в мониторинге биоразнообразия окружающей среды (Field et al., 1988).

Ниже приведено распределение по странам 102 секвенированных последовательностей по гену *18S pPHK* пресноводных гидробионтов (нектон, бентос, зоопланктон, фитопланктон, растительность), аналогичных видам, обитающим в озёрах Кабан г. Казани (рис. 1.2.2).

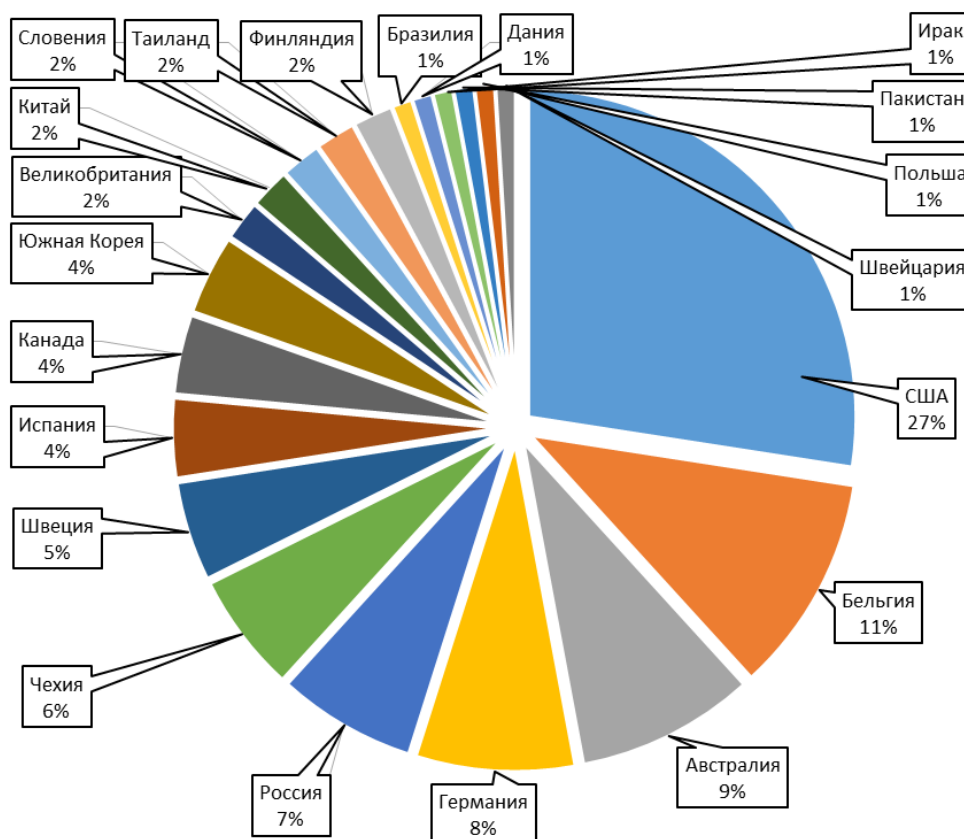


Рис. 1.2.2. Процентное соотношение секвенированных генов *18S рРНК* пресноводных гидробионтов по странам

Наибольшее количество последовательностей по гену *18S рРНК* пресноводных гидробионтов секвенировано в США (27 %), наименьшее – в Пакистане, Швейцарии, Польше, Бразилии, Дании, Ираке (1 %).

Результаты исследований по гену *18S рРНК* гидробионтов озёр Кабан г. Казани приведены в работах авторов (Свердруп, Фролова, 2020а,б,в,г; Frolova & Sverdrup, 2019b,c; Sverdrup & Frolova, 2019b).

1.3. Маркерный ген *COI* пресноводных гидробионтов

Цитохром с-оксидаза (цитохромоксидаза) является последним белковым комплексом в дыхательной цепи переноса электронов. Её главной функцией является перенос электронов с цитохрома-с на кислород с образованием воды. Она локализована на внутренней мембране митохондрий эукариот и на клеточной мембране прокариот. Фермент состоит из различного числа субъединиц от 3-4 у бактерий до 13 у птиц и млекопитающих. Единицы 1-3 обладают каталитической активностью, кодируются митохондриальными генами и являются гомологичными у прокариот и эукариот. Именно поэтому, а также по причине лучшей изученности, для исследования используется ген субъединицы I данного фермента - *COI* ([ru.wikipedia.org/wiki/Цитохром с-оксидаза](http://ru.wikipedia.org/wiki/Цитохром_с-оксидаза)). Структура белка субъединицы I цитохромоксидазы *Homo sapiens* представлена на рис. 1.3.1.

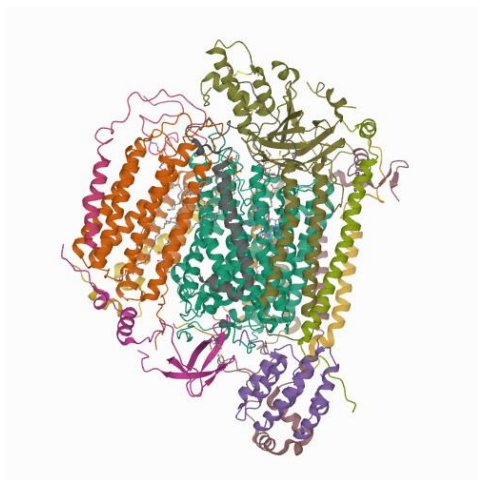


Рис. 1.3.1. Структура белка, кодируемого митохондриальным геном *COI* (www.rcsb.org/structure/5Z62)

Ниже приведено распределение по странам 137 секвенированных последовательностей по гену *COI* пресноводных гидробионтов (нектон, бентос, зоопланктон), аналогичных видам, обитающим в озёрах Кабан г. Казани (рис. 1.3.2).

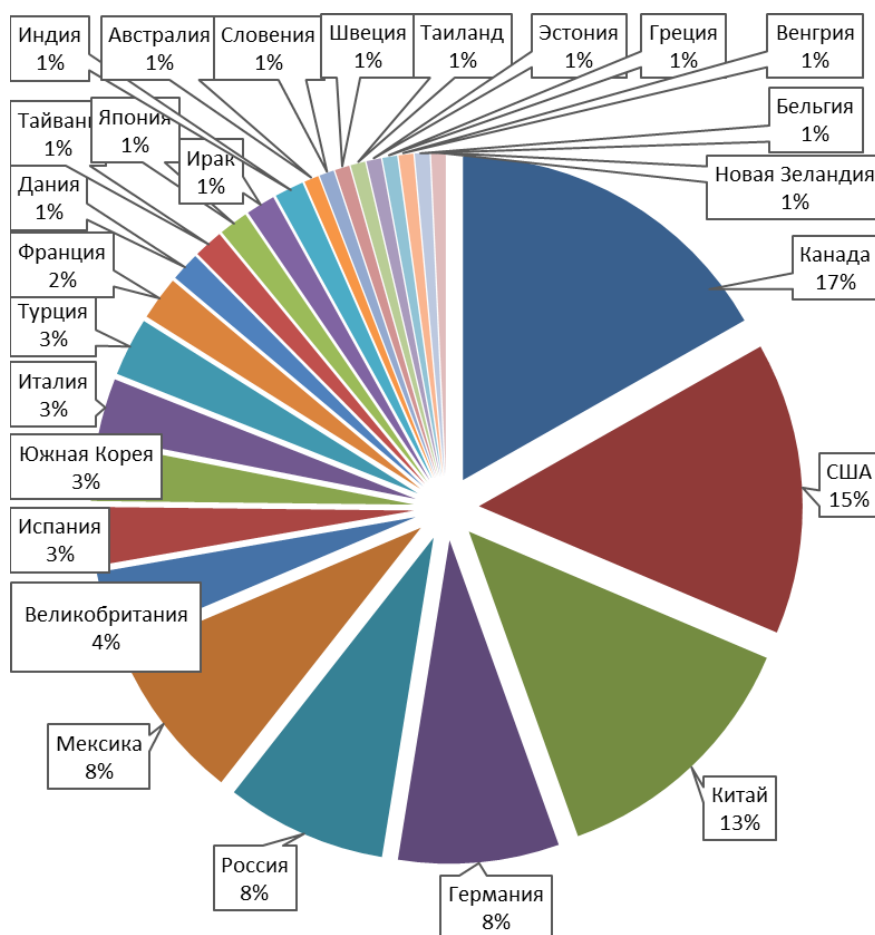


Рис. 1.3.2. Процентное соотношение секвенированных генов *COI* пресноводных гидробионтов по странам

Наибольшее количество последовательностей по гену *COI* пресноводных гидробионтов секвенировано в Канаде (17 %), наименьшее – в Дании, Тайване, Японии, Индии, Австралии, Словении, Швеции, Таиланде, Эстонии, Греции, Венгрии, Бельгии, Новой Зеландии, Ираке (1 %).

Результаты исследований по гену и продукту гена *COI* гидробионтов озёр Кабан г.Казани приведены в работах авторов (Хусаинов и др., 2018; Хусаинов, Фролова, 2018; Фролова и др., 2018; Frolova, Nusainov, 2017; Frolova, Nusainov, 2016; Хусаинов, Фролова, 2016; Хусаинов, Фролова, 2015; Frolova, Nusainov, 2015; Фролова, Хусаинов, 2014; Nusainov et al., 2010).

1.4. Маркерный ген *rbcL* пресноводных фотосинтезирующих гидробионтов

Рибулозобисфосфаткарбоксилаза (РуБисКо) является ферментом в цикле Кальвина, осуществляемым растениями и фотосинтезирующими прокариотами, в котором он присоединяет углекислый газ к рибулозо-1,5-бисфосфату. Кроме того, он участвует в окислении рибулозобисфосфата в процессе дыхания у всех организмов. Фермент состоит из 2 субъединиц: большой (молекулярная масса белка 55000 Да) и малой (13000 Да). Большая цепь кодируется в ДНК хлоропласта (ген *rbcL*), а малая в ядре (ген *rbcS*). Этот фермент используется в филогенетических исследованиях, так как он является одним из наиболее распространённых ферментов. Чаще всего используется большая субъединица, так как малая субъединица обнаружена не у всех организмов (ru.wikipedia.org/wiki/Рибулозобисфосфаткарбоксилаза). Структура большой субъединицы показана на рис. 1.4.1.

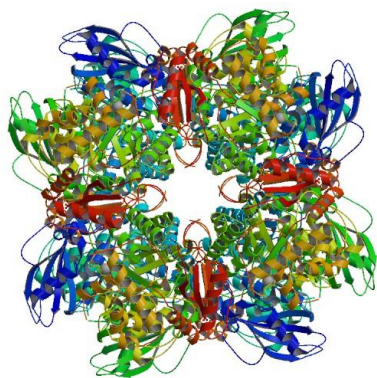


Рис. 1.4.1. Структура большой субъединицы РуБисКо *Triticum aestivum* (www.rcsb.org/structure/5WSK)

Ниже приведено распределение по странам 124 секвенированных последовательностей по гену *rbcL* пресноводных фотосинтезирующих гидробионтов, аналогичных видам, обитающим в озёрах Кабан г. Казани (рис. 1.4.2).

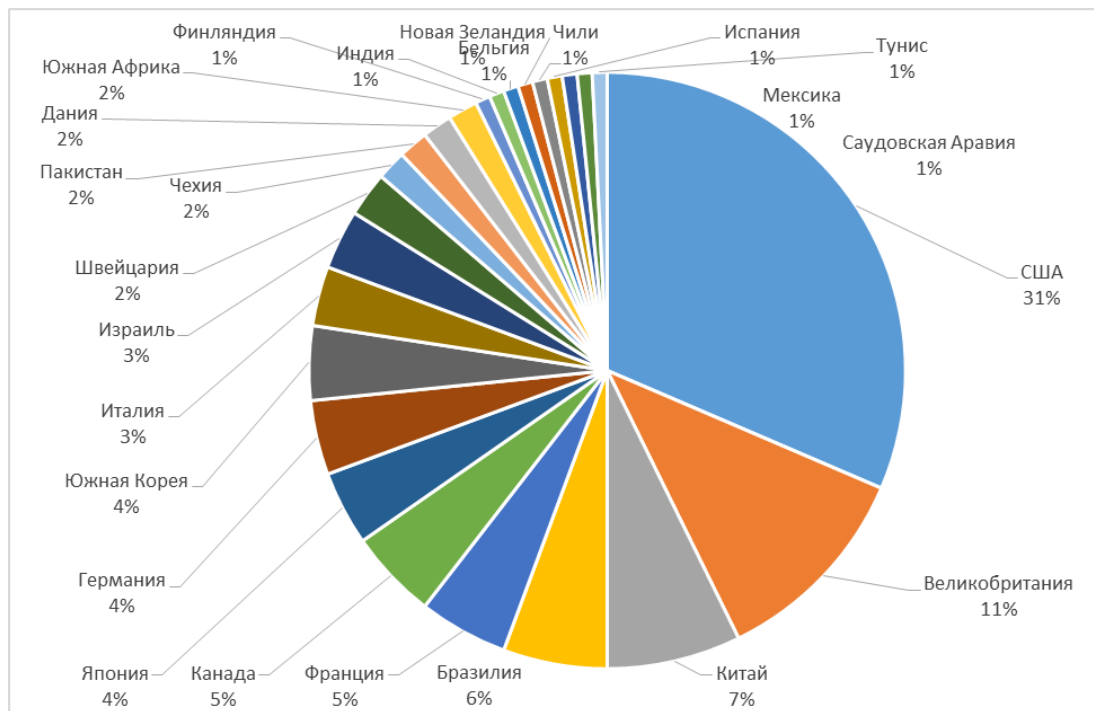


Рис. 1.4.2. Процентное соотношение количества секвенированных генов *rbcL* по странам

Наибольшее количество последовательностей по гену *rbcL* пресноводных гидробионтов секвенировано в США (31 %) и Великобритании (11 %), наименьшее – в Мексике, Испании, Тунисе, Индии, Бельгии, Новой Зеландии, Финляндии, Чили, Саудовской Аравии (1 %).

Результаты исследований по гену *rbcL* гидробионтов озёр Кабан г. Казани приведены в работах авторов (Sverdrup et al., 2019b; Фролова, Свердруп, 2019; Frolova, Sverdrup, 2018; Kharchenko et al., 2018; Фролова и др., 2012).

1.5. Виды гидробионтов озёр Кабан, идентифицированные по маркерным генам

Виды гидробионтов озёр Кабан, идентифицированные по маркерным генам *16S рРНК*, *18S рРНК*, *COI*, *rbcL* методом секвенирования нового поколения, а также виды-индикаторы разных зон сапробности из списка индикаторных видов В. Сладечека (новые названия организмов приведены в квадратных скобках рядом со старым названием организма из списка В. Сладечека) с указанием идентификационных номеров из международной базы данных нуклеотидных последовательностей GenBank и таксономического положения организмов из базы данных Taxonomy Browser с сайта NCBI на момент обращения – октябрь 2021, сиквенсы которых использованы в филогенетических исследованиях, приведены ниже в табл. 1.5.1–1.5.4 (Фролова и др., 2019a,b).

Таблица 1.5.1

Виды гидробионтов озёр Кабан, идентифицированные по маркерному гену 16S рPHK

Озера Кабан	Таксономия						Сапробность В. Сладечек	NCBI 16S рPHK
	Kingdom	Phylum	Class	Order	Family	Genus + Species		
<i>16S рPHK Bacteria (кроме Cyanobacteria)</i>								
VSN	<i>Bacteria</i>	<i>Proteobacteria</i>	<i>Betaproteobacteria</i>	<i>Burkholderiales</i>	<i>Comamonadaceae</i>	<i>Variovorax paradoxus</i>		NR_036930
	<i>Bacteria</i>	<i>Proteobacteria</i>	<i>Betaproteobacteria</i>	<i>Burkholderiales</i>	<i>Comamonadaceae</i>	<i>Lampropedia hyalina</i>	a-b	NR_114109
	<i>Bacteria</i>	<i>Proteobacteria</i>	<i>Betaproteobacteria</i>	<i>Burkholderiales</i>	<i>Burkholderiales incertae sedis</i>	<i>Leptothrix ochracea</i>	b	HQ290516
	<i>Bacteria</i>	<i>Proteobacteria</i>	<i>Betaproteobacteria</i>	<i>Burkholderiales</i>	<i>Burkholderiales incertae sedis</i>	<i>Sphaerotilus natans</i>	p-a	NR_104787
	<i>Bacteria</i>	<i>Proteobacteria</i>	<i>Betaproteobacteria</i>	<i>Nitrosomonadales</i>	<i>Spirillaceae</i>	<i>Spirillum volutans</i>	p	M34131
S	<i>Bacteria</i>	<i>Proteobacteria</i>	<i>Betaproteobacteria</i>	<i>Neisseriales</i>	<i>Neisseriaceae</i>	<i>Chitinilyticum litopenaei</i>		NR_116413
N	<i>Bacteria</i>	<i>Proteobacteria</i>	<i>Gammaproteobacteria</i>	<i>Xanthomonadales</i>	<i>Xanthomonadaceae</i>	<i>Pseudoxanthomonas mexicana</i>		NR_025105
	<i>Bacteria</i>	<i>Proteobacteria</i>	<i>Gammaproteobacteria</i>	<i>Thiotrichales</i>	<i>Thiotrichaceae</i>	<i>Beggiatoa alba</i>	p	NR_041726
	<i>Bacteria</i>	<i>Proteobacteria</i>	<i>Gammaproteobacteria</i>	<i>Thiotrichales</i>	<i>Thiotrichaceae</i>	<i>Beggiatoa leptomitiformis</i>	p	NR_156085
N	<i>Bacteria</i>	<i>Proteobacteria</i>	<i>Gammaproteobacteria</i>	<i>Pseudomonadales</i>	<i>Pseudomonadaceae</i>	<i>Pseudomonas veronii</i>		NR_028706
	<i>Bacteria</i>	<i>Proteobacteria</i>	<i>Gammaproteobacteria</i>	<i>Pseudomonadales</i>	<i>Pseudomonadaceae</i>	<i>Azotobacter agilis [Azomonas agilis]</i>	p	NR_114164
	<i>Bacteria</i>	<i>Proteobacteria</i>	<i>Gammaproteobacteria</i>	<i>Thiotrichales</i>	<i>Thiotrichaceae</i>	<i>Thiothrix nivea</i>	p	NR_118687
	<i>Bacteria</i>	<i>Proteobacteria</i>	<i>Gammaproteobacteria</i>	<i>Chromatiales</i>	<i>Chromatiaceae</i>	<i>Laprocystis roseopersicina</i>	p	NR_025288
	<i>Bacteria</i>	<i>Proteobacteria</i>	<i>Gammaproteobacteria</i>	<i>Chromatiales</i>	<i>Chromatiaceae</i>	<i>Chromatium minutissimum</i>	p	NR_036975
	<i>Bacteria</i>	<i>Proteobacteria</i>	<i>Gammaproteobacteria</i>	<i>Chromatiales</i>	<i>Chromatiaceae</i>	<i>Chromatium vinosum</i>	p	NR_074585
	<i>Bacteria</i>	<i>Proteobacteria</i>	<i>Gammaproteobacteria</i>	<i>Chromatiales</i>	<i>Chromatiaceae</i>	<i>Chromatium okenii</i>	p	NR_025315
S	<i>Bacteria</i>	<i>Proteobacteria</i>	<i>Gammaproteobacteria</i>	<i>Chromatiales</i>	<i>Chromatiaceae</i>	<i>Thiocystis violascens</i>		NR_102951
V	<i>Bacteria</i>	<i>Proteobacteria</i>	<i>Alphaproteobacteria</i>	<i>Sphingomonadales</i>	<i>Sphingomonadaceae</i>	<i>Sphingomonas wittichii</i>		NR_027525
VN	<i>Bacteria</i>	<i>Fusobacteria</i>	<i>Fusobacteriia</i>	<i>Fusobacteriales</i>	<i>Fusobacteriaceae</i>	<i>Cetobacterium somerae</i>		NR_025533
VSN	<i>Bacteria</i>	<i>Actinobacteria</i>	<i>Actinobacteria</i>	<i>Actinomycetales</i>	<i>Micrococcaceae</i>	<i>Micrococcus luteus</i>		NR_037113

Озера Кабан	Таксономия						Сапробность В. Сладечек	NCBI 16S pPHK
	Kingdom	Phylum	Class	Order	Family	Genus + Species		
VN	<i>Bacteria</i>	<i>Firmicutes</i>	<i>Clostridia</i>	<i>Clostridiales</i>	<i>Peptococcaceae</i>	<i>Desulfosporosinus meridiei</i>		NR_024933
	<i>Bacteria</i>	<i>Firmicutes</i>	<i>Bacilli</i>	<i>Lactobacillales</i>	<i>Streptococcaceae</i>	<i>Streptococcus pyogenes</i>	p	MH916557
SN	<i>Bacteria</i>	<i>Verrucomicrobia</i>	<i>Verrucomicrobiae</i>	<i>Verrucomicrobiales</i>	<i>Verrucomicrobiaceae</i>	<i>Prostheco bacter debontii</i>		NR_026023
N	<i>Bacteria</i>	<i>Bacteroidetes</i>	<i>Bacteroidia</i>	<i>Bacteroidales</i>	<i>Tannerellaceae</i>	<i>Parabacteroides distasonis</i>		NR_041342
	<i>Bacteria</i>	<i>Chlorobi</i>	<i>Chlorobia</i>	<i>Chlorobiales</i>	<i>Chlorobiaceae</i>	<i>Chlorobium limicola</i>	p	AB054671
<i>16S pPHK Cyanobacteria</i>								
S	<i>Bacteria</i>	<i>Cyanobacteria</i>	<i>Cyanophyceae</i>	<i>Synechococcales</i>	<i>Coelosphaeriaceae</i>	<i>Snowella rosea</i>		AJ781042
V	<i>Bacteria</i>	<i>Cyanobacteria</i>	<i>Cyanophyceae</i>	<i>Synechococcales</i>	<i>Merismopediaceae</i>	<i>Merismopedia glauca</i>		498424976
VSN	<i>Bacteria</i>	<i>Cyanobacteria</i>	<i>Cyanophyceae</i>	<i>Chroococcales</i>	<i>Chroococcaceae</i>	<i>Gloeocapsa turgida</i>	o	667668718
VSN	<i>Bacteria</i>	<i>Cyanobacteria</i>	<i>Cyanophyceae</i>	<i>Chroococcales</i>	<i>Microcystaceae</i>	<i>Microcystis aeruginosa</i>	b	844176679
	<i>Bacteria</i>	<i>Cyanobacteria</i>	<i>Cyanophyceae</i>	<i>Oscillatoriales</i>	<i>Oscillatoriaceae</i>	<i>Oscillatoria limosa</i>	a-b	664803848
VSN	<i>Bacteria</i>	<i>Cyanobacteria</i>	<i>Cyanophyceae</i>	<i>Oscillatoriales</i>	<i>Oscillatoriaceae</i>	<i>Oscillatoria limnetica</i>	o-b	3336898
SN	<i>Bacteria</i>	<i>Cyanobacteria</i>	<i>Cyanophyceae</i>	<i>Oscillatoriales</i>	<i>Oscillatoriaceae</i>	<i>Phormidium mucicola</i>		2760615
VS	<i>Bacteria</i>	<i>Cyanobacteria</i>	<i>Cyanophyceae</i>	<i>Nostocales</i>	<i>Nostocaceae</i>	<i>Anabaena sheremetievi</i>		16944865
SN	<i>Bacteria</i>	<i>Cyanobacteria</i>	<i>Cyanophyceae</i>	<i>Nostocales</i>	<i>Nostocaceae</i>	<i>Anabaena affinis</i>	b	8896057
V	<i>Bacteria</i>	<i>Cyanobacteria</i>	<i>Cyanophyceae</i>	<i>Nostocales</i>	<i>Nostocaceae</i>	<i>Anabaena variabilis</i>		896688313
VSN	<i>Bacteria</i>	<i>Cyanobacteria</i>	<i>Cyanophyceae</i>	<i>Nostocales</i>	<i>Nostocaceae</i>	<i>Anabaena flos-aquae</i>	b	1021482749
V	<i>Bacteria</i>	<i>Cyanobacteria</i>	<i>Cyanophyceae</i>	<i>Nostocales</i>	<i>Nostocaceae</i>	<i>Anabaena augstumalis</i>		55162859
VSN	<i>Bacteria</i>	<i>Cyanobacteria</i>	<i>Cyanophyceae</i>	<i>Synechococcales</i>	<i>Merismopediaceae</i>	<i>Merismopedia tenuissima</i>	a-b	1233260287
N	<i>Bacteria</i>	<i>Cyanobacteria</i>	<i>Cyanophyceae</i>	<i>Oscillatoriales</i>	<i>Oscillatoriaceae</i>	<i>Oscillatoria planctonica</i>		33327321
V – Верхний Кабан, S – Средний Кабан, N – Нижний Кабан								

Таблица 1.5.2

Виды гидробионтов озёр Кабан, идентифицированные по маркерному гену *18S рРНК*

Озера Кабан	Таксономия						Сапробность В. Сладечек	NCBI <i>18S рРНК</i>
	<i>Kingdom</i>	<i>Phylum</i>	<i>Class</i>	<i>Order</i>	<i>Family</i>	<i>Genus + Species</i>		
<i>18S рРНК Streptophyta</i>								
V	<i>Plantae</i>	<i>Streptophyta</i>	<i>Zygnemophyceae</i>	<i>Desmidiales</i>	<i>Desmidiaceae</i>	<i>Cosmarium bioculatum</i>		215541101
VS	<i>Plantae</i>	<i>Streptophyta</i>	<i>Zygnemophyceae</i>	<i>Desmidiales</i>	<i>Desmidiaceae</i>	<i>Staurostrum gracile</i>	o-b	154466515
VS	<i>Plantae</i>	<i>Streptophyta</i>	<i>Zygnemophyceae</i>	<i>Desmidiales</i>	<i>Desmidiaceae</i>	<i>Micrasterias tetraptera</i>		356460250
S	<i>Plantae</i>	<i>Streptophyta</i>	<i>Zygnemophyceae</i>	<i>Desmidiales</i>	<i>Desmidiaceae</i>	<i>Micrasterias tropica</i>		356460252
N	<i>Plantae</i>	<i>Streptophyta</i>	<i>Zygnemophyceae</i>	<i>Desmidiales</i>	<i>Desmidiaceae</i>	<i>Cosmarium undulatum</i>		215541127
V	<i>Plantae</i>	<i>Streptophyta</i>	<i>Zygnemophyceae</i>	<i>Desmidiales</i>	<i>Desmidiaceae</i>	<i>Actinotaenium phymatosporum</i>		23304137
VN	<i>Plantae</i>	<i>Streptophyta</i>	<i>Zygnemophyceae</i>	<i>Desmidiales</i>	<i>Peniaceae</i>	<i>Penium margaritaceum</i>		5852422
V	<i>Plantae</i>	<i>Streptophyta</i>	<i>Zygnemophyceae</i>	<i>Zygnematales</i>	<i>Zygnemataceae</i>	<i>Zygnema circumcarinatum</i>		669688778
N	<i>Plantae</i>	<i>Streptophyta</i>	<i>Zygnemophyceae</i>	<i>Desmidiales</i>	<i>Closteriaceae</i>	<i>Closterium venus</i>	b	AF352236
VN	<i>Plantae</i>	<i>Streptophyta</i>	<i>Zygnemophyceae</i>	<i>Desmidiales</i>	<i>Gonatozygaceae</i>	<i>Gonatozygon aculeatum</i>		1184240
N	<i>Plantae</i>	<i>Streptophyta</i>	<i>Magnoliopsida</i>	<i>Alismatales</i>	<i>Potamogetonaceae</i>	<i>Potamogeton pectinatus</i> [<i>Stuckenia pectinata</i>]	a-b	145688034
VSN	<i>Plantae</i>	<i>Streptophyta</i>	<i>Magnoliopsida</i>	<i>Alismatales</i>	<i>Hydrocharitaceae</i>	<i>Elodea canadensis</i>		6273801
S	<i>Plantae</i>	<i>Streptophyta</i>	<i>Magnoliopsida</i>	<i>Ceratophyllales</i>	<i>Ceratophyllaceae</i>	<i>Ceratophyllum echinatum</i>		145688071

Озера Кабан	Таксономия						Сапробность В. Сладечек	NCBI 18S рPHK
	Kingdom	Phylum	Class	Order	Family	Genus + Species		
S	Plantae	Streptophyta	Magnoliopsida	Ceratophyllales	Ceratophyllaceae	Ceratophyllum submersum		6467912
VS	Plantae	Streptophyta	Magnoliopsida	Poales	Juncaceae	Juncus effusus		7595464
VN	Plantae	Streptophyta	Magnoliopsida	Poales	Typhaceae	Typha latifolia		6273840
VSN	Plantae	Streptophyta	Magnoliopsida	Poales	Poaceae	Phragmites australis		410027482
VS	Plantae	Streptophyta	Magnoliopsida	Alismatales	Alismataceae	Alisma plantago- aquatica		66969257
SN	Plantae	Streptophyta	Magnoliopsida	Poales	Typhaceae	Typha angustifolia		61741968
<i>18S рPHK Chlorophyceae</i>								
V	Plantae	Chlorophyta	Chlorophyceae	Chlamydomonadales	Characiochloridaceae	Chlamydomodium vacuolatum		167202
V	Plantae	Chlorophyta	Chlorophyceae	Chlamydomonadales	Chlamydomonadaceae	Chloromonas perforata		1857184
N	Plantae	Chlorophyta	Chlorophyceae	Chlamydomonadales	Protosiphonaceae	Protosiphon botryoides		449534521
V	Plantae	Chlorophyta	Chlorophyceae	Chlamydomonadales	Chlamydomonadales incertae sedis	Ettlia minuta		167204
VN	Plantae	Chlorophyta	Chlorophyceae	Chlamydomonadales	Chlamydomonadaceae	Chlamydomonas gloeophila		749444543
V	Plantae	Chlorophyta	Chlorophyceae	Chlamydomonadales	Chlamydomonadaceae	Chlamydomonas tetragama		2465176
VN	Plantae	Chlorophyta	Chlorophyceae	Chlamydomonadales	Haematococcaceae	Gungnir neglectum		1003585964
VS	Plantae	Chlorophyta	Chlorophyceae	Chlamydomonadales	Spondylomoraceae	Pascherina tetras		877807233
VSN	Plantae	Chlorophyta	Chlorophyceae	Chlamydomonadales	Phacotaceae	Phacotus lenticularis	b	18025097
SN	Plantae	Chlorophyta	Chlorophyceae	Chlamydomonadales	Phacotaceae	Pteromonas angulosa	b	15281651
N	Plantae	Chlorophyta	Chlorophyceae	Chlamydomonadales	Chlamydomonadaceae	Chloromonas polyptera		387159385
V	Plantae	Chlorophyta	Chlorophyceae	Chlamydomonadales	Chlamydomonadaceae	Ixipapillifera pauromitos		1009286820

Озера Кабан	Таксономия						Сапробность В. Сладечек	NCBI 18S рPHK
	Kingdom	Phylum	Class	Order	Family	Genus + Species		
V	Plantae	Chlorophyta	Chlorophyceae	Chlamydomonadales	Chlamydomonadaceae	<i>Chloromonas vernalis</i>		770466690
N	Plantae	Chlorophyta	Chlorophyceae	Chlamydomonadales	Chlorococcaceae	<i>Chlorococcum infusionum</i>		1190062219
V	Plantae	Chlorophyta	Chlorophyceae	Chlamydomonadales	Chlamydomonadaceae	<i>Dangeardinia desmidii</i>		1009286826
V	Plantae	Chlorophyta	Chlorophyceae	Chlamydomonadales	Chlamydomonadaceae	<i>Dangeardinia metastigma</i>		1009286814
VN	Plantae	Chlorophyta	Chlorophyceae	Chlamydomonadales	Chlamydomonadaceae	<i>Rhysamphichloris curta</i>		1009286825
V	Plantae	Chlorophyta	Chlorophyceae	Chlamydomonadales	Dunaliellaceae	<i>Hafniomonas reticulata</i>		1498143
V	Plantae	Chlorophyta	Chlorophyceae	Chlamydomonadales	Dunaliellaceae	<i>Hafniomonas turbinea</i>		124358519
VSN	Plantae	Chlorophyta	Chlorophyceae	Chlamydomonadales	Chlamydomonadaceae	<i>Vitreochlamys nekrassovii</i>		1003585976
VN	Plantae	Chlorophyta	Chlorophyceae	Chlamydomonadales	Chlamydomonadaceae	<i>Chlamydomonas reinhardtii</i>	a	582986730
VSN	Plantae	Chlorophyta	Chlorophyceae	Chlamydomonadales	Volvocaceae	<i>Pandorina morum</i>	b	442571977
VN	Plantae	Chlorophyta	Chlorophyceae	Chlamydomonadales	Chlamydomonadaceae	<i>Carteria lunzensis</i>		375334221
V	Plantae	Chlorophyta	Chlorophyceae	Chlamydomonadales	Chlamydomonadaceae	<i>Carteria radiosa</i>		6007758
VN	Plantae	Chlorophyta	Chlorophyceae	Chlorophyceae <i>incertae sedis</i>	Chlorophyceae <i>incertae sedis</i>	<i>Tetraflagellochloris mauritanica</i>		375127630
V	Plantae	Chlorophyta	Chlorophyceae	Chaetophorales	Aphanochaetaceae	<i>Aphanochaete repens</i>		317453172
S	Plantae	Chlorophyta	Chlorophyceae	Chlamydomonadales	Golenkiniaceae	<i>Golenkinia paucispina</i>		JQ315534
V	Plantae	Chlorophyta	Chlorophyceae	Chaetophorales	Chaetophoraceae	<i>Diplosphaera mucosa</i>		664686831
VN	Plantae	Chlorophyta	Chlorophyceae	Marsupiomonadales	Marsupiomonadaceae	<i>Protoeuglena noctilucae</i>		998246306
V	Plantae	Chlorophyta	Chlorophyceae	Sphaeropleales	Sphaeropleaceae	<i>Atractomorpha porcata</i>		669688658
V	Plantae	Chlorophyta	Chlorophyceae	Ulvales	Monostromataceae	<i>Monostroma angicava</i>		953415679

Озера Кабан	Таксономия						Сапробность В. Сладечек	NCBI 18S рРНК
	Kingdom	Phylum	Class	Order	Family	Genus + Species		
V	Plantae	Chlorophyta	Chlorophyceae	Sphaeropleales	Bracteacoccaceae	<i>Bracteacoccus bullatus</i>		409186137
V	Plantae	Chlorophyta	Chlorophyceae	Sphaeropleales	Radiococcaceae	<i>Follicularia botryoides</i>		523583536
V	Plantae	Chlorophyta	Chlorophyceae	Chlamydomonadales	Chlorococcaceae	<i>Characium typicum</i>		669688690
VN	Plantae	Chlorophyta	Chlorophyceae	Sphaeropleales	Hydrodictyceae	<i>Pediastrum duplex</i>	b	169021
V	Plantae	Chlorophyta	Chlorophyceae	Sphaeropleales	Hydrodictyceae	<i>Pediastrum biradiatum</i> [<i>Parapediastrum biradiatum</i>]		56123335
N	Plantae	Chlorophyta	Chlorophyceae	Sphaeropleales	Hydrodictyceae	<i>Pseudopediastrum boryanum</i>		59895742
VS	Plantae	Chlorophyta	Chlorophyceae	Sphaeropleales	Selenastraceae	<i>Kirchneriella lunaris</i>	b	844176306
VSN	Plantae	Chlorophyta	Chlorophyceae	Sphaeropleales	Selenastraceae	<i>Monoraphidium griffithii</i>		844177032
S	Plantae	Chlorophyta	Chlorophyceae	Sphaeropleales	Selenastraceae	<i>Raphidocelis contorta</i> [<i>Kirchneriella contorta</i>]		664686838
V	Plantae	Chlorophyta	Chlorophyceae	Sphaeropleales	Selenastraceae	<i>Ankistrodesmus fusiformis</i>		19847846
VSN	Plantae	Chlorophyta	Chlorophyceae	Sphaeropleales	Selenastraceae	<i>Monoraphidium contortum</i>		56901049
N	Plantae	Chlorophyta	Chlorophyceae	Sphaeropleales	Selenastraceae	<i>Monoraphidium komarkovae</i>		933801136
N	Plantae	Chlorophyta	Chlorophyceae	Sphaeropleales	Scenedesmaceae	<i>Desmodesmus brasiliensis</i>		693012436
VS	Plantae	Chlorophyta	Chlorophyceae	Sphaeropleales	Scenedesmaceae	<i>Desmodesmus denticulatus</i>		664686843
VN	Plantae	Chlorophyta	Chlorophyceae	Sphaeropleales	Scenedesmaceae	<i>Scenedesmus abundans</i>		1003095386
VSN	Plantae	Chlorophyta	Chlorophyceae	Sphaeropleales	Scenedesmaceae	<i>Scenedesmus quadricauda</i>	b	1237896212

Озера Кабан	Таксономия						Сапробность В. Сладечек	NCBI 18S рРНК
	Kingdom	Phylum	Class	Order	Family	Genus + Species		
N	Plantae	Chlorophyta	Chlorophyceae	Sphaeropleales	Scenedesmaceae	Scenedesmus armatus		582986731
S	Plantae	Chlorophyta	Chlorophyceae	Sphaeropleales	Scenedesmaceae	Coelastrum as- troideum		27448239
VSN	Plantae	Chlorophyta	Chlorophyceae	Sphaeropleales	Scenedesmaceae	Coelastrum microporum	b	442571950
V	Plantae	Chlorophyta	Chlorophyceae	Sphaeropleales	Scenedesmaceae	Scenedesmus raciborskii [Acutodesmus raciborskii]		9279826
SN	Plantae	Chlorophyta	Chlorophyceae	Sphaeropleales	Scenedesmaceae	Scenedesmus acutus		6624715
VSN	Plantae	Chlorophyta	Chlorophyceae	Sphaeropleales	Scenedesmaceae	Scenedesmus obliquus [Tetradesmus obliquus]	b	6624717
VN	Plantae	Chlorophyta	Chlorophyceae	Sphaeropleales	Scenedesmaceae	Pectinodesmus pectinatus		9279824
SN	Plantae	Chlorophyta	Chlorophyceae	Sphaeropleales	Scenedesmaceae	Coelastrum pseudomicrospor- um		27448240
VN	Plantae	Chlorophyta	Chlorophyceae	Sphaeropleales	Scenedesmaceae	Scenedesmus acuminatus	b	9279820
VSN	Plantae	Chlorophyta	Chlorophyceae	Sphaeropleales	Schroederiaceae	Schroederia setigera		9438166
VSN	Plantae	Chlorophyta	Chlorophyceae	Sphaeropleales	Selenastraceae	Monoraphidium minutum		56901054
VSN	Plantae	Chlorophyta	Chlorophyceae	Sphaeropleales	Selenastraceae	Raphidocelis subcapitata		304570485
VN	Plantae	Chlorophyta	Chlorophyceae	Sphaeropleales	Selenastraceae	Selenastrum capricornutum		9622215
VSN	Plantae	Chlorophyta	Chlorophyceae	Sphaeropleales	Scenedesmaceae	Scenedesmus bijugatus	b	KX257361
VSN	Plantae	Chlorophyta	Chlorophyceae	Sphaeropleales	Scenedesmaceae	Scenedesmus arcuatus [Co- masiella arcuata]	b	134105878

Озера Кабан	Таксономия						Сапробность В. Сладечек	NCBI 18S рPHK
	Kingdom	Phylum	Class	Order	Family	Genus + Species		
S	Plantae	Chlorophyta	Chlorophyceae	Sphaeropleales	Scenedesmaceae	<i>Scenedesmus granulatum</i> [<i>Desmodesmus granulatus</i>]		589888439
<i>18S рPHK Trebouxiophyceae</i>								
VSN	Plantae	Chlorophyta	Trebouxiophyceae	Chlorellales	Chlorellaceae	<i>Actinastrum hantzschii</i>	b	1092175819
VSN	Plantae	Chlorophyta	Trebouxiophyceae	Chlorellales	Chlorellaceae	<i>Chlorella vulgaris</i>	p-a	1237896213
VN	Plantae	Chlorophyta	Trebouxiophyceae	Chlorellales	Chlorellaceae	<i>Micractinium pusillum</i>	b	113524768
VN	Plantae	Chlorophyta	Trebouxiophyceae	Chlorellales	Chlorellaceae	<i>Micractinium reisseri</i>		297501471
V	Plantae	Chlorophyta	Trebouxiophyceae	Chlorellales	Chlorellaceae	<i>Mucidosphaerium pulchellum</i>		37362085
VS	Plantae	Chlorophyta	Trebouxiophyceae	Chlorellales	Chlorellaceae	<i>Meyerella planktonica</i>		28883446
VN	Plantae	Chlorophyta	Trebouxiophyceae	Chlorellales	Chlorellaceae	<i>Parachlorella kessleri</i>		50344699
V	Plantae	Chlorophyta	Trebouxiophyceae	Chlorellales	Chlorellaceae	<i>Muriella terrestris</i>		3721581
VN	Plantae	Chlorophyta	Trebouxiophyceae	Chlorellales	Chlorellaceae	<i>Chlorella sorokiniana</i>		929234175
VN	Plantae	Chlorophyta	Trebouxiophyceae	Trebouxiales	Trebouxiaceae	<i>Lobosphaera tirolensis</i>		8117156
VN	Plantae	Chlorophyta	Trebouxiophyceae	Trebouxiophyceae <i>incertae sedis</i>	Trebouxiophyceae <i>incertae sedis</i>	<i>Botryococcus braunii</i>	o-b	225903793
N	Plantae	Chlorophyta	Trebouxiophyceae	Prasiolales	Prasiolaceae	<i>Stichococcus mirabilis</i>		557844190
VSN	Plantae	Chlorophyta	Trebouxiophyceae	Prasiolales	Koliellaceae	<i>Koliella longiseta</i>		164507925
V	Plantae	Chlorophyta	Chlorophyceae	Chlorophyceae <i>incertae sedis</i>	Chlorophyceae <i>incertae sedis</i>	<i>Trochiscia hystrix</i>		9438167
S	Plantae	Chlorophyta	Trebouxiophyceae	Chlorellales	Oocystaceae	<i>Oocystis solitaria</i>		7578831
V	Plantae	Chlorophyta	Trebouxiophyceae	Chlorellales	Oocystaceae	<i>Makinoella tosaensis</i>		824632969
V	Plantae	Chlorophyta	Trebouxiophyceae	Chlorellales	Oocystaceae	<i>Lagerheimia longiseta</i>		442571948

Озера Кабан	Таксономия						Сапробность В. Сладечек	NCBI 18S рPHK
	Kingdom	Phylum	Class	Order	Family	Genus + Species		
VSN	Plantae	Chlorophyta	Trebouxiophyceae	Chlorellales	Oocystaceae	Oocystis lacustris	b-o	115333318
V	Plantae	Chlorophyta	Trebouxiophyceae	Chlorellales	Oocystaceae	Oocystis rhomboideae		1093393064
V	Plantae	Chlorophyta	Trebouxiophyceae	Chlorellales	Oocystaceae	Franceia amphitricha		664686852
N	Plantae	Chlorophyta	Trebouxiophyceae	Chlorellales	Oocystaceae	Oocystis marssonii		7578833
18S рPHK Chrysophyceae								
VN	Chromista	Ochrophyta	Chrysophyceae	Chromulinales	Chromulinaceae	Ochromonas distigma		959096425
V	Chromista	Ochrophyta	Chrysophyceae	Chromulinales	Chromulinaceae	Uroglenopsis americana		5257242
VN	Chromista	Ochrophyta	Chrysophyceae	Chromulinales	Dinobryaceae	Dinobryon divergens	b	1210424080
V	Chromista	Ochrophyta	Chrysophyceae	Chromulinales	Dinobryaceae	Dinobryon pediforme		728802316
V	Chromista	Ochrophyta	Chrysophyceae	Hibberdiales	Hibberdiaceae	Hibberdia magna		174830
N	Chromista	Ochrophyta	Chrysophyceae	Chromulinales	Chromulinaceae	Ochromonas danica		407079771
S	Chromista	Ochrophyta	Chrysophyceae	Chromulinales	Chrysolepidomonadaceae	Chrysolepidomonas dendrolepidota		984294394
VSN	Chromista	Ochrophyta	Chrysophyceae	Chromulinales	Paraphysomonadaceae	Paraphysomonas foraminifera		5360692
V	Chromista	Ochrophyta	Chrysophyceae	Chromulinales	Chromulinaceae	Cyclonexis annularis		5257246
VS	Chromista	Ochrophyta	Chrysophyceae	Chromulinales	Chromulinaceae	Chromulina chionophila		174168
V	Chromista	Ochrophyta	Chrysophyceae	Hibberdiales	Hibberdiaceae	Chromophyton vischeri		281371119
V	Chromista	Ochrophyta	Chrysophyceae	Hibberdiales	Stylococcaceae	Lagynion scherffellii		5257240
18S рPHK Synurophyceae								
VS	Chromista	Ochrophyta	Synurophyceae	Synurales	Mallomonadaceae	Mallomonas matvienkoae		2058482

Озера Кабан	Таксономия						Сапробность В. Сладечек	NCBI 18S pPHK
	Kingdom	Phylum	Class	Order	Family	Genus + Species		
N	Chromista	Ochrophyta	Synurophyceae	Synurales	Mallomonadaceae	<i>Mallomonas paragrandidis</i>		1003703566
V	Chromista	Ochrophyta	Synurophyceae	Synurales	Mallomonadaceae	<i>Synura mammillosa</i>		2058487
V	Chromista	Ochrophyta	Synurophyceae	Synurales	Mallomonadaceae	<i>Synura spinosa</i>	b-o	859809142
VS	Chromista	Ochrophyta	Synurophyceae	Synurales	Mallomonadaceae	<i>Mallomonas torquata</i>		859810519
VS	Chromista	Ochrophyta	Synurophyceae	Synurales	Mallomonadaceae	<i>Mallomonas striata</i>		2058485
S	Chromista	Ochrophyta	Synurophyceae	Synurales	Mallomonadaceae	<i>Mallomonas tonsurata</i>	b	859810515
VN	Chromista	Ochrophyta	Synurophyceae	Synurales	Mallomonadaceae	<i>Synura asmundiae</i>		859808989
V	Chromista	Ochrophyta	Synurophyceae	Synurales	Mallomonadaceae	<i>Synura petersenii</i>	b	2058488
V	Chromista	Ochrophyta	Synurophyceae	Synurales	Synuraceae	<i>Tessellaria volvocina</i>		2058491
VSN	Chromista	Ochrophyta	Synurophyceae	Ochromonadales	Ochromonadaceae	<i>Poteriochromona s malhamensis</i>		5689047
V	Chromista	Ochrophyta	Synurophyceae	Ochromonadales	Ochromonadaceae	<i>Dunaliella salina</i>		90901919
<i>18S pPHK Bacillariophyceae</i>								
V	Chromista	Ochrophyta	Bacillariophyceae	Naviculales	Naviculaceae	<i>Navicula cf. normaloides</i>		1005406241
S	Chromista	Ochrophyta	Bacillariophyceae	Naviculales	Naviculaceae	<i>Navicula viridula</i>	a	952988059
V	Chromista	Ochrophyta	Bacillariophyceae	Naviculales	Naviculaceae	<i>Navicula cryptocephala</i>	a	10697089
V	Chromista	Ochrophyta	Bacillariophyceae	Naviculales	Naviculaceae	<i>Navicula cryptotenelloides</i>		952988073
V	Chromista	Ochrophyta	Bacillariophyceae	Bacillariales	Bacillariaceae	<i>Bacillaria paxillifer</i>		959096469
V	Chromista	Ochrophyta	Bacillariophyceae	Eunotiales	Eunotiaceae	<i>Eunotia minor</i>		789408372
VSN	Chromista	Ochrophyta	Bacillariophyceae	Bacillariales	Bacillariaceae	<i>Nitzschia acicularis</i>	a	58416148
VSN	Chromista	Ochrophyta	Bacillariophyceae	Bacillariales	Bacillariaceae	<i>Nitzschia draveillensis</i>		459936772
S	Chromista	Ochrophyta	Bacillariophyceae	Bacillariales	Bacillariaceae	<i>Nitzschia linearis</i>	o-b	58416159

Озера Кабан	Таксономия						Сапробность В. Сладечек	NCBI 18S рPHK
	Kingdom	Phylum	Class	Order	Family	Genus + Species		
V	Chromista	Ochrophyta	Bacillariophyceae	Bacillariales	Bacillariaceae	<i>Nitzschia amphibia</i>		56398975
VSN	Chromista	Ochrophyta	Bacillariophyceae	Bacillariales	Bacillariaceae	<i>Nitzschia fonticola</i>	o-b	58416170
VSN	Chromista	Ochrophyta	Bacillariophyceae	Bacillariales	Bacillariaceae	<i>Cylindrotheca closterium</i>		823270816
V	Chromista	Ochrophyta	Bacillariophyceae	Rhabdonematales	Rhabdonemataceae	<i>Rhabdonema adriaticum</i>		555823261
V	Chromista	Ochrophyta	Bacillariophyceae	Thalassiosirales	Thalassiosiraceae	<i>Conticribra weissflogiopsis</i>		910269112
N	Chromista	Ochrophyta	Bacillariophyceae	Chaetocerotales	Chaetocerotaceae	<i>Chaetoceros peruvianus</i>		959096453
VN	Chromista	Ochrophyta	Bacillariophyceae	Hemiaulales	Hemiaulaceae	<i>Hemiaulus sinensis</i>		511648705
S	Chromista	Ochrophyta	Bacillariophyceae	Surirellales	Surirellaceae	<i>Cymatopleura solea</i>	b-a	906411159
VSN	Chromista	Ochrophyta	Bacillariophyceae	Cocconeidales	Cocconeidaceae	<i>Cocconeis placentula</i>	b	329343421
V	Chromista	Ochrophyta	Bacillariophyceae	Naviculales	(Naviculales)	<i>Humidophila australis</i>		694880111
N	Chromista	Ochrophyta	Bacillariophyceae	Naviculales	Sellaphoraceae	<i>Sellaphora minima</i>		952988066
SN	Chromista	Ochrophyta	Bacillariophyceae	Thalassiophysales	Catenulaceae	<i>Amphora cf. pediculus</i>		698226595
SN	Chromista	Ochrophyta	Bacillariophyceae	Thalassiophysales	Catenulaceae	<i>Amphora ovalis</i>	o-b	612408395
V	Chromista	Ochrophyta	Bacillariophyceae	Cocconeidales	Achnanthidiaceae	<i>Achnanthidium minutissimum</i>		789408363
VSN	Chromista	Ochrophyta	Bacillariophyceae	Cymbellales	Cymbellaceae	<i>Placoneis elginensis</i>		329343436
VS	Chromista	Ochrophyta	Bacillariophyceae	Cymbellales	Gomphonemataceae	<i>Reimeria sinuata</i>		952988089
VN	Chromista	Ochrophyta	Bacillariophyceae	Cymbellales	Gomphonemataceae	<i>Gomphoneis minuta</i>		725655038
VSN	Chromista	Ochrophyta	Bacillariophyceae	Cymbellales	Gomphonemataceae	<i>Gomphonema truncatum</i>		168145694
S	Chromista	Ochrophyta	Bacillariophyceae	Cymbellales	Rhoicospheniaceae	<i>Rhoicosphenia abbreviata</i>		725655063

Озера Кабан	Таксономия						Сапробность В. Сладечек	NCBI 18S рPHK
	Kingdom	Phylum	Class	Order	Family	Genus + Species		
SN	Chromista	Ochrophyta	Bacillariophyceae	Cymbellales	Cymbellaceae	Cymbella cistula	b	725655009
S	Chromista	Ochrophyta	Bacillariophyceae	Cymbellales	Cymbellaceae	Cymbella cymbiformis		41393010
VSN	Chromista	Ochrophyta	Bacillariophyceae	Bacillariales	Bacillariaceae	Nitzschia palea	a	635009779
<i>18S рPHK Coscinodiscophyceae</i>								
V	Chromista	Ochrophyta	Coscinodiscophyceae	Melosirales	Melosiraceae	Melosira varians	b	27262971
VSN	Chromista	Ochrophyta	Coscinodiscophyceae	Thalassiosirales	Stephanodiscaceae	Cyclotella meneghiniana	a-b	98990544
VSN	Chromista	Ochrophyta	Coscinodiscophyceae	Aulacoseirales	Aulacoseiraceae	Aulacoseira granulata	b	370991410
V	Chromista	Ochrophyta	Bacillariophyceae	Thalassiophysales	Catenulaceae	Amphora laevissima		612408392
V	Chromista	Ochrophyta	Coscinodiscophyceae	Rhizosoleniales	Rhizosoleniaceae	Urosolenia eriensis		329343406
VSN	Chromista	Ochrophyta	Coscinodiscophyceae	Thalassiosirales	Thalassiosiraceae	Bacterosira constricta		985768681
VSN	Chromista	Ochrophyta	Coscinodiscophyceae	Thalassiosirales	Stephanodiscaceae	Cyclotella bodanica	o	98990725
VSN	Chromista	Ochrophyta	Coscinodiscophyceae	Thalassiosirales	Stephanodiscaceae	Cyclostephanos dubius		549438591
VSN	Chromista	Ochrophyta	Coscinodiscophyceae	Thalassiosirales	Stephanodiscaceae	Stephanodiscus hantzschii	a	72398633
VSN	Chromista	Ochrophyta	Coscinodiscophyceae	Thalassiosirales	Stephanodiscaceae	Stephanodiscus parvus		952988046
VN	Chromista	Ochrophyta	Coscinodiscophyceae	Thalassiosirales	Stephanodiscaceae	Cyclotella choctawhatcheeana		168145946
VSN	Chromista	Ochrophyta	Coscinodiscophyceae	Thalassiosirales	Thalassiosiraceae	Thalassiosira pseudonana		45356663
<i>18S рPHK Fragillariophyceae</i>								
N	Chromista	Ochrophyta	Fragillariophyceae	Fragilariales	Fragilariaceae	Fragilaria capucina	o-b	149127034
S	Chromista	Ochrophyta	Fragillariophyceae	Fragilariales	Fragilariaceae	Fragilaria crotonensis	o-b	168145944

Озера Кабан	Таксономия						Сапробность В. Сладечек	NCBI 18S рPHK
	Kingdom	Phylum	Class	Order	Family	Genus + Species		
SN	Chromista	Ochrophyta	Fragilariophyceae	Fragilariales	Fragilariaceae	<i>Fragilaria rumpens</i>		187957788
N	Chromista	Ochrophyta	Fragilariophyceae	Fragilariales	Fragilariaceae	<i>Fragilaria nanana</i>		
V	Chromista	Ochrophyta	Fragilariophyceae	Fragilariales	Fragilariaceae	<i>Synedra acus</i>	b	187957789
VSN	Chromista	Ochrophyta	Fragilariophyceae	Licmophorales	Ulnariaceae	<i>Synedra ulna</i> [<i>Ulnaria ulna</i>]	b	149127060
V	Chromista	Ochrophyta	Fragilariophyceae	Licmophorales	Ulnariaceae	<i>Hyalosynedra cf. laevigata</i>		126116673
V	Chromista	Ochrophyta	Fragilariophyceae	Licmophorales	Licmophoraceae	<i>Licmophora abbreviata</i>		924436425
V	Chromista	Ochrophyta	Fragilariophyceae	Licmophorales	Licmophoraceae	<i>Licmophora grandis</i>		126116676
S	Chromista	Ochrophyta	Fragilariophyceae	Fragilariales	Fragilariaceae	<i>Asteroplanus karianus</i>		2832338
VN	Chromista	Ochrophyta	Fragilariophyceae	Fragilariales	Fragilariaceae	<i>Asterionella formosa</i>	o-b	370991436
SN	Chromista	Ochrophyta	Fragilariophyceae	Fragilariales	Fragilariaceae	<i>Diatoma vulgare</i>	b	149127009
SN	Chromista	Ochrophyta	Fragilariophyceae	Tabellariales	Tabellariaceae	<i>Tabellaria flocculosa</i>	o-x	329343413
N	Chromista	Ochrophyta	Fragilariophyceae	Climacospheniales	Climacospheniaceae	<i>Climacosphenia moniligera</i>		190350162
<i>18S рPHK Cryptophyceae</i>								
VSN	Chromista	Cryptophyta	Cryptophyceae	Cryptomonadales	Cryptomonadaceae	<i>Cryptomonas curvata</i>	b	1003585960
VSN	Chromista	Cryptophyta	Cryptophyceae	Cryptomonadales	Cryptomonadaceae	<i>Cryptomonas pyrenoidifera</i>		567774859
V	Chromista	Cryptophyta	Cryptophyceae	Cryptomonadales	Cryptomonadaceae	<i>Cryptomonas ozolini</i>		529274331
V	Chromista	Cryptophyta	Cryptophyceae	Pyrenomonadales	Pyrenomonadaceae	<i>Storeatula major</i>		1777916
V	Chromista	Cryptophyta	Cryptophyceae	Cryptomonadales	Cryptomonadaceae	<i>Plagioselmis nannoplanctica</i>		215262414
N	Chromista	Cryptophyta	Cryptophyceae	Pyrenomonadales	Geminigeraceae	<i>Geminigera cryophila</i>		1777908
VN	Chromista	Cryptophyta	Cryptophyceae	Cryptomonadales	Goniomonadaceae	<i>Goniomonas aff. Amphinema</i>		158251572

Озера Кабан	Таксономия						Сапробность В. Сладечек	NCBI 18S рPHK
	Kingdom	Phylum	Class	Order	Family	Genus + Species		
V	Chromista	Cryptophyta	Cryptophyceae	Cryptomonadales	Goniomonadaceae	Goniomonas avonlea		411170591
VN	Chromista	Cryptophyta	Cryptophyceae	Cryptomonadales	Hemiselmidaceae	Hemiselmis andersenii		1376161312
VN	Chromista	Cryptophyta	Cryptophyceae	Cryptomonadales	Cryptomonadaceae	Cryptomonas erosa	a	151357540
N	Chromista	Cryptophyta	Cryptophyceae	Cryptomonadales	Cryptomonadaceae	Cryptomonas reflexa		529274320
<i>18S рPHK Dinophyceae</i>								
V	Chromista	Dinoflagellata	Dinophyceae	Gonyaulacales	Amphidomataceae	Azadinium dexteroporum		916354777
VS	Chromista	Dinoflagellata	Dinophyceae	Prorocentrales	Prorocentraceae	Prorocentrum nux		959096412
V	Chromista	Dinoflagellata	Dinophyceae	Thoracosphaerales	Thoracosphaeraceae	Ensiculifera imariensis		937630337
V	Chromista	Dinoflagellata	Dinophyceae	Dinophyceae incertae sedis	Dinophyceae incertae sedis	Theleodinium calcisporum		564731707
V	Chromista	Dinoflagellata	Dinophyceae	Thoracosphaerales	Thoracosphaeraceae	Stoeckeria algicida		658132511
V	Chromista	Dinoflagellata	Dinophyceae	Dinophyceae incertae sedis	Dinophyceae incertae sedis	Tintinnophagus acutus		299790114
V	Chromista	Dinoflagellata	Dinophyceae	Thoracosphaerales	Thoracosphaeraceae	Amyloodinium ocellatum		1004125724
V	Chromista	Dinoflagellata	Dinophyceae	Gymnodiniales	Gymnodiniaceae	Polykrikos kofoidii		227201304
VN	Chromista	Dinoflagellata	Dinophyceae	Gymnodiniales	Gymnodiniaceae	Gymnodinium catenatum		376374733
VSN	Chromista	Dinoflagellata	Dinophyceae	Gymnodiniales	Gymnodiniaceae	Gymnoxanthea radiolariae		995891040
V	Chromista	Dinoflagellata	Dinophyceae	Gymnodiniales	Gymnodiniaceae	Akashiwo sanguinea		924658629
V	Chromista	Dinoflagellata	Dinophyceae	Gymnodiniales	Gymnodiniaceae	Margalefidinium polykrikoides		648945651
V	Chromista	Dinoflagellata	Dinophyceae	Peridinales	Diplopsaliaceae	Diplopsalis caspica		684629990
VS	Chromista	Dinoflagellata	Dinophyceae	Peridinales	Diplopsaliaceae	Preperidinium meunieri		410812129

Озера Кабан	Таксономия						Сапробность В. Сладечек	NCBI 18S pPHK
	Kingdom	Phylum	Class	Order	Family	Genus + Species		
VS	Chromista	Dinoflagellata	Dinophyceae	Peridinales	Kryptoperidiniaceae	<i>Durinskia baltica</i>		295322761
V	Chromista	Dinoflagellata	Dinophyceae	Peridinales	Peridiniopsidaceae	<i>Peridiniopsis cf.kevei</i>		823270797
N	Chromista	Dinoflagellata	Dinophyceae	Blastodinales	Blastodinidae	<i>Blastodinium navicula</i>		402230203
V	Chromista	Dinoflagellata	Dinophyceae	Dinophysiales	Amphisolineaceae	<i>Amphisolenia bidentata</i>		314913203
V	Chromista	Dinoflagellata	Dinophyceae	Dinophysiales	Dinophysiaceae	<i>Ornithocercus magnificus</i>		209870984
V	Chromista	Dinoflagellata	Dinophyceae	Dinophysiales	Dinophysiaceae	<i>Phalacroma rapa</i>		341869444
VS	Chromista	Dinoflagellata	Dinophyceae	<i>Dinophyceae incertae sedis</i>	<i>Dinophyceae incertae sedis</i>	<i>Madanidium loirii</i>		636629758
VN	Chromista	Dinoflagellata	Dinophyceae	Suessiales	Suessiaceae	<i>Leiocephalium pseudosanguineum</i>		983169666
V	Chromista	Dinoflagellata	Dinophyceae	Suessiales	Biecheleriaceae	<i>Biecheleria brevisulcata</i>		983169667
VN	Chromista	Dinoflagellata	Dinophyceae	Lophodinales	Lophodiniaceae	<i>Biecheleriopsis adriatica</i>		735996649
V	Chromista	Dinoflagellata	Dinophyceae	Suessiales	Suessiaceae	<i>Protodinium simplex</i>		1688070
S	Chromista	Dinoflagellata	Dinophyceae	Prorocentrales	Prorocentraceae	<i>Prorocentrum belizeanum</i>		614469401
V	Chromista	Dinoflagellata	Dinophyceae	Prorocentrales	Prorocentraceae	<i>Prorocentrum foraminosum</i>		929652037
S	Chromista	Dinoflagellata	Dinophyceae	Gonyaulacales	Goniodomataceae	<i>Goniodoma polyedricum</i>		765558062
VSN	Chromista	Dinoflagellata	Dinophyceae	Gonyaulacales	Ceratiaceae	<i>Ceratum hirundinella</i>	o	154201536
S	Chromista	Dinoflagellata	Dinophyceae	Gonyaulacales	Gonyaulacaceae	<i>Amylax triacantha</i>		520994713
<i>18S pPHK Euglenida</i>								
VSN		Euglenozoa	Euglenida	Euglenales	Euglenaceae	<i>Trachelomonas intermedia</i>	b	13506622
VSN		Euglenozoa	Euglenida	Euglenales	Euglenaceae	<i>Trachelomonas volvocina</i>	b	5833112

Озера Кабан	Таксономия						Сапробность В. Сладечек	NCBI 18S рPHK
	Kingdom	Phylum	Class	Order	Family	Genus + Species		
S		Euglenozoa	Euglenida	Euglenales	Euglenaceae	<i>Trachelomonas oblonga</i>	b	75281711
VSN		Euglenozoa	Euglenida	Euglenales	Euglenaceae	<i>Trachelomonas planctonica</i>	b-o	75281895
S		Euglenozoa	Euglenida	Euglenales	Euglenaceae	<i>Strombomonas acuminata</i> [<i>Trachelomonas conspersa</i>]	b	261361949
N		Euglenozoa	Euglenida	Euglenales	Euglenaceae	<i>Strombomonas eurystoma</i> [<i>Trachelomonas eurystoma</i>]		75281305
VSN		Euglenozoa	Euglenida	Euglenales	Euglenaceae	<i>Trachelomonas hispida</i>	b	20386046
S		Euglenozoa	Euglenida	Euglenales	Euglenaceae	<i>Euglena geniculata</i>	p-a	261361919
S		Euglenozoa	Euglenida	Euglenales	Euglenaceae	<i>Euglena granulata</i>	o-b	29466120
<i>18S рPHK Branchiopoda</i>								
S	Animalia	Arthropoda	Branchiopoda	Diplostraca	Chydoridae	<i>Acroperus harpae</i>	o-b	157154186
V	Animalia	Arthropoda	Branchiopoda	Diplostraca	Chydoridae	<i>Camptocercus rectirostris</i>	o	83742877
VS	Animalia	Arthropoda	Branchiopoda	Diplostraca	Chydoridae	<i>Alonopsis elongata</i>	o	157154072
S	Animalia	Arthropoda	Branchiopoda	Diplostraca	Chydoridae	<i>Leydigiopsis curvirostris</i>		157154081
VSN	Animalia	Arthropoda	Branchiopoda	Diplostraca	Chydoridae	<i>Graptoleberis testudinaria</i>	o-b	83742879
VSN	Animalia	Arthropoda	Branchiopoda	Diplostraca	Chydoridae	<i>Chydorus sphaericus</i>	b	157154076
VSN	Animalia	Arthropoda	Branchiopoda	Diplostraca	Chydoridae	<i>Chydorus globosus</i> [<i>Pseudochydorus globosus</i>]	o	127951235
S	Animalia	Arthropoda	Branchiopoda	Diplostraca	Chydoridae	<i>Pleuroxus aduncus</i>	o	157154089

Озера Кабан	Таксономия						Сапробность В. Сладечек	NCBI 18S рPHK
	Kingdom	Phylum	Class	Order	Family	Genus + Species		
SN	Animalia	Arthropoda	Branchiopoda	Diplostraca	Chydoridae	<i>Peracantha truncata</i> [<i>Pleuroxus truncatus</i>]	o	157154090
S	Animalia	Arthropoda	Branchiopoda	Diplostraca	Macrotrichidae	<i>Acantholeberis curvirostris</i>	o	157154071
V	Animalia	Arthropoda	Branchiopoda	Diplostraca	Eurycercidae	<i>Eurycercus lamellatus</i>	o	157154079
VSN	Animalia	Arthropoda	Branchiopoda	Diplostraca	Daphniidae	<i>Scapholeberis mucronata</i>	b	157154092
VSN	Animalia	Arthropoda	Branchiopoda	Diplostraca	Daphniidae	<i>Simocephalus vetulus</i>	o-b	157154094
VN	Animalia	Arthropoda	Branchiopoda	Diplostraca	Daphniidae	<i>Daphnia magna</i>	a-p	157154077
VS	Animalia	Arthropoda	Branchiopoda	Diplostraca	Daphniidae	<i>Daphnia pulex</i>	a	928196323
VSN	Animalia	Arthropoda	Branchiopoda	Diplostraca	Bosminidae	<i>Bosmina longirostris</i>	o-b	157154074
V	Animalia	Arthropoda	Branchiopoda	Diplostraca	Polyphemidae	<i>Polyphemus pediculus</i>	o	127951234
VS	Animalia	Arthropoda	Branchiopoda	Diplostraca	Sididae	<i>Sida crystallina</i>	o	157154093
VSN	Animalia	Arthropoda	Branchiopoda	Diplostraca	Leptodoridae	<i>Leptodora kindtii</i>	o-b	7208202
<i>18S рPHK Copepoda</i>								
VSN	Animalia	Arthropoda	Hexanauplia	Cyclopoida	Cyclopidae	<i>Megacyclops viridis</i>	b-o	1004168826
VSN	Animalia	Arthropoda	Hexanauplia	Cyclopoida	Cyclopidae	<i>Cyclops insignis</i>	o-b	296434375
VSN	Animalia	Arthropoda	Hexanauplia	Cyclopoida	Cyclopidae	<i>Cyclops kolensis</i>		164605285
VS	Animalia	Arthropoda	Hexanauplia	Cyclopoida	Cyclopidae	<i>Ectocyclops polyspinosus</i>		121487599
V	Animalia	Arthropoda	Hexanauplia	Cyclopoida	Cyclopidae	<i>Paracyclops cf. fimbriatus</i>		1004170329
VSN	Animalia	Arthropoda	Hexanauplia	Cyclopoida	Cyclopidae	<i>Macrocyclus albidus</i>	b	121487597
SN	Animalia	Arthropoda	Hexanauplia	Cyclopoida	Cyclopidae	<i>Macrocyclus fuscus</i>	b-o	1004168819
VSN	Animalia	Arthropoda	Hexanauplia	Cyclopoida	Cyclopidae	<i>Mesocyclops leuckarti</i>	o	256807776

Озера Кабан	Таксономия						Сапробность В. Сладечек	NCBI 18S рPHK
	Kingdom	Phylum	Class	Order	Family	Genus + Species		
VSN	Animalia	Arthropoda	Hexanauplia	Cyclopoida	Cyclopidae	<i>Thermocyclops crassus</i>		1004170330
N	Animalia	Arthropoda	Hexanauplia	Calanoida	Diaptomidae	<i>Arctodiaptomus dorsalis</i>		37811484
VSN	Animalia	Arthropoda	Hexanauplia	Calanoida	Diaptomidae	<i>Eudiaptomus gracilis</i>	o	37811485
VSN	Animalia	Arthropoda	Hexanauplia	Calanoida	Diaptomidae	<i>Arctodiaptomus cf.stephanidesi</i>		418206700
VSN	Animalia	Arthropoda	Hexanauplia	Calanoida	Diaptomidae	<i>Eudiaptomus graciloides</i>	b-o	682124614
N	Animalia	Arthropoda	Hexanauplia	Cyclopoida	Cyclopidae	<i>Diacyclops bisetosus</i>		440352685
VS	Animalia	Arthropoda	Hexanauplia	Cyclopoida	Cyclopidae	<i>Cyclops lacustris</i>		984294777
VSN	Animalia	Arthropoda	Hexanauplia	Cyclopoida	Cyclopidae	<i>Cyclops strenuus</i>	b-a	984294783
VSN	Animalia	Arthropoda	Hexanauplia	Cyclopoida	Cyclopidae	<i>Cyclops vicinus</i>	b	984294780
V	Animalia	Arthropoda	Hexanauplia	Cyclopoida	Cyclopidae	<i>Acanthocyclops robustus</i>		1476412971
VSN	Animalia	Arthropoda	Hexanauplia	Cyclopoida	Cyclopidae	<i>Acanthocyclops vernalis</i>		49615299
<i>18S рPHK Monogononta</i>								
VSN	Animalia	Rotifera	Monogononta	Ploima	Brachionidae	<i>Brachionus angularis</i>	b-a	694191697
V	Animalia	Rotifera	Monogononta	Ploima	Brachionidae	<i>Brachionus rubens</i>	a	694191694
S	Animalia	Rotifera	Monogononta	Flosculariaceae	Flosculariidae	<i>Ptygura libera</i>		83285077
S	Animalia	Rotifera	Monogononta	Flosculariaceae	Flosculariidae	<i>Ptygura beauchampi</i>	o-b	757957302
VS	Animalia	Rotifera	Monogononta	Flosculariaceae	Conochilidae	<i>Conochilus unicornis</i>	o	757957291
S	Animalia	Rotifera	Monogononta	Flosculariaceae	Flosculariidae	<i>Lacinaroides coloniensis</i>		757957296
VS	Animalia	Rotifera	Monogononta	Flosculariaceae	Flosculariidae	<i>Sinatherina semibullata</i>		757957304
S	Animalia	Rotifera	Monogononta	Flosculariaceae	Flosculariidae	<i>Lacinaroides flosculosa</i>		757957295

Озера Кабан	Таксономия						Сапробность В. Сладечек	NCBI 18S рPHK
	Kingdom	Phylum	Class	Order	Family	Genus + Species		
V	Animalia	Rotifera	Monogononta	Flosculariaceae	Flosculariidae	Lacinularia flosculosa	o-b	757957295
S	Animalia	Rotifera	Monogononta	Flosculariaceae	Testudinellidae	Testudinella patina dendradena		757957307
N	Animalia	Rotifera	Monogononta	Flosculariaceae	Testudinellidae	Testudinella patina	b	757957307
VSN	Animalia	Rotifera	Monogononta	Flosculariaceae	Filinidae	Filinia longiseta	b	83655527
V	Animalia	Rotifera	Monogononta	Ploima	Dicranophoridae	Dicranophorus forcipatus	o-b	83285082
VSN	Animalia	Rotifera	Monogononta	Ploima	Brachionidae	Keratella cochlearis	b-o	259090060
V	Animalia	Rotifera	Monogononta	Ploima	Trichocercidae	Trichocerca elongata	o	83285109
VS	Animalia	Rotifera	Monogononta	Ploima	Gastropidae	Ascomorpha ovalis		83285079
V	Animalia	Rotifera	Monogononta	Ploima	Trichocercidae	Trichocerca rattus	o	83285110
S	Animalia	Rotifera	Monogononta	Ploima	Brachionidae	Mytilina mucronata	b	83285096
VSN	Animalia	Rotifera	Monogononta	Ploima	Brachionidae	Mytilina ventralis	o	83285097
VSN	Animalia	Rotifera	Monogononta	Ploima	Brachionidae	Euchlanis dilatata	o-b	37788163
VSN	Animalia	Rotifera	Monogononta	Ploima	Brachionidae	Keratella quadrata	o-b	1039018963
VSN	Animalia	Rotifera	Monogononta	Ploima	Brachionidae	Notholca acuminata	o	37788162
VSN	Animalia	Rotifera	Monogononta	Ploima	Brachionidae	Brachionus calyciflorus	b-a	478683559
S	Animalia	Rotifera	Monogononta	Ploima	Lepadellidae	Lepadella patella	o	37788164
S	Animalia	Rotifera	Monogononta	Ploima	Lepadellidae	Lepadella rhomboides	o	83285090
VSN	Animalia	Rotifera	Monogononta	Ploima	Brachionidae	Platyias quadricornis	b	83285101
VS	Animalia	Rotifera	Monogononta	Ploima	Synchaetidae	Synchaeta pectinata	b-o	917655947

Озера Кабан	Таксономия						Сапробность В. Сладечек	NCBI 18S рPHK
	Kingdom	Phylum	Class	Order	Family	Genus + Species		
<i>18S рPHK Ciliophora</i>								
V	Chromista	Ciliophora	Spirotrichea	Sporadotrichida	Oxytrichidae	<i>Kleinstyla dorsicirrata</i>		471272487
V	Chromista	Ciliophora	Spirotrichea	Sporadotrichida	Oxytrichidae	<i>Urosomoida agilis</i>		674781142
N	Chromista	Ciliophora	Spirotrichea	Stichotrichida	Spirofilidae	<i>Urospinula succisa</i>		530549981
S	Chromista	Ciliophora	Spirotrichea	Sporadotrichida	Oxytrichidae	<i>Oxytricha granulifera</i>		429464710
VSN	Chromista	Ciliophora	Spirotrichea	Stichotrichida	Spirofilidae	<i>Strongylidium orientale</i>		443469159
VS	Chromista	Ciliophora	Spirotrichea	Urostylida	Urostylidae	<i>Urostyla grandis</i>	a-b	822576503
V	Chromista	Ciliophora	Spirotrichea	Urostylida	Pseudokeronopsidae	<i>Apokeronopsis crassa</i>		404425838
S	Chromista	Ciliophora	Spirotrichea	Urostylida	Holostichidae	<i>Anteholosticha gracilis</i>		224579097
V	Chromista	Ciliophora	Spirotrichea	Urostylida	<i>Urostylida incertae sedis</i>	<i>Monocoronella carnea</i>		224579099
S	Chromista	Ciliophora	Spirotrichea	Stichotrichida	Amphisiellidae	<i>Amphisiella candida</i>		404425658
VSN	Chromista	Ciliophora	Spirotrichea	Stichotrichida	Schmidingerotrichidae	<i>Schmidingerothrix salina</i>		270047894
SN	Chromista	Ciliophora	Spirotrichea	Urostylida	Urostylidae	<i>Uncinata gigantea</i>		827027137
VSN	Chromista	Ciliophora	Spirotrichea	Tintinnida	Codonellidae	<i>Tintinnopsis subacuta</i>		372198417
VN	Chromista	Ciliophora	Spirotrichea	Tintinnida	Rhabdonellidae	<i>Schmidingerella arcuata</i>		403084464
VSN	Chromista	Ciliophora	Spirotrichea	Tintinnida	Tintinnidae	<i>Tintinnidium fluviatile</i>	o-b	388540836
S	Chromista	Ciliophora	Spirotrichea	(Oligotrichia)	Tontoniidae	<i>Pseudotontonia simplicidens</i>		343456246
N	Chromista	Ciliophora	Spirotrichea	Euplotida	Euplotidae	<i>Euplotes octocarinatus</i>		16943645
N	Chromista	Ciliophora	Spirotrichea	Euplotida	Euplotidae	<i>Euplotes aediculatus</i>	a	1518648793

Озера Кабан	Таксономия						Сапробность В. Сладечек	NCBI 18S рРНК
	Kingdom	Phylum	Class	Order	Family	Genus + Species		
N	Chromista	Ciliophora	Spirotrichea	Euplotida	Euplotidae	<i>Euplotes eurystomus</i>	a	16943647
S	Chromista	Ciliophora	Litostomatea	Pleurostomatida	Amphileptidae	<i>Amphileptus dragescoi</i>		695131936
S	Chromista	Ciliophora	Litostomatea	Pleurostomatida	Litonotidae	<i>Acineria incurvata</i>	p	645759758
V	Chromista	Ciliophora	Litostomatea	Haptorida	Enchelyidae	<i>Enchelys gasterosteus</i>		324499387
V	Chromista	Ciliophora	Litostomatea	Entodiniomorpha	Blepharocorythidae	<i>Blepharocorys curvigula</i>		269246308
VS	Chromista	Ciliophora	Litostomatea	Vestibuliferida	Pycnotrichidae	<i>Buxtonella sulcata</i>		459351582
VSN	Chromista	Ciliophora	Prostomatea	Prorodontida	Colepidae	<i>Coleps hirtus</i>	b-a	4090657
V	Chromista	Ciliophora	Prostomatea	Prorodontida	Colepidae	<i>Plagiopogon loricatus</i>		514076798
V	Chromista	Ciliophora	Oligohymenophorea	Philasterida	Philasteridae	<i>Dexiotrichides pangi</i>		28974302
V	Chromista	Ciliophora	Prostomatea	Prorodontida	Placidae	<i>Placus salinus</i>		558697259
V	Chromista	Ciliophora	Oligohymenophorea	Pleuronematida	Cyclidiidae	<i>Protocyclidium sinica</i>		514076830
S	Chromista	Ciliophora	Oligohymenophorea	Philasterida	Uronematidae	<i>Uronema heteromarinum</i>		270047909
V	Chromista	Ciliophora	Oligohymenophorea	Philasterida	Cohnilembidae	<i>Porpostoma notata</i>		306032968
V	Chromista	Ciliophora	Oligohymenophorea	Philasterida	Orchitophryidae	<i>Paranophrys magna</i>		430737142
V	Chromista	Ciliophora	Oligohymenophorea	Sessilida	Zoothamniidae	<i>Zoothamnium pluma</i>		110294735
V	Chromista	Ciliophora	Oligohymenophorea	Sessilida	Epistylidae	<i>Epistylis chlorelligerum</i>		699360684
V	Chromista	Ciliophora	Oligohymenophorea	Sessilida	Opisthonectidae	<i>Telotrochidium matiense</i>		157367079
V	Chromista	Ciliophora	Oligohymenophorea	Sessilida	Zoothamniidae	<i>Myoschiston cf. duplicatum</i>		381149199

Озера Кабан	Таксономия						Сапробность В. Сладечек	NCBI 18S рPHK
	Kingdom	Phylum	Class	Order	Family	Genus + Species		
V	Chromista	Ciliophora	Oligohymenophorea	Sessilida	Astylozoidea	<i>Astylozoon enriquesi</i>		17223768
VS	Chromista	Ciliophora	Oligohymenophorea	Sessilida	Vorticellidae	<i>Vorticella mayeri</i>	b	1002824137
VN	Chromista	Ciliophora	Oligohymenophorea	Sessilida	Vorticellidae	<i>Vorticella aequilata</i>	p	363412175
VS	Chromista	Ciliophora	Oligohymenophorea	Sessilida	Vorticellidae	<i>Vorticella gracilis</i>		1002824136
<i>18S рPHK Protozoa</i>								
N	Protozoa	Choanozoa	Choanoflagellida	Craspedida	Salpingoecidae	<i>Monosiga ovata</i>		30145917
VN	Protozoa	Choanozoa	Choanoflagellida	Craspedida	Salpingoecidae	<i>Salpingoeca fusiformis</i>		673458812
V	Protozoa	Apusozoa	Hilomonadea	Rigifilida	Micronucleariidae	<i>Micronuclearia podoventralis</i>		33641921
V	Protozoa	Choanozoa	Ichthyosporea	Ichthyophonida	Amoebidiaceae	<i>Amoebidium parasiticum</i>		10432427
N	Protozoa	Choanozoa	Choanoflagellida	Craspedida	Salpingoecidae	<i>Sphaeroeca leprechaunica</i>		673458815
N	Protozoa	Choanozoa	Choanoflagellida	Craspedida	Salpingoecidae	<i>Sphaeroeca volvox</i>	a	563625
V	Protozoa	Apusozoa	Thecomonadea	Apusomonadida	Apusomonadidae	<i>Amastigomonas bermudensis</i>		326694123
S	Protozoa	Metamonada	Eopharyngia	Diplomonadida	Hexamitidae	<i>Hexamita nelsoni</i>		116063674
V	Protozoa	Metamonada	Eopharyngia	Diplomonadida	Hexamitidae	<i>Spiroucleus muris</i>		157932098
V – Верхний Кабан, S – Средний Кабан, N – Нижний Кабан								

Таблица 1.5.3

Виды гидробионтов озёр Кабан, идентифицированные по маркерному гену *COI*

Озера Кабан	Таксономия						Сапробность В. Сладечек	NCBI COI
	Kingdom	Phylum	Class	Order	Family	Genus + Species		
<i>COI Clitellata</i>								
V	Animalia	Annelida	Clitellata	Hirudinida	Erpobdellidae	<i>Erpobdella octoculata</i>	a	2352335
VSN	Animalia	Annelida	Clitellata	Hirudinida	Erpobdellidae	<i>Erpobdella nigricolis</i>		309252788
VS	Animalia	Annelida	Clitellata	Hirudinida	Haemopidae	<i>Haemopsis sanguisuga</i>	b	18448705
V	Animalia	Annelida	Clitellata	Hirudinida	Glossiphoniidae	<i>Hemiclepsis marginata</i>	b	745672459
N	Animalia	Annelida	Clitellata	Hirudinida	Glossiphoniidae	<i>Helobdella stagnalis</i>	a	AF329041
S	Animalia	Annelida	Clitellata	Haplotaxida	Tubificidae	<i>Dero obtusa</i>		AF534838
N	Animalia	Annelida	Clitellata	Haplotaxida	Naididae	<i>Aulodrilus pluriseta</i>		307695966
V	Animalia	Annelida	Clitellata	Haplotaxida	Naididae	<i>Limnodrilus hoffmeisteri</i>	p-a	33330161
VS	Animalia	Annelida	Clitellata	Haplotaxida	Naididae	<i>Tubifex tubifex</i>	p	33330163
V	Animalia	Annelida	Clitellata	Lumbriculida	Lumbriculidae	<i>Lumbriculus variegates</i>		294845833
<i>COI Branchiopoda</i>								
S	Animalia	Arthropoda	Branchiopoda	Diplostraca	Moinidae	<i>Moina brachiata</i>	b-a	374351578
SN	Animalia	Arthropoda	Branchiopoda	Diplostraca	Moinidae	<i>Moina micrura</i>	b	1067280279
N	Animalia	Arthropoda	Branchiopoda	Diplostraca	Moinidae	<i>Moina macrocopa</i>	a	300885394
S	Animalia	Arthropoda	Branchiopoda	Diplostraca	Bosminidae	<i>Bosmina coregoni</i>	o	19071736
VS	Animalia	Arthropoda	Branchiopoda	Diplostraca	Bosminidae	<i>Bosmina longirostris</i>	o-b	313485128
S	Animalia	Arthropoda	Branchiopoda	Diplostraca	Chydoridae	<i>Pleuroxus aduncus</i>	o	1465189264
VSN	Animalia	Arthropoda	Branchiopoda	Diplostraca	Chydoridae	<i>Chydorus globosus [Pseudochydorus globosus]</i>	o	127951373
S	Animalia	Arthropoda	Branchiopoda	Diplostraca	Chydoridae	<i>Pleuroxus trigonellus</i>		KY091212
VSN	Animalia	Arthropoda	Branchiopoda	Diplostraca	Chydoridae	<i>Pleuroxus uncinatus</i>		KY091212

Озера Кабан	Таксономия						Сапробность В. Сладечек	NCBI COI
	Kingdom	Phylum	Class	Order	Family	Genus + Species		
VSN	Animalia	Arthropoda	Branchiopoda	Diplostraca	Daphniidae	Scapholeberis mucronata	b	127951375
V	Animalia	Arthropoda	Branchiopoda	Diplostraca	Polyphemidae	Polyphemus pediculus	o	284807250
V	Animalia	Arthropoda	Branchiopoda	Diplostraca	Eurycercidae	Eurycercus lamellatus	o	379046283
VSN	Animalia	Arthropoda	Branchiopoda	Diplostraca	Daphniidae	Daphnia cucullata	b-o	332001789
VSN	Animalia	Arthropoda	Branchiopoda	Diplostraca	Daphniidae	Daphnia longispina	b	1381323631
VN	Animalia	Arthropoda	Branchiopoda	Diplostraca	Daphniidae	Daphnia magna	a-p	KP296147
VS	Animalia	Arthropoda	Branchiopoda	Diplostraca	Sididae	Sida crystallina	o	1502977497
VS	Animalia	Arthropoda	Branchiopoda	Diplostraca	Daphniidae	Daphnia pulex	a	1381323653
VSN	Animalia	Arthropoda	Branchiopoda	Diplostraca	Leptodoridae	Leptodora kindtii	o-b	315620059
VSN	Animalia	Arthropoda	Branchiopoda	Diplostraca	Chydoridae	Graptoleberis testudinaria	o-b	83742944
VSN	Animalia	Arthropoda	Branchiopoda	Diplostraca	Daphniidae	Simocephalus vetulus	o-b	1388591231
VSN	Animalia	Arthropoda	Branchiopoda	Diplostraca	Daphniidae	Ceriodaphnia laticaudata	b-o	189304264
VSN	Animalia	Arthropoda	Branchiopoda	Diplostraca	Daphniidae	Ceriodaphnia quadrangula	o	1189355067
VSN	Animalia	Arthropoda	Branchiopoda	Diplostraca	Sididae	Diaphanosoma brachyurum	o	127951355
S	Animalia	Arthropoda	Branchiopoda	Diplostraca	Sididae	Diaphanosoma mongolianum		1355425969
VSN	Animalia	Arthropoda	Branchiopoda	Diplostraca	Chydoridae	Chydorus sphaericus	b	343210032
SN	Animalia	Arthropoda	Branchiopoda	Diplostraca	Chydoridae	Leydigia acanthocercoides	o-b	MG449244
SN	Animalia	Arthropoda	Branchiopoda	Diplostraca	Chydoridae	Leydigia leidigii	b	1368661521
S	Animalia	Arthropoda	Branchiopoda	Diplostraca	Chydoridae	Acroperus harpae	o-b	83742942
V	Animalia	Arthropoda	Branchiopoda	Diplostraca	Chydoridae	Camptocercus rectirostris	o	83742940
VSN	Animalia	Arthropoda	Branchiopoda	Diplostraca	Chydoridae	Disparalona rostrata		KY091184
S	Animalia	Arthropoda	Branchiopoda	Diplostraca	Chydoridae	Alona guttata	o-b	KY091151
S	Animalia	Arthropoda	Branchiopoda	Spinicaudata	Limnadiidae	Limnadia lenticularis		FJ499183
S	Animalia	Arthropoda	Branchiopoda	Spinicaudata	Limnadiidae	Limnadia nipponica		FJ499186

Озера Кабан	Таксономия						Сапробность В. Сладечек	NCBI COI
	Kingdom	Phylum	Class	Order	Family	Genus + Species		
<i>COI Malacostraca</i>								
N	Animalia	Arthropoda	Malacostraca	Amphipoda	Gammaridae	<i>Gammarus roeseli</i>	b	EF570337
V	Animalia	Arthropoda	Malacostraca	Amphipoda	Metacrangonyctidae	<i>Metacrangonyx longicaudus</i>		HE860509
VN	Animalia	Arthropoda	Malacostraca	Isopoda	Asellidae	<i>Asellus aquaticus</i>	a	42602170
N	Animalia	Arthropoda	Malacostraca	Decapoda	Cambaridae	<i>Procambarus clarkii</i>		KT036444
S	Animalia	Arthropoda	Malacostraca	Decapoda	Cambaridae	<i>Faxonius perfectus</i>		AY701209
S	Animalia	Arthropoda	Malacostraca	Decapoda	Cambaridae	<i>Faxonius sanbornii</i>		KU239995
<i>COI Philodinida</i>								
N	Animalia	Rotifera	Eurotatoria	Philodinida	Philodinidae	<i>Macrotrachela papillosa</i>	o	KM043196
VSN	Animalia	Rotifera	Eurotatoria	Philodinida	Philodinidae	<i>Philodina megalotrocha</i>	o-b	JQ309180
N	Animalia	Rotifera	Eurotatoria	Philodinida	Philodinidae	<i>Pleuretra hystrix</i>		KM043204
VS	Animalia	Rotifera	Eurotatoria	Philodinida	Philodinidae	<i>Macrotrachela quadricornifera</i>	o	JX184004
N	Animalia	Rotifera	Eurotatoria	Adinetinida	Adinetidae	<i>Adineta vaga</i>	o-b	JX184001
V	Animalia	Rotifera	Eurotatoria	Philodinida	Philodinidae	<i>Philodina citrina</i>	o	FR856884
N	Animalia	Rotifera	Eurotatoria	Adinetinida	Adinetidae	<i>Bradyscela clauda</i>		EF173179
N	Animalia	Rotifera	Eurotatoria	Philodinida	<i>Bdelloidea incertae sedis</i>	<i>Rotaria rotatoria</i>	a	EU499851
<i>COI Monogononta</i>								
V	Animalia	Rotifera	Monogononta	Ploima	Brachionidae	<i>Brachionus plicatilis</i>	b	AY218091
VSN	Animalia	Rotifera	Monogononta	Ploima	Brachionidae	<i>Brachionus quadridentatus</i>	b	1009658420
N	Animalia	Rotifera	Monogononta	Ploima	Brachionidae	<i>Brachionus sessilis</i>		KM051932
SN	Animalia	Rotifera	Monogononta	Ploima	Brachionidae	<i>Brachionus urceus</i>	b	KY091166
VSN	Animalia	Rotifera	Monogononta	Ploima	Brachionidae	<i>Brachionus calyciflorus</i>	b-a	JX463650
VSN	Animalia	Rotifera	Monogononta	Ploima	Brachionidae	<i>Brachionus angularis</i>	b-a	401879875
VSN	Animalia	Rotifera	Monogononta	Ploima	Brachionidae	<i>Brachionus diversicornis</i>	b	398257985
V	Animalia	Rotifera	Monogononta	Ploima	Brachionidae	<i>Brachionus rubens</i>	a	KJ489418

Озера Кабан	Таксономия						Сапробность В. Сладечек	NCBI COI
	Kingdom	Phylum	Class	Order	Family	Genus + Species		
S	Animalia	Rotifera	Monogononta	Ploima	Asplanchnidae	<i>Asplanchna cf sieboldi</i>	o-b	JX216495
VSN	Animalia	Rotifera	Monogononta	Ploima	Asplanchnidae	<i>Asplanchna girodi</i>	o-b	91156
SN	Animalia	Rotifera	Monogononta	Ploima	Brachionidae	<i>Brachionus macracanthus</i>		DQ664502
S	Animalia	Rotifera	Monogononta	Ploima	Lecanidae	<i>Lecane quadridentata</i>	o-b	401880351
VSN	Animalia	Rotifera	Monogononta	Ploima	Lecanidae	<i>Lecane luna</i>	o-b	167842617
N	Animalia	Rotifera	Monogononta	Ploima	Lecanidae	<i>Lecane bulla</i>	o	EU188927
VS	Animalia	Rotifera	Monogononta	Ploima	Synchaetidae	<i>Synchaeta pectinata</i>	b-o	1368661007
V	Animalia	Rotifera	Monogononta	Ploima	Trichocercidae	<i>Trichocerca rattus</i>	o	83285172
VSN	Animalia	Rotifera	Monogononta	Ploima	Brachionidae	<i>Euchlanis dilatata</i>	o-b	320564689
VS	Animalia	Rotifera	Monogononta	Ploima	Trichocercidae	<i>Trichocerca capucina</i>	o	401880493
VSN	Animalia	Rotifera	Monogononta	Ploima	Brachionidae	<i>Platyas quadricornis</i>	b	320564699
VSN	Animalia	Rotifera	Monogononta	Ploima	Synchaetidae	<i>Polyarthra dolichoptera</i>	o	379996021
N	Animalia	Rotifera	Monogononta	Ploima	Synchaetidae	<i>Polyarthra remata</i>	o	DQ297789
VSN	Animalia	Rotifera	Monogononta	Ploima	Synchaetidae	<i>Polyarthra vulgaris</i>	b	625294196
VSN	Animalia	Rotifera	Monogononta	Ploima	Brachionidae	<i>Keratella cochlearis</i>	b-o	KC618815
VSN	Animalia	Rotifera	Monogononta	Ploima	Brachionidae	<i>Notholca acuminata</i>	o	313491534
S	Animalia	Rotifera	Monogononta	Ploima	Lepadellidae	<i>Lepadella patella</i>	o	401880389
VSN	Animalia	Rotifera	Monogononta	Ploima	Trichocercidae	<i>Trichocerca longiseta</i>	o	401880501
VN	Animalia	Rotifera	Monogononta	Ploima	Trichocercidae	<i>Trichocerca similis</i>	o	1199301977
S	Animalia	Rotifera	Monogononta	Ploima	Brachionidae	<i>Mytilina mucronata</i>	b	83285148
VSN	Animalia	Rotifera	Monogononta	Ploima	Brachionidae	<i>Mytilina ventralis</i>	o	187475741
V	Animalia	Rotifera	Monogononta	Ploima	Gastropidae	<i>Ascomorpha ecaudis</i>	o	514884224
VSN	Animalia	Rotifera	Monogononta	Ploima	Brachionidae	<i>Keratella quadrata</i>	o-b	30269156
S	Animalia	Rotifera	Monogononta	Ploima	Brachionidae	<i>Keratella valga</i>	o-b	398258041

V – Верхний Кабан, S – Средний Кабан, N – Нижний Кабан

Таблица 1.5.4

Виды гидробионтов озёр Кабан, идентифицированные по маркерному гену *rbcL*

Озера Кабан	Таксономия						Сапробность В. Сладечек	NCBI <i>rbcL</i>
	Kingdom	Phylum	Class	Order	Family	Genus + Species		
<i>rbcL</i> Cyanobacteria								
VSN	Bacteria	Cyanobacteria	Cyanophyceae	Oscillatoriales	Oscillatoriaceae	<i>Oscillatoria nigro-viridis</i>		428238862
S	Bacteria	Cyanobacteria	Cyanophyceae	Oscillatoriales	Oscillatoriaceae	<i>Oscillatoria tenuis</i>	a	371909897
SN	Bacteria	Cyanobacteria	Cyanophyceae	Oscillatoriales	Oscillatoriaceae	<i>Limnorphis robusta</i>		371909899
VSN	Bacteria	Cyanobacteria	Cyanophyceae	Oscillatoriales	Oscillatoriaceae	<i>Lyngbya aestuarii</i>		89241983
VSN	Bacteria	Cyanobacteria	Cyanophyceae	Oscillatoriales	Microcoleaceae	<i>Planktothrix agardhii</i>		159154313
N	Bacteria	Cyanobacteria	Cyanophyceae	Oscillatoriales	Oscillatoriaceae	<i>Phormidium ambiguum</i>		371909891
N	Bacteria	Cyanobacteria	Cyanophyceae	Oscillatoriales	Oscillatoriaceae	<i>Phormidium irriguum f. minor</i>		371909887
SN	Bacteria	Cyanobacteria	Cyanophyceae	Oscillatoriales	Microcoleaceae	<i>Arthrospira platensis</i>	b	557668307
V	Bacteria	Cyanobacteria	Cyanophyceae	Oscillatoriales	Microcoleaceae	<i>Symploca atlantica</i>		89241997
N	Bacteria	Cyanobacteria	Cyanophyceae	Chroococcales	Microcystaceae	<i>Microcystis viridis</i>		159154315
VSN	Bacteria	Cyanobacteria	Cyanophyceae	Chroococcales	Microcystaceae	<i>Microcystis aeruginosa</i>	b	896561757
N	Bacteria	Cyanobacteria	Cyanophyceae	Chroococcales	Microcystaceae	<i>Microcystis botrys</i>		896561761
V	Bacteria	Cyanobacteria	Cyanophyceae	Nostocales	Nostocaceae	<i>Anabaena cylindrica</i>		428676849
V	Bacteria	Cyanobacteria	Cyanophyceae	Synechococcales	Leptolyngbyaceae	<i>Leptolyngbya boryana</i>		757114190
VS	Bacteria	Cyanobacteria	Cyanophyceae	Synechococcales	Synechococcaceae	<i>Cyanobium gracile</i>		427344508
V	Bacteria	Cyanobacteria	Cyanophyceae	Synechococcales	Synechococcaceae	<i>Synechococcus rubescens</i>		146740623
V	Bacteria	Cyanobacteria	Cyanophyceae	Synechococcales	Synechococcaceae	<i>Thermosynechococcus elongatus</i>		47118315
V	Bacteria	Cyanobacteria	Cyanophyceae	Synechococcales	Pseudanabaenaceae	<i>Limnothrix planktonica</i>		896561736
V	Bacteria	Cyanobacteria	Cyanophyceae	Oscillatoriales	Oscillatoriaceae	<i>Phormidium laminosum</i>		157064950
V	Bacteria	Cyanobacteria	Cyanophyceae	Synechococcales	Oculatellaceae	<i>Thermoleptolyngbya albertanoe</i>		283483105

Озера Кабан	Таксономия						Сапробность В. Сладечек	NCBI <i>rbcL</i>
	Kingdom	Phylum	Class	Order	Family	Genus + Species		
V	Bacteria	Cyanobacteria	Cyanophyceae	Nostocales	Chlorogloeopsidaceae	<i>Chlorogloeopsis fritschii</i>		89241969
V	Bacteria	Cyanobacteria	Cyanophyceae	Nostocales	Hapalosiphonaceae	<i>Fischerella muscicola</i>		89241975
V	Bacteria	Cyanobacteria	Cyanophyceae	Nostocales	Aphanizomenonaceae	<i>Chryso sporum ovalisporum</i>		896561684
V	Bacteria	Cyanobacteria	Cyanophyceae	Nostocales	Nostocaceae	<i>Anabaena variabilis</i>		55650847
VS	Bacteria	Cyanobacteria	Cyanophyceae	Nostocales	Nostocaceae	<i>Desmonostoc muscorum</i>		705806777
V	Bacteria	Cyanobacteria	Cyanophyceae	Nostocales	Aphanizomenonaceae	<i>Dolichospermum lemmermannii</i>		159154305
V	Bacteria	Cyanobacteria	Cyanophyceae	Nostocales	Nostocaceae	<i>Nostoc spongiaeforme</i>		410809684
V	Bacteria	Cyanobacteria	Cyanophyceae	Nostocales	Aphanizomenonaceae	<i>Dolichospermum planctonicum</i>		226347322
V	Bacteria	Cyanobacteria	Cyanophyceae	Nostocales	Aphanizomenonaceae	<i>Dolichospermum circinale</i>		226347304
VS	Bacteria	Cyanobacteria	Cyanophyceae	Nostocales	Aphanizomenonaceae	<i>Dolichospermum crassum</i>		226347316
V	Bacteria	Cyanobacteria	Cyanophyceae	Nostocales	Hapalosiphonaceae	<i>Mastigocladus laminosus</i>		384255068
VS	Bacteria	Cyanobacteria	Cyanophyceae	Nostocales	Nostocaceae	<i>Anabaena sheremetievi</i>		15282233
V	Bacteria	Cyanobacteria	Cyanophyceae	Nostocales	Nostocaceae	<i>Anabaena augstumalis</i>		55650808
VSN	Bacteria	Cyanobacteria	Cyanophyceae	Nostocales	Aphanizomenonaceae	<i>Aphanizomenon flos-aquae</i>	b	164597921
SN	Bacteria	Cyanobacteria	Cyanophyceae	Nostocales	Nostocaceae	<i>Anabaena affinis</i>	b	313761295
VSN	Bacteria	Cyanobacteria	Cyanophyceae	Nostocales	Nostocaceae	<i>Anabaena flos-aquae</i>	b	15282182
<i>rbcL Bacillariophyta</i>								
V	Chromista	Ochrophyta	Bacillariophyceae	Bacillariales	Bacillariaceae	<i>Nitzschia amphibia</i>		1783393398
VN	Chromista	Ochrophyta	Bacillariophyceae	Bacillariales	Bacillariaceae	<i>Nitzschia inconspicua</i>		661550948
V	Chromista	Ochrophyta	Bacillariophyceae	Bacillariales	Bacillariaceae	<i>Nitzschia frustulum</i>		661550942
V	Chromista	Ochrophyta	Bacillariophyceae	Bacillariales	Bacillariaceae	<i>Nitzschia cf. fonticola</i>	o-b	661550932
V	Chromista	Ochrophyta	Bacillariophyceae	Bacillariales	Bacillariaceae	<i>Pseudo-nitzschia arenysensis</i>		1001946344
V	Chromista	Ochrophyta	Bacillariophyceae	Bacillariales	Bacillariaceae	<i>Pseudo-nitzschia multistriata</i>		225007791

Озера Кабан	Таксономия						Сапробность В. Сладечек	NCBI <i>rbcL</i>
	Kingdom	Phylum	Class	Order	Family	Genus + Species		
S	Chromista	Ochrophyta	Bacillariophyceae	Bacillariales	Bacillariaceae	<i>Nitzschia linearis</i>	o-b	1935606692
V	Chromista	Ochrophyta	Bacillariophyceae	Bacillariales	Bacillariaceae	<i>Psammodictyon constrictum</i>		370991794
VSN	Chromista	Ochrophyta	Bacillariophyceae	Bacillariales	Bacillariaceae	<i>Nitzschia acicularis</i>	a	1935606694
VN	Chromista	Ochrophyta	Bacillariophyceae	Bacillariales	Bacillariaceae	<i>Nitzschia capitellata</i>		952987989
VSN	Chromista	Ochrophyta	Bacillariophyceae	Bacillariales	Bacillariaceae	<i>Nitzschia palea</i>	a	1935606700
N	Chromista	Ochrophyta	Bacillariophyceae	Bacillariales	Bacillariaceae	<i>Tryblionella apiculata</i>		329343181
VSN	Chromista	Ochrophyta	Bacillariophyceae	Bacillariales	Bacillariaceae	<i>Cylindrotheca closterium</i>		1704727446
V	Chromista	Ochrophyta	Bacillariophyceae	Bacillariales	Bacillariaceae	<i>Cymbellonitzschia banzuensis</i>		992209899
N	Chromista	Ochrophyta	Bacillariophyceae	Bacillariales	Bacillariaceae	<i>Nitzschia recta</i>	b-a	FN557062
<i>rbcL</i> Cymbellales								
N	Chromista	Ochrophyta	Bacillariophyceae	Cymbellales	Cymbellaceae	<i>Cymbopleura inaequalis</i>		725655656
SN	Chromista	Ochrophyta	Bacillariophyceae	Cymbellales	Cymbellaceae	<i>Cymbopleura subcuspidata</i>		906411328
S	Chromista	Ochrophyta	Bacillariophyceae	Cymbellales	Cymbellaceae	<i>Encyonema muelleri</i>		725655678
S	Chromista	Ochrophyta	Bacillariophyceae	Cymbellales	Rhoicospheniaceae	<i>Rhoicosphenia abbreviata</i>		725655736
VSN	Chromista	Ochrophyta	Bacillariophyceae	Cymbellales	Cymbellaceae	<i>Placoneis elginensis</i>		329343195
SN	Chromista	Ochrophyta	Bacillariophyceae	Cymbellales	Cymbellaceae	<i>Cymbella cistula</i>	b	725655634
SN	Chromista	Ochrophyta	Bacillariophyceae	Cymbellales	Gomphonemataceae	<i>Gomphonema rosenstockianum</i>		952988037
S	Chromista	Ochrophyta	Bacillariophyceae	Cymbellales	Gomphonemataceae	<i>Gomphonema clevei</i>	x	952988043
N	Chromista	Ochrophyta	Bacillariophyceae	Cymbellales	Gomphonemataceae	<i>Gomphonema pumilum</i>		459936720
N	Chromista	Ochrophyta	Bacillariophyceae	Cymbellales	Gomphonemataceae	<i>Gomphonema angustum</i>	o	952987957
N	Chromista	Ochrophyta	Bacillariophyceae	Cymbellales	Gomphonemataceae	<i>Gomphonema acuminatum</i>	b	952988039
VSN	Chromista	Ochrophyta	Bacillariophyceae	Cymbellales	Gomphonemataceae	<i>Gomphonema truncatum</i>	b	1814801408
<i>rbcL</i> Naviculales								
VN	Chromista	Ochrophyta	Bacillariophyceae	Naviculales	Pinnulariaceae	<i>Pinnularia isselana</i>		822094827

Озера Кабан	Таксономия						Сапробность В. Сладечек	NCBI <i>rbcL</i>
	Kingdom	Phylum	Class	Order	Family	Genus + Species		
VN	Chromista	Ochrophyta	Bacillariophyceae	Naviculales	Pinnulariaceae	<i>Pinnularia neomajor</i>	b	354806088
N	Chromista	Ochrophyta	Bacillariophyceae	Naviculales	Sellaphoraceae	<i>Sellaphora minima</i>		570348533
V	Chromista	Ochrophyta	Bacillariophyceae	Naviculales	Amphipleuraceae	<i>Halamphora coffeaeformis</i>		612408460
V	Chromista	Ochrophyta	Bacillariophyceae	Naviculales	Naviculaceae	<i>Navicula cryptocephala</i>	a	329343187
V	Chromista	Ochrophyta	Bacillariophyceae	Naviculales	Naviculaceae	<i>Navicula tripunctata</i>		952987991
S	Chromista	Ochrophyta	Bacillariophyceae	Naviculales	Naviculaceae	<i>Navicula viridula</i>	a	952987973
SN	Chromista	Ochrophyta	Bacillariophyceae	Naviculales	Berkeleyaceae	<i>Climaconeis undulata</i>		511648764
N	Chromista	Ochrophyta	Bacillariophyceae	Naviculales	Stauroneidaceae	<i>Stauroneis constricta</i>		242351411
V	Chromista	Ochrophyta	Bacillariophyceae	Naviculales	Berkeleyaceae	<i>Parlibellus hamulifer</i>		1047835497
VN	Chromista	Ochrophyta	Bacillariophyceae	Naviculales	Stauroneidaceae	<i>Stauroneis schmidiae</i>		698226752
S	Chromista	Ochrophyta	Bacillariophyceae	Naviculales	Naviculaceae	<i>Geissleria frolikhiensis</i>		757867701
S	Chromista	Ochrophyta	Bacillariophyceae	Naviculales	Naviculaceae	<i>Navicula brockmannii</i>		168145848
V	Chromista	Ochrophyta	Bacillariophyceae	Naviculales	Amphipleuraceae	<i>Halamphora subtropica</i>		1465461940
<i>rbcL Thalassiophysales</i>								
SN	Chromista	Ochrophyta	Bacillariophyceae	Thalassiophysales	Catenulaceae	<i>Amphora ovalis</i>	o-b	612408412
SN	Chromista	Ochrophyta	Bacillariophyceae	Thalassiophysales	Catenulaceae	<i>Amphora affinis</i>		612408412
SN	Chromista	Ochrophyta	Bacillariophyceae	Thalassiophysales	Catenulaceae	<i>Amphora proteus</i>		612408442
SN	Chromista	Ochrophyta	Bacillariophyceae	Thalassiophysales	Catenulaceae	<i>Amphora waldeniana</i>		612408458
N	Chromista	Ochrophyta	Bacillariophyceae	Thalassiophysales	Catenulaceae	<i>Amphora indistincta</i>		612408430
SN	Chromista	Ochrophyta	Bacillariophyceae	Thalassiophysales	Catenulaceae	<i>Amphora cf. pediculus</i>		698226686
SN	Chromista	Ochrophyta	Bacillariophyceae	Thalassiophysales	Catenulaceae	<i>Amphora pediculus</i>		698226684
V	Chromista	Ochrophyta	Bacillariophyceae	Thalassiophysales	Catenulaceae	<i>Amphora berolinensis</i>		698226782
S	Chromista	Ochrophyta	Bacillariophyceae	Thalassiophysales	Catenulaceae	<i>Amphora sublaevis</i>		612408452
N	Chromista	Ochrophyta	Bacillariophyceae	Thalassiophysales	Catenulaceae	<i>Amphora commutata</i>		815006582
V	Chromista	Ochrophyta	Bacillariophyceae	Thalassiophysales	Catenulaceae	<i>Amphora coffeaeformis</i>		340537486
<i>rbcL Coscinodiscophyceae</i>								
VSN	Chromista	Ochrophyta	Coscinodiscophyceae	Thalassiosirales	Stephanodiscaceae	<i>Stephanodiscus hantzschii</i>	a	1041923278

Озера Кабан	Таксономия						Сапробность В. Сладечек	NCBI <i>rbcL</i>
	Kingdom	Phylum	Class	Order	Family	Genus + Species		
VSN	Chromista	Ochrophyta	Coscinodiscophyceae	Thalassiosirales	Stephanodiscaceae	<i>Stephanodiscus parvus</i>		952987945
VSN	Chromista	Ochrophyta	Coscinodiscophyceae	Thalassiosirales	Stephanodiscaceae	<i>Cyclostephanos dubius</i>		549438586
VN	Chromista	Ochrophyta	Coscinodiscophyceae	Thalassiosirales	Stephanodiscaceae	<i>Cyclostephanos tholiformis</i>		98990632
VSN	Chromista	Ochrophyta	Coscinodiscophyceae	Thalassiosirales	Stephanodiscaceae	<i>Cyclotella bodanica</i>	o	98990638
VSN	Chromista	Ochrophyta	Coscinodiscophyceae	Thalassiosirales	Stephanodiscaceae	<i>Cyclotella costei</i>		952987943
N	Chromista	Ochrophyta	Coscinodiscophyceae	Thalassiosirales	Stephanodiscaceae	<i>Cyclotella cf. comensis</i>	o	667673537
N	Chromista	Ochrophyta	Coscinodiscophyceae	Thalassiosirales	Stephanodiscaceae	<i>Cyclotella cf. ocellata</i>		667673531
V	Chromista	Ochrophyta	Coscinodiscophyceae	Thalassiosirales	Thalassiosiraceae	<i>Thalassiosira antarctica</i>		98990570
N	Chromista	Ochrophyta	Coscinodiscophyceae	Thalassiosirales	Thalassiosiraceae	<i>Thalassiosira rotula</i>		98990590
V	Chromista	Ochrophyta	Coscinodiscophyceae	Thalassiosirales	Thalassiosiraceae	<i>Thalassiosira eccentrica</i>		398372924
VSN	Chromista	Ochrophyta	Coscinodiscophyceae	Thalassiosirales	Thalassiosiraceae	<i>Shionodiscus ritscheri</i>		98990606
V	Chromista	Ochrophyta	Coscinodiscophyceae	Thalassiosirales	Thalassiosiraceae	<i>Shionodiscus oestrupii</i> var. <i>venrickae</i>		98990562
S	Chromista	Ochrophyta	Coscinodiscophyceae	Thalassiosirales	Thalassiosiraceae	<i>Thalassiosira oestrupii</i> var. <i>venrickae</i>		98990562
N	Chromista	Ochrophyta	Coscinodiscophyceae	Thalassiosirales	Thalassiosiraceae	<i>Thalassiosira profunda</i>		549438584
V	Chromista	Ochrophyta	Coscinodiscophyceae	Thalassiosirales	Thalassiosiraceae	<i>Detonula pumila</i>		98990608
VN	Chromista	Ochrophyta	Coscinodiscophyceae	Thalassiosirales	Skeletonemataceae	<i>Skeletonema potamos</i>		726973335
V	Chromista	Ochrophyta	Coscinodiscophyceae	Thalassiosirales	Skeletonemataceae	<i>Skeletonema subsalsum</i>		217331189
VN	Chromista	Ochrophyta	Coscinodiscophyceae	Thalassiosirales	Skeletonemataceae	<i>Skeletonema costatum</i>		697994629
N	Chromista	Ochrophyta	Coscinodiscophyceae	Thalassiosirales	Thalassiosiraceae	<i>Thalassiosira angulata</i>		98990556
N	Chromista	Ochrophyta	Coscinodiscophyceae	Thalassiosirales	Thalassiosiraceae	<i>Thalassiosira decipiens</i>		525544523
N	Chromista	Ochrophyta	Coscinodiscophyceae	Thalassiosirales	Thalassiosiraceae	<i>Bacterosira bathyomphala</i>		98990612

Озера Кабан	Таксономия						Сапробность В. Сладечек	NCBI <i>rbcL</i>
	Kingdom	Phylum	Class	Order	Family	Genus + Species		
VSN	Chromista	Ochrophyta	Coscinodiscophyceae	Thalassiosirales	Thalassiosiraceae	<i>Bacterosira constricta</i>		985768679
VSN	Chromista	Ochrophyta	Coscinodiscophyceae	Thalassiosirales	Thalassiosiraceae	<i>Thalassiosira pseudonana</i>		98990582
VN	Chromista	Ochrophyta	Coscinodiscophyceae	Thalassiosirales	Thalassiosiraceae	<i>Conticribra weissflogii</i>		372292417
N	Chromista	Ochrophyta	Coscinodiscophyceae	Thalassiosirales	Thalassiosiraceae	<i>Roundia cardiophora</i>		691190296
N	Chromista	Ochrophyta	Coscinodiscophyceae	Thalassiosirales	Thalassiosiraceae	<i>Conticribra guillardii</i>		98990572
S	Chromista	Ochrophyta	Coscinodiscophyceae	Thalassiosirales	Stephanodiscaceae	<i>Cyclotella cryptica</i>		758258041
VSN	Chromista	Ochrophyta	Coscinodiscophyceae	Thalassiosirales	Stephanodiscaceae	<i>Cyclotella meneghiniana</i>	a-b	758258035
VS	Chromista	Ochrophyta	Coscinodiscophyceae	Thalassiosirales	Stephanodiscaceae	<i>Cyclotella atomus</i>		98990538
VSN	Chromista	Ochrophyta	Coscinodiscophyceae	Thalassiosirales	Stephanodiscaceae	<i>Cyclotella striata</i>		398372918
VN	Chromista	Ochrophyta	Coscinodiscophyceae	Thalassiosirales	Stephanodiscaceae	<i>Cyclotella choctawhatcheeana</i>		398372916
S	Chromista	Ochrophyta	Coscinodiscophyceae	Thalassiosirales	Stephanodiscaceae	<i>Cyclotella litoralis</i>		398372914
VS	Chromista	Ochrophyta	Coscinodiscophyceae	Melosirales	Stephanopyxidaceae	<i>Stephanopyxis palmeriana</i>		806935015
N	Chromista	Ochrophyta	Coscinodiscophyceae	Rhizosoleniales	Rhizosoleniaceae	<i>Rhizosolenia setigera</i>		511648896
VS	Chromista	Ochrophyta	Coscinodiscophyceae	Rhizosoleniales	Rhizosoleniaceae	<i>Guinardia flaccida</i>		511648880
N	Chromista	Ochrophyta	Coscinodiscophyceae	Rhizosoleniales	Rhizosoleniaceae	<i>Guinardia striata</i>		670804484
V	Chromista	Ochrophyta	Coscinodiscophyceae	Coscinodiscales	Coscinodiscaceae	<i>Stellarima microtrias</i>		329343209
V	Chromista	Ochrophyta	Coscinodiscophyceae	Coscinodiscales	Heliopeltaceae	<i>Actinoptychus splendens</i>		670804450
VSN	Chromista	Ochrophyta	Coscinodiscophyceae	Melosirales	Aulacoseiraceae	<i>Aulacoseira granulata</i>	b	906411374
V	Chromista	Ochrophyta	Coscinodiscophyceae	Melosirales	Melosiraceae	<i>Melosira varians</i>	b	906411302
V	Chromista	Ochrophyta	Coscinodiscophyceae	Stephanopyxales	Endictyaceae	<i>Endictya oceanica</i>		511648878
S	Chromista	Ochrophyta	Coscinodiscophyceae	Coscinodiscales	Coscinodiscaceae	<i>Coscinodiscus radiatus</i>		468111860
VN	Chromista	Ochrophyta	Coscinodiscophyceae	Coscinodiscales	Coscinodiscaceae	<i>Coscinodiscus granii</i>		511648866
VN	Chromista	Ochrophyta	Coscinodiscophyceae	Coscinodiscales	Coscinodiscaceae	<i>Palmerina ostenfeldii</i>		974030620
<i>rbcL Fragilariophyceae</i>								
S	Chromista	Ochrophyta	Fragillariophyceae	Fragilariales	Fragilariaceae	<i>Fragilaria capucina</i>	o-b	459936710
N	Chromista	Ochrophyta	Fragillariophyceae	Fragilariales	Fragilariaceae	<i>Fragilaria crotonensis</i>	o-b	570348529
N	Chromista	Ochrophyta	Fragillariophyceae	Fragilariales	Fragilariaceae	<i>Fragilaria perminuta</i>		570348549

Озера Кабан	Таксономия						Сапробность В. Сладечек	NCBI <i>rbcL</i>
	Kingdom	Phylum	Class	Order	Family	Genus + Species		
SN	Chromista	Ochrophyta	Fragillariophyceae	Fragilariales	Fragilariaceae	<i>Fragilaria rumpens</i>		570348543
VSN	Chromista	Ochrophyta	Fragillariophyceae	Licmophorales	Ulnariaceae	<i>Synedra ulna</i> [<i>Ulnaria ulna</i>]	b	329343161
VS	Chromista	Ochrophyta	Fragilariophyceae	Fragilariales	Fragilariaceae	<i>Fragilaria famelica</i>		329343157
VN	Chromista	Ochrophyta	Fragillariophyceae	Fragilariales	Fragilariaceae	<i>Pteroncola inane</i>		370991743
S	Chromista	Ochrophyta	Fragilariophyceae	Fragilariales	Fragilariaceae	<i>Grammonema striatula</i>		684179824
V	Chromista	Ochrophyta	Fragillariophyceae	Fragilariales	Fragilariaceae	<i>Synedra minuscula</i>		340537612
N	Chromista	Ochrophyta	Fragillariophyceae	Fragilariales	Staurosiraceae	<i>Staurosira venter</i>		952988023
VN	Chromista	Ochrophyta	Fragillariophyceae	Fragilariales	Fragilariaceae	<i>Asterionella formosa</i>	o-b	329343247
S	Chromista	Ochrophyta	Fragillariophyceae	Tabellariales	Tabellariaceae	<i>Tabellaria flocculosa</i>	o-x	329343149
<i>rbcL Cryptophyceae</i>								
VSN	Chromista	Ochrophyta	Cryptophyceae	Cryptomonadales	Cryptomonadaceae	<i>Cryptomonas curvata</i>	b	78183189
VN	Chromista	Ochrophyta	Cryptophyceae	Cryptomonadales	Cryptomonadaceae	<i>Cryptomonas erosa</i>	a	1557902420
VSN	Chromista	Ochrophyta	Cryptophyceae	Cryptomonadales	Cryptomonadaceae	<i>Cryptomonas pyrenoidifera</i>		78183213
V	Chromista	Ochrophyta	Cryptophyceae	Cryptomonadales	Cryptomonadaceae	<i>Cryptomonas marssonii</i>	o-b	78183197
VN	Chromista	Ochrophyta	Cryptophyceae	Cryptomonadales	Cryptomonadaceae	<i>Cryptomonas tetrapyrenoidosa</i>		78183217
V	Chromista	Ochrophyta	Cryptophyceae	Cryptomonadales	Cryptomonadaceae	<i>Cryptomonas ovata</i>	a	78183199
N	Chromista	Ochrophyta	Cryptophyceae	Cryptomonadales	Cryptomonadaceae	<i>Cryptomonas borealis</i>		78183185
V	Chromista	Ochrophyta	Cryptophyceae	Cryptomonadales	Cryptomonadaceae	<i>Cryptomonas lundii</i>		78183193
VN	Chromista	Ochrophyta	Cryptophyceae	Pyrenomonadales	Geminigeraceae	<i>Guillardia theta</i>		3602932
N	Chromista	Ochrophyta	Cryptophyceae	Pyrenomonadales	Geminigeraceae	<i>Teleaulax amphioxeia</i>		874508188
<i>rbcL Streptophyta</i>								
VSN	Plantae	Streptophyta	Magnoliopsida	Poales	Cyperaceae	<i>Carex pseudocyperus</i>		685846863
VSN	Plantae	Streptophyta	Magnoliopsida	Poales	Cyperaceae	<i>Eleocharis palustris</i>		817991904
VS	Plantae	Streptophyta	Magnoliopsida	Poales	Juncaceae	<i>Juncus effusus</i>		292997
N	Plantae	Streptophyta	Magnoliopsida	Poales	Juncaceae	<i>Juncus tenuis</i>		340511481
VSN	Plantae	Streptophyta	Magnoliopsida	Poales	Poaceae	<i>Phragmites australis</i>		1840327123
SN	Plantae	Streptophyta	Magnoliopsida	Poales	Typhaceae	<i>Typha angustifolia</i>		1389499593

Озера Кабан	Таксономия						Сапробность В. Сладечек	NCBI <i>rbcL</i>
	Kingdom	Phylum	Class	Order	Family	Genus + Species		
VN	Plantae	Streptophyta	Magnoliopsida	Poales	Typhaceae	<i>Typha latifolia</i>		369720331
VSN	Plantae	Streptophyta	Magnoliopsida	Alismatales	Araceae	<i>Lemna minor</i>		209417450
VSN	Plantae	Streptophyta	Magnoliopsida	Alismatales	Araceae	<i>Spirodela polyrhiza</i>		817992372
VS	Plantae	Streptophyta	Magnoliopsida	Alismatales	Alismataceae	<i>Alisma plantago-aquatica</i>		343184776
VSN	Plantae	Streptophyta	Magnoliopsida	Alismatales	Hydrocharitaceae	<i>Elodea canadensis</i>		365824061
VN	Plantae	Streptophyta	Magnoliopsida	Alismatales	Potamogetonaceae	<i>Potamogeton lucens</i>	o-b	114448993
N	Plantae	Streptophyta	Magnoliopsida	Alismatales	Potamogetonaceae	<i>Potamogeton pectinatus</i>	a-b	1027316334
VN	Plantae	Streptophyta	Magnoliopsida	Apiales	Apiaceae	<i>Oenanthe aquatica</i>		379031084
S	Plantae	Streptophyta	Magnoliopsida	Ceratophyllales	Ceratophyllaceae	<i>Ceratophyllum submersum</i>		6513623
VSN	Plantae	Streptophyta	Zygnemophyceae	Desmidiiales	Closteriaceae	<i>Closterium acutum</i>	b-a	JQ315477
V	Plantae	Streptophyta	Zygnemophyceae	Desmidiiales	Desmidiaceae	<i>Cosmarium bioculatum</i>		300862813
N	Plantae	Streptophyta	Zygnemophyceae	Desmidiiales	Desmidiaceae	<i>Cosmarium binum</i>		AM911329
N	Plantae	Streptophyta	Zygnemophyceae	Desmidiiales	Desmidiaceae	<i>Cosmarium undulatum</i>		215272043
<i>rbcL Chlamydomonadales</i>								
N	Plantae	Chlorophyta	Chlorophyceae	Chlamydomonadales	Volvocaceae	<i>Pleodorina starrii</i>		427920544
N	Plantae	Chlorophyta	Chlorophyceae	Chlamydomonadales	Volvocaceae	<i>Volvox ovalis</i>		343430017
V	Plantae	Chlorophyta	Chlorophyceae	Chlamydomonadales	Volvocaceae	<i>Eudorina elegans</i>	b	2627105
V	Plantae	Chlorophyta	Chlorophyceae	Chlamydomonadales	Volvocaceae	<i>Yamagishiella unicocca</i>		11559329
V	Plantae	Chlorophyta	Chlorophyceae	Chlamydomonadales	Volvocaceae	<i>Pandorina colemaniae</i>		1339960
VSN	Plantae	Chlorophyta	Chlorophyceae	Chlamydomonadales	Volvocaceae	<i>Pandorina morum</i>	b	11559323
V	Plantae	Chlorophyta	Chlorophyceae	Chlamydomonadales	Volvocaceae	<i>Volvulina compacta</i>		2627085
V	Plantae	Chlorophyta	Chlorophyceae	Chlamydomonadales	Volvocaceae	<i>Colemanosphaera angeleri</i>		591288987
VN	Plantae	Chlorophyta	Chlorophyceae	Chlamydomonadales	Chlamydomonadaceae	<i>Chlamydomonas reinhardtii</i>	a	1476021203
VN	Plantae	Chlorophyta	Chlorophyceae	Chlamydomonadales	Chlamydomonadaceae	<i>Vitreochlamys aulata</i>		60391493
VN	Plantae	Chlorophyta	Chlorophyceae	Chlamydomonadales	Chlamydomonadaceae	<i>Vitreochlamys pinguis</i>		60391495

Озера Кабан	Таксономия						Сапробность В. Сладечек	NCBI <i>rbcL</i>
	Kingdom	Phylum	Class	Order	Family	Genus + Species		
V	Plantae	Chlorophyta	Chlorophyceae	Chlamydomonadales	Volvocaceae	<i>Lobomonas monstruosa</i>		11559331
VS	Plantae	Chlorophyta	Chlorophyceae	Chlamydomonadales	Spondylomoraceae	<i>Pascherina tetras</i>		877807234
VSN	Plantae	Chlorophyta	Chlorophyceae	Chlamydomonadales	Phacotaceae	<i>Phacotus lenticularis</i>	b	3184034
SN	Plantae	Chlorophyta	Chlorophyceae	Chlamydomonadales	Phacotaceae	<i>Pteromonas angulosa</i>	b	3184010
V	Plantae	Chlorophyta	Chlorophyceae	Chlamydomonadales	Characiosiphonaceae	<i>Lobocharacium coloradoense</i>		119220451
V	Plantae	Chlorophyta	Chlorophyceae	Chlamydomonadales	Characiochloridaceae	<i>Chlamydropodium vacuolatum</i>		119220403
N	Plantae	Chlorophyta	Chlorophyceae	Chlamydomonadales	Haematococcaceae	<i>Chlorogonium elongatum</i>	a	74267420
V	Plantae	Chlorophyta	Chlorophyceae	Chlamydomonadales	Chlamydomonadaceae	<i>Chlamydomonas applanata</i>		953272927
V	Plantae	Chlorophyta	Chlorophyceae	Chlamydomonadales	Haematococcaceae	<i>Gungnir kasakii</i>		74267426
VN	Plantae	Chlorophyta	Chlorophyceae	Chlamydomonadales	Haematococcaceae	<i>Gungnir neglectum</i>		190014546
V	Plantae	Chlorophyta	Chlorophyceae	Chlamydomonadales	Chlamydomonadaceae	<i>Chlamydomonas acidophila</i>		90959422
VN	Plantae	Chlorophyta	Chlorophyceae	Chlamydomonadales	Pleurastraceae	<i>Pleurastrum terricola</i>		134270089
V	Plantae	Chlorophyta	Chlorophyceae	Chlamydomonadales	Chlamydomonadaceae	<i>Carteria radiosa</i>		2627206
V	Plantae	Chlorophyta	Chlorophyceae	Chlamydomonadales	Chlamydomonadaceae	<i>Pseudocarteria mucosa</i>		23503648
VN	Plantae	Chlorophyta	Chlorophyceae	Chlamydomonadales	Chlamydomonadaceae	<i>Carteria inversa</i>		2627198
V	Plantae	Chlorophyta	Chlorophyceae	Chlamydomonadales	Asteromonadaceae	<i>Halochlorella rubescens</i>		2065666342
N	Plantae	Chlorophyta	Chlorophyceae	Chlamydomonadales	Chlorococcaceae	<i>Chlorococcum infusionum</i>		1389108466
<i>rbcL Sphaeropleales</i>								
VSN	Plantae	Chlorophyta	Chlorophyceae	Sphaeropleales	Selenastraceae	<i>Raphidocelis subcapitata</i>		848842276
VN	Plantae	Chlorophyta	Chlorophyceae	Sphaeropleales	Selenastraceae	<i>Selenastrum capricornutum</i>		1111511703
VSN	Plantae	Chlorophyta	Chlorophyceae	Sphaeropleales	Selenastraceae	<i>Monoraphidium minutum</i>		909838604
VSN	Plantae	Chlorophyta	Chlorophyceae	Sphaeropleales	Selenastraceae	<i>Monoraphidium griffithii</i>		896561766

Озера Кабан	Таксономия						Сапробность В. Сладечек	NCBI <i>rbcL</i>
	Kingdom	Phylum	Class	Order	Family	Genus + Species		
V	Plantae	Chlorophyta	Chlorophyceae	Sphaeropleales	Selenastraceae	Ankistrodesmus fusiformis		933800991
V	Plantae	Chlorophyta	Chlorophyceae	Sphaeropleales	Selenastraceae	Ankistrodesmus stipitatus		119220363
VSN	Plantae	Chlorophyta	Chlorophyceae	Sphaeropleales	Selenastraceae	Monoraphidium arcuatum		KT355740
VS	Plantae	Chlorophyta	Chlorophyceae	Sphaeropleales	Selenastraceae	Ankistrodesmus falcatus	b-a	410833726
N	Plantae	Chlorophyta	Chlorophyceae	Sphaeropleales	Selenastraceae	Monoraphidium komarkovae		933801146
VSN	Plantae	Chlorophyta	Chlorophyceae	Sphaeropleales	Selenastraceae	Monoraphidium contortum		933800985
V	Plantae	Chlorophyta	Chlorophyceae	Sphaeropleales	Rotundellaceae	Rotundella rotunda		1002342475
VSN	Plantae	Chlorophyta	Chlorophyceae	Sphaeropleales	Schroederiaceae	Schroederia setigera		119220491
N	Plantae	Chlorophyta	Chlorophyceae	Sphaeropleales	Pseudomuriellaceae	Pseudomuriella schumacherensis		1003090351
N	Plantae	Chlorophyta	Chlorophyceae	Sphaeropleales	Mychonastaceae	Mychonastes homosphaera		1003089863
V	Plantae	Chlorophyta	Chlorophyceae	Sphaeropleales	Mychonastaceae	Mychonastes jurisii		953272433
V	Plantae	Chlorophyta	Chlorophyceae	Sphaeropleales	Hydrodictyaceae	Pediastrum biradiatum [Parapedi- astrum biradiatum]		154423203
V	Plantae	Chlorophyta	Chlorophyceae	Sphaeropleales	Hydrodictyaceae	Pediastrum angulosum		154423205
VN	Plantae	Chlorophyta	Chlorophyceae	Sphaeropleales	Hydrodictyaceae	Pediastrum duplex	b	301676420
VSN	Plantae	Chlorophyta	Chlorophyceae	Sphaeropleales	Scenedesmaceae	Scenedesmus obliquus [Tetradesmus obliquus]	b	281314288
VN	Plantae	Chlorophyta	Chlorophyceae	Sphaeropleales	Scenedesmaceae	Pectinodesmus pectinatus		985806067
V	Plantae	Chlorophyta	Chlorophyceae	Sphaeropleales	Scenedesmaceae	Flechtneria rotunda		338857486
N	Plantae	Chlorophyta	Chlorophyceae	Sphaeropleales	Scenedesmaceae	Scenedesmus vacuolatus		985806285
V	Plantae	Chlorophyta	Chlorophyceae	Sphaeropleales	Scenedesmaceae	Desmodesmus santosii		281314250
VN	Plantae	Chlorophyta	Chlorophyceae	Sphaeropleales	Scenedesmaceae	Desmodesmus communis		985806051

Озера Кабан	Таксономия						Сапробность В. Сладечек	NCBI <i>rbcL</i>
	Kingdom	Phylum	Class	Order	Family	Genus + Species		
V	Plantae	Chlorophyta	Chlorophyceae	Sphaeropleales	Scenedesmaceae	<i>Scenedesmus producto-capitatus</i>		985806281
SN	Plantae	Chlorophyta	Chlorophyceae	Sphaeropleales	Scenedesmaceae	<i>Scenedesmus acutus</i>		442571899
V	Plantae	Chlorophyta	Chlorophyceae	Sphaeropleales	Scenedesmaceae	<i>Scenedesmus obtusus</i>		985806279
V	Plantae	Chlorophyta	Chlorophyceae	Sphaeropleales	Scenedesmaceae	<i>Scenedesmus bijugatus</i>	b	896561787
V	Plantae	Chlorophyta	Chlorophyceae	Sphaeropleales	Scenedesmaceae	<i>Scenedesmus hindakii</i>		985806275
N	Plantae	Chlorophyta	Chlorophyceae	Sphaeropleales	Scenedesmaceae	<i>Scenedesmus ellipticum</i>	o-b	985806277
N	Plantae	Chlorophyta	Chlorophyceae	Sphaeropleales	Scenedesmaceae	<i>Neodesmus pupukensis</i>		516301850
V	Plantae	Chlorophyta	Chlorophyceae	Sphaeropleales	Scenedesmaceae	<i>Enallax acutiformis</i>		985806063
V	Plantae	Chlorophyta	Chlorophyceae	Sphaeropleales	Scenedesmaceae	<i>Scenedesmus armatus</i>		516301844
VN	Plantae	Chlorophyta	Chlorophyceae	Sphaeropleales	Hydrodictyceae	<i>Pediastrum boryanum</i>	b	1405513763
VSN	Plantae	Chlorophyta	Chlorophyceae	Sphaeropleales	Scenedesmaceae	<i>Scenedesmus quadricauda</i>	b	1027590166
<i>rbcL Trebouxiophyceae</i>								
S	Plantae	Chlorophyta	Trebouxiophyceae	Chlorellales	Chlorellaceae	<i>Chlorella singularis</i>		516301854
VN	Plantae	Chlorophyta	Trebouxiophyceae	Chlorellales	Chlorellaceae	<i>Chlorella sorokiniana</i>		1775781056
VN	Plantae	Chlorophyta	Trebouxiophyceae	Chlorellales	Chlorellaceae	<i>Micractinium pusillum</i>	b	1775781058
VSN	Plantae	Chlorophyta	Trebouxiophyceae	Chlorellales	Chlorellaceae	<i>Actinastrum hantzschii</i>	b	119220361
SN	Plantae	Chlorophyta	Trebouxiophyceae	Chlorellales	Chlorellaceae	<i>Chlorella variabilis</i>		668349488
VSN	Plantae	Chlorophyta	Trebouxiophyceae	Chlorellales	Chlorellaceae	<i>Chlorella vulgaris</i>	p-a	1694423415
VS	Plantae	Chlorophyta	Trebouxiophyceae	Chlorellales	Chlorellaceae	<i>Meyerella planktonica</i>		45181494
N	Plantae	Chlorophyta	Trebouxiophyceae	Chlorellales	Chlorellaceae	<i>Gloeoitila contorta</i>		119220439
VSN	Plantae	Chlorophyta	Trebouxiophyceae	Chlorellales	Chlorellaceae	<i>Marvania geminata</i>		698350238
VN	Plantae	Chlorophyta	Trebouxiophyceae	Chlorellales	Chlorellaceae	<i>Pseudochloris wilhelmii</i>		698350056
V	Plantae	Chlorophyta	Trebouxiophyceae	Trebouxiophyceae <i>incertae sedis</i>	Trebouxiophyceae <i>incertae sedis</i>	<i>Picochlorum maculatum</i>		800909576
VN	Plantae	Chlorophyta	Trebouxiophyceae	Chlorellales	Chlorellaceae	<i>Auxenochlorella protothecoides</i>		918463917

Озера Кабан	Таксономия						Сапробность В. Сладечек	NCBI <i>rbcL</i>
	Kingdom	Phylum	Class	Order	Family	Genus + Species		
V	<i>Plantae</i>	<i>Chlorophyta</i>	<i>Trebouxiophyceae</i>	<i>Chlorellales</i>	<i>Chlorellaceae</i>	<i>Auxenochlorella pyrenoidosa</i>	p	929558687
VN	<i>Plantae</i>	<i>Chlorophyta</i>	<i>Trebouxiophyceae</i>	<i>Chlorellales</i>	<i>Chlorellaceae</i>	<i>Closteriopsis acicularis</i>		119220417
V	<i>Plantae</i>	<i>Chlorophyta</i>	<i>Trebouxiophyceae</i>	<i>Chlorellales</i>	<i>Chlorellaceae</i>	<i>Dicloster acuatus</i>		698349960
V	<i>Plantae</i>	<i>Chlorophyta</i>	<i>Trebouxiophyceae</i>	<i>Prasiolales</i>	<i>Koliellaceae</i>	<i>Koliella corcontica</i>		728042154
VSN	<i>Plantae</i>	<i>Chlorophyta</i>	<i>Trebouxiophyceae</i>	<i>Chlorellales</i>	<i>Oocystaceae</i>	<i>Oocystis lacustris</i>	b-o	1199756366
V	<i>Plantae</i>	<i>Chlorophyta</i>	<i>Trebouxiophyceae</i>	<i>Chlorellales</i>	<i>Oocystaceae</i>	<i>Oocystis rhomboideae</i>		1325525154
V	<i>Plantae</i>	<i>Chlorophyta</i>	<i>Trebouxiophyceae</i>	<i>Microthamniales</i>	<i>Microthamniaceae</i>	<i>Microthamnion kuetzingianum</i>		698349178
VSN	<i>Plantae</i>	<i>Chlorophyta</i>	<i>Trebouxiophyceae</i>	<i>Prasiolales</i>	<i>Koliellaceae</i>	<i>Koliella longiseta</i>		746948124
V	<i>Plantae</i>	<i>Chlorophyta</i>	<i>Trebouxiophyceae</i>	<i>Chlorellales</i>	<i>Chlorellaceae</i>	<i>Pseudochlorella pringsheimii</i>		728042162
VN	<i>Plantae</i>	<i>Chlorophyta</i>	<i>Trebouxiophyceae</i>	<i>Trebouxiophyceae incertae sedis</i>	<i>Trebouxiophyceae incertae sedis</i>	<i>Chloroidium lobatum</i>		551363935
V	<i>Plantae</i>	<i>Chlorophyta</i>	<i>Trebouxiophyceae</i>	<i>Trebouxiales</i>	<i>Trebouxiaceae</i>	<i>Lobosphaera incisa</i>		698348692
V	<i>Plantae</i>	<i>Chlorophyta</i>	<i>Trebouxiophyceae</i>	<i>Trebouxiales</i>	<i>Trebouxiaceae</i>	<i>Symbiochloris reticulata</i>		557673786
N	<i>Plantae</i>	<i>Chlorophyta</i>	<i>Trebouxiophyceae</i>	<i>Trebouxiales</i>	<i>Trebouxiaceae</i>	<i>Trebouxia arboricola</i>		847145763
V	<i>Plantae</i>	<i>Chlorophyta</i>	<i>Trebouxiophyceae</i>	<i>Trebouxiales</i>	<i>Trebouxiaceae</i>	<i>Trebouxia decolorans</i>		94448844

V – Верхний Кабан, S – Средний Кабан, N – Нижний Кабан

2. Биондикаторы озёр Кабан по маркерному гену *16S рРНК Bacteria*

Bacteria – домен прокариотических микроорганизмов. Бактерии обычно достигают нескольких микрометров в длину, их клетки могут иметь разнообразную форму: от шарообразной до палочковидной и спиралевидной. Бактерии – одна из первых форм жизни на Земле и встречаются почти во всех земных местообитаниях. Они населяют пресные и морские водоёмы, кислые горячие источники, радиоактивные отходы и глубинные слои земной коры, почву. Так, например, один грамм почвы в среднем содержит 40 миллионов бактериальных клеток, а в миллилитре свежей воды можно найти миллион клеток бактерий. Бактерии также являются симбионтами и паразитами растений и животных. Митохондрии и хлоропласты эукариот также имеют бактериальное происхождение.

На Земле насчитывается около $5 \cdot 10^{30}$ бактерий, их общую биомассу превышает лишь биомасса растений. Бактерии играют важную роль в круговороте питательных веществ, именно они осуществляют фиксацию атмосферного азота, разлагают останки животных и растений. Бактерии-экстремофилы горячих гидротермальных источников вырабатывают энергию из нерастворимых соединений, включая сероводород и метан. Предполагается, что бактерии живут и в Марианской впадине, имеющей глубину 11 километров. Имеются сообщения о бактериях, обитающих в каменистых породах на 580 метров глубже морского дна на глубине 2,6 км около северо-востока США (Fredrickson et al., 2004; Whitman et al., 1998).

Известно более 10000 видов бактерий, но большая часть не изучена до сих пор, и представители лишь половины типов бактерий могут быть выращены в лаборатории.

2.1. Выявление видов-индикаторов по гену 16S рРНК Bacteria (кроме Cyanobacteria)

Ниже приведены результаты филогенетического анализа гидробионтов озёр Кабан по маркерному гену 16S рРНК Bacteria (кроме Cyanobacteria).

Обобщённое филогенетическое дерево по маркерному гену 16S рРНК Bacteria приведено на рис. 2.1.1. Бутстреп-значения приведены рядом с узлами дерева.

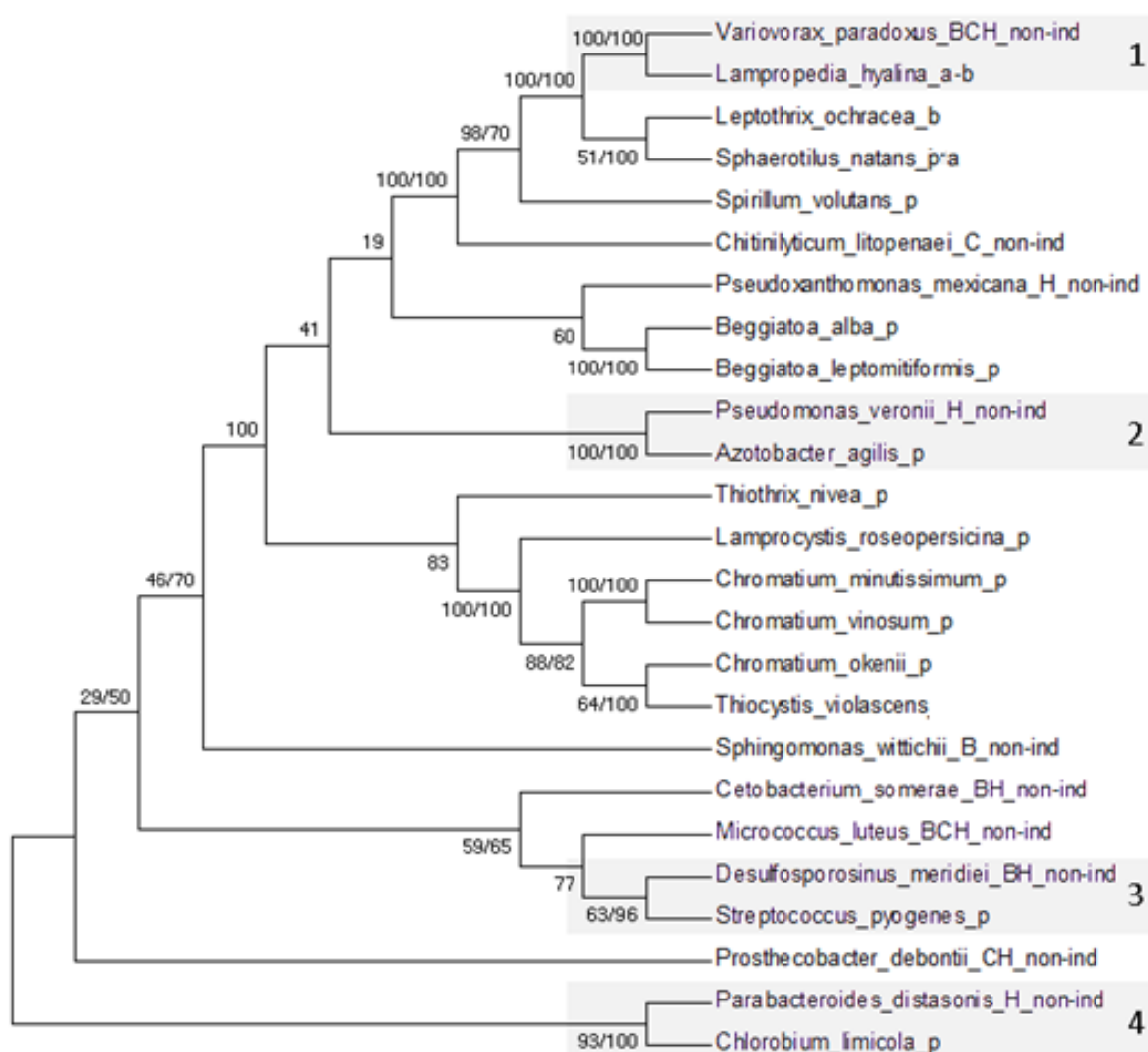


Рис. 2.1.1. Обобщённое филогенетическое дерево по маркерному гену 16S рРНК Bacteria (кроме Cyanobacteria)

Как видно из рис. 2.1.1, на обобщённом молекулярно-филогенетическом дереве выявлено 4 кластера с высоким бутстреп-значением, содержащих индикаторные виды гидробионтов разных зон сапробности и виды, не имевшие ранее статус индикаторных:

Кластер 1: вид *Lampropedia hyalina* – *a-b*-индикатор – сгруппирован с неиндикаторным видом *Variovorax paradoxus* с высоким бутстреп-значением 100 %. В табл. 2.1.1 приведено таксономическое положение сгруппированных организмов.

Таблица 2.1.1

Таксономическое положение сгруппированных гидробионтов

Таксономия	Виды-индикаторы	Виды-неиндикаторы
Kingdom	<i>Bacteria</i>	<i>Bacteria</i>
Phylum	<i>Proteobacteria</i>	<i>Proteobacteria</i>
Class	<i>Betaproteobacteria</i>	<i>Betaproteobacteria</i>
Order	<i>Burkholderiales</i>	<i>Burkholderiales</i>
Family	<i>Comamonadaceae</i>	<i>Comamonadaceae</i>
Genus, Species	<i>Lampropedia hyalina</i>	<i>Variovorax paradoxus</i>

Как видно из табл. 2.1.1, кластер содержит организмы, близкие по таксономическому положению до семейства *Comamonadaceae*, и вид *Variovorax paradoxus* для трёх озёр Кабан может рассматриваться как индикатор *a-b*-мезосапробности с вероятностью 100 %.

Кластер 2: вид *Azotobacter agilis* [*Azomonas agilis*] – *p*-индикатор – сгруппирован с неиндикаторным видом *Pseudomonas veronii* с высоким бутстреп-значением 100 %. В табл. 2.1.2 приведено таксономическое положение сгруппированных организмов.

Как видно из табл. 2.1.2, кластер содержит организмы, близкие по таксономическому положению до семейства *Pseudomonadaceae*, и вид *Pseudomonas veronii* для озера Нижний Кабан может рассматриваться как индикатор *p*-сапробности с вероятностью 100 %.

Таблица 2.1.2

Таксономическое положение сгруппированных гидробионтов

Таксономия	Виды-индикаторы	Виды-неиндикаторы
Kingdom	<i>Bacteria</i>	<i>Bacteria</i>
Phylum	<i>Proteobacteria</i>	<i>Proteobacteria</i>
Class	<i>Gammaproteobacteria</i>	<i>Gammaproteobacteria</i>
Order	<i>Pseudomonadales</i>	<i>Pseudomonadales</i>
Family	<i>Pseudomonadaceae</i>	<i>Pseudomonadaceae</i>
Genus, Species	<i>Azotobacter agilis</i> [<i>Azomonas agilis</i>]	<i>Pseudomonas veronii</i>

Кластер 3: вид *Streptococcus pyogenes* – *p*-индикатор – сгруппирован с неиндикаторным видом *Desulfosporosinus meridiei* с высоким бутстреп-значением 96 %. В табл. 2.1.3 приведено таксономическое положение сгруппированных организмов.

Таблица 2.1.3

Таксономическое положение сгруппированных гидробионтов

Таксономия	Виды-индикаторы	Виды-неиндикаторы
Kingdom	<i>Bacteria</i>	<i>Bacteria</i>
Phylum	<i>Firmicutes</i>	<i>Firmicutes</i>
Class	<i>Bacilli</i>	<i>Clostridia</i>
Order	<i>Lactobacillales</i>	<i>Clostridiales</i>
Family	<i>Streptococcaceae</i>	<i>Peptococcaceae</i>
Genus, Species	<i>Streptococcus pyogenes</i>	<i>Desulfosporosinus meridiei</i>

Как видно из табл. 2.1.3, кластер содержит организмы, близкие по таксономическому положению до типа *Firmicutes*, и вид *Desulfosporosinus meridiei* для озёр Верхний Кабан и Нижний Кабан может рассматриваться как индикатор *p*-сапробности с вероятностью 96%.

Кластер 4: вид *Chlorobium limicola* – *p*-индикатор – сгруппирован с неиндикаторным видом *Parabacteroides distasonis* с высоким бутстреп-значением 100 %. В табл. 2.1.4 приведено таксономическое положение сгруппированных организмов.

Таблица 2.1.4

Таксономическое положение сгруппированных гидробионтов

Таксономия	Виды-индикаторы	Виды-неиндикаторы
Kingdom	<i>Bacteria</i>	<i>Bacteria</i>
Clade	<i>Bacteroidetes/Chlorobi group</i>	
Phylum	<i>Chlorobi</i>	<i>Bacteroidetes</i>
Class	<i>Chlorobia</i>	<i>Bacteroidia</i>
Order	<i>Chlorobiales</i>	<i>Bacteroidales</i>
Family	<i>Chlorobiaceae</i>	<i>Tannerellaceae</i>
Genus, Species	<i>Chlorobium limicola</i>	<i>Parabacteroides distasonis</i>

Как видно из табл. 2.1.4, кластер содержит организмы, близкие по таксономическому положению до надтиповой клады *Bacteroidetes/Chlorobi group*. Сравнительный анализ сапробностей организмов из списков разных авторов (табл. 2.1.5) показал совпадение *p*-сапробностей для вида *Chlorobium limicola*. Таким образом, вид *Parabacteroides distasonis* для озера Нижний Кабан может рассматриваться как индикатор *p*-сапробности с вероятностью 100 %.

Таблица 2.1.5

Сапробность гидробионтов из списков разных авторов

Виды	Сапробность В. Сладечек	Сапробность С. Баринова	Сапробность по кластеризации
<i>Chlorobium limicola</i>	<i>p</i>	<i>p</i>	-
<i>Parabacteroides distasonis</i>	-	-	<i>p</i>

Как видно из вышеприведенного молекулярно-филогенетического анализа по маркерному гену *16S pPHK Bacteria*, кластеры содержат организмы, близкие по таксономическому положению до типов *Proteobacteria* (табл. 2.1.1-2.1.2), *Firmicutes* (табл. 2.1.3), и надтипа *Bacteroidetes/Chlorobi group* (табл. 2.1.4):

Proteobacteria – один из основных типов бактерий, включающий большое количество патогенных и азотфиксирующих бактерий в классах от *Alpha-* до *Zetaproteobacteria*, *Hydrogenophilalia*, *Acidithiobacteria* и *Oligoflexia*. Все протеобактерии грамотрицательны, некоторые являются псевдограмположительными. *Proteobacteria* передвигаются, используя жгутики или бактериальное скольжение, либо неподвижны (Williams et al., 2010; Boden et al., 2017; Roger et al., 2017; Islam et al., 2020).

Основные классы *Proteobacteria*:

- *Alphaproteobacteria* могут расти при очень низком уровне питательных веществ или фиксировать азот. Считается, что митохондрии эукариот являются потомками альфа-протеобактерий.

- *Betaproteobacteria* обладают разнообразным метаболизмом: хемолитоавтотрофным, фотоавтотрофным или гетеротрофным. Некоторые *Betaproteobacteria* являются условно-патогенными.

- *Gamma**proteobacteria* – самый большой класс, включающий важные патогены, эндосимбионтов и азотфиксирующих бактерий.

- *Deltaproteobacteria* включают анаэробных серных бактерий и роевых хищных бактерий, в том числе *Mucococcales*, которые могут собираться в многоклеточные плодовые тела.

- *Firmicutes* - тип бактерий, представители которого характеризуются низким содержанием пар нуклеотидов Г-Ц (меньше 50%) и строением клеточной стенки, характерным для грамположительных бактерий. Тип включает как патогенные для человека и животных организмы: *Bacillus anthracis*, *Bacillus cereus*, *Bacillus thuringiensis*, *Streptococcus pyogenes*, золотистый стафилококк *Staphylococcus aureus*,

столбнячная палочка *Clostridium tetani*, *Clostridium botulinum*, *Clostridium perfringens*, так и представителей нормальной микробиоты человека: представители рода Лактобациллы (*Lactobacillus*), а также важные промышленные микроорганизмы: молочнокислые бактерии, *Paenibacillus polymyxa* - продуцент полипептидного антибиотика полимиксина, представители рода Клостридии (*Clostridium*) способны осуществлять ацетобутиловое брожение (Gibbons, Murray, 1978; Murray, 1984).

- *Bacteroidetes* - тип грамотрицательных неспорообразующих анаэробных палочковидных бактерий, широко распространённых в окружающей среде, включая почву, ил, морскую воду, а также желудочно-кишечный тракт и кожу животных. На настоящий момент наиболее изучены бактерии, принадлежащие к классу *Bacteroidia*, включающему род *Bacteroides*, представители которого являются условно-патогенными (Gupta, 2004).

- *Chlorobiaceae* - Зелёные серобактерии - семейство облигатно анаэробных фотолитоавтотрофных грамотрицательных бактерий, использующих сероводород, водород и элементарную серу в качестве доноров электронов. По происхождению они принадлежат к надтипу *Bacteroidetes-Chlorobi*, однако неоднородны и поэтому их классифицируют как отдельный тип (Gupta, 2004).

Результаты филогенетического анализа гидробионтов озёр Кабан по маркерному гену *16S rPHK Bacteria* приведены ниже в табл. 2.3.1.

2.2. Выявление видов-индикаторов по гену *16S pPHK Cyanobacteria*

Cyanobacteria - отдел бактерий, известный так же как «сине-зеленые водоросли», обладающие нехарактерно крупными для прокариот клетками. Имеются как пресноводные, так и морские и наземные виды, хотя общий предок был пресноводным. Это единственные бактерии, обладающие способностью к кислородному фотосинтезу. Предполагается, что именно выделение кислорода цианобактериями привело к кислородной катастрофе около 2,5 млрд лет назад. В отличие от гетеротрофных бактерий, цианобактерии обладают внутренними мембранными мешочками, называемыми тилакоидами, в которых осуществляется фотосинтез. Согласно теории симбиогенеза и молекулярным исследованиям, один неизвестный вид *Cyanobacteria* является предком хлоропластов всех фотосинтетических эукариот. Некоторые *Cyanobacteria* производят специфичные токсины - цианотоксины, которые могут представлять опасность для людей и животных. Пресноводные виды могут вызывать цветение водоемов. *Synechocystis* и *Cyanothece* являются важными модельными организмами с потенциальным применением в биотехнологии для производства биоэтанола, пищевых красителей, в качестве источника пищи для человека и животных, пищевых добавок и сырья (Liberton, Pakrasi, 2008; Sherman et al., 2010; Liberton et al., 2013).

Ниже приведены результаты филогенетического анализа биоиндикаторов озёр Кабан по маркерному гену *16S pPHK Cyanobacteria*. Обобщённое филогенетическое дерево по маркерному гену *16S pPHK Cyanobacteria* приведено на рис. 2.2.1. Бутстреп-значения приведены рядом с узлами дерева.

Как видно из рис. 2.2.1, на обобщённом молекулярно-филогенетическом дереве выявлено 3 кластера с высоким бутстреп-значением, содержащих индикаторные виды гидробионтов разных зон сапробности и виды, не имевшие ранее статус индикаторных:

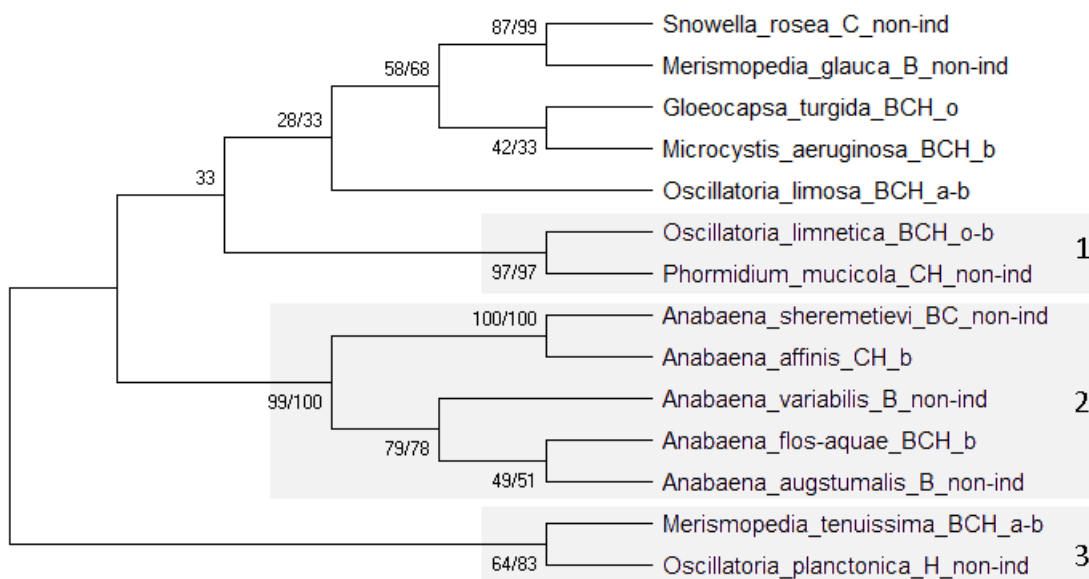


Рис. 2.2.1. Обобщённое филогенетическое дерево по маркерному гену *16S pPHK Cyanobacteria*

Кластер 1: вид *Oscillatoria limnetica* – *o-b*-индикатор – сгруппирован с неиндикаторным видом *Phormidium mucicola* с высоким бутстреп-значением 97 %. В табл. 2.2.1 приведено таксономическое положение сгруппированных организмов.

Таблица 2.2.1

Таксономическое положение сгруппированных гидробионтов

Таксономия	Виды-индикаторы	Виды-неиндикаторы
Kingdom	<i>Bacteria</i>	<i>Bacteria</i>
Phylum	<i>Cyanobacteria</i>	<i>Cyanobacteria</i>
Order	<i>Oscillatoriales</i>	<i>Oscillatoriales</i>
Family	<i>Oscillatoriaceae</i>	<i>Oscillatoriaceae</i>
Genus, Species	<i>Oscillatoria limnetica</i>	<i>Phormidium mucicola</i>

Как видно из табл. 2.2.1, кластер содержит организмы, близкие по таксономическому положению до семейства *Oscillatoriaceae*. Сравнительный анализ сапробностей организмов из списков разных авторов (табл. 2.2.2) показал совпадение сапробностей для видов-

индикаторов *o-b*-сапробности. Таким образом, вид *Phormidium mucicola* для озёр Средний Кабан и Нижний Кабан может рассматриваться как индикатор *o-b*-сапробности с вероятностью 97 %.

Таблица 2.2.2

Сапробность гидробионтов из списков разных авторов

Виды	Сапробность В. Сладечек	Сапробность С. Баринаова	Сапробность по кластеризации
<i>Oscillatoriaceae limnetica</i>	<i>o-b</i>	-	-
<i>Phormidium mucicola</i>	-	<i>o-b</i>	<i>o-b</i>

Кластер 2: виды *Anabaena affinis* и *Anabaena flos-aquae* – *b*-индикаторы – сгруппированы с неиндикаторными видами *Anabaena sheremetievi*, *Anabaena variabilis* и *Anabaena augstumalis* с высоким бутстреп-значением 100 %. В табл. 2.2.3 приведено таксономическое положение сгруппированных организмов.

Таблица 2.2.3

Таксономическое положение сгруппированных гидробионтов

Таксономия	Виды-индикаторы	Виды-неиндикаторы
Kingdom	<i>Bacteria</i>	<i>Bacteria</i>
Phylum	<i>Cyanobacteria</i>	<i>Cyanobacteria</i>
Order	<i>Nostocales</i>	<i>Nostocales</i>
Family	<i>Nostocaceae</i>	<i>Nostocaceae</i>
Genus, Species	<i>Anabaena affinis</i>	<i>Anabaena sheremetievi</i>
	<i>Anabaena flos-aquae</i>	<i>Anabaena variabilis</i>
		<i>Anabaena augstumalis</i>

Как видно из табл. 2.2.3, кластер содержит организмы, близкие по таксономическому положению до рода *Anabaena*. Сравнительный

анализ сапробностей организмов из списков разных авторов (табл. 2.2.4) показал совпадение *b*-мезосапробностей для организмов *Anabaena affinis* и *Anabaena flos-aquae*. Таким образом, вид *Anabaena sheremetievi* для озёр Верхний Кабан и Средний Кабан, вид *Anabaena variabilis* для озера Верхний Кабан и вид *Anabaena augstumalis* для озера Верхний Кабан могут рассматриваться как индикаторы *b*-мезосапробности с вероятностью 100 %.

Таблица 2.2.4

Сапробность гидробионтов из списков разных авторов

Виды	Сапробность В. Сладечек	Сапробность С. Баринава	Сапробность по кластеризации
<i>Anabaena affinis</i>	<i>b</i>	<i>b</i>	-
<i>Anabaena flos-aquae</i>	<i>b</i>	<i>b</i>	-
<i>Anabaena sheremetievi</i>	-	-	<i>b</i>
<i>Anabaena variabilis</i>	-	-	<i>b</i>
<i>Anabaena augstumalis</i>	-	<i>o-b</i>	<i>b</i>

Кластер 3: вид *Merismopedia tenuissima* – *a-b*-индикатор – сгруппирован с неиндикаторным видом *Oscillatoria planctonica* с высоким бутстреп-значением 83 %. В табл. 2.2.5 приведено таксономическое положение сгруппированных организмов.

Как видно из табл. 2.2.5, кластер содержит организмы, близкие по таксономическому положению до отдела *Cyanobacteria*. Сравнительный анализ сапробностей организмов из списков разных авторов (табл. 2.2.6) показал совпадение сапробностей для вида *Merismopedia tenuissima* – индикатора *a-b*-мезосапробности.

Таблица 2.2.5

Таксономическое положение сгруппированных гидробионтов

Таксономия	Виды-индикаторы	Виды-неиндикаторы
Kingdom	<i>Bacteria</i>	<i>Bacteria</i>
Phylum	<i>Cyanobacteria</i>	<i>Cyanobacteria</i>
Order	<i>Synechococcales</i>	<i>Oscillatoriales</i>
Family	<i>Merismopediaceae</i>	<i>Oscillatoriaceae</i>
Genus, Species	<i>Merismopedia tenuissima</i>	<i>Oscillatoria planctonica</i>

Таким образом, вид *Oscillatoria planctonica* для озера Нижний Кабан может рассматриваться как индикатор *a-b*-мезосапробности с вероятностью 83 %.

Таблица 2.2.6

Сапробность гидробионтов из списков разных авторов

Виды	Сапробность В. Сладечек	Сапробность С. Баринаова	Сапробность по кластеризации
<i>Merismopedia tenuissima</i>	<i>a-b</i>	<i>a-b</i>	-
<i>Oscillatoria planctonica</i>	-	-	<i>a-b</i>

Как видно из вышеприведенного молекулярно-филогенетического анализа по маркерному гену *16S рРНК Cyanobacteria*, кластеры содержат организмы, близкие по таксономическому положению до родов *Anabaena* (табл. 2.2.3), *Merismopedia* (табл. 2.2.5), *Oscillatoria* (табл. 2.2.5) и *Phormidium* (табл. 2.2.1):

- *Anabaena* - род нитчатых цианобактерий, входящих в состав планктона. В колониях имеются азотфиксирующие гетероцисты. *Anabaena* образуют симбиотические отношения с некоторыми растениями. *Anabaena* - один из четырёх родов цианобактерий, выделяющих нейротоксины, опасные для животных и человека. При симбиозе

эти токсины защищают растения-хозяина *Anabaena* от поедания (Herrero, Flores, 2008).

- *Merismopedia* – род цианобактерий, обитающих в пресной и соленой воде. Клетки имеют яйцевидную или сферическую форму и расположены рядами и столбцами в виде прямоугольных колоний, удерживаемых вместе выделяемой клетками слизью (Guiry M., Guiry G., 2021).

- *Oscillatoria* – род нитчатых цианобактерий, получивший название от своего способа передвижения: отдельные клетки в колонии скользят вперед-назад до тех пор, пока вся колония не развернется к свету. *Oscillatoria* размножаются фрагментацией колоний и обитают в основном в загрязненных стоячих водах. *Oscillatoria* представляют большой интерес как природные источники антиоксиданта ионола (Babu, Wu, 2008).

- *Phormidium* – род токсичных нитчатых цианобактерий (Teneva et al., 2005).

Результаты филогенетического анализа гидробионтов озёр Кабан по маркерному гену *16S рРНК* *Cyanobacteria* приведены ниже в табл. 2.3.1.

2.3. Заключение по главе 2

Биондикаторы озёр Кабан по маркерному гену 16S рРНК Bacteria

Ниже приведена таблица с указанием 16 биоиндикаторов *Bacteria* и *Cyanobacteria* по маркерному гену 16S рРНК гидробионтов озёр Кабан г. Казани, из них 9 видов-новых биоиндикаторов, выявленных по кластеризации (в скобках приведено количество биоиндикаторов по кластеризации с подчеркиванием видов) (табл. 2.3.1):

- 11 биоиндикаторов озера Верхний Кабан:

o-сапробности – 1 вид:

Gloeocapsa turgida

o-b-сапробности – 1 вид:

Oscillatoria limnetica

b-мезосапробности – 5 (3) видов:

Anabaena flos-aquae

Anabaena augstumali

Microcystis aeruginosa

Anabaena sheremetievi

Anabaena variabilis

a-b-мезосапробности – 3 (1) вида:

Merismopedia tenuissima

Variovorax paradoxus

Oscillatoria limosa

p-сапробности – 1 (1) вид:

Desulfosporosinus meridiei

- 10 биоиндикаторов озера Средний Кабан:

o-сапробности – 1 вид:

Gloeocapsa turgida

o-b-сапробности – 2 (1) вида:

Oscillatoria limnetica

Phormidium mucicola

b-мезосапробности – 3 (1) вида:

Anabaena affinis

Anabaena sheremetievi

Anabaena flos-aquae

a-b-мезосапробности –

Merismopedia tenuissima

Variovorax paradoxus

Oscillatoria limosa

- 13 биоиндикаторов озера Нижний Кабан:

o-сапробности –

Gloeocapsa turgida

o-b-сапробности – 2 (1) вида:

Oscillatoria limnetica

Phormidium mucicola

b-мезосапробности – 3 вида:

Anabaena affinis

Anabaena flos-aquae

Microcystis aeruginosa

a-b-мезосапробности – 4 (2) вида:

Merismopedia tenuissima

Oscillatoria planctonica

Oscillatoria limosa

Variovorax paradoxus

p-сапробности – 3 (3) вида:

Desulfosporosinus meridiei, *Parabacteroides distasonis*, *Pseudomonas veronii*

Таблица 2.3.1

Биоиндикаторы озёр Кабан по маркерному гену *16S рРНК Bacteria*

Царство	Отдел	Класс	Порядок	Семейство	Вид	Озёра Кабан			Сапробность Сладечек	Сапробность по кластеризации
						Верхний	Средний	Нижний		
<i>Bacteria</i>	<i>Proteobacteria</i>	<i>Betaproteobacteria</i>	<i>Burkholderiales</i>	<i>Comamonadaceae</i>	<i>Variovorax paradoxus</i>	Верхний	Средний	Нижний		a-b
<i>Bacteria</i>	<i>Proteobacteria</i>	<i>Gamma proteobacteria</i>	<i>Pseudomonadales</i>	<i>Pseudomonadaceae</i>	<i>Pseudomonas veronii</i>			Нижний		p
<i>Bacteria</i>	<i>Firmicutes</i>	<i>Clostridia</i>	<i>Clostridiales</i>	<i>Peptococcaceae</i>	<i>Desulfosporosinus meridiei</i>	Верхний		Нижний		p
<i>Bacteria</i>	<i>Bacteroidetes</i>	<i>Bacteroidia</i>	<i>Bacteroidales</i>	<i>Tannerellaceae</i>	<i>Parabacteroides distasonis</i>			Нижний		p
<i>Bacteria</i>	<i>Cyanobacteria</i>	<i>Cyanophyceae</i>	<i>Oscillatoriales</i>	<i>Oscillatoriaceae</i>	<i>Oscillatoria limnetica</i>	Верхний	Средний	Нижний	o-b	
<i>Bacteria</i>	<i>Cyanobacteria</i>	<i>Cyanophyceae</i>	<i>Oscillatoriales</i>	<i>Oscillatoriaceae</i>	<i>Phormidium mucicola</i>		Средний	Нижний		o-b
<i>Bacteria</i>	<i>Cyanobacteria</i>	<i>Cyanophyceae</i>	<i>Nostocales</i>	<i>Nostocaceae</i>	<i>Anabaena affinis</i>		Средний	Нижний	b	
<i>Bacteria</i>	<i>Cyanobacteria</i>	<i>Cyanophyceae</i>	<i>Nostocales</i>	<i>Nostocaceae</i>	<i>Anabaena flos-aquae</i>	Верхний	Средний	Нижний	b	
<i>Bacteria</i>	<i>Cyanobacteria</i>	<i>Cyanophyceae</i>	<i>Nostocales</i>	<i>Nostocaceae</i>	<i>Anabaena shermantzevi</i>	Верхний	Средний			b
<i>Bacteria</i>	<i>Cyanobacteria</i>	<i>Cyanophyceae</i>	<i>Nostocales</i>	<i>Nostocaceae</i>	<i>Anabaena variabilis</i>	Верхний				b
<i>Bacteria</i>	<i>Cyanobacteria</i>	<i>Cyanophyceae</i>	<i>Nostocales</i>	<i>Nostocaceae</i>	<i>Anabaena augstumalis</i>	Верхний				b
<i>Bacteria</i>	<i>Cyanobacteria</i>	<i>Cyanophyceae</i>	<i>Synechococcales</i>	<i>Merismopediaceae</i>	<i>Merismopedia tenuissima</i>	Верхний	Средний	Нижний	a-b	
<i>Bacteria</i>	<i>Cyanobacteria</i>	<i>Cyanophyceae</i>	<i>Oscillatoriales</i>	<i>Oscillatoriaceae</i>	<i>Oscillatoria planctonica</i>			Нижний		a-b
<i>Bacteria</i>	<i>Cyanobacteria</i>	<i>Cyanophyceae</i>	<i>Chroococcales</i>	<i>Chroococcaceae</i>	<i>Gloeocapsa turgida</i>	Верхний	Средний	Нижний	o	
<i>Bacteria</i>	<i>Cyanobacteria</i>	<i>Cyanophyceae</i>	<i>Chroococcales</i>	<i>Microcystaceae</i>	<i>Microcystis aeruginosa</i>	Верхний	Средний	Нижний	b	
<i>Bacteria</i>	<i>Cyanobacteria</i>	<i>Cyanophyceae</i>	<i>Oscillatoriales</i>	<i>Oscillatoriaceae</i>	<i>Oscillatoria limosa</i>	Верхний	Средний	Нижний	a-b	

3. Биондикаторы озёр Кабан по маркерному гену *18S рРНК*

3.1. Выявление видов-индикаторов по гену *18S рРНК Plantae*

Результаты филогенетического анализа гидробионтов озёр Кабан по маркерному гену *18S рРНК Plantae* приведены в соответствии с таксономическим положением:

царство *Plantae*

отдел *Streptophyta*

отдел *Chlorophyta*

класс *Chlorophyceae*

класс *Trebouxiophyceae*

3.1.1. Филогенетический анализ *18S рРНК Streptophyta*

Plantae-Streptophyta

Streptophyta - отдел растений со спорным составом. Большинство авторов включает в ее состав *Embryophyta* (наземные растения) и *Charophyta* (харовые водоросли), но иногда клада определяется как все растения и зелёные водоросли, не относящиеся к *Chlorophyta*. В состав клады входят также классы *Coleochaetophyceae* и *Zygnemophyceae* (Grambast, 1974; Wolfgang, 2013).

Обобщённое филогенетическое дерево по маркерному гену *18S рРНК Streptophyta* приведено на рис. 3.1.1.1. Бутстреп-значения приведены рядом с узлами дерева.

Как видно из рис. 3.1.1.1, на обобщённом молекулярно-филогенетическом дереве выявлен один кластер, содержащий вид *Staurastrum gracile* – *o-b*-индикатор, сгруппированный с неиндикаторными видами *Cosmarium bioculatum*, *Micrasterias tetraptera* и *Micrasterias tropica* с бутстреп-значением 54 %.

В табл. 3.1.1.1 приведено таксономическое положение сгруппированных организмов.

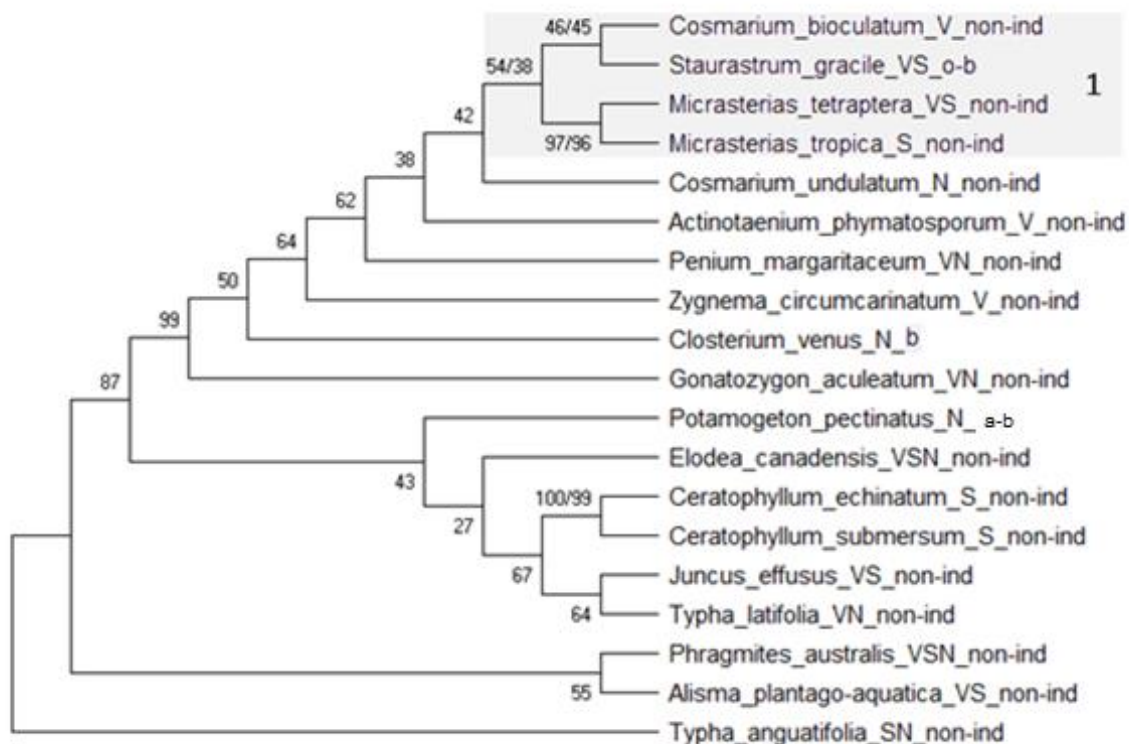


Рис. 3.1.1.1. Обобщённое филогенетическое дерево по маркерному гену *18S rPHK Streptophyta*

Таблица 3.1.1.1

Таксономическое положение сгруппированных гидробионтов

Таксономия	Виды-индикаторы	Виды-неиндикаторы
Domain	<i>Eukaryota</i>	<i>Eukaryota</i>
Kingdom	<i>Plantae</i>	<i>Plantae</i>
Phylum	<i>Streptophyta</i>	<i>Streptophyta</i>
Class	<i>Zygnemophyceae</i>	<i>Zygnemophyceae</i>
Order	<i>Desmiales</i>	<i>Desmiales</i>
Family	<i>Desmidiaceae</i>	<i>Desmidiaceae</i>
Genus, Species	<i>Staurastrum gracile</i>	<i>Cosmarium bioculatum</i>
		<i>Micrasterias tetraptera</i>
		<i>Micrasterias tropica</i>

Как видно из табл. 3.1.1.1, кластер содержит организмы, близкие по таксономическому положению до семейства *Desmidiaceae* из порядка *Desmidiales*.

Desmidiales - порядок харофитов из класса конъюгат, который объединяет около 3000 видов. Эти микроскопические одноклеточные, свободно живущие, реже соединённые в нити формы, распространены повсеместно в пресных водах, прикрепляясь слизью к донным растениям, образуя скопления у дна; планктонные формы единичны. Они преобладают в водоёмах с чистой мягкой водой и используются как индикаторы состояния водоёмов (Виноградова, 2007; Brook, 1981).

Сравнительный анализ сапробностей организмов из списков разных авторов (табл. 3.1.1.2) показал совпадение сапробностей для организма *Staurastrum gracile* – индикатора *o-b*-сапробности. Таким образом, виды *Cosmarium bioculatum* для озера Верхний Кабан, *Micrasterias tetraptera* для озёр Верхний Кабан и Средний Кабан и *Micrasteria tropica* для озера Средний Кабан могут рассматриваться как индикаторы *o-b*-сапробности с вероятностью 54 %.

Таблица 3.1.1.2

Сапробность гидробионтов из списков разных авторов

Виды	Сапробность В. Сладечек	Сапробность С. Баринова	Сапробность по кластеризации
<i>Staurastrum gracile</i>	<i>o-b</i>	<i>o-b</i>	-
<i>Cosmarium bioculatum</i>	-	-	<i>o-b</i>
<i>Micrasterias tetraptera</i>	-	-	<i>o-b</i>
<i>Micrasterias tropica</i>	-	-	<i>o-b</i>

3.1.2. Филогенетический анализ 18S рРНК Chlorophyceae

Plantae – Chlorophyta – Chlorophyceae

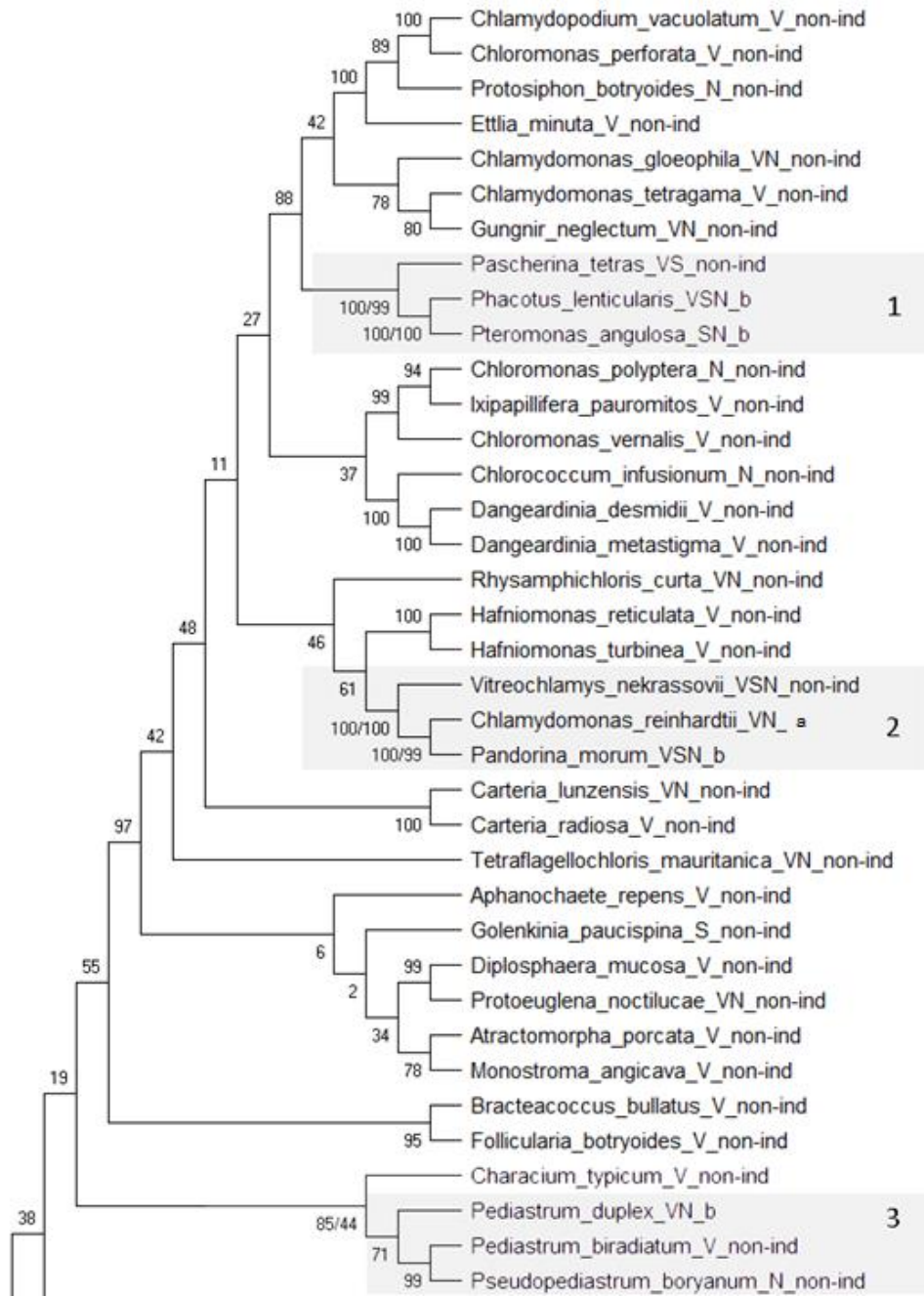
Chlorophyceae - один из крупных и разнообразных классов зелёных водорослей, включающий около 3500 видов. Это колониальные, одноклеточные или многоклеточные организмы. Размножение зелёных водорослей вегетативное, бесполое (зооспоры, апланоспоры, автоспоры) и половое (хологамия, изогамия, гетерогамия и оогамия). Большинство видов - пресноводные. Класс включает 5 порядков: *Chaetopeltidales*, *Chaetophorales*, *Chlamydomonadales*, *Oedogoniales* и *Sphaeropleales* (Белякова и др., 2006).

Обобщённое филогенетическое дерево по маркерному гену 18S рРНК *Chlorophyceae* приведено на рис. 3.1.2.1. Бутстреп-значения приведены рядом с узлами дерева.

Как видно из рис. 3.1.2.1, на обобщённом молекулярно-филогенетическом дереве выявлено 6 кластеров с высоким бутстреп-значением, содержащих индикаторные виды гидробионтов разных зон сапробности и виды, не имевшие ранее статус индикаторных:

Кластер 1: виды *Phacotus lenticularis* и *Pteromonas angulosa* – *b*-индикаторы – сгруппированы с неиндикаторным видом *Pascherina tetras* с высоким бутстреп-значением 100 %. В табл. 3.1.2.1 приведено таксономическое положение сгруппированных организмов.

Как видно из табл. 3.1.2.1, кластер содержит организмы, близкие по таксономическому положению до порядка *Chlamydomonadales*. Сравнительный анализ сапробностей организмов из списков разных авторов (табл. 3.1.2.2) показал совпадение сапробностей для видов-индикаторов *b*-мезосапробности. Таким образом, вид *Pascherina tetras* для озёр Верхний Кабан и Средний Кабан может рассматриваться как индикатор *b*-мезосапробности с вероятностью 100 %.



...

Рис. 3.1.2.1. Обобщённое филогенетическое дерево по маркерному гену *18S pPHK Chlorophyceae*

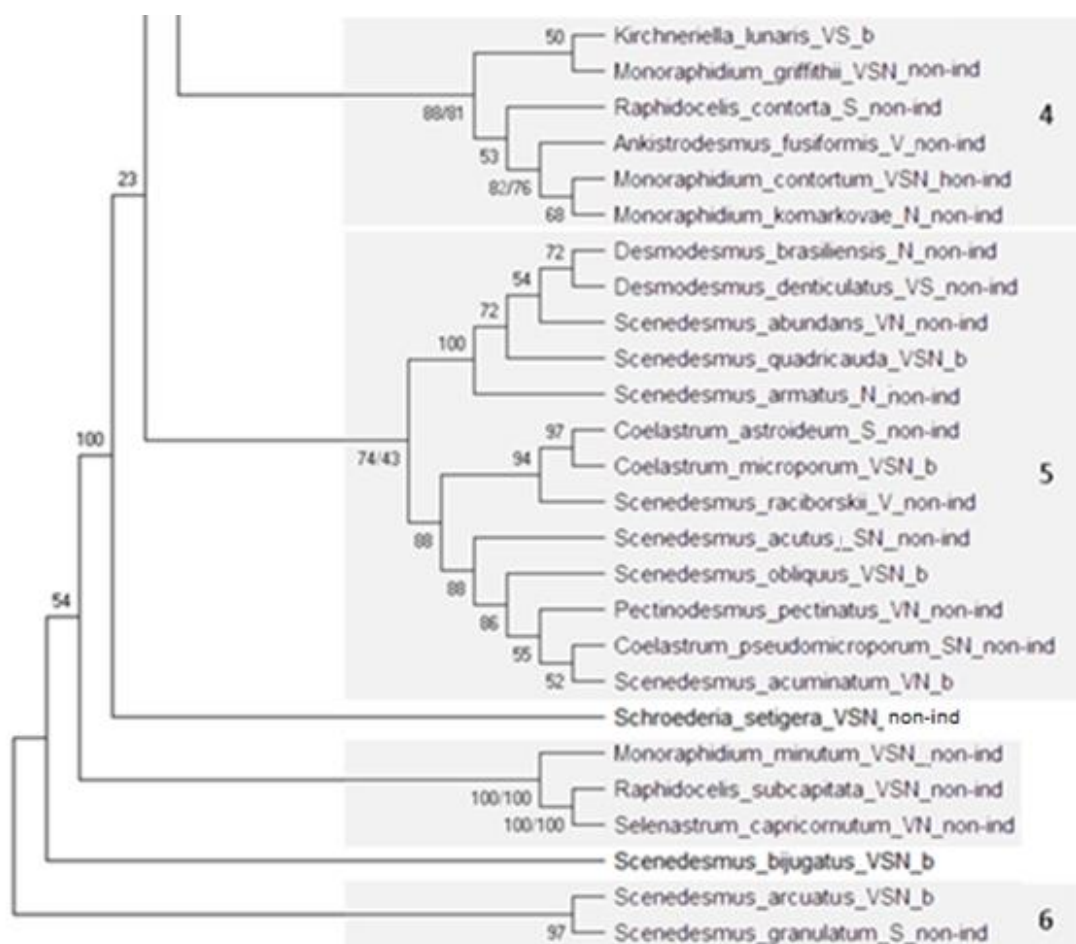


Рис. 3.1.2.1. Обобщённое филогенетическое дерево по маркерному гену *18S rDNA* *Chlorophyceae* (окончание)

Таблица 3.1.2.1

Таксономическое положение сгруппированных гидробионтов

Таксономия	Виды-индикаторы	Виды-неиндикаторы
Domain	<i>Eukaryota</i>	<i>Eukaryota</i>
Kingdom	<i>Plantae</i>	<i>Plantae</i>
Phylum	<i>Chlorophyta</i>	<i>Chlorophyta</i>
Class	<i>Chlorophyceae</i>	<i>Chlorophyceae</i>
Order	<i>Chlamydomonadales</i>	<i>Chlamydomonadales</i>
Family	<i>Phacotaceae</i>	<i>Spondylomoraceae</i>
Genus, Species	<i>Phacotus lenticularis</i>	<i>Pascherina tetras</i>
	<i>Pteromonas angulosa</i>	

Таблица 3.1.2.2

Сапробность гидробионтов из списков разных авторов

Виды	Сапробность В. Сладечек	Сапробность С. Баринова	Сапробность по кластеризации
<i>Phacotus lenticularis</i>	<i>b</i>	<i>b</i>	-
<i>Pteromonas angulosa</i>	<i>b</i>	<i>b</i>	-
<i>Pascherina tetras</i>	-	<i>b</i>	<i>b</i>

Кластер 2: виды *Chlamydomonas reinhardtii* – *a*-индикатор и *Pandorina morum* – *b*-индикатор – сгруппированы с неиндикаторным видом *Vitreochlamys nekrassovii* с высоким бутстреп-значением 100 %.

В табл. 3.1.2.3 приведено таксономическое положение сгруппированных организмов.

Таблица 3.1.2.3

Таксономическое положение сгруппированных гидробионтов

Таксономия	Виды-индикаторы	Виды-неиндикаторы
Domain	<i>Eukaryota</i>	<i>Eukaryota</i>
Kingdom	<i>Plantae</i>	<i>Plantae</i>
Phylum	<i>Chlorophyta</i>	<i>Chlorophyta</i>
Class	<i>Chlorophyceae</i>	<i>Chlorophyceae</i>
Order	<i>Chlamydomonadales</i>	<i>Chlamydomonadales</i>
Family	<i>Chlamydomonadaceae</i>	<i>Chlamydomonadaceae</i>
Genus, Species	<i>Chlamydomonas reinhardtii</i>	<i>Vitreochlamys nekrassovii</i>
Family	<i>Volvocaceae</i>	
Genus, Species	<i>Pandorina morum</i>	

Как видно из табл. 3.1.2.3, кластер содержит организмы, близкие по таксономическому положению до порядка *Chlamydomonadales*.

Сравнительный анализ сапробностей организмов из списков разных авторов (табл. 3.1.2.4) показал совпадение сапробностей для видов-индикаторов *b*-мезосапробности. Таким образом, вид *Vitreochlamys nekrassovii* для озёр Верхний Кабан, Средний Кабан, Нижний Кабан может рассматриваться как индикатор *b*-мезосапробности с вероятностью 100 %.

Таблица 3.1.2.4

Сапробность гидробионтов из списков разных авторов

Виды	Сапробность В. Сладечек	Сапробность С. Баринаова	Сапробность по кластеризации
<i>Chlamydomonas reinhardtii</i>	<i>a</i>	<i>b</i>	-
<i>Pandorina morum</i>	<i>b</i>	<i>b</i>	-
<i>Vitreochlamys nekrassovii</i>	-	-	<i>b</i>

Кластер 3: вид *Pediastrum duplex* – *b*-индикатор – сгруппирован с неиндикаторными видами *Pediastrum biradiatum* [*Parapediastrum biradiatum*] и *Pseudopediastrum boryanum* с высоким бутстреп-значением 71 %. В табл. 3.1.2.5 приведено таксономическое положение сгруппированных организмов.

Как видно из табл. 3.1.2.5, кластер содержит организмы, близкие по таксономическому положению до семейства *Hydrodictyaceae* порядка *Sphaeropleales*. Сравнительный анализ сапробностей организмов из списков разных авторов (табл. 3.1.2.6) показал совпадение *b*-мезосапробностей для вида *Pediastrum duplex*.

Таблица 3.1.2.5

Таксономическое положение сгруппированных гидробионтов

Таксономия	Виды-индикаторы	Виды-неиндикаторы
Domain	<i>Eukaryota</i>	<i>Eukaryota</i>
Kingdom	<i>Plantae</i>	<i>Plantae</i>
Phylum	<i>Chlorophyta</i>	<i>Chlorophyta</i>
Class	<i>Chlorophyceae</i>	<i>Chlorophyceae</i>
Order	<i>Sphaeropleales</i>	<i>Sphaeropleales</i>
Family	<i>Hydrodictyaceae</i>	<i>Hydrodictyaceae</i>
Genus, Species	<i>Pediastrum duplex</i>	<i>Pediastrum biradiatum</i> [<i>Parapediastrum biradiatum</i>] <i>Pseudopediastrum boryanum</i>

Таблица 3.1.2.6

Сапробность гидробионтов из списков разных авторов

Виды	Сапробность В. Сладечек	Сапробность С. Баринава	Сапробность по кластеризации
<i>Pediastrum duplex</i>	<i>b</i>	<i>b</i>	-
<i>Pediastrum biradiatum</i> [<i>Parapediastrum biradiatum</i>]	-	<i>b</i>	<i>b</i>
<i>Pseudopediastrum boryanum</i>	-	-	<i>b</i>

Таким образом, вид *Pediastrum biradiatum* [*Parapediastrum biradiatum*] для озера Верхний Кабан и вид *Pseudopediastrum boryanum* для озера Нижний Кабан могут рассматриваться как индикаторы *b*-мезосапробности с вероятностью 71 %.

Кластер 4: вид *Kirchneriella lunaris* – *b*-индикатор – сгруппирован с неиндикаторными видами *Ankistrodesmus fusiformis*, *Monoraphidium griffithii*, *Monoraphidium contortum*, *Raphidocelis contorta* [*Kirchneriella contorta*], *Monoraphidium komarkovae* с высоким бутстреп-значением 88 %. В табл. 3.1.2.7 приведено таксономическое положение сгруппированных организмов.

Таблица 3.1.2.7

Таксономическое положение сгруппированных гидробионтов

Таксономия	Виды-индикаторы	Виды-неиндикаторы
Domain	<i>Eukaryota</i>	<i>Eukaryota</i>
Kingdom	<i>Plantae</i>	<i>Plantae</i>
Phylum	<i>Chlorophyta</i>	<i>Chlorophyta</i>
Class	<i>Chlorophyceae</i>	<i>Chlorophyceae</i>
Order	<i>Sphaeropleales</i>	<i>Sphaeropleales</i>
Family	<i>Selenastraceae</i>	<i>Selenastraceae</i>
Genus, Species	<i>Kirchneriella lunaris</i>	<i>Monoraphidium komarkovae</i>
		<i>Raphidocelis contorta</i> [<i>Kirchneriella contorta</i>]
		<i>Monoraphidium griffithii</i>
		<i>Ankistrodesmus fusiformis</i>
		<i>Monoraphidium contortum</i>

Как видно из табл. 3.1.2.7, кластер содержит организмы, близкие по таксономическому положению до семейства *Selenastraceae* порядка *Sphaeropleales*. Сравнительный анализ сапробностей из списков разных авторов (табл. 3.1.2.8) показал совпадение *b*-мезосапробностей для организма *Kirchneriella lunaris*. Таким образом, вид *Monoraphidium contortum* для трёх озёр Кабан, вид *Ankistrodesmus fusiformis* для озера Верхний Кабан, вид *Monoraphidium griffithii* для трёх озёр Кабан, вид *Raphidocelis contorta* [*Kirchneriella contorta*] для Среднего Кабана, вид *Monoraphidium komarkovae* для Нижнего Кабана могут

рассматриваться как индикаторы *b*-мезосапробности с вероятностью 88 %.

Таблица 3.1.2.8

Сапробность гидробионтов из списков разных авторов

Виды	Сапробность В. Сладечек	Сапробность С. Баринова	Сапробность по кластеризации
<i>Kirchneriella lunaris</i>	<i>b</i>	<i>b</i>	-
<i>Monoraphidium contortum</i>	-	<i>b</i>	<i>b</i>
<i>Ankistrodesmus fusiformis</i>	-	<i>b</i>	<i>b</i>
<i>Raphidocelis contorta</i> [<i>Kirchneriella contorta</i>]	-	<i>b</i>	<i>b</i>
<i>Monoraphidium komarkovae</i>	-	-	<i>b</i>
<i>Monoraphidium griffithii</i>	-	<i>b</i>	<i>b</i>

Кластер 5: виды *Coelastrum microporum*, *Scenedesmus quadricauda*, *Scenedesmus obliquus* [*Tetradesmus obliquus*], *Scenedesmus acuminatus* – *b*-индикаторы – сгруппированы с неиндикаторными видами *Coelastrum astroideum*, *Coelastrum pseudomicroporum*, *Desmodesmus brasiliensis*, *Desmodesmus denticulatus*, *Pectinodesmus pectinatus*, *Scenedesmus abundans*, *Scenedesmus acutus*, *Scenedesmus armatus*, *Scenedesmus raciborskii* [*Acutodesmus raciborskii*] с высоким бутстреп-значением 74 %. В табл. 3.1.2.9 приведено таксономическое положение сгруппированных организмов.

Таблица 3.1.2.9

Таксономическое положение сгруппированных гидробионтов

Таксоно-мия	Виды-индикаторы	Виды- неиндикаторы
Domain	<i>Eukaryota</i>	<i>Eukaryota</i>
Kingdom	<i>Plantae</i>	<i>Plantae</i>
Phylum	<i>Chlorophyta</i>	<i>Chlorophyta</i>
Class	<i>Chlorophyceae</i>	<i>Chlorophyceae</i>
Order	<i>Sphaeropleales</i>	<i>Sphaeropleales</i>
Family	<i>Scenedesmaceae</i>	<i>Scenedesmaceae</i>
Genus, Species	<i>Coelastrum microporum</i>	<i>Coelastrum astroideum</i>
	<i>Scenedesmus quadricauda</i>	<i>Coelastrum pseudomicroporum</i>
	<i>Scenedesmus obliquus</i> [<i>Tetradesmus obliquus</i>]	<i>Scenedesmus raciborskii</i> [<i>Acutodesmus raciborskii</i>]
	<i>Scenedesmus acuminatus</i>	<i>Desmodesmus denticulatus</i>
		<i>Pectinodesmus pectinatus</i>
		<i>Scenedesmus abundans</i>
		<i>Scenedesmus acutus</i>
		<i>Scenedesmus armatus</i>
	<i>Desmodesmus brasiliensis</i>	

Как видно из табл. 3.1.2.9, кластер содержит организмы, близкие по таксономическому положению до семейства *Scenedesmaceae* порядка *Sphaeropleales*. Сравнительный анализ сапробностей организмов из списков разных авторов (табл. 3.1.2.10) показал совпадение *b*-мезосапробностей для всех гидробионтов данного кластера. Таким образом, вид *Coelastrum astroideum* для озера Средний Кабан, вид *Coelastrum pseudomicroporum* для озёр Средний Кабан и Нижний Кабан, вид *Scenedesmus armatus* для озера Нижний Кабан, вид *Desmodesmus brasiliensis* для озера Нижний Кабан, вид *Desmodesmus denticulatus* для озёр Верхний Кабан и Средний Кабан, вид *Pectinodesmus pectinatus* для озёр Верхний Кабан

и Нижний Кабан, вид *Scenedesmus abundans* для озёр Верхний Кабан и Нижний Кабан, вид *Scenedesmus acutus* для озёр Средний Кабан и Нижний Кабан, вид *Scenedesmus raciborskii* [*Acutodesmus raciborskii*] для озера Верхний Кабан могут рассматриваться как индикаторы *b*-мезосапробности с вероятностью 74 %.

Таблица 3.1.2.10

Сапробность гидробионтов из списков разных авторов

Виды	Сапробность В.Сладечек	Сапробность С.Барина	Сапробность по кластеризации
<i>Coelastrum microporum</i>	<i>b</i>	<i>b</i>	-
<i>Scenedesmus quadricauda</i>	<i>b</i>	<i>b</i>	-
<i>Scenedesmus obliquus</i> [<i>Tetradesmus obliquus</i>]	<i>b</i>	<i>a-b</i>	-
<i>Scenedesmus acuminatus</i>	<i>b</i>	<i>b</i>	-
<i>Coelastrum astroideum</i>	-	<i>b</i>	<i>b</i>
<i>Coelastrum pseudomicroporum</i>	-	<i>b</i>	<i>b</i>
<i>Desmodesmus brasiliensis</i>	-	<i>b</i>	<i>b</i>
<i>Desmodesmus denticulatus</i>	-	<i>b</i>	<i>b</i>
<i>Pectinodesmus pectinatus</i>	-	-	<i>b</i>
<i>Scenedesmus abundans</i>	-	<i>b</i>	<i>b</i>
<i>Scenedesmus acutus</i>	-	<i>b</i>	<i>b</i>
<i>Scenedesmus armatus</i>	-	<i>b</i>	<i>b</i>
<i>Scenedesmus raciborskii</i> [<i>Acutodesmus raciborskii</i>]	-	-	<i>b</i>

Кластер 6: вид *Scenedesmus arcuatus* [*Comasiella arcuata*] – *b*-индикатор – сгруппирован с неиндикаторным видом *Scenedesmus granulatum* [*Desmodesmus granulatus*] с высоким бутстреп-значением 97 %. В табл. 3.1.2.11 приведено таксономическое положение сгруппированных организмов.

Таблица 3.1.2.11

Таксономическое положение сгруппированных гидробионтов

Таксономия	Виды-индикаторы	Виды-неиндикаторы
Domain	<i>Eukaryota</i>	<i>Eukaryota</i>
Kingdom	<i>Plantae</i>	<i>Plantae</i>
Phylum	<i>Chlorophyta</i>	<i>Chlorophyta</i>
Class	<i>Chlorophyceae</i>	<i>Chlorophyceae</i>
Order	<i>Sphaeropleales</i>	<i>Sphaeropleales</i>
Family	<i>Scenedesmaceae</i>	<i>Scenedesmaceae</i>
Genus, Species	<i>Scenedesmus arcuatus</i> [<i>Comasiella arcuata</i>]	<i>Scenedesmus granulatum</i> [<i>Desmodesmus granulatus</i>]

Как видно из табл. 3.1.2.11, кластер содержит организмы, близкие по таксономическому положению до семейства *Scenedesmaceae*. Сравнительный анализ сапробностей организмов из списков разных авторов (табл. 3.1.2.12) показал совпадение *b*-мезосапробностей для организма *Scenedesmus arcuatus* [*Comasiella arcuata*]. Таким образом, вид *Scenedesmus granulatum* [*Desmodesmus granulatus*] для озера Средний Кабан может рассматриваться как *b*-индикатор с вероятностью 97 %.

Таблица 3.1.2.12

Сапробность гидробионтов из списков разных авторов

Виды	Сапробность В. Сладечек	Сапробность С. Баринава	Сапробность по кластеризации
<i>Scenedesmus arcuatus</i> [<i>Comasiella arcuata</i>]	<i>b</i>	<i>b</i>	-
<i>Scenedesmus granulatum</i> [<i>Desmodesmus granulatus</i>]	-	-	<i>b</i>

Как видно из вышеприведенного анализа, кластеры содержат организмы, близкие по таксономическому положению до порядка *Chlamydomonadales* (табл. 3.1.2.1, 3.1.2.3) и порядка *Sphaeropleales* (табл. 3.1.2.5, 3.1.2.7, 3.1.2.9, 3.1.2.11):

- *Chlamydomonadales* (также *Volvocales*) - порядок зелёных водорослей класса *Chlorophyceae*, который содержит свыше 1500 видов. *Chlamydomonadales* могут образовывать плоские или сферические колонии от 4-32 клеток (*Gonium*) до более чем 500 клеток (*Volvox*). Каждая клетка имеет два жгутика и внешне похожа на хламидомонаду, при этом жгутики по всей колонии движутся согласованно (Белякова и др., 2006). *Chlamydomonadales* широко распространены в пресной или влажной почве, чаще встречаются в среде, богатой аммонием (Smith, 1955).

- *Sphaeropleales* - это порядок зелёных водорослей, который раньше назывался *Chlorococcales*. В порядок входят некоторые из наиболее распространенных пресноводных планктонных водорослей, такие как *Scenedesmus* и *Pediastrum*. *Sphaeropleales* включает неподвижные одноклеточные и колониальные формы. По мере увеличения кислотности воды происходит снижение видового разнообразия *Sphaeropleales*. Виды рода *Scenedesmus* используются для очистки индустриально-загрязненных вод от соединений аммония и фосфора (Gonzalez et al., 1997; Корнева, 2012).

3.1.3. Филогенетический анализ 18S рРНК *Trebouxiophyceae*

Plantae – Chlorophyta – Trebouxiophyceae

Trebouxiophyceae - класс зелёных водорослей, в основном одноклеточные формы, известно около 755 видов. Это пресноводные и наземные водоросли, реже морские представители, многие формируют симбиозы (Белякова и др., 2006).

Обобщённое филогенетическое дерево по маркерному гену *18S рРНК Trebouxiophyceae* приведено на рис. 3.1.3.1. Бутстреп-значения приведены рядом с узлами дерева.

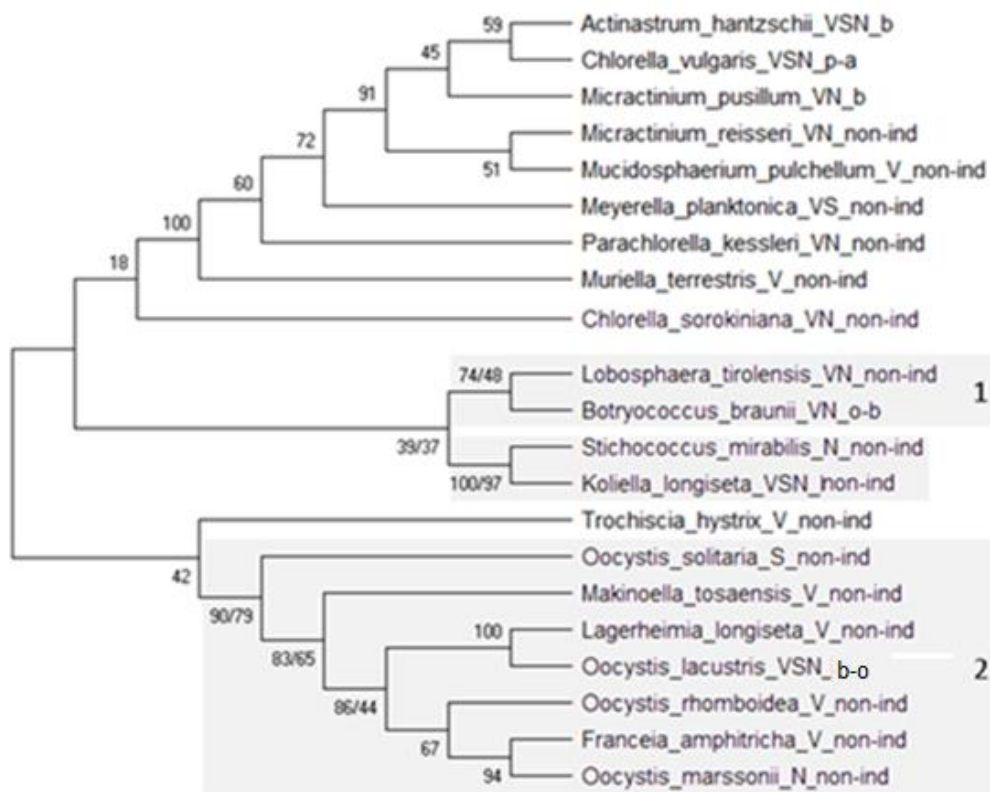


Рисунок 3.1.3.1. Обобщённое филогенетическое дерево по маркерному гену *18S рРНК Trebouxiophyceae*

Как видно из рис. 3.1.3.1, на обобщённом молекулярно-филогенетическом дереве выявлено 2 кластера с высоким бутстреп-значением, содержащих индикаторные виды гидробионтов разных зон сапробности и виды, не имевшие ранее статус индикаторных:

Кластер 1: вид *Botryococcus braunii* – *o-b*-индикатор – сгруппирован с неиндикаторным видом *Lobosphaera tirolensis* с высоким бутстреп-значением 74 %. В табл. 3.1.3.1 приведено таксономическое положение сгруппированных организмов.

Таблица 3.1.3.1

Таксономическое положение сгруппированных гидробионтов

Таксономия	Виды-индикаторы	Виды-неиндикаторы
Domain	<i>Eukaryota</i>	<i>Eukaryota</i>
Kingdom	<i>Plantae</i>	<i>Plantae</i>
Phylum	<i>Chlorophyta</i>	<i>Chlorophyta</i>
Class	<i>Trebouxiophyceae</i>	<i>Trebouxiophyceae</i>
Order	<i>Trebouxiophyceae in-</i>	<i>Trebouxiales</i>
Family	<i>certae sedis</i>	<i>Trebouxiaceae</i>
Genus, Species	<i>Botryococcus braunii</i>	<i>Lobosphaera tirolensis</i>

Как видно из табл. 3.1.3.1, кластер содержит организмы, близкие по таксономическому положению до класса *Trebouxiophyceae*. Сравнительный анализ сапробностей организмов из списков разных авторов (табл. 3.1.3.2) показал совпадение сапробностей для организма *Botryococcus braunii* – индикатора *o-b*-сапробности. Таким образом, вид *Lobosphaera tirolensis* для озёр Верхний Кабан и Нижний Кабан может рассматриваться как индикатор *o-b*-сапробности с вероятностью 74 %.

Таблица 3.1.3.2

Сапробность гидробионтов из списков разных авторов

Виды	Сапробность В. Сладечек	Сапробность С. Баринава	Сапробность по кластеризации
<i>Botryococcus braunii</i>	<i>o-b</i>	<i>o-b</i>	-
<i>Lobosphaera tirolensis</i>	-	-	<i>o-b</i>

Кластер 2: вид *Oocystis lacustris* – *b-o*-индикатор – сгруппирован с неиндикаторным видом *Lagerheimia longiseta* с высоким бутстреп-значением 100 %. В табл. 3.1.3.5 приведено таксономическое положение сгруппированных организмов.

Таблица 3.1.3.5

Таксономическое положение сгруппированных гидробионтов

Таксономия	Виды-индикаторы	Виды-неиндикаторы
Domain	<i>Eukaryota</i>	<i>Eukaryota</i>
Kingdom	<i>Plantae</i>	<i>Plantae</i>
Phylum	<i>Chlorophyta</i>	<i>Chlorophyta</i>
Class	<i>Trebouxiophyceae</i>	<i>Trebouxiophyceae</i>
Order	<i>Chlorellales</i>	<i>Chlorellales</i>
Family	<i>Oocystaceae</i>	<i>Oocystaceae</i>
Genus, Species	<i>Oocystis lacustris</i>	<i>Lagerheimia longiseta</i>

Как видно из табл. 3.1.3.5, кластер содержит организмы, близкие по таксономическому положению до семейства *Oocystaceae*. Сравнительный анализ сапробностей организмов из списков разных авторов (табл. 3.1.3.6) показал совпадение близкие значения сапробностей для организма *Oocystis lacustris*. Таким образом, вид *Lagerheimia longiseta* для озера Верхний Кабан может рассматриваться как индикатор *b-o*-сапробности с вероятностью 100 %.

Таблица 3.1.3.6

Сапробность гидробионтов из списков разных авторов

Виды	Сапробность В. Сладечек	Сапробность С. Баринаова	Сапробность по кластеризации
<i>Oocystis lacustris</i>	<i>b-o</i>	<i>b-o</i>	-
<i>Lagerheimia longiseta</i>	-	<i>b</i>	<i>b-o</i>

Prasiolases – порядок зеленых водорослей класса *Trebouxiophyceae*, встречающихся в наземной среде, пресной и солёной воде вплоть до полярных областей, в том числе в Антарктиде (Rindi et al., 1999; Heesch et al., 2016).

3.1.4. Заключение по главе 3.1

Выявление видов-индикаторов по гену 18S рРНК Plantae

Сводная таблица с видами-биоиндикаторами по маркерному гену 18S рРНК Plantae представлена ниже в табл. 3.1.4.1. В таблице приведены 44 видов-индикаторов, из них 24 видов-новых биоиндикаторов, выявленных по кластеризации (в скобках приедено количество биоиндикаторов по кластеризации с подчеркиванием видов):

• 31 биоиндикатора озера Верхний Кабан, в том числе 14 видов-биоиндикаторов, выявленных по кластеризации:

o-b-сапробности – 5 (3) видов:

<i>Botryococcus braunii</i>	<u><i>Cosmarium bioculatum</i></u>
<i>Staurastrum gracile</i>	<u><i>Lobosphaera tirolensis</i></u>
	<u><i>Micrasterias tetraptera</i></u>

b-o-сапробности – 2 (1) вида:

<i>Oocystis lacustris</i>	<u><i>Lagerheimia longiseta</i></u>
---------------------------	-------------------------------------

b-мезосапробности – 22 (10) вида:

<i>Actinastrum hantzshii</i>	<u><i>Ankistrodesmus fusiformis</i></u>
<i>Coelastrum microporum</i>	<u><i>Monoraphidium contortum</i></u>
<i>Kirchneriella lunaris</i>	<u><i>Desmodesmus denticulatus</i></u>
<i>Micractinium pusillum</i>	<u><i>Monoraphidium griffithii</i></u>
<i>Pandorina morum</i>	<u><i>Pascherina tetras</i></u>
<i>Pediastrum duplex</i>	<u><i>Pectinodesmus pectinatus</i></u>
<i>Phacotus lenticularis</i>	<u><i>Pediastrum biradiatum</i></u> [<i>Parapediastrum biradiatum</i>]
<i>Scenedesmus acuminatus</i>	<u><i>Scenedesmus abundans</i></u>
<i>Scenedesmus arcuatus</i>	<u><i>Scenedesmus raciborskii</i></u> [<i>Acuto-</i> <i>desmus raciborskii</i>]
[<i>Comasiella arcuata</i>]	<u><i>Vitreochlamys nekrassovii</i></u>
<i>Scenedesmus bijugatus</i>	
<i>Scenedesmus obliquus</i>	
[<i>Tetradesmus obliquus</i>]	

Scenedesmus quadricauda

a-мезосапробности – 1 вид:

Chlamydomonas reinhardtii

p-*a*-сапробности – 1 вид:

Chlorella vulgaris

- 25 биоиндикаторов озера Средний Кабан, в том числе 12 видов-биоиндикаторов, выявленных по кластеризации:

o-*b*-сапробности – 3 (2) вида:

Staurastrum gracile

Micrasterias tetraptera

Micrasterias tropica

b-*o*-сапробности – 1 вид: *Oocystis lacustris*

b-мезосапробности – 20 (10) видов:

Kirchneriella lunaris

Monoraphidium contortum

Scenedesmus quadricauda

Scenedesmus acutus

Actinastrum hantzshii

Coelastrum astroideum

Coelastrum microporum

Coelastrum pseudomicroporum

Pandorina morum

Desmodesmus denticulatus

Phacotus lenticularis

Monoraphidium griffithii

Pteromonas angulosa

Pascherina tetras

Scenedesmus arcuatus

Raphidocelis contorta

[*Comasiella arcuata*]

[*Kirchneriella contorta*]

Scenedesmus bijugatus

Scenedesmus granulatum

Scenedesmus obliquus [*Tetrademus obliquus*]

[*Desmodesmus granulatus*]

Vitreochlamys nekrassovii

p-*a*-сапробности – 1 вид:

Chlorella vulgaris

• 30 биоиндикаторов озера Нижний Кабан, в том числе 12 видов-биоиндикаторов, выявленных по кластеризации:

o-b-сапробности – 2 (1) вида:

Botryococcus braunii

Lobosphaera tirolensis

b-o-сапробности – 1 вид: *Oocystis lacustris*

b-мезосапробности – 24 (11) вида:

Actinastrum hantzshii

Monoraphidium contortum

Closterium venus

Scenedesmus acutus

Coelastrum microporum

Coelastrum pseudomicroporum

Micractinium pusillum

Desmodesmus brasiliensis

Pandorina morum

Monoraphidium griffithii

Pediastrum duplex

Monoraphidium komarkovae

Phacotus lenticularis

Pectinodesmus pectinatus

Pteromonas angulosa

Pseudopediastrum boryanum

Scenedesmus acuminatus

Scenedesmus abundans

Scenedesmus arcuatus

Scenedesmus armatus

[*Comasiella arcuata*]

Vitreochlamys nekrassovii

Scenedesmus bijugatus

Scenedesmus obliquus [*Tetrademus obliquus*]

Scenedesmus quadricauda

a-b-мезосапробности – 1 вид:

Potamogeton pectinatus

a-мезосапробности – 1 вид:

Chlamydomonas reinhardtii

p-a-сапробности – 1 вид:

Chlorella vulgaris

Таблица 3.1.4.1

Биоиндикаторы озёр Кабан по маркерному гену *18S рPHK Plantae*

Царство	Тип/Отдел	Класс	Отряд/Порядок	Семейство	Вид	Озёра Кабан			Сапробность В. Сладечек	Сапробность по кластериза- ции
					<i>18S рPHK Streptophyta</i>					
Plantae	Streptophyta	Zygnemophyceae	Desmidiales	Desmidiaceae	<i>Staurastrum gracile</i>	Верхний	Средний		o-b	
Plantae	Streptophyta	Zygnemophyceae	Desmidiales	Desmidiaceae	<i>Cosmarium bioculatum</i>	Верхний				o-b
Plantae	Streptophyta	Zygnemophyceae	Desmidiales	Desmidiaceae	<i>Micrasterias tetraptera</i>	Верхний	Средний			o-b
Plantae	Streptophyta	Zygnemophyceae	Desmidiales	Desmidiaceae	<i>Micrasterias tropica</i>		Средний			o-b
Plantae	Streptophyta	Zygnemophyceae	Desmidiales	Closteriaceae	<i>Closterium venus</i>			Нижний	b	
Plantae	Streptophyta	Magnoliopsida	Alismatales	Potamogetonaceae	<i>Potamogeton pectinatus</i>			Нижний	a-b	
					<i>18S рPHK Chlorophyceae</i>					
Plantae	Chlorophyta	Chlorophyceae	Chlamydomonadales	Phacotaceae	<i>Phacotus lenticularis</i>	Верхний	Средний	Нижний	b	
Plantae	Chlorophyta	Chlorophyceae	Chlamydomonadales	Phacotaceae	<i>Pteromonas angulosa</i>		Средний	Нижний	b	
Plantae	Chlorophyta	Chlorophyceae	Chlamydomonadales	Spondylomoraceae	<i>Pascherina tetras</i>	Верхний	Средний			b
Plantae	Chlorophyta	Chlorophyceae	Chlamydomonadales	Chlamydomonadaceae	<i>Chlamydomonas reinhardtii</i>	Верхний		Нижний	a	
Plantae	Chlorophyta	Chlorophyceae	Chlamydomonadales	Volvocaceae	<i>Pandorina morum</i>	Верхний	Средний	Нижний	b	
Plantae	Chlorophyta	Chlorophyceae	Chlamydomonadales	Chlamydomonadaceae	<i>Vitreochlamys nekrassovii</i>	Верхний	Средний	Нижний		b
Plantae	Chlorophyta	Chlorophyceae	Sphaeropleales	Hydrodictyaceae	<i>Pediastrum duplex</i>	Верхний		Нижний	b	
Plantae	Chlorophyta	Chlorophyceae	Sphaeropleales	Hydrodictyaceae	<i>Pediastrum biradiatum</i> [<i>Parapediastrum biradiatum</i>]	Верхний				b

Царство	Тип/Отдел	Класс	Отряд/Порядок	Семейство	Вид	Озёра Кабан			Сапробность В. Сладечек	Сапробность по кластеризации
Plantae	Chlorophyta	Chlorophyceae	Sphaeropleales	Hydrodictyceae	<i>Pseudopediastrum boryanum</i>			Нижний		b
Plantae	Chlorophyta	Chlorophyceae	Sphaeropleales	Selenastraceae	<i>Monoraphidium griffithii</i>	Верхний	Средний	Нижний		b
Plantae	Chlorophyta	Chlorophyceae	Sphaeropleales	Selenastraceae	<i>Monoraphidium contortum</i>	Верхний	Средний	Нижний		b
Plantae	Chlorophyta	Chlorophyceae	Sphaeropleales	Selenastraceae	<i>Ankistrodesmus fusiformis</i>	Верхний				b
Plantae	Chlorophyta	Chlorophyceae	Sphaeropleales	Selenastraceae	<i>Kirchneriella lunaris</i>	Верхний	Средний		b	
Plantae	Chlorophyta	Chlorophyceae	Sphaeropleales	Selenastraceae	<i>Raphidocelis contorta</i> [<i>Kirchneriella contorta</i>]		Средний			b
Plantae	Chlorophyta	Chlorophyceae	Sphaeropleales	Selenastraceae	<i>Monoraphidium komarkovae</i>			Нижний		b
Plantae	Chlorophyta	Chlorophyceae	Sphaeropleales	Scenedesmaceae	<i>Coelastrum microporum</i>	Верхний	Средний	Нижний	b	
Plantae	Chlorophyta	Chlorophyceae	Sphaeropleales	Scenedesmaceae	<i>Scenedesmus quadricauda</i>	Верхний	Средний	Нижний	b	
Plantae	Chlorophyta	Chlorophyceae	Sphaeropleales	Scenedesmaceae	<i>Scenedesmus armatus</i>			Нижний		b
Plantae	Chlorophyta	Chlorophyceae	Sphaeropleales	Scenedesmaceae	<i>Scenedesmus acutus</i>		Средний	Нижний		b
Plantae	Chlorophyta	Chlorophyceae	Sphaeropleales	Scenedesmaceae	<i>Scenedesmus obliquus</i> [<i>Tetradesmus obliquus</i>]	Верхний	Средний	Нижний	a-b	
Plantae	Chlorophyta	Chlorophyceae	Sphaeropleales	Scenedesmaceae	<i>Scenedesmus acuminatus</i>	Верхний		Нижний	b	
Plantae	Chlorophyta	Chlorophyceae	Sphaeropleales	Scenedesmaceae	<i>Coelastrum astroideum</i>		Средний			b
Plantae	Chlorophyta	Chlorophyceae	Sphaeropleales	Scenedesmaceae	<i>Coelastrum pseudomicroporum</i>		Средний	Нижний		b
Plantae	Chlorophyta	Chlorophyceae	Sphaeropleales	Scenedesmaceae	<i>Desmodesmus brasiliensis</i>			Нижний		b
Plantae	Chlorophyta	Chlorophyceae	Sphaeropleales	Scenedesmaceae	<i>Desmodesmus denticulatus</i>	Верхний	Средний			b
Plantae	Chlorophyta	Chlorophyceae	Sphaeropleales	Scenedesmaceae	<i>Pectinodesmus pectinatus</i>	Верхний		Нижний		b
Plantae	Chlorophyta	Chlorophyceae	Sphaeropleales	Scenedesmaceae	<i>Scenedesmus abundans</i>	Верхний		Нижний		b

Царство	Тип/Отдел	Класс	Отряд/Порядок	Семейство	Вид	Озёра Кабан			Сапробность В. Сладечек	Сапробность по кластериза- ции
Plantae	Chlorophyta	Chlorophyceae	Sphaeropleales	Scenedesmaceae	<i>Scenedesmus raciborskii</i> [<i>Acutodesmus raciborskii</i>]	Верхний				b
Plantae	Chlorophyta	Chlorophyceae	Sphaeropleales	Scenedesmaceae	<i>Scenedesmus arcuatus</i> [<i>Co- masiella arcuata</i>]	Верхний	Средний	Нижний	b	
Plantae	Chlorophyta	Chlorophyceae	Sphaeropleales	Scenedesmaceae	<i>Scenedesmus granulatum</i> [<i>Desmodesmus granulatus</i>]		Средний			b
Plantae	Chlorophyta	Chlorophyceae	Sphaeropleales	Scenedesmaceae	<i>Scenedesmus bijugatus</i>	Верхний	Средний	Нижний	b	
					18S рРНК <i>Trebouxiophyceae</i>					
Plantae	Chlorophyta	Trebouxiophyceae	Trebouxiophyceae <i>incertae sedis</i>	Trebouxiophyceae <i>incertae sedis</i>	<i>Botryococcus braunii</i>	Верхний		Нижний	o-b	
Plantae	Chlorophyta	Trebouxiophyceae	Trebouxiales	Trebouxiaceae	<i>Lobosphaera tirolensis</i>	Верхний		Нижний		o-b
Plantae	Chlorophyta	Trebouxiophyceae	Chlorellales	Oocystaceae	<i>Oocystis lacustris</i>	Верхний	Средний	Нижний	b-o	
Plantae	Chlorophyta	Trebouxiophyceae	Chlorellales	Oocystaceae	<i>Lagerheimia longiseta</i>	Верхний				b-o
Plantae	Chlorophyta	Trebouxiophyceae	Chlorellales	Chlorellaceae	<i>Actinastrum hantzshii</i>	Верхний	Средний	Нижний	b	
Plantae	Chlorophyta	Trebouxiophyceae	Chlorellales	Chlorellaceae	<i>Chlorella vulgaris</i>	Верхний	Средний	Нижний	p-a	
Plantae	Chlorophyta	Trebouxiophyceae	Chlorellales	Chlorellaceae	<i>Micractinium pusillum</i>	Верхний		Нижний	b	

3.2. Выявление видов-индикаторов по гену 18S рРНК Ochromphyta

Ochromphyta – клада одноклеточных, колониальных и многоклеточных разножгутиковых водорослей. Большинство представителей охрофитов — автотрофы, способные к фотосинтезу. Однако встречаются также гетеротрофные и миксотрофные формы. Среди охрофитовых водорослей имеются морские, пресноводные и почвенные группы (Cavalier-Smith, Chao, 2006).

Ниже приведены результаты филогенетического анализа видов гидробионтов:

клада *Ochromphyta*

класс *Chrysophyceae*

класс *Synurophyceae*

отдел *Bacillariophyta*

класс *Bacillariophyceae*

класс *Coscinodiscophyceae*

класс *Fragillariophyceae*

3.2.1. Филогенетический анализ 18S рРНК Chrysophyceae

Ochromphyta – *Chrysophyceae*

Chrysophyceae - большой класс водорослей. Помимо стандартных фотосинтетических пигментов, хлоропласты *Chrysophyceae* содержат фукоксантин. *Chrysophyceae* встречаются в основном в чистых пресных водоёмах умеренных широт и имеют важное значение для изучения динамики пищевых цепей в олиготрофных пресноводных экосистемах, а также для оценки ухудшения состояния окружающей среды в результате эвтрофикации и кислотных дождей. В водоёмах *Chrysophyceae* входят в состав планктона либо нейстона (Белякова и др., 2006; Sandgren et al., 1995).

Обобщённое филогенетическое дерево по маркерному гену *18S рPHK Chrysophyceae* приведено на рис. 3.2.1.1. Бутстреп-значения приведены рядом с узлами дерева.

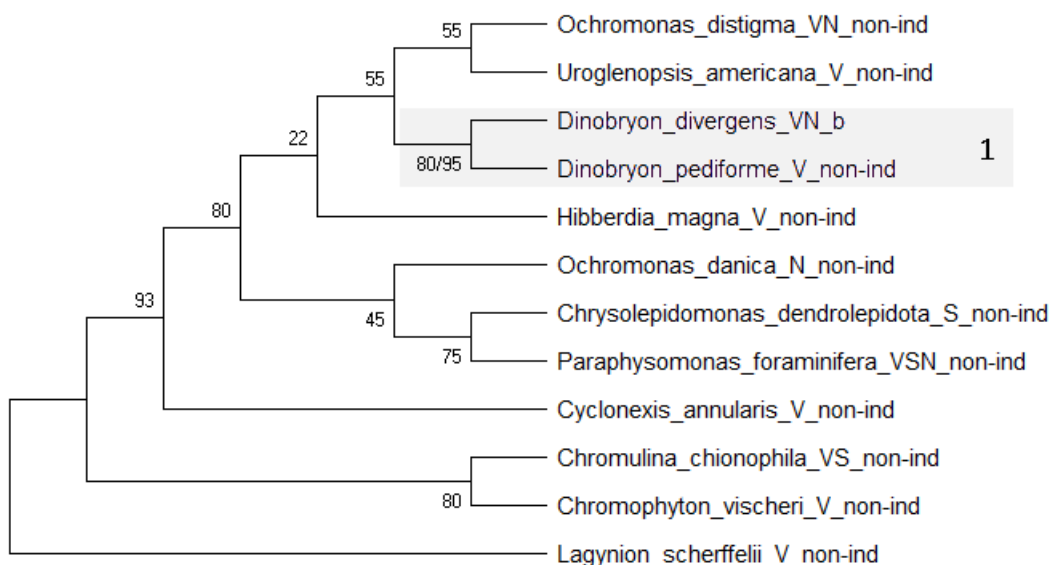


Рис. 3.2.1.1. Обобщённое филогенетическое дерево по маркерному гену *18S рPHK Chrysophyceae*

Как видно из рис. 3.3.1.1, на обобщённом молекулярно-филогенетическом дереве выявлен один кластер: вид *Dinobryon divergens* – *b*-индикатор – сгруппирован с неиндикаторным видом *Dinobryon pediforme* с высоким бутстреп-значением 95 %. В табл. 3.2.1.1 приведено таксономическое положение сгруппированных организмов.

Таблица 3.2.1.1

Таксономическое положение сгруппированных гидробионтов

Таксономия	Виды-индикаторы	Виды-неиндикаторы
Domain	<i>Eukaryota</i>	<i>Eukaryota</i>
Class	<i>Chrysophyceae</i>	<i>Chrysophyceae</i>
Order	<i>Chromulinales</i>	<i>Chromulinales</i>
Family	<i>Dinobryaceae</i>	<i>Dinobryaceae</i>
Genus, Species	<i>Dinobryon divergens</i>	<i>Dinobryon pediforme</i>

Как видно из табл. 3.2.1.1, кластер содержит организмы, близкие по таксономическому положению до рода *Dinobryon*. Сравнительный анализ сапробностей организмов из списков разных авторов (табл. 3.2.1.2) показал совпадение *b*-мезосапробностей для организма *Dinobryon divergens*. Таким образом, вид *Dinobryon pediforme* для озера Верхний Кабан может рассматриваться как индикатор *b*-мезосапробности с вероятностью 95 %.

Таблица 3.2.1.2

Сапробность гидробионтов из списков разных авторов

Виды	Сапробность В. Сладечек	Сапробность С. Баринаова	Сапробность по кластеризации
<i>Dinobryon divergens</i>	<i>b</i>	<i>b</i>	-
<i>Dinobryon pediforme</i>	-	<i>b</i>	<i>b</i>

Dinobryon – один из 22 родов семейства *Dinobryaceae* класса *Chrysophyceae*. *Dinobryon* – миксотрофы, способны к фотосинтезу и могут питаться бактериями. *Dinobryon* могут существовать в виде свободноживущих одиночных клеток или ветвящихся колоний. Род включает более 37 видов. Наиболее известными видами являются *D.cylindricum* и *D.divergens*, которые ежегодно вызывают цветения водоемов умеренного климата. Чаще всего *Dinobryon* встречаются в пресноводных озёрах и прудах. Цветение чаще наблюдается в олиго- или мезотрофных водоемах, регулярно происходит весной, обычно – после цветения диатомовых водорослей (Caron et al., 1993; Rashash et al., 1995; Armstrong, 1985).

3.2.2. Филогенетический анализ 18S рРНК Synurophyceae *Ochrophyta – Synurophyceae*

Synurophyceae - небольшая группа одноклеточных или колониальных пресноводных водорослей. Клетки покрыты кремнистыми пластинками или шипами. *Synurophyceae* - группа, родственная *Chrysophyceae*, ранее входила в ее состав (Grant et al., 2009).

Обобщённое филогенетическое дерево по маркерному гену 18S рРНК *Synurophyceae* приведено на рис. 3.2.2.1. Бутстреп-значения приведены рядом с узлами дерева.

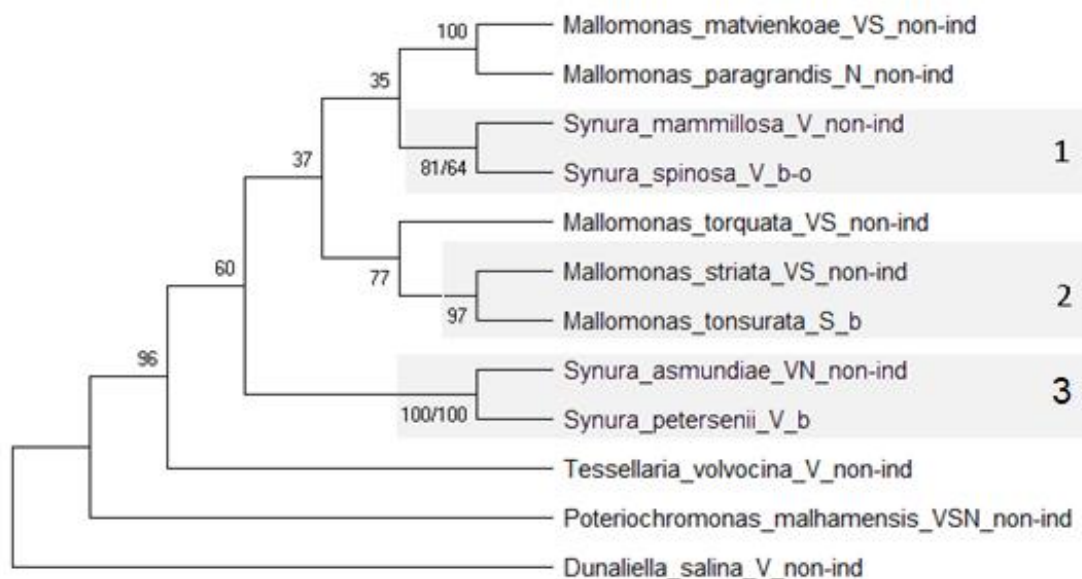


Рис 3.2.2.1. Обобщённое филогенетическое дерево по маркерному гену 18S рРНК *Synurophyceae*

Как видно из рис. 3.2.2.1, на обобщённом молекулярно-филогенетическом дереве выявлено 3 кластера с высоким бутстреп-значением, содержащих индикаторные виды гидробионтов разных зон сапробности и виды, не имевшие ранее статус индикаторных:

Кластер 1: вид *Synura spinosa* – *b-o*-индикатор – сгруппирован с неиндикаторным видом *Synura mammosa* с высоким бутстреп-

значением 81 %. В табл. 3.2.2.1 приведено таксономическое положение сгруппированных организмов.

Таблица 3.2.2.1

Таксономическое положение сгруппированных гидробионтов

Таксономия	Виды-индикаторы	Виды-неиндикаторы
Domain	<i>Eukaryota</i>	<i>Eukaryota</i>
Class	<i>Synurophyceae</i>	<i>Synurophyceae</i>
Order	<i>Synurales</i>	<i>Synurales</i>
Family	<i>Mallomonadaceae</i>	<i>Mallomonadaceae</i>
Genus, Species	<i>Synura spinosa</i>	<i>Synura mammilosa</i>

Как видно из табл. 3.2.2.1, кластер содержит организмы, близкие по таксономическому положению до рода *Synura*. Сравнительный анализ сапробностей организмов из списков разных авторов (табл. 3.2.2.2) показал совпадение сапробностей для организма *Synura spinosa* – индикатора *b-o*-сапробности. Таким образом, вид *Synura mammilosa* для озера Верхний Кабан может рассматриваться как индикатор *b-o*-сапробности с вероятностью 81 %.

Таблица 3.2.2.2

Сапробность гидробионтов из списков разных авторов

Виды	Сапробность В. Сладечек	Сапробность С. Баринава	Сапробность по кластеризации
<i>Synura spinosa</i>	<i>b-o</i>	<i>b-o</i>	-
<i>Synura mammilosa</i>	-	-	<i>b-o</i>

Кластер 2: вид *Mallomonas tonsurata* – *b*-индикатор – сгруппирован с неиндикаторным видом *Mallomonas striata* с высоким бутстреп-значением 97 %. В табл. 3.2.2.1 приведено таксономическое положение сгруппированных организмов.

Таблица 3.2.2.2

Таксономическое положение сгруппированных гидробионтов

Таксономия	Виды-индикаторы	Виды-неиндикаторы
Domain	<i>Eukaryota</i>	<i>Eukaryota</i>
Class	<i>Synurophyceae</i>	<i>Synurophyceae</i>
Order	<i>Synurales</i>	<i>Synurales</i>
Family	<i>Mallomonadaceae</i>	<i>Mallomonadaceae</i>
Genus, Species	<i>Mallomonas tonsurata</i>	<i>Mallomonas striata</i>

Как видно из табл. 3.2.2.2, кластер содержит организмы, близкие по таксономическому положению до рода *Mallomonas*. Сравнительный анализ сапробностей организмов из списков разных авторов (табл. 3.2.2.3) показал совпадение сапробностей для организма *Mallomonas tonsurata* – индикатора *b*-сапробности. Таким образом, вид *Mallomonas striata* для озёр Верхний Кабан и Средний Кабан может рассматриваться как индикатор *b*-сапробности с вероятностью 97 %.

Таблица 3.2.2.3

Сапробность гидробионтов из списков разных авторов

Виды	Сапробность В. Сладечек	Сапробность С. Баринава	Сапробность по кластеризации
<i>Mallomonas tonsurata</i>	<i>b</i>	<i>b</i>	-
<i>Mallomonas striata</i>	-	-	<i>b</i>

Кластер 3: вид *Synura petersenii* – *b*-индикатор – сгруппирован с неиндикаторным видом *Synura asmundiae* с высоким бутстреп-значением 100 %. В табл. 3.2.2.4 приведено таксономическое положение сгруппированных организмов.

Таблица 3.2.2.4

Таксономическое положение сгруппированных гидробионтов

Таксономия	Виды-индикаторы	Виды-неиндикаторы
Domain	<i>Eukaryota</i>	<i>Eukaryota</i>
Class	<i>Synurophyceae</i>	<i>Synurophyceae</i>
Order	<i>Synurales</i>	<i>Synurales</i>
Family	<i>Mallomonadaceae</i>	<i>Mallomonadaceae</i>
Genus, Species	<i>Synura petersenii</i>	<i>Synura asmundiae</i>

Как видно из табл. 3.2.2.4, кластер содержит организмы, близкие по таксономическому положению до рода *Synura*. Сравнительный анализ сапробностей организмов из списков разных авторов (табл. 3.2.2.5) показал совпадение *b*-мезосапробности для организма *Synura petersenii*. Таким образом, вид *Synura asmundiae* для озёр Верхний и Нижний Кабан может рассматриваться как *b*-индикатор с вероятностью 100 %.

Таблица 3.2.2.5

Сапробность гидробионтов из списков разных авторов

Виды	Сапробность В. Сладечек	Сапробность С. Баринава	Сапробность по кластеризации
<i>Synura petersenii</i>	<i>b</i>	<i>b</i>	-
<i>Synura asmundiae</i>	-	-	<i>b</i>

Synura - род водорослей из класса *Synurophyceae*, образующий сферические колонии со жгутиками, обращенными наружу. Клетки с двумя хлоропластами покрыты плоскими чешуйками. *Synura* входит в состав планктона чистых или слабозагрязненных пресноводных водоемов (Leadbeater, 1990; Linne von Berg et al., 2004; Streble, Krauter, 2006).

3.2.3. Филогенетический анализ 18S рРНК Bacillariophyceae *Ochrophyta – Bacillariophyta – Bacillariophyceae*

Bacillariophyceae – основной класс пеннатных диатомовых водорослей (Williams, Kociolek, 2007).

Обобщённое филогенетическое дерево по маркерному гену *18S рРНК Bacillariophyceae* приведено на рис. 3.2.3.1. Бутстреп-значения приведены рядом с узлами дерева.

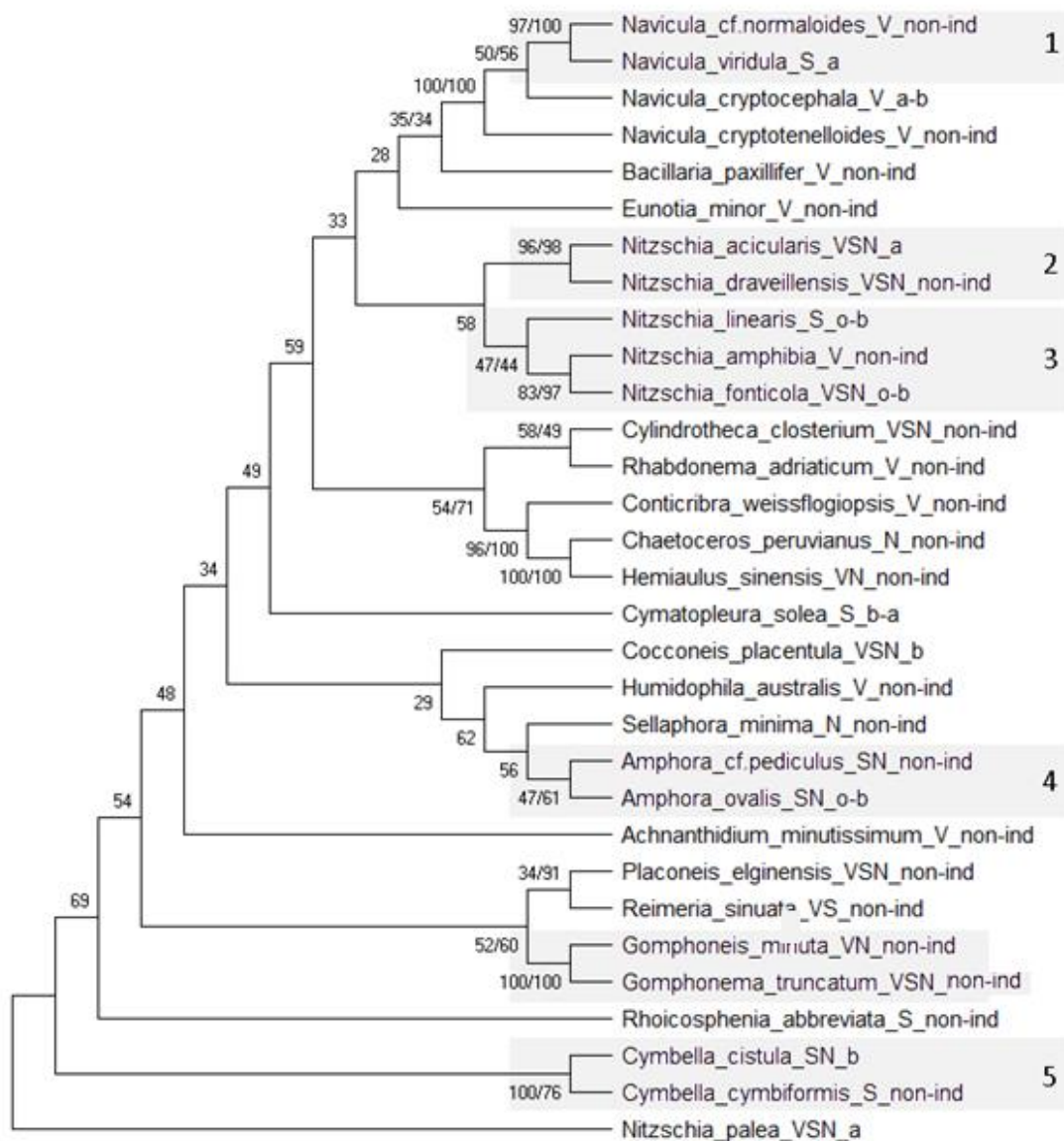


Рис. 3.2.3.1. Обобщённое филогенетическое дерево по маркерному гену *18S рРНК Bacillariophyceae*

Как видно из рис. 3.2.3.1, на обобщённом молекулярно-филогенетическом дереве выявлено 5 кластеров с высоким бутстреп-значением, содержащих индикаторные виды гидробионтов разных зон сапробности и виды, не имевшие ранее статус индикаторных:

Кластер 1: вид *Navicula viridula* – *a*-индикатор – сгруппирован с неиндикаторным видом *Navicula cf.normaloides* с высоким бутстреп-значением 100 %. В табл. 3.2.3.1 приведено таксономическое положение сгруппированных организмов.

Таблица 3.2.3.1

Таксономическое положение сгруппированных гидробионтов

Таксономия	Виды-индикаторы	Виды-неиндикаторы
Domain	<i>Eukaryota</i>	<i>Eukaryota</i>
Phylum	<i>Ochrophyta</i>	<i>Ochrophyta</i>
Class	<i>Bacillariophyceae</i>	<i>Bacillariophyceae</i>
Order	<i>Naviculales</i>	<i>Naviculales</i>
Family	<i>Naviculaceae</i>	<i>Naviculaceae</i>
Genus, Species	<i>Navicula viridula</i>	<i>Navicula cf.normaloides</i>

Как видно из табл. 3.2.3.1, кластер содержит организмы, близкие по таксономическому положению до рода *Navicula*. Сравнительный анализ сапробностей организмов из списков разных авторов (табл. 3.2.3.2) показал *a*-сапробную индикаторную значимость по В. Сладечку и близкую индикаторную значимость *b-a*-мезосапробную – по С. Бариновой для организма *Navicula viridula*. Таким образом, вид *Navicula cf.normaloides* для озера Верхний Кабан может рассматриваться как индикатор *a*-мезосапробности с вероятностью 100 %.

Таблица 3.2.3.2

Сапробность гидробионтов из списков разных авторов

Виды	Сапробность В. Сладечек	Сапробность С. Баринава	Сапробность по кластеризации
<i>Navicula viridula</i>	<i>a</i>	<i>b-a</i>	-
<i>Navicula</i> <i>cf.normaloides</i>	-	-	<i>a</i>

Кластер 2: вид *Nitzschia acicularis* – *a*-индикатор – сгруппирован с неиндикаторным видом *Nitzschia draveillensis* с высоким бутстреп-значением 98 %. В табл. 3.2.3.3 приведено таксономическое положение сгруппированных организмов.

Таблица 3.2.3.3

Таксономическое положение сгруппированных гидробионтов

Таксономия	Виды-индикаторы	Виды-неиндикаторы
Domain	<i>Eukaryota</i>	<i>Eukaryota</i>
Phylum	<i>Ochrophyta</i>	<i>Ochrophyta</i>
Class	<i>Bacillariophyceae</i>	<i>Bacillariophyceae</i>
Order	<i>Bacillariales</i>	<i>Bacillariales</i>
Family	<i>Bacillariaceae</i>	<i>Bacillariaceae</i>
Genus, Species	<i>Nitzschia acicularis</i>	<i>Nitzschia draveillensis</i>

Как видно из табл. 3.2.3.3, кластер содержит организмы, близкие по таксономическому положению до рода *Nitzschia*. Сравнительный анализ сапробностей организмов из списков разных авторов (табл. 3.2.3.4) показал *a*-сапробную индикаторную значимость по В. Сладечеку и близкую по значению *b-a*-сапробную – по С. Бариновой для организма *Nitzschia acicularis*. Таким образом, вид *Nitzschia draveillensis* для трёх озёр Кабан может рассматриваться как индикатор *a*-мезосапробности с вероятностью 98 %.

Таблица 3.2.3.4

Сапробность гидробионтов из списков разных авторов

Виды	Сапробность В. Сладечек	Сапробность С. Баринава	Сапробность по кластеризации
<i>Nitzschia acicularis</i>	<i>a</i>	<i>a-b</i>	-
<i>Nitzschia draveillensis</i>	-	-	<i>a</i>

Кластер 3: виды *Nitzschia linearis* и *Nitzschia fonticola* – *o-b*-индикаторы – сгруппированы с неиндикаторным видом *Nitzschia amphibia* с высоким бутстреп-значением 97 %. В табл. 3.2.3.5 приведено таксономическое положение сгруппированных организмов.

Таблица 3.2.3.5

Таксономическое положение сгруппированных гидробионтов

Таксономия	Виды-индикаторы	Виды-неиндикаторы
Domain	<i>Eukaryota</i>	<i>Eukaryota</i>
Phylum	<i>Ochrophyta</i>	<i>Ochrophyta</i>
Class	<i>Bacillariophyceae</i>	<i>Bacillariophyceae</i>
Order	<i>Bacillariales</i>	<i>Bacillariales</i>
Family	<i>Bacillariaceae</i>	<i>Bacillariaceae</i>
Genus, Species	<i>Nitzschia linearis</i>	<i>Nitzschia amphibia</i>
	<i>Nitzschia fonticola</i>	

Как видно из табл. 3.2.3.5, кластер содержит организмы, близкие по таксономическому положению до рода *Nitzschia*. Сравнительный анализ сапробностей организмов из списков разных авторов (табл. 3.2.3.6) показал *o-b*-сапробную индикаторную значимость по В. Сладечек и *o*-сапробную – по С. Бариновой для организмов *Nitzschia linearis* и *Nitzschia fonticola*. Таким образом, вид *Nitzschia*

amphibia для озера Верхний Кабан может рассматриваться как индикатор *o-b*-сапробности с вероятностью 97 %.

Таблица 3.2.3.6

Сапробность гидробионтов из списков разных авторов

Виды	Сапробность В. Сладечек	Сапробность С. Баринаова	Сапробность по кластеризации
<i>Nitzschia linearis</i>	<i>o-b</i>	<i>o</i>	-
<i>Nitzschia fonticola</i>	<i>o-b</i>	<i>o</i>	-
<i>Nitzschia amphibia</i>	-	<i>o</i>	<i>o-b</i>

Кластер 4: вид *Amphora ovalis* – *o-b*-индикатор – сгруппирован с неиндикаторным видом *Amphora cf.pediculus* с бутстреп-значением 61 %. В табл. 3.2.3.7 приведено таксономическое положение сгруппированных организмов.

Таблица 3.2.3.7

Таксономическое положение сгруппированных гидробионтов

Таксономия	Виды-индикаторы	Виды-неиндикаторы
Domain	<i>Eukaryota</i>	<i>Eukaryota</i>
Phylum	<i>Ochrophyta</i>	<i>Ochrophyta</i>
Class	<i>Bacillariophyceae</i>	<i>Bacillariophyceae</i>
Order	<i>Thalassiosiphales</i>	<i>Thalassiosiphales</i>
Family	<i>Catenulaceae</i>	<i>Catenulaceae</i>
Genus, Species	<i>Amphora ovalis</i>	<i>Amphora cf.pediculus</i>

Как видно из табл. 3.2.3.7, кластер содержит организмы, близкие по таксономическому положению до рода *Amphora*. Сравнительный анализ сапробностей организмов из списков разных авторов (табл. 3.2.3.8) показал совпадение сапробностей для организма *Amphora ovalis* – индикатора *o-b*-сапробности. Таким образом, вид *Amphora [cf.] pediculus* для озёр Средний Кабан и Нижний Кабан может рассматриваться как индикатор *o-b*-сапробности с вероятностью 61 %.

Таблица 3.2.3.8

Сапробность гидробионтов из списков разных авторов

Виды	Сапробность В. Сладечек	Сапробность С. Баринава	Сапробность по кластеризации
<i>Amphora ovalis</i>	<i>o-b</i>	<i>o-b</i>	-
<i>Amphora [cf.] pediculus</i>	-	<i>o-b</i>	<i>o-b</i>

Кластер 5: вид *Cymbella cistula* – *b*-индикатор – сгруппирован с неиндикаторным видом *Cymbella cymbiformis* с высоким бутстреп-значением 100 %. В табл. 3.2.3.9 приведено таксономическое положение сгруппированных организмов.

Таблица 3.2.3.9

Таксономическое положение сгруппированных гидробионтов

Таксономия	Виды-индикаторы	Виды-неиндикаторы
Domain	<i>Eukaryota</i>	<i>Eukaryota</i>
Phylum	<i>Ochrophyta</i>	<i>Ochrophyta</i>
Class	<i>Bacillariophyceae</i>	<i>Bacillariophyceae</i>
Order	<i>Cymbellales</i>	<i>Cymbellales</i>
Family	<i>Cymbellaceae</i>	<i>Cymbellaceae</i>
Genus, Species	<i>Cymbella cistula</i>	<i>Cymbella cymbiformis</i>

Как видно из табл. 3.2.3.9, кластер содержит организмы, близкие по таксономическому положению до семейства *Cymbellaceae* порядка *Cymbellales*. Сравнительный анализ сапробностей организмов из списков разных авторов (табл. 3.2.3.10) показал *b*-мезосапробную индикаторную значимость по В. Сладечку и *o-b*-сапробную – по С. Бариновой для организма *Cymbella cistula*. Таким образом, вид *Cymbella cymbiformis* для озера Средний Кабан может рассматриваться как индикатор *b*-мезосапробности с вероятностью 100 %.

Сапробность гидробионтов из списков разных авторов

Виды	Сапробность В. Сладечек	Сапробность С. Баринава	Сапробность по кластеризации
<i>Cymbella cistula</i>	<i>b</i>	<i>o-b</i>	-
<i>Cymbella cymbiformis</i>	-	-	<i>b</i>

Как видно из вышеприведенного анализа, кластеры содержат организмы, близкие по таксономическому положению до рода *Navicula* (табл. 3.2.3.1), рода *Amphora* (табл. 3.2.3.7) и порядка *Cymbellales* (табл. 3.2.3.9), рода *Nitzschia* (3.2.3.3, 3.2.3.5):

- *Navicula* - один из крупнейших родов диатомовых водорослей, насчитывающий более 1200 видов. Клетки имеют форму лодочки, что отображено в названии рода («маленький корабль»). Входят в планктон в виде отдельных клеток или длинных нитей. *Navicula* известны своей способностью ползать друг по другу и по твердым поверхностям. Считается, что это обеспечивается пояском цитоплазмы снаружи капсулы, действующим как гусеница танка (Umemura et al., 2013).

- *Amphora* - один из крупнейших родов диатомовых водорослей, насчитывающий более 1000 видов. Виды *Amphora* крайне разнообразны, общим признаком служит одна створка, более крупная, чем вторая. Встречаются как в пресной, так и в морской воде в составе планктона либо бентоса (Lee, Round, 1987).

- *Cymbellales* - один из порядков диатомовых класса *Bacillariophyceae*, включающий 4 семейства, в том числе и *Cymbellaceae* и *Gomphonemataceae*. Один из родов – *Cymbella* – включает около 850 видов (Guiry M., Guiry G., 2021).

- *Nitzschia* – род пеннатных диатомовых водорослей. Род включает несколько ядовитых видов, выделяющих нейротоксин –

домоевую кислоту – вызывающий амнестическое отравление моллюсками у человека. *Nitzschia* преобладают в холодных полярных водах при температурах до -4° С – -6° С (Aletsee, Jahnke, 1992).

3.2.4. Филогенетический анализ 18S рРНК *Coscinodiscophyceae*

Ochrophyta – Bacillariophyta – Coscinodiscophyceae

Coscinodiscophyceae – класс диатомовых водорослей, выделенный вместо традиционного парафилетического порядка *Centrales*. Порядок назван по круглой или эллипсоидной форме створок. У некоторых *Coscinodiscophyceae* есть шипы на створках, которые могут способствовать парению в воде или мешать поеданию зоопланктоном (Williams, Kocielek, 2007).

Обобщённое филогенетическое дерево по маркерному гену 18S рРНК *Coscinodiscophyceae* приведено на рис. 3.2.4.1. Бутстреп-значения приведены рядом с узлами дерева.

Как видно из рис. 3.2.4.1, на обобщённом молекулярно-филогенетическом дереве выявлен 1 кластер: вид *Stephanodiscus hantzschii* – *a*-индикатор – сгруппирован с неиндикаторным видом *Stephanodiscus parvus* с высоким бутстреп-значением 75 %. В табл. 3.2.4.1 приведено таксономическое положение сгруппированных организмов.

Таблица 3.2.4.1

Таксономическое положение сгруппированных гидробионтов

Таксономия	Виды-индикаторы	Виды-неиндикаторы
Domain	<i>Eukaryota</i>	<i>Eukaryota</i>
Phylum	<i>Ochrophyta</i>	<i>Ochrophyta</i>
Class	<i>Coscinodiscophyceae</i>	<i>Coscinodiscophyceae</i>
Order	<i>Thallasiosirales</i>	<i>Thallasiosirales</i>
Family	<i>Stephanodiscaceae</i>	<i>Stephanodiscaceae</i>
Genus, Species	<i>Stephanodiscus hantzschii</i>	<i>Stephanodiscus parvus</i>

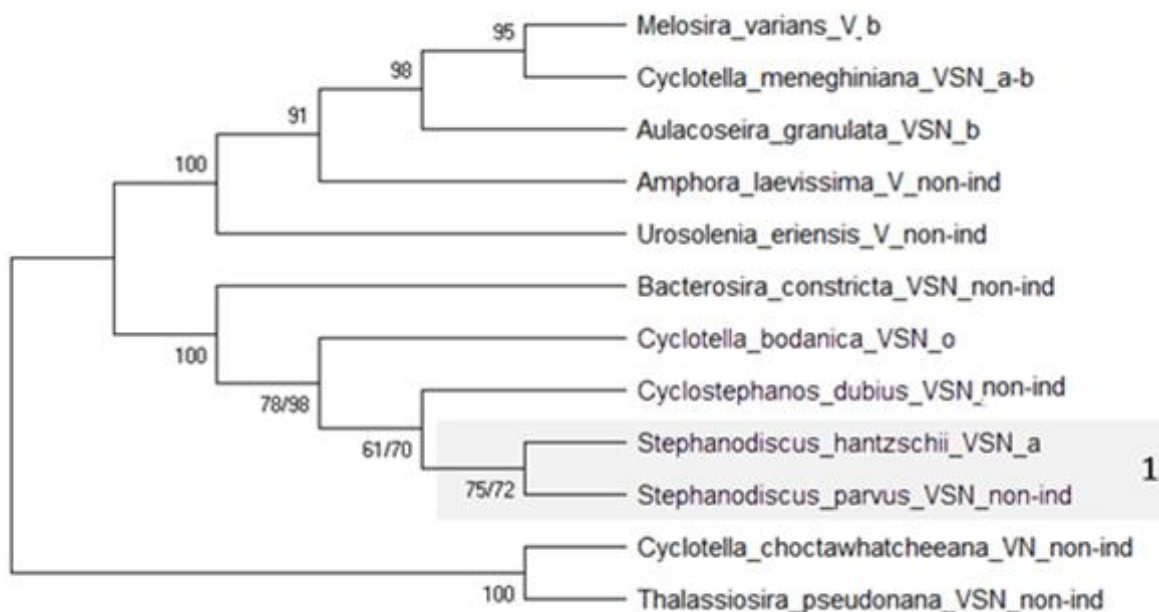


Рис 3.2.4.1. Обобщённое филогенетическое дерево по маркерному гену *18S рPHK Coscinodiscophyceae*

Как видно из табл. 3.2.4.1, кластер содержит организмы, близкие по таксономическому положению до рода *Stephanodiscus*. Сравнительный анализ сапробностей организмов из списков разных авторов (табл. 3.2.4.2) показал, что вид *Stephanodiscus hantzschii* имеет *a*-мезосапробность только у В. Сладечека. Таким образом, вид *Stephanodiscus parvus* для трёх озёр Кабан может рассматриваться как индикатор *a*-мезосапробности с вероятностью 75 %.

Таблица 3.2.4.2

Сапробность гидробионтов из списков разных авторов

Виды	Сапробность В. Сладечек	Сапробность С. Баринава	Сапробность по кластеризации
<i>Stephanodiscus hantzschii</i>	<i>a</i>	-	-
<i>Stephanodiscus parvus</i>	-	-	<i>a</i>

Stephanodiscus - один из самых разнообразных и распространённых родов планктонных диатомовых водорослей в Северной Америке и в северном полушарии в целом. *Stephanodiscus* - постоянно колониальные, характерные только для чистых вод, либо одноклеточные водоросли, способные временно собираться в длинные нити и выживать даже в сильно загрязнённых водоёмах (Stoermer, Julius, 2003).

3.2.5 Филогенетический анализ 18S рРНК Fragillariophyceae *Ochrophyta – Bacillariophyta – Fragillariophyceae*

Fragillariophyceae - класс пеннатных диатомовых водорослей, характеризующихся отсутствием шва панциря (Williams, Kociolek, 2007).

Обобщённое филогенетическое дерево по маркерному гену 18S рРНК *Fragillariophyceae* приведено на рис. 3.2.5.1. Бутстреп-значения приведены рядом с узлами дерева.

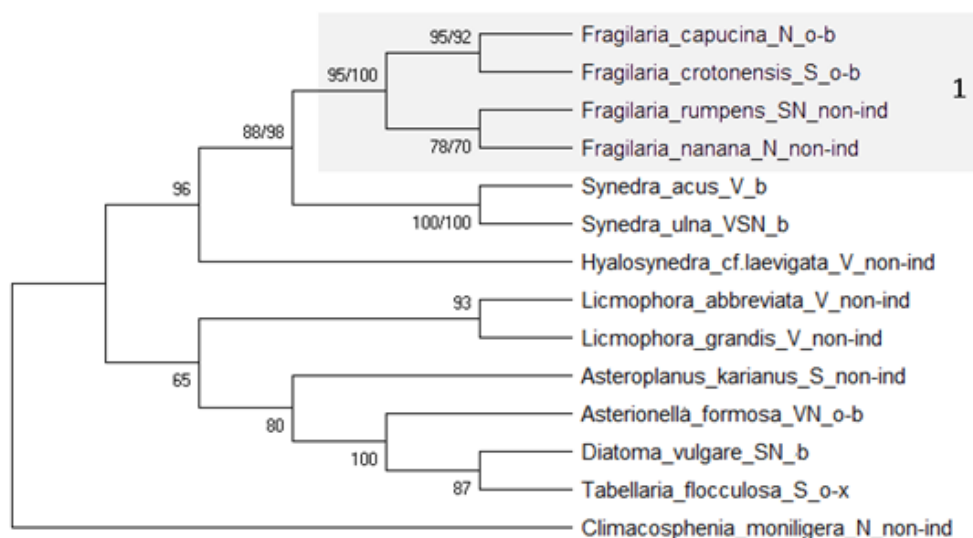


Рис 3.2.5.1. Обобщённое филогенетическое дерево по маркерному гену 18S рРНК *Fragillariophyceae*

Как видно из рис. 3.2.5.1, на обобщённом молекулярно-филогенетическом дереве выявлен 1 кластер: виды *Fragilaria capucina* и *Fragilaria crotonensis* – *o-b*-индикаторы – сгруппированы с неиндикаторными видами *Fragilaria rumpens* и *Fragilaria nanana* с высоким бутстреп-значением 100 %. В табл. 3.2.5.1 приведено таксономическое положение сгруппированных организмов.

Таблица 3.2.5.1

Таксономическое положение сгруппированных гидробионтов

Таксономия	Виды-индикаторы	Виды-неиндикаторы
Domain	<i>Eukaryota</i>	<i>Eukaryota</i>
Phylum	<i>Ochrophyta</i>	<i>Ochrophyta</i>
Class	<i>Fragilariophyceae</i>	<i>Fragilariophyceae</i>
Order	<i>Fragilariales</i>	<i>Fragilariales</i>
Family	<i>Fragilariaceae</i>	<i>Fragilariaceae</i>
Genus, Species	<i>Fragilaria capucina</i>	<i>Fragilaria rumpens</i>
	<i>Fragilaria crotonensis</i>	<i>Fragilaria nanana</i>

Как видно из табл. 3.2.5.1, кластер содержит организмы, близкие по таксономическому положению до рода *Fragilaria*. Сравнительный анализ сапробностей организмов из списков разных авторов (табл. 3.2.5.2) показал совпадение сапробностей для организмов *Fragilaria capucina* и *Fragilaria crotonensis* – индикаторов *o-b*-сапробности. Таким образом, виды *Fragilaria rumpens* для озёр Средний Кабан и Нижний Кабан и *Fragilaria nanana* для озера Нижний Кабан могут рассматриваться как индикаторы *o-b*-сапробности с вероятностью 100 %.

Сапробность гидробионтов из списков разных авторов

Виды	Сапробность В. Сладечек	Сапробность С. Баринова	Сапробность по кластеризации
<i>Fragilaria capucina</i>	<i>o-b</i>	<i>o-b</i>	-
<i>Fragilaria crotonensis</i>	<i>o-b</i>	<i>o-b</i>	-
<i>Fragilaria rumpens</i>	-	<i>o</i>	<i>o-b</i>
<i>Fragilaria nanana</i>	-	-	<i>o-b</i>

Fragilaria – род пресноводных и морских колониальных диатомовых водорослей, соединенных расширенными центрами створок. *Fragilaria* могут быть как планктонными, так и бентосными, есть эпифитные формы. Некоторые виды вызывают цветения в загрязненных водах (Seckbach, Kociolek, 2011; Wehr et al., 2015).

3.2.6. Заключение по главе 3.2***Выявление видов-индикаторов по гену 18S рРНК Ochrophyta***

Сводная таблица с видами-биоиндикаторами по маркерному гену 18S рРНК Ochrophyta представлена ниже (табл.3.2.6.1). В таблице приведены 38 видов-индикаторов, из них 12 видов-новых биоиндикаторов, выявленных по кластеризации (в скобках приведено количество биоиндикаторов по кластеризации с подчеркиванием видов):

- 24 биоиндикатора озера Верхний Кабан, в том числе 8 видов-индикаторов, выявленных по кластеризации:

o-сапробности – 1 вид:

Cyclotella bodanica

o-b-сапробности – 3 (1) вида:

Asterionella Formosa

Nitzschia amphibia

Nitzschia fonticola

b-o-сапробности – 2 (1) вида:

Synura spinosa

Synura mammilosa

b-мезосапробности – 10 (3) видов:

Aulacoseira granulata

Dinobryon pediforme

Cocconeis placentula

Mallomonas striata

Dinobryon divergens

Synura asmundiae

Melosira varians

Synedra acus

Synura petersenii

Synedra ulna

a-b-мезосапробности – 1 вид:

Cyclotella meneghiniana

a-мезосапробности – 7 (3) видов:

Nitzschia acicularis

Navicula cf. normaloides

Navicula cryptocephala

Nitzschia draveillensis

Nitzschia palea

Stephanodiscus parvus

Stephanodiscus hantzschii

• 24 биоиндикатора озера Средний Кабан, в том числе 6 видов-индикаторов, выявленных по кластеризации:

o-x-сапробности – 1 вид:

Tabellaria flocculosa

o-сапробности – 1 вид:

Cyclotella bodanica

o-b-сапробности – 6 (2) видов:

<i>Amphora ovalis</i>	<u><i>Amphora cf. pediculus</i></u>
<i>Flagilaria crotonensis</i>	<u><i>Flagilaria rumpens</i></u>
<i>Nitzschia fonticola</i>	
<i>Nitzschia linearis</i>	

b-мезосапробности – 8 (2) видов:

<i>Aulacoseira granulate</i>	<u><i>Mallomonas striata</i></u>
<i>Cocconeis placentula</i>	<u><i>Cymbella cymbiformis</i></u>
<i>Cymbella cistula</i>	
<i>Diatoma vulgare</i>	
<i>Mallomonas tonsurata</i>	
<i>Synedra ulna</i>	

b-a-мезосапробности – 1 вид:

Cymatopleura solea

a-b-мезосапробности – 1 вид:

Cyclotella meneghiniana

a-мезосапробности – 6 (2) видов:

<i>Navicula viridula</i>	<u><i>Nitzschia draveillensis</i></u>
<i>Nitzschia acicularis</i>	<u><i>Stephanodiscus parvus</i></u>
<i>Nitzschia palea</i>	
<i>Stephanodiscus hantzschii</i>	

• 21 биоиндикатора озера Нижний Кабан, в том числе 5 видов-индикаторов, выявленных по кластеризации:

o-сапробности – 1 вид:

Cyclotella bodanica

o-b-сапробности – 7 (3) видов:

<i>Amphora ovalis</i>	<u><i>Amphora cf. pediculus</i></u>
<i>Asterionella Formosa</i>	<u><i>Flagilaria nanana</i></u>
<i>Flagilaria capucina</i>	<u><i>Flagilaria rumpens</i></u>
<i>Nitzschia fonticola</i>	

b-мезосапробности – 7 видов (1):

<i>Aulacoseira granulate</i>	<u><i>Synura petersenii</i></u>
<i>Cocconeis placentula</i>	
<i>Cymbella cistula</i>	
<i>Diatoma vulgare</i>	
<i>Dinobryon divergens</i>	
<i>Synedra ulna</i>	

a-b-мезосапробности – 1 вид:

Cyclotella meneghiniana

a-мезосапробности – 5 (2) видов:

<i>Nitzschia acicularis</i>	<u><i>Nitzschia draveillensis</i></u>
<i>Nitzschia palea</i>	<u><i>Stephanodiscus parvus</i></u>
<i>Stephanodiscus hantzschii</i>	

Таблица 3.2.6.1

Биоиндикаторы озёр Кабан по маркерному гену *18S рРНК Ochrophyta*

Царство	Тип/Отдел	Класс	Отряд/Порядок	Семейство	Вид	Озёра Кабан			Сапробность В. Сладечек	Сапробность по кластеризации
					<i>18S рРНК Chrysophyceae</i>					
Chromista	Ochrophyta	Chrysophyceae	Chromulinales	Dinobryaceae	<i>Dinobryon divergens</i>	Верхний		Нижний	b	
Chromista	Ochrophyta	Chrysophyceae	Chromulinales	Dinobryaceae	<i>Dinobryon pediforme</i>	Верхний				b
					<i>18S рРНК Synurophyceae</i>					
Chromista	Ochrophyta	Synurophyceae	Synurales	Mallomonadaceae	<i>Synura spinosa</i>	Верхний			b-o	
Chromista	Ochrophyta	Synurophyceae	Synurales	Mallomonadaceae	<i>Synura mammilosa</i>	Верхний				b-o
Chromista	Ochrophyta	Synurophyceae	Synurales	Mallomonadaceae	<i>Synura petersenii</i>	Верхний			b	
Chromista	Ochrophyta	Synurophyceae	Synurales	Mallomonadaceae	<i>Synura asmundiae</i>	Верхний		Нижний		b
Chromista	Ochrophyta	Synurophyceae	Synurales	Mallomonadaceae	<i>Mallomonas tonsurata</i>		Средний		b	
Chromista	Ochrophyta	Synurophyceae	Synurales	Mallomonadaceae	<i>Mallomonas striata</i>	Верхний	Средний			b
					<i>18S рРНК Bacillariophyceae</i>					
Chromista	Ochrophyta	Bacillariophyceae	Naviculales	Naviculaceae	<i>Navicula viridula</i>		Средний		a	
Chromista	Ochrophyta	Bacillariophyceae	Naviculales	Naviculaceae	<i>Navicula cf. normaloides</i>	Верхний				a
Chromista	Ochrophyta	Bacillariophyceae	Bacillariales	Bacillariaceae	<i>Nitzschia acicularis</i>	Верхний	Средний	Нижний	a	
Chromista	Ochrophyta	Bacillariophyceae	Bacillariales	Bacillariaceae	<i>Nitzschia draveillensis</i>	Верхний	Средний	Нижний		a

Царство	Тип/Отдел	Класс	Отряд/Порядок	Семейство	Вид	Озёра Кабан			Сапробность В. Сладечек	Сапробность по кластеризации
Chromista	Ochrophyta	Bacillariophyceae	Naviculales	Naviculaceae	<i>Navicula cryptocephala</i>	Верхний			a	
Chromista	Ochrophyta	Bacillariophyceae	Surirellales	Surirellaceae	<i>Cymatopleura solea</i>		Средний		b-a	
Chromista	Ochrophyta	Bacillariophyceae	Cocconeidales	Cocconeidaceae	<i>Cocconeis placentula</i>	Верхний	Средний	Нижний	b	
Chromista	Ochrophyta	Bacillariophyceae	Bacillariales	Bacillariaceae	<i>Nitzschia palea</i>	Верхний	Средний	Нижний	a	
Chromista	Ochrophyta	Bacillariophyceae	Bacillariales	Bacillariaceae	<i>Nitzschia linearis</i>		Средний		o-b	
Chromista	Ochrophyta	Bacillariophyceae	Bacillariales	Bacillariaceae	<i>Nitzschia fonticola</i>	Верхний	Средний	Нижний	o-b	
Chromista	Ochrophyta	Bacillariophyceae	Bacillariales	Bacillariaceae	<i>Nitzschia amphibia</i>	Верхний				o-b
Chromista	Ochrophyta	Bacillariophyceae	Thalassiosiphysales	Catenulaceae	<i>Amphora ovalis</i>		Средний	Нижний	o-b	
Chromista	Ochrophyta	Bacillariophyceae	Thalassiosiphysales	Catenulaceae	<i>Amphora cf. pediculus</i>		Средний	Нижний		o-b
Chromista	Ochrophyta	Bacillariophyceae	Cymbellales	Cymbellaceae	<i>Cymbella cistula</i>		Средний	Нижний	b	
Chromista	Ochrophyta	Bacillariophyceae	Cymbellales	Cymbellaceae	<i>Cymbella cymbiformis</i>		Средний			b
					<i>18S pPHK Coscinodiscophyceae</i>					
Chromista	Ochrophyta	Coscinodiscophyceae	Thalassiosirales	Stephanodiscaceae	<i>Stephanodiscus hantzschii</i>	Верхний	Средний	Нижний	a	
Chromista	Ochrophyta	Coscinodiscophyceae	Thalassiosirales	Stephanodiscaceae	<i>Stephanodiscus parvus</i>	Верхний	Средний	Нижний		a
Chromista	Ochrophyta	Coscinodiscophyceae	Melosirales	Melosiraceae	<i>Melosira varians</i>	Верхний			b	
Chromista	Ochrophyta	Coscinodiscophyceae	Thalassiosirales	Stephanodiscaceae	<i>Cyclotella meneghiniana</i>	Верхний	Средний	Нижний	a-b	
Chromista	Ochrophyta	Coscinodiscophyceae	Aulacoseirales	Aulacoseiraceae	<i>Aulacoseira granulata</i>	Верхний	Средний	Нижний	b	
Chromista	Ochrophyta	Coscinodiscophyceae	Thalassiosirales	Stephanodiscaceae	<i>Cyclotella bodanica</i>	Верхний	Средний	Нижний	o	
					<i>18S pPHK Fragillariophyceae</i>					
Chromista	Ochrophyta	Fragillariophyceae	Fragilariales	Fragillariaceae	<i>Synedra acus</i>	Верхний			b	

Царство	Тип/Отдел	Класс	Отряд/Порядок	Семейство	Вид	Озёра Кабан			Сапробность В. Сладечек	Сапробность по кластеризации
						Верхний	Средний	Нижний		
<i>Chromista</i>	<i>Ochrophyta</i>	<i>Fragilariophyceae</i>	<i>Licmophorales</i>	<i>Ulnariaceae</i>	<i>Synedra ulna</i> [<i>Ulnaria ulna</i>]	Верхний	Средний	Нижний	b	
<i>Chromista</i>	<i>Ochrophyta</i>	<i>Fragilariophyceae</i>	<i>Fragilariales</i>	<i>Fragilariaceae</i>	<i>Asterionella formosa</i>	Верхний		Нижний	o-b	
<i>Chromista</i>	<i>Ochrophyta</i>	<i>Fragilariophyceae</i>	<i>Fragilariales</i>	<i>Fragilariaceae</i>	<i>Diatoma vulgare</i>		Средний	Нижний	b	
<i>Chromista</i>	<i>Ochrophyta</i>	<i>Fragilariophyceae</i>	<i>Tabellariales</i>	<i>Tabellariaceae</i>	<i>Tabellaria flocculosa</i>		Средний		o-x	
<i>Chromista</i>	<i>Ochrophyta</i>	<i>Fragilariophyceae</i>	<i>Fragilariales</i>	<i>Fragilariaceae</i>	<i>Flagilaria capucina</i>			Нижний	o-b	
<i>Chromista</i>	<i>Ochrophyta</i>	<i>Fragilariophyceae</i>	<i>Fragilariales</i>	<i>Fragilariaceae</i>	<i>Flagilaria crotonensis</i>		Средний		o-b	
<i>Chromista</i>	<i>Ochrophyta</i>	<i>Fragilariophyceae</i>	<i>Fragilariales</i>	<i>Fragilariaceae</i>	<i>Flagilaria rumpens</i>		Средний	Нижний		o-b
<i>Chromista</i>	<i>Ochrophyta</i>	<i>Fragilariophyceae</i>	<i>Fragilariales</i>	<i>Fragilariaceae</i>	<i>Flagilaria nanana</i>			Нижний		o-b

3.3. Выявление видов-индикаторов по гену 18S рРНК Cryptophyceae

Cryptophyceae - класс одноклеточных эукариотических фотосинтезирующих организмов, включающий около 165 видов. *Cryptophyceae* обитают как в морских, так и в пресных водах, могут вызывать цветение воды. *Cryptophyceae* - планктонные организмы, устойчивые к загрязнению, встречаются даже в сточных водах. По сравнению с другими водорослями, *Cryptophyceae* чрезвычайно чувствительны к избыточному освещению, поэтому они часто формируют глубоководные популяции в чистых олиготрофных озёрах. *Cryptophyceae* нередко совершают суточные миграции в вертикальном направлении с амплитудой менее 5 м. *Cryptophyceae* имеют большое значение в круговороте кислорода, углерода, азота и фосфора в водоёмах, в синтезе органики из минеральных веществ, служат пищей для различных представителей зоопланктона, которым, в свою очередь, питаются рыбы. Ветвистоусые рачки интенсивно питаются *Cryptophyceae* в эвтрофных прудах в зимнее время. Однако цветение воды в прудах, обусловленное *Cryptophyceae*, приводило к массовой гибели сомов (Громов, Гаврилова, 2000; Белякова и др., 2006).

Обобщённое филогенетическое дерево по маркерному гену 18S рРНК *Cryptophyceae* приведено на рис. 3.3.1. Бутстреп-значения приведены рядом с узлами дерева.

Как видно из рис. 3.3.1, на обобщённом молекулярно-филогенетическом дереве выявлено 2 кластера с высоким бутстреп-значением, содержащих индикаторные виды гидробионтов разных зон сапробности и виды, не имевшие ранее статус индикаторных:

Кластер 1: вид *Cryptomonas curvata* – *b*-индикатор – сгруппирован с неиндикаторными видами *Cryptomonas ozolini* и *Cryptomonas pyrenoidifera* с высоким бутстреп-значением 100 %. В табл. 3.3.1 приведено таксономическое положение сгруппированных организмов.

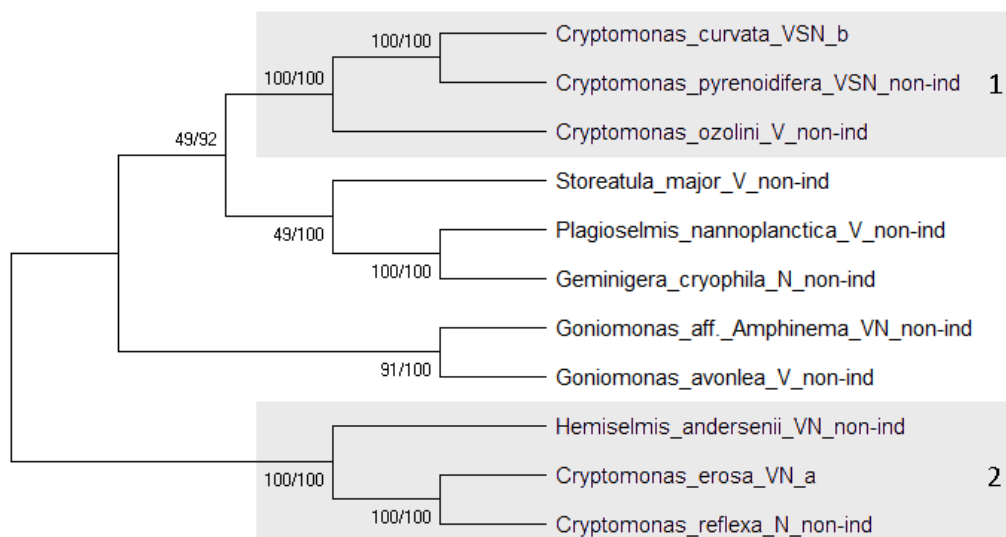


Рис. 3.3.1. Обобщённое филогенетическое дерево по маркерному гену *18S pPHK Cryptophyceae*

Таблица 3.3.1

Таксономическое положение сгруппированных гидробионтов

Таксономия	Виды-индикаторы	Виды-неиндикаторы
Domain	<i>Eukaryota</i>	<i>Eukaryota</i>
Kingdom	<i>Chromista</i>	<i>Chromista</i>
Phylum	<i>Cryptophyta</i>	<i>Cryptophyta</i>
Class	<i>Cryptophyceae</i>	<i>Cryptophyceae</i>
Order	<i>Cryptomonadales</i>	<i>Cryptomonadales</i>
Family	<i>Cryptomonadaceae</i>	<i>Cryptomonadaceae</i>
Genus, Species	<i>Cryptomonas curvata</i>	<i>Cryptomonas ozolini</i>
		<i>Cryptomonas pyrenoidifera</i>

Как видно из табл. 3.3.1, кластер содержит организмы, близкие по таксономическому положению до рода *Cryptomonas*. Сравнительный анализ сапробностей организмов из списков разных авторов (табл. 3.3.2) показал близкие к *o-b*-сапробности значения. Таким образом, вид *Cryptomonas ozolini* для озера Верхний Кабан может рассматриваться как индикатор *b*-мезосапробности и вид *Cryptomonas pyrenoidifera* для трёх озер Кабан может

рассматриваться как индикатор *o-b*-мезосапробности по списку С. Бариновой с соавт. с вероятностью 100 %.

Таблица 3.3.2

Сапробность гидробионтов из списков разных авторов

Виды	Сапробность В. Сладечек	Сапробность С. Баринова	Сапробность по кластеризации
<i>Cryptomonas curvata</i>	<i>b</i>	<i>b-o</i>	-
<i>Cryptomonas ozolini</i>	-	-	<i>b</i>
<i>Cryptomonas pyrenoidifera</i>	-	<i>o-b</i>	<i>o-b</i>

Кластер 2: вид *Cryptomonas erosa* – *a*-индикатор – сгруппирован с неиндикаторными видами *Cryptomonas reflexa* и *Hemiselmis andersenii* с высоким бутстреп-значением 100 %. В табл. 3.3.3 приведено таксономическое положение сгруппированных организмов.

Таблица 3.3.3

Таксономическое положение сгруппированных гидробионтов

Таксономия	Виды-индикаторы	Виды-неиндикаторы
Domain	<i>Eukaryota</i>	<i>Eukaryota</i>
Kingdom	<i>Chromista</i>	<i>Chromista</i>
Phylum	<i>Cryptophyta</i>	<i>Cryptophyta</i>
Class	<i>Cryptophyceae</i>	<i>Cryptophyceae</i>
Order	<i>Cryptomonadales</i>	<i>Cryptomonadales</i>
Family	<i>Cryptomonadaceae</i>	<i>Cryptomonadaceae</i>
Genus, Species	<i>Cryptomonas erosa</i>	<i>Cryptomonas reflexa</i>
Family		<i>Hemiselmidaceae</i>
Genus, Species		<i>Hemiselmis andersenii</i>

Как видно из табл. 3.3.3, кластер содержит организмы, близкие по таксономическому положению до порядка *Cryptomonadales*. Сравнительный анализ сапробностей организмов из списков разных авторов (табл. 3.3.4) показал близкие значения к *a*-мезосапробности для организма *Cryptomonas erosa*. Таким образом, виды *Cryptomonas reflexa* для озера Нижний Кабан и *Hemiselmis andersenii* для озер Верхний Кабан и Нижний Кабан могут рассматриваться как индикаторы *a*-мезосапробности с вероятностью 100 %.

Таблица 3.3.4

Сапробность гидробионтов из списков разных авторов

Виды	Сапробность В. Сладечек	Сапробность С. Баринаова	Сапробность по кластеризации
<i>Cryptomonas erosa</i>	<i>a</i>	<i>b-a</i>	-
<i>Cryptomonas reflexa</i>	-	<i>b-o</i>	<i>a</i>
<i>Hemiselmis andersenii</i>	-	-	<i>a</i>

Cryptomonas – род криптофициевых водорослей, распространенных в пресноводных средах обитания и солоноватой воде во всем мире, часто цветущих в глубоких озёрах. Они служат пищей для мелкого зоопланктона, который, в свою очередь, является пищей для мелких рыб на рыбоводных фермах. Многие виды *Cryptomonas* можно идентифицировать только путем секвенирования ДНК (Choi et al., 2013; Parfrey et al., 2011).

Hemiselmis - малоизученный род криптофициевых водорослей, встречающиеся во многих пресных и морских водоемах.

3.4. Выявление видов-индикаторов по гену *18S rPHK Dinophyceae*

Dinophyceae – класс одноклеточных организмов, включающий более 2500 видов, как пресноводных, так и морских. Кроме свободноживущих фотосинтезирующих организмов известны и бесцветные гетеротрофные и паразитические формы. Цветение *Dinophyceae*, известное как «красный прилив», вызывает гибель рыб и отравление моллюсков, истощение питательных ресурсов и кислорода (Хаусман и др., 2010).

Обобщённое филогенетическое дерево по маркерному гену *18S rPHK Dinophyceae* приведено на рис. 3.4.1. Бутстреп-значения приведены рядом с узлами дерева.

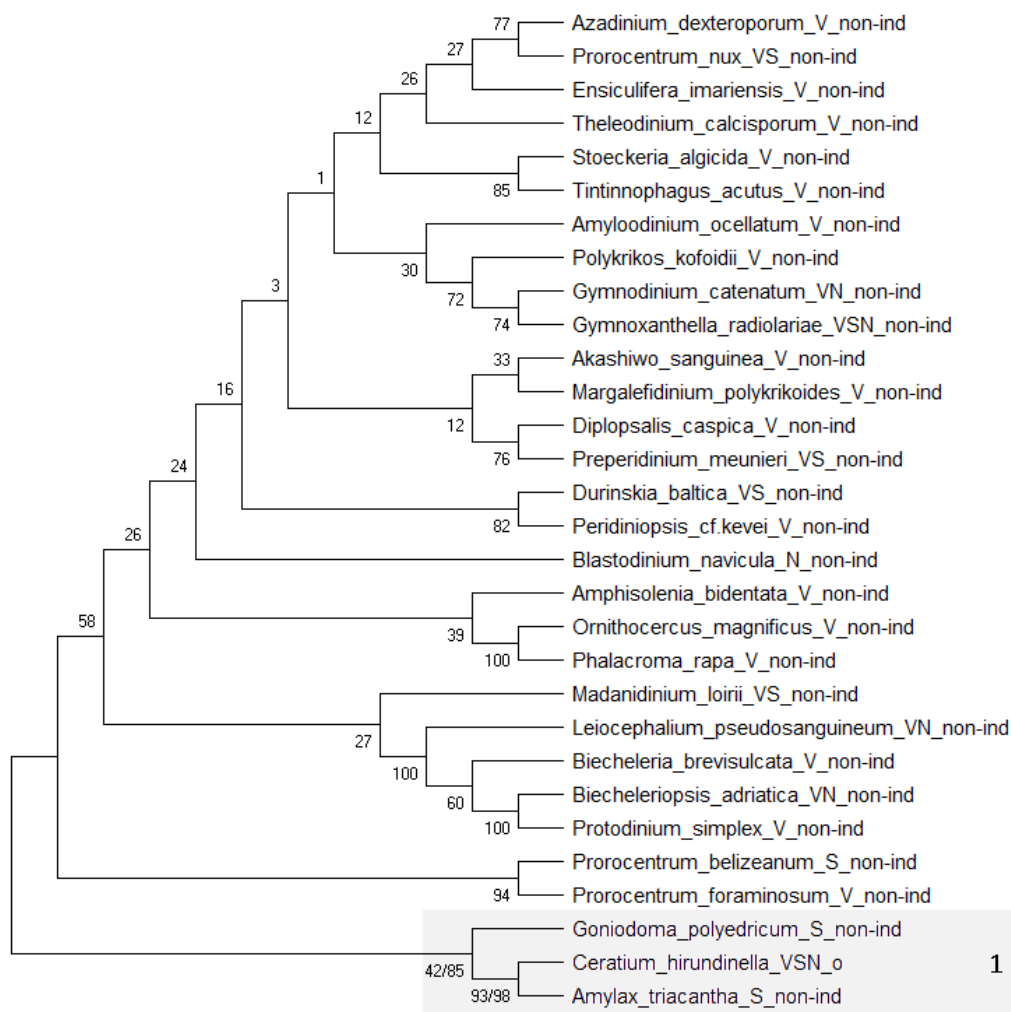


Рис. 3.4.1. Обобщённое филогенетическое дерево по маркерному гену *18S rPHK Dinophyceae*

Как видно из рис. 3.4.1, на обобщённом молекулярно-филогенетическом дереве выявлен 1 кластер: вид *Ceratium hirundinella* – *o*-индикатор – сгруппирован с неиндикаторными видами *Goniodoma polyedricum* и *Amylax triacantha* с высоким бутстреп-значением 85 %. В табл. 3.4.1 приведено таксономическое положение сгруппированных организмов.

Таблица 3.4.1

Таксономическое положение сгруппированных гидробионтов

Таксономия	Виды-индикаторы	Виды-неиндикаторы
Domain	<i>Eukaryota</i>	<i>Eukaryota</i>
Kingdom	<i>Chromista</i>	<i>Chromista</i>
Phylum	<i>Dinoflagellata</i>	<i>Dinoflagellata</i>
Class	<i>Dinophyceae</i>	<i>Dinophyceae</i>
Order	<i>Gonyaulacales</i>	<i>Gonyaulacales</i>
Family	<i>Ceratiaceae</i>	<i>Goniodomataceae</i>
Genus, Species	<i>Ceratium hirundinella</i>	<i>Goniodoma polyedricum</i>
Family		<i>Gonyaulaceae</i>
Genus, Species		<i>Amylax triacantha</i>

Как видно из табл. 3.4.1, кластер содержит организмы, близкие по таксономическому положению до порядка *Gonyaulacales*. Сравнительный анализ сапробностей организмов из списков разных авторов (табл. 3.4.2) показал совпадение сапробностей для организма *Ceratium hirundinella* как *o*-индикатор.

Таким образом, виды *Goniodoma polyedricum* и *Amylax triacantha* для озера Средний Кабан могут рассматриваться как индикаторы *o*-сапробности с вероятностью 85 %.

Сапробность гидробионтов из списков разных авторов

Виды	Сапробность В. Сладечек	Сапробность С. Баринава	Сапробность по кластеризации
<i>Ceratium hirundinella</i>	<i>o</i>	<i>o-b</i>	-
<i>Goniodoma polyedricum</i>	-	-	<i>o</i>
<i>Amylax triacantha</i>	-	-	<i>o</i>

3.5. Выявление видов-индикаторов по гену 18S рРНК *Euglenida* *Euglenozoa* – *Euglenida*

Euglenida или *Euglenophyceae* – класс протистов, объединяющий около 1000 одноклеточных, реже колониальных видов. *Euglenida* сочетают в себе признаки как растений, так и животных, поэтому их часто включают в систематику и тех, и других. Клетка содержит хлорофилл и на свету может питаться за счет процесса фотосинтеза. В темноте и при обилии органической пищи питается гетеротрофно путем фагоцитоза. Длительное пребывание в малоосвещённых местах приводит к разрушению хлоропластов и обесцвечиванию клеток.

Euglenida обитают в пресных водоёмах по всему миру, обычно в сильно загрязнённых и с большим количеством растворённых органических веществ. При обильном размножении *Euglenida* вода приобретает зелёный оттенок («цветение воды») (Попова, Сафронова, 1976; Алимов, 2000).

Обобщённое филогенетическое дерево по маркерному гену 18S рРНК *Euglenida* приведено на рис. 3.5.1. Бутстреп-значения приведены рядом с узлами дерева.

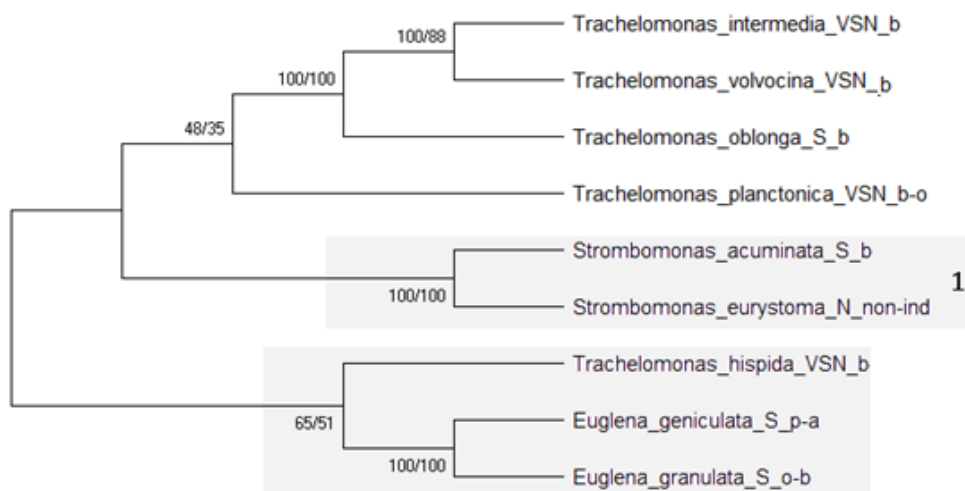


Рис. 3.5.1. Обобщённое филогенетическое дерево по маркерному гену *18S рРНК Euglenida*

Как видно из рис. 3.5.1, на обобщённом молекулярно-филогенетическом дереве выявлен 1 кластер: вид *Strombomonas acuminata* [*Trachelomonas conspersa*] – *b*-индикатор – сгруппирован с неиндикаторным видом *Strombomonas eurystoma* [*Trachelomonas eurystoma*] с высоким бутстреп-значением 100 %. В табл. 3.5.1 приведено таксономическое положение сгруппированных организмов.

Таблица 3.5.1

Таксономическое положение сгруппированных гидробионтов

Таксономия	Виды-индикаторы	Виды-неиндикаторы
Domain	<i>Eukaryota</i>	<i>Eukaryota</i>
Phylum	<i>Euglenozoa</i>	<i>Euglenozoa</i>
Class	<i>Euglenida</i>	<i>Euglenida</i>
Order	<i>Euglenales</i>	<i>Euglenales</i>
Family	<i>Euglenaceae</i>	<i>Euglenaceae</i>
Genus, Species	<i>Strombomonas acuminata</i> [<i>Trachelomonas conspersa</i>]	<i>Strombomonas eurystoma</i> [<i>Trachelomonas eurystoma</i>]

Как видно из табл. 3.5.1, кластер содержит организмы, близкие по таксономическому положению до рода *Strombomonas* семейства *Euglenaceae*. Сравнительный анализ сапробностей организмов из списков разных авторов (табл. 3.5.2) показал совпадение *b*-мезосапробностей для организма *Strombomonas acuminata* [*Trachelomonas conspersa*]. Таким образом, вид *Strombomonas eurystoma* [*Trachelomonas eurystoma*] для озера Нижний Кабан может рассматриваться как индикатор *b*-мезосапробности с вероятностью 100 %.

Таблица 3.5.2

Сапробность гидробионтов из списков разных авторов

Виды	Сапробность В. Сладечек	Сапробность С. Баринава	Сапробность по кластеризации
<i>Strombomonas acuminata</i> [<i>Trachelomonas conspersa</i>]	<i>b</i>	<i>b</i>	-
<i>Strombomonas eurystoma</i> [<i>Trachelomonas eurystoma</i>]	-	-	<i>b</i>

Strombomonas – один из основных родов семейства *Euglenaceae*. Виды *Strombomonas* наиболее приурочены к планктонным группировкам.

Trachelomonas (*Strombomonas*) – повсеместно распространённые роды эвгленовых, обитающий в кислой и нейтральной пресной воде (рН 4,5-7), особенно в средах обитания, богатых железом и марганцем, органическими веществами, например, торфом. *Trachelomonas* обитают преимущественно в теплых эвтрофных водах, их численность увеличивается во время вредоносного цветения *Planktothrix agardhii* (Ciugulea et al., 2008; Grabowksa, Wołowski, 2013).

3.6. Выявление видов-индикаторов по гену 18S рРНК *Animalia*

Ниже приведены результаты филогенетического анализа видов гидробионтов с соответствием с таксономией:

царство *Animalia*

тип *Arthropoda*

класс *Branchiopoda*

класс *Hexanauplia*

подкласс *Copepoda*

тип *Rotifera*

класс *Monogononta*

3.6.1. Филогенетический анализ 18S рРНК *Branchiopoda*

Animalia – *Arthropoda* – *Branchiopoda*

Branchiopoda – класс ракообразных. *Branchiopoda* объединяет наличие жабр на всех конечностях, что и дало название группе Жаброногие. Среди *Branchiopoda* морскими являются только некоторые *Cladocera*, все остальные группы – пресноводные. *Branchiopoda* питаются детритом или планктоном, которых они отфильтровывают с помощью щетинок на конечностях (Nyman, 1961; Light, 1970).

Обобщённое филогенетическое дерево по маркерному гену 18S рРНК *Branchiopoda* приведено на рис. 3.6.1.1. Бутстреп-значения приведены рядом с узлами дерева.

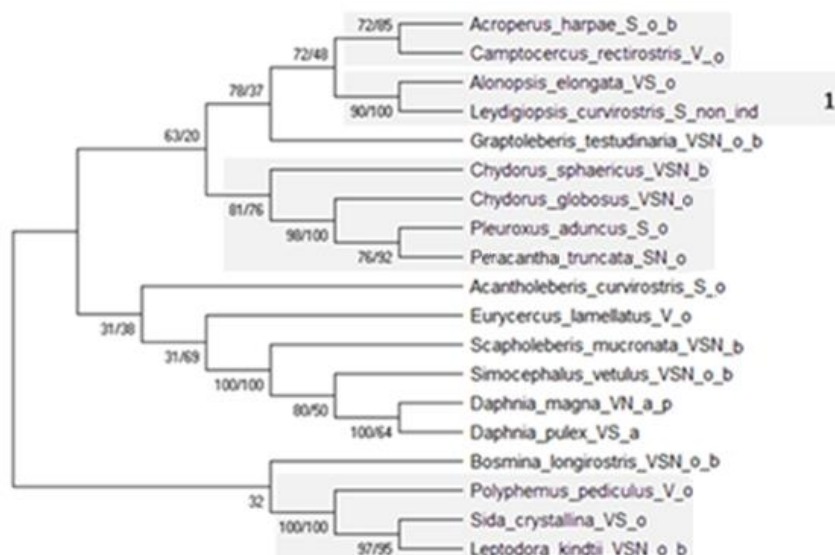


Рис. 3.6.1.1. Обобщённое филогенетическое дерево по маркерному гену *18S rPHK Branchiopoda*

Как видно из рис. 3.6.1.1, на обобщённом молекулярно-филогенетическом дереве выявлен 1 кластер с высоким бутстреп-значением, содержащий вид *Alonopsis elongata* – о-индикатор – сгруппированный с неиндикаторным видом *Leydigioipsis curvirostris* с высоким бутстреп-значением 100 %. В табл. 3.6.1.1 приведено таксономическое положение сгруппированных организмов.

Как видно из табл. 3.6.1.1, кластер содержит организмы, близкие по таксономическому положению до семейства *Chydoridae* подотряда *Cladocera*.

Таблица 3.6.1.1

Таксономическое положение сгруппированных гидробионтов

Таксономия	Виды-индикаторы	Виды-неиндикаторы
Domain	<i>Eukaryota</i>	<i>Eukaryota</i>
Kingdom	<i>Animalia</i>	<i>Animalia</i>
Phylum	<i>Arthropoda</i>	<i>Arthropoda</i>
Class	<i>Branchiopoda</i>	<i>Branchiopoda</i>
Order	<i>Diplostraca</i>	<i>Diplostraca</i>
Family	<i>Chydoridae</i>	<i>Chydoridae</i>
Genus, Species	<i>Alonopsis elongata</i>	<i>Leydigioipsis curvirostris</i>

Сравнительный анализ сапробностей организмов из списков разных авторов (табл. 3.6.1.2) показал совпадение *o*-сапробностей для организма *Alonopsis elongata*. Таким образом, вид *Leydigiopsis curvirostris* для озера Средний Кабан может рассматриваться как индикатор *o*-сапробности с вероятностью 100 %.

Таблица 3.6.1.2

Сапробность гидробионтов из списков разных авторов

Виды	Сапробность В. Сладечек	Сапробность R. Wegl	Сапробность по кластеризации
<i>Alonopsis elongata</i>	<i>o</i>	<i>o</i>	-
<i>Leydigiopsis curvirostris</i>	-	-	<i>o</i>

Cladocera - подотряд ракообразных класса *Branchiopoda*, также известный как «водяные блохи». Известно свыше 650 видов, но многие все еще не изучены. Большинство видов размножаются циклическим партеногенезом и половым размножением, в результате которого образуются покоящиеся яйца, позволяющие выжить в суровых условиях и широко распространиться. Только 8 видов семейства *Podonidae* являются морскими, все остальные *Cladocera* – пресноводные обитатели (Belk, 2007).

3.6.2. Филогенетический анализ 18S рРНК Copepoda

Animalia – Arthropoda – Hexanauplia – Copepoda

Copepoda – подкласс ракообразных из класса *Hexanauplia*. Один из крупнейших таксонов ракообразных, включающий от 10 до 20 тысяч видов. Большинство групп *Copepoda* – эктопаразиты беспозвоночных и позвоночных животных. Свободноживущие представители отрядов *Calanoida* и *Cyclopoida* – важнейший компонент зоопланк-

тона. *Copepoda* играют исключительно важную роль в водных экосистемах и во всей биосфере. Они имеют наибольшую биомассу среди всех групп водных животных. Поверхностные воды океанов в настоящее время считаются самым крупным поглотителем углекислого газа. Во многом поглощение избыточной углекислоты обеспечивается жизнедеятельностью *Copepoda*. Их трупы, сброшенные экзувии и фекальные пеллеты опускаются в более глубокие слои воды, что способствует перемещению биогенного углерода из верхних слоёв воды в донные осадки и очистке верхних слоёв воды от минеральных взвесей. Это увеличивает прозрачность воды и продукцию фитопланктона (Dürbaum, Künnemann, 1997).

Обобщённое филогенетическое дерево по маркерному гену *18S рРНК Copepoda* приведено на рис. 3.6.2.1. Бутстреп-значения приведены рядом с узлами дерева.

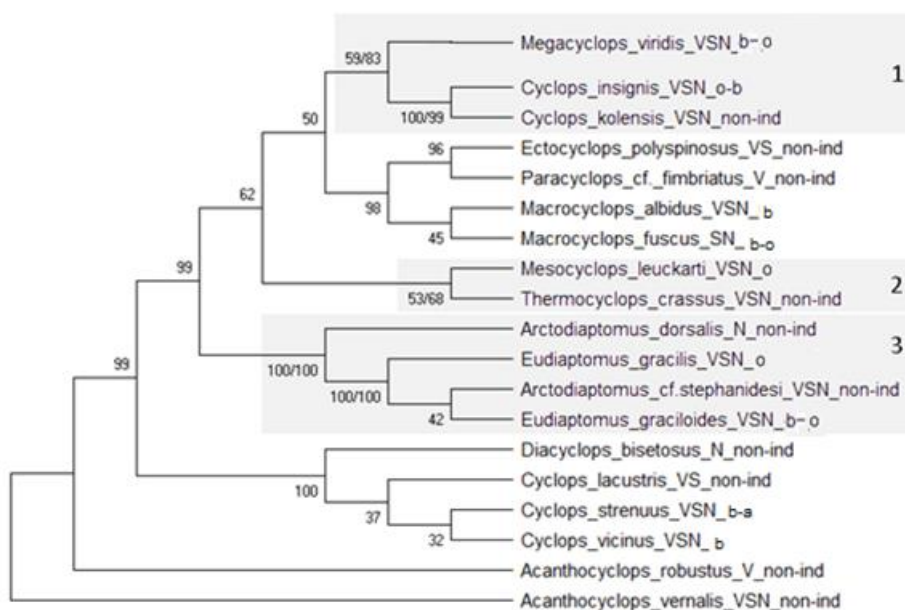


Рис. 3.6.2.1. Обобщённое филогенетическое дерево по маркерному гену *18S рРНК Copepoda*

Как видно из рис. 3.6.2.1, на обобщённом молекулярно-филогенетическом дереве выявлено 3 кластера с высоким бутстреп-значением, содержащих индикаторные виды гидробионтов разных зон сапробности и виды, не имевшие ранее статус индикаторных:

Кластер 1: вид *Cyclops insignis* – *o-b*-индикатор сгруппирован с неиндикаторным видом *Cyclops kolensis* с высоким бутстреп-значением 100 %. В табл. 3.6.2.1 приведено таксономическое положение сгруппированных организмов.

Как видно из табл. 3.6.2.1, кластер содержит организмы, близкие по таксономическому положению до семейства *Cyclopidae* отряда *Cyclopoida*.

Таблица 3.6.2.1

Таксономическое положение сгруппированных гидробионтов

Таксономия	Виды-индикаторы	Виды-неиндикаторы
Domain	<i>Eukaryota</i>	<i>Eukaryota</i>
Kingdom	<i>Animalia</i>	<i>Animalia</i>
Phylum	<i>Arthropoda</i>	<i>Arthropoda</i>
Class	<i>Hexanauplia</i>	<i>Hexanauplia</i>
Order	<i>Cyclopoida</i>	<i>Cyclopoida</i>
Family	<i>Cyclopidae</i>	<i>Cyclopidae</i>
Genus, Species	<i>Cyclops insignis</i>	<i>Cyclops kolensis</i>

Сравнительный анализ сапробностей организмов из списков разных авторов (табл. 3.6.2.2) показал совпадение *o-b*-сапробностей для организма *Cyclops insignis*. Таким образом, для трёх озер Кабан вид *Cyclops kolensis* как индикатор *o-b*- сапробности с вероятностью 100 %.

Таблица 3.6.2.2

Сапробность гидробионтов из списков разных авторов

Виды	Сапробность В. Сладечек	Сапробность R. Wegl	Сапробность по кластеризации
<i>Cyclops insignis</i>	<i>o-b</i>	<i>o-b</i>	-
<i>Cyclops kolensis</i>	-	-	<i>o-b</i>

Кластер 2: вид *Mesocyclops leuckarti* – *o*-индикатор – сгруппирован с неиндикаторным видом *Thermocyclops crassus*

с высоким бутстреп-значением 68 %. В табл. 3.6.2.3 приведено таксономическое положение сгруппированных организмов.

Таблица 3.6.2.3

Таксономическое положение сгруппированных гидробионтов

Таксономия	Виды-индикаторы	Виды-неиндикаторы
Domain	<i>Eukaryota</i>	<i>Eukaryota</i>
Kingdom	<i>Animalia</i>	<i>Animalia</i>
Phylum	<i>Arthropoda</i>	<i>Arthropoda</i>
Class	<i>Hexanauplia</i>	<i>Hexanauplia</i>
Order	<i>Cyclopoida</i>	<i>Cyclopoida</i>
Family	<i>Cyclopidae</i>	<i>Cyclopidae</i>
Genus, Species	<i>Mesocyclops leuckarti</i>	<i>Thermocyclops crassus</i>

Как видно из табл. 3.6.2.3, кластер содержит организмы, близкие по таксономическому положению до до семейства *Cyclopidae* отряда *Cyclopoida*. Сравнительный анализ сапробностей организмов из списков разных авторов (табл. 3.6.2.4) показал *o*-сапробности и *b*-мезосапробности для организма *Mesocyclops leuckarti*. Таким образом, с учетом приоритета списка Сладечека, вид *Thermocyclops crassus* для трёх озёр Кабан может рассматриваться как индикатор *o*-сапробности с вероятностью 68 %.

Таблица 3.6.2.4

Сапробность гидробионтов из списков разных авторов

Виды	Сапробность В. Сладечек	Сапробность R. Wegl	Сапробность по кластеризации
<i>Mesocyclops leuckarti</i>	<i>o</i>	<i>b</i>	-
<i>Thermocyclops crassus</i>	-	-	<i>o</i>

Кластер 3: виды *Eudiaptomus graciloides* – *b-o*-индикатор, *Eudiaptomus gracilis* – *o*-индикатор – сгруппированы с неиндикатор-

ными видами *Arctodiaptomus dorsalis* и *Arctodiaptomus cf.stepanidesi* с высоким бутстреп-значением 100 %. В табл. 3.6.2.5 приведено таксономическое положение сгруппированных организмов.

Таблица 3.6.2.5

Таксономическое положение сгруппированных гидробионтов

Таксономия	Виды-индикаторы	Виды-неиндикаторы
Domain	<i>Eukaryota</i>	<i>Eukaryota</i>
Kingdom	<i>Animalia</i>	<i>Animalia</i>
Phylum	<i>Arthropoda</i>	<i>Arthropoda</i>
Class	<i>Hexanauplia</i>	<i>Hexanauplia</i>
Order	<i>Calanoida</i>	<i>Calanoida</i>
Family	<i>Diaptomidae</i>	<i>Diaptomidae</i>
Genus, Species	<i>Eudiaptomus graciloides</i>	<i>Arctodiaptomus dorsalis</i>
	<i>Eudiaptomus gracilis</i>	<i>Arctodiaptomus cf.stepanidesi</i>

Как видно из табл. 3.6.2.5, кластер содержит организмы, близкие по таксономическому положению до семейства *Diaptomidae* отряда *Calanoida*. Сравнительный анализ сапробностей организмов из списков разных авторов (табл. 3.6.2.6) показал *b-o*- и *o-b*-сапробности для организма *Eudiaptomus graciloides*, *o*- и *b*-сапробности для организма *Eudiaptomus gracilis*. Таким образом, виды *Arctodiaptomus cf.stepanidesi* для трёх озёр Кабан, *Arctodiaptomus dorsalis* для озера Нижний Кабан могут рассматриваться как индикаторы *o-b*-сапробности с вероятностью 100 %.

Таблица 3.6.2.6

Сапробность гидробионтов из списков разных авторов

Виды	Сапробность В. Сладечек	Сапробность R. Wegl	Сапробность по кластеризации
<i>Eudiaptomus graciloides</i>	<i>b-o</i>	<i>o-b</i>	-
<i>Eudiaptomus gracilis</i>	<i>o</i>	<i>b</i>	-
<i>Arctodiaptomus dorsalis</i>	-	-	<i>o-b</i>
<i>Arctodiaptomus. cf.stepanidesi</i>	-	-	<i>o-b</i>

Cyclopoidea – отряд мелких ракообразных из подкласса *Copepoda*. Как и многие другие веслоногие рачки, представители *Cyclopoidea* представляют собой небольшие планктонные животные, обитающие как в море, так и в пресноводных средах обитания. Они способны к быстрому передвижению (Бирштейн, Пастернак, 1988).

Calanoida – один из отрядов *Copepoda*, включающий около 1800 видов в 46 семействах морских и пресноводных веслоногих рачков. *Calanoida* являются доминирующими животными в планктоне во многих частях Мирового океана, составляя 55-95 % всего планктона. Они играют важную роль во многих пищевых сетях, получая энергию от фитопланктона и водорослей и «переупаковывая» её для потребления хищниками более высокого трофического уровня (Mauchline, 1998).

3.6.3. Филогенетический анализ 18S рРНК Monogononta

Animalia – Rotifera – Monogononta

Rotifera – тип первичноротых животных. Основным характерным признаком является наличие коловращательного аппарата – ресничного образования на переднем конце тела, который используется для питания и движения. *Rotifera* в основном свободноживущие пресноводные обитатели, но встречаются и прикреплённые. По размеру коловратки не превышают 2 мм. *Rotifera* питаются органическим детритом, бактериями, микроводорослями и простейшими размером до 10 микрометров. Тип *Rotifera* включает три класса: *Monogononta*, *Bdelloidea* и *Seisonidea*. Самая большая и продвинутая группа – *Monogononta*, содержащая около 1500 видов. *Rotifera* обитают преимущественно в загрязнённых водах (Андроникова, 1996).

Обобщённое филогенетическое дерево по маркерному гену 18S рРНК *Monogononta* приведено на рис. 3.6.3.1. Бутстреп-значения приведены рядом с узлами дерева.

Как видно из рис. 3.6.3.1, на обобщённом молекулярно-филогенетическом дереве выявлено 3 кластера с высоким бутстреп-значением, содержащих индикаторные виды гидробионтов разных зон сапробности и виды, не имевшие ранее статус индикаторных:

Кластер 1: вид *Lacinularia flosculosa* – *o-b*-индикатор – сгруппирован с неиндикаторным видом *Lacinularoides flosculosa* с высоким бутстреп-значением 98 %. В табл. 3.6.3.1 приведено таксономическое положение сгруппированных организмов.

Как видно из табл. 3.6.3.1, кластер содержит организмы, близкие по таксономическому положению до семейства *Flosculariidae* класса *Monogononta*.

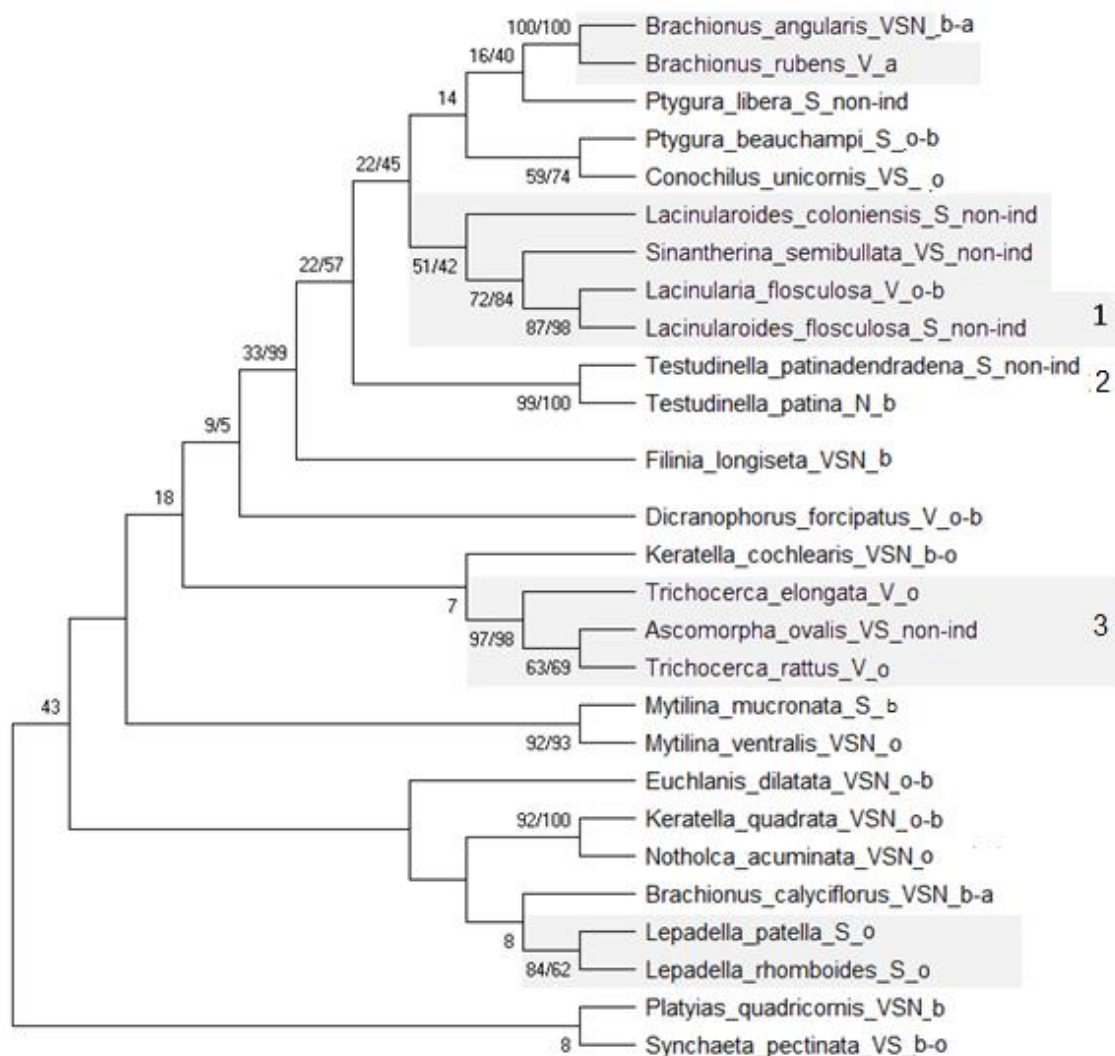


Рис. 3.6.3.1. Обобщённое филогенетическое дерево по маркерному гену *18S rDNA* *Monogononta*

Таблица 3.6.3.1

Таксономическое положение сгруппированных гидробионтов

Таксономия	Виды-индикаторы	Виды-неиндикаторы
Domain	<i>Eukaryota</i>	<i>Eukaryota</i>
Kingdom	<i>Animalia</i>	<i>Animalia</i>
Phylum	<i>Rotifera</i>	<i>Rotifera</i>
Class	<i>Monogononta</i>	<i>Monogononta</i>
Order	<i>Flosculariaceae</i>	<i>Flosculariaceae</i>
Family	<i>Flosculariidae</i>	<i>Flosculariidae</i>
Genus, Species	<i>Lacinularia flosculosa</i>	<i>Lacinularoides flosculosa</i>

Сравнительный анализ сапробностей организмов из списков разных авторов (табл. 3.6.3.2) показал совпадение *o-b*-сапробностей для организма *Lacinularia flosculosa*. Таким образом, вид *Lacinularoides flosculosa* для озера Верхний Кабан может рассматриваться как индикатор *o-b*-сапробности с вероятностью 98 %.

Таблица 3.6.3.2

Сапробность гидробионтов из списков разных авторов

Виды	Сапробность В. Сладечек	Сапробность R. Wegl	Сапробность по кластеризации
<i>Lacinularia flosculosa</i>	<i>o-b</i>	<i>o-b</i>	-
<i>Lacinularoides flosculosa</i>	-	-	<i>o-b</i>

Кластер 2: вид *Testudinella patina* – *b*-индикатор – сгруппирован с неиндикаторным видом *Testudinella patina dendradena* с высоким бутстреп-значением 100 %. В табл. 3.6.3.3 приведено таксономическое положение сгруппированных организмов.

Таблица 3.6.3.3

Таксономическое положение сгруппированных гидробионтов

Таксономия	Виды-индикаторы	Виды-неиндикаторы
Domain	<i>Eukaryota</i>	<i>Eukaryota</i>
Kingdom	<i>Animalia</i>	<i>Animalia</i>
Phylum	<i>Rotifera</i>	<i>Rotifera</i>
Class	<i>Monogononta</i>	<i>Monogononta</i>
Order	<i>Flosculariaceae</i>	<i>Flosculariaceae</i>
Family	<i>Testudinellidae</i>	<i>Testudinellidae</i>
Genus, Species	<i>Testudinella patina</i>	<i>Testudinella patina dendradena</i>

Как видно из табл. 3.6.3.3, кластер содержит организмы, близкие по таксономическому положению до рода *Testudinella*. Сравнительный анализ сапробностей организмов из списков разных авторов (табл. 3.6.3.4) показал совпадение *b*-мезосапробностей для организма *Testudinella patina*. Таким образом, вид *Testudinella patina dendradena* для озера Средний Кабан может рассматриваться как индикаторы *b*-мезосапробности с вероятностью 100 %.

Таблица 3.6.3.4

Сапробность гидробионтов из списков разных авторов

Виды	Сапробность В. Сладечек	Сапробность R. Wegl	Сапробность по кластеризации
<i>Testudinella patina</i>	<i>b</i>	<i>b</i>	-
<i>Testudinella patina dendradena</i>	-	-	<i>b</i>

Кластер 3: виды *Trichocerca elongata* и *Trichocerca rattus* – *o*-индикаторы – сгруппированы с неиндикаторным видом *Ascomorpha ovalis* с высоким бутстреп-значением 98 %. В табл. 3.6.3.5 приведено таксономическое положение сгруппированных организмов.

Таблица 3.6.3.5

Таксономическое положение сгруппированных гидробионтов

Таксономия	Виды-индикаторы	Виды-неиндикаторы
Domain	<i>Eukaryota</i>	<i>Eukaryota</i>
Kingdom	<i>Animalia</i>	<i>Animalia</i>
Phylum	<i>Rotifera</i>	<i>Rotifera</i>
Class	<i>Monogononta</i>	<i>Monogononta</i>
Order	<i>Ploima</i>	<i>Ploima</i>
Family	<i>Trichocercidae</i>	<i>Gastropidae</i>
Genus, Species	<i>Trichocerca elongata</i>	<i>Ascomorpha ovalis</i>
	<i>Trichocerca rattus</i>	

Как видно из табл. 3.6.3.5, кластер содержит организмы, близкие по таксономическому положению до отряда *Ploima* класса *Monogononta*. Сравнительный анализ сапробностей организмов из списков разных авторов (табл. 3.6.3.6) показал близкие значения сапробностей для организмов *Trichocerca elongata* и *Trichocerca rattus*. Таким образом, вид *Ascomorpha ovalis* для озёр Верхний Кабан и Средний Кабан может рассматриваться как индикатор *o*-сапробности с вероятностью 98 %.

Таблица 3.6.3.6

Сапробность гидробионтов из списков разных авторов

Виды	Сапробность В. Сладечек	Сапробность R. Wegl	Сапробность по кластеризации
<i>Trichocerca elongata</i>	<i>o</i>	<i>o-b</i>	-
<i>Trichocerca rattus</i>	<i>o</i>	<i>o-b</i>	-
<i>Ascomorpha ovalis</i>	-	-	<i>o</i>

Monogononta – класс коловраток, обитающих в основном в пресной воде. К ним относятся как свободно плавающие, так и сидячие формы. У особей есть только одна гонада, что и дало название классу. Класс включает 1570 видов (Segers, 2007).

3.7. Выявление видов-индикаторов по гену 18S рРНК *Ciliophora*

Обобщённое филогенетическое дерево по маркерному гену 18S рРНК *Ciliophora* приведено на рис. 3.7.1. Бутстреп-значения приведены рядом с узлами дерева.

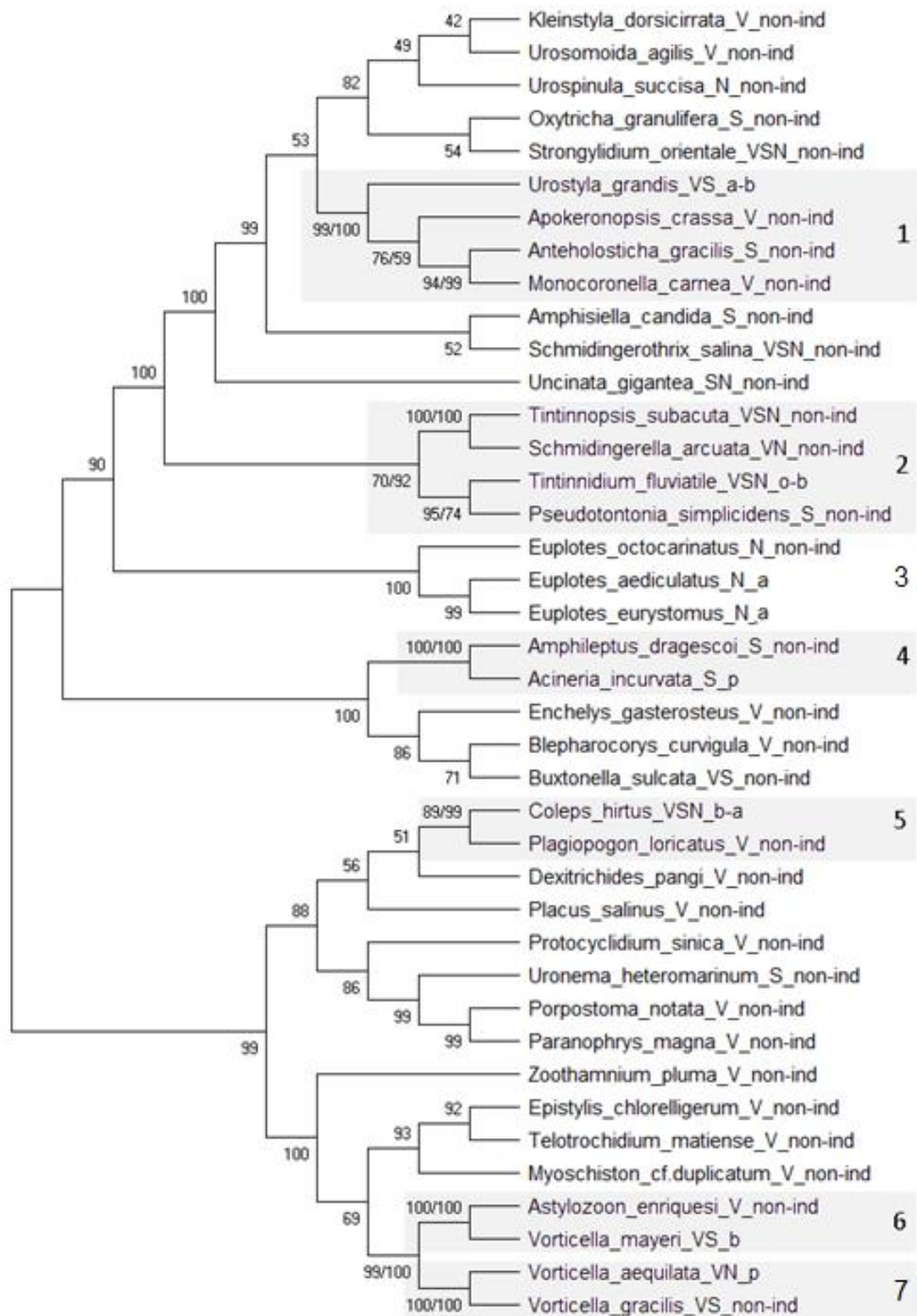


Рис. 3.7.1. Обобщённое филогенетическое дерево по маркерному гену *18S pPHK Ciliophora*

Как видно из рис. 3.7.1, на обобщённом молекулярно-филогенетическом дереве выявлено 7 кластеров с высоким бутстреп-значением, содержащих индикаторные виды гидробионтов разных зон сапробности и виды, не имевшие ранее статус индикаторных:

Кластер 1: вид *Urostyla grandis* – *a-b*-индикатор – сгруппирован с неиндикаторными видами *Apokeronopsis crassa*, *Anteholosticha gracilis* и *Monocoronella carnea* с высоким бутстреп-значением 100 %. В табл. 3.7.1 приведено таксономическое положение сгруппированных организмов.

Таблица 3.7.1

Таксономическое положение сгруппированных гидробионтов

Таксономия	Виды-индикаторы	Виды-неиндикаторы
Domain	<i>Eukaryota</i>	<i>Eukaryota</i>
Phylum	<i>Ciliophora</i>	<i>Ciliophora</i>
Class	<i>Spirotrichea</i>	<i>Spirotrichea</i>
Order	<i>Urostylida</i>	<i>Urostylida</i>
Family	<i>Urostylidae</i>	<i>Pseudokeronopsidae</i>
Genus, Species	<i>Urostyla grandis</i>	<i>Apokeronopsis crassa</i>
Family		<i>Holostichidae</i>
Genus, Species		<i>Anteholosticha gracilis</i>
Family		<i>Urostylida incertae sedis</i>
Genus, Species		<i>Monocoronella carnea</i>

Как видно из табл. 3.7.1, кластер содержит организмы, близкие по таксономическому положению до отряда *Urostylida*. Сравнительный анализ сапробностей организмов из списков разных авторов (табл. 3.7.2) показал близкие значения мезосапробностей для организма *Urostyla grandis*. Таким образом, виды *Apokeronopsis crassa* и *Monocoronella carnea* для озёр Верхний Кабан, *Anteholosticha gracilis* для озера Средний Кабан могут рассматриваться как индикаторы *a-b*-мезосапробности с вероятностью 100 %.

Таблица 3.7.2

Сапробность гидробионтов из списков разных авторов

Виды	Сапробность В. Сладечек	Сапробность R. Wegl	Сапробность по кластеризации
<i>Urostyla grandis</i>	<i>a-b</i>	<i>a</i>	-
<i>Apokeronopsis crassa</i>	-	-	<i>a-b</i>
<i>Anteholosticha gracilis</i>	-	-	<i>a-b</i>
<i>Monocoronella carnea</i>	-	-	<i>a-b</i>

Кластер 2: вид *Tintinnidium fluviatile* – *o-b*-индикатор – сгруппирован с неиндикаторными видами *Tintinnopsis subacuta*, *Schmidingerella arcuata* и *Pseudotontonia simplicidens* с высоким бутстреп-значением 92 %. В табл. 3.7.3 приведено таксономическое положение сгруппированных организмов.

Таблица 3.7.3

Таксономическое положение сгруппированных гидробионтов

Таксономия	Виды-индикаторы	Виды-неиндикаторы
Domain	<i>Eukaryota</i>	<i>Eukaryota</i>
Phylum	<i>Ciliophora</i>	<i>Ciliophora</i>
Class	<i>Spirotrichea</i>	<i>Spirotrichea</i>
Order	<i>Tintinnida</i>	<i>Tintinnida</i>
Family	<i>Tintinnidae</i>	<i>Codonellidae</i>
Genus, Species	<i>Tintinnidium fluviatile</i>	<i>Tintinnopsis subacuta</i>
Family		<i>Rhabdonellidae</i>
Genus, Species		<i>Schmidingerella arcuata</i>
Family		<i>Tontonidae</i>
Genus, Species		<i>Pseudotontonia simplicidens</i>

Как видно из табл. 3.7.3, кластер содержит организмы, близкие по таксономическому положению до отряда *Tintinnida* (кроме *Pseudotontonia simplicidens*). Сравнительный анализ сапробностей организмов из списков разных авторов (табл. 3.7.4) показал совпадение *o-b*-сапробностей для организма *Tintinnidium fluviatile*.

Таблица 3.7.4

Сапробность гидробионтов из списков разных авторов

Виды	Сапробность В. Сладечек	Сапробность R. Wegl	Сапробность по кластеризации
<i>Tintinnidium fluviatile</i>	<i>o-b</i>	<i>o-b</i>	-
<i>Tintinnopsis subacuta</i>	-	-	<i>o-b</i>
<i>Schmidingerella arcuata</i>	-	-	<i>o-b</i>
<i>Pseudotontonia simplicidens</i>	-	-	<i>o-b</i>

Таким образом, виды *Tintinnopsis subacuta* для трёх озёр Кабан, *Schmidingerella arcuata* для озёр Верхний Кабан и Нижний Кабан, *Pseudotontonia simplicidens* для озера Средний Кабан могут рассматриваться как индикаторы *o-b*-сапробности с вероятностью 92 %.

Кластер 3: виды *Euplotes aediculatus* и *Euplotes eurystomus* – *a*-индикаторы – сгруппированы с неиндикаторным видом *Euplotes octocarinatus* с высоким бутстреп-значением 100 %. В табл. 3.7.5 приведено таксономическое положение сгруппированных организмов.

Таблица 3.7.5

Таксономическое положение сгруппированных гидробионтов

Таксономия	Виды-индикаторы	Виды-неиндикаторы
Domain	<i>Eukaryota</i>	<i>Eukaryota</i>
Phylum	<i>Ciliophora</i>	<i>Ciliophora</i>
Class	<i>Spirotrichea</i>	<i>Spirotrichea</i>
Order	<i>Euplotida</i>	<i>Euplotida</i>
Family	<i>Euplotidae</i>	<i>Euplotidae</i>
Genus, Species	<i>Euplotes aediculatus</i>	<i>Euplotes octocarinatus</i>
	<i>Euplotes eurystomus</i>	

Как видно из табл. 3.7.5, кластер содержит организмы, близкие по таксономическому положению до рода *Euplotes*. Сравнительный анализ сапробностей организмов из списков разных авторов (табл. 3.7.6) показал совпадение *a*-мезосапробностей для организмов *Euplotes aediculatus* и *Euplotes eurystomus*. Таким образом, вид *Euplotes octocarinatus* для озера Нижний Кабан может рассматриваться как индикатор *a*-мезосапробности с вероятностью 100 %.

Таблица 3.7.6

Сапробность гидробионтов из списков разных авторов

Виды	Сапробность В. Сладечек	Сапробность R. Wegl	Сапробность по кластеризации
<i>Euplotes aediculatus</i>	<i>a</i>	<i>a</i>	-
<i>Euplotes eurystomus</i>	<i>a</i>	<i>a</i>	-
<i>Euplotes octocarinatus</i>	-	-	<i>a</i>

Кластер 4: вид *Acineria incurvata* – *p*-индикатор – сгруппирован с неиндикаторным видом *Amphileptus dragescoi* с высоким бутстреп-значением 100 %. В табл. 3.7.7 приведено таксономическое положение сгруппированных организмов.

Таблица 3.7.7

Таксономическое положение сгруппированных гидробионтов

Таксономия	Виды-индикаторы	Виды-неиндикаторы
Domain	<i>Eukaryota</i>	<i>Eukaryota</i>
Phylum	<i>Ciliophora</i>	<i>Ciliophora</i>
Class	<i>Litostomatea</i>	<i>Litostomatea</i>
Order	<i>Pleurostomatida</i>	<i>Pleurostomatida</i>
Family	<i>Litonotidae</i>	<i>Amphileptidae</i>
Genus, Species	<i>Acineria incurvata</i>	<i>Amphileptus dragescoi</i>

Как видно из табл. 3.7.7, кластер содержит организмы, близкие по таксономическому положению до отряда *Pleurostomatida*. Сравнительный анализ сапробностей организмов из списков разных авторов (табл. 3.7.8) показал совпадение *p*-сапробностей для организма *Acineria incurvata*. Таким образом, вид *Amphileptus dragescoi* для озера Средний Кабан может рассматриваться как индикатор *p*-сапробности с вероятностью 100 %.

Таблица 3.7.8

Сапробность гидробионтов из списков разных авторов

Виды	Сапробность В. Сладечек	Сапробность R. Wegl	Сапробность по кластеризации
<i>Acineria incurvata</i>	<i>p</i>	<i>p</i>	-
<i>Amphileptus dragescoi</i>	-	-	<i>p</i>

Кластер 5: вид *Coleps hirtus* – *b-a*-индикатор – сгруппирован с неиндикаторным видом *Plagiopogon loricatus* с высоким бутстреп-

значением 99 %. В табл. 3.7.9 приведено таксономическое положение сгруппированных организмов.

Таблица 3.7.9

Таксономическое положение сгруппированных гидробионтов

Таксономия	Виды-индикаторы	Виды-неиндикаторы
Domain	<i>Eukaryota</i>	<i>Eukaryota</i>
Phylum	<i>Ciliophora</i>	<i>Ciliophora</i>
Class	<i>Prostomatea</i>	<i>Prostomatea</i>
Order	<i>Prorodontida</i>	<i>Prorodontida</i>
Family	<i>Colepidae</i>	<i>Colepidae</i>
Genus, Species	<i>Coleps hirtus</i>	<i>Plagiopogon loricatus</i>

Как видно из табл. 3.7.9, кластер содержит организмы, близкие по таксономическому положению до семейства *Colepidae*. Сравнительный анализ сапробностей организмов из списков разных авторов (табл. 3.7.10) показал совпадение *b-a*-мезосапробностей для организма *Coleps hirtus*. Таким образом, вид *Plagiopogon loricatus* для озера Верхний Кабан может рассматриваться как индикатор *b-a*-мезосапробности с вероятностью 99 %.

Таблица 3.7.10

Сапробность гидробионтов из списков разных авторов

Виды	Сапробность В. Сладечек	Сапробность R. Wegl	Сапробность по кластеризации
<i>Coleps hirtus</i>	<i>b-a</i>	<i>b-a</i>	-
<i>Plagiopogon loricatus</i>	-	-	<i>b-a</i>

Кластер 6: вид *Vorticella mayeri* – *b*-индикатор – сгруппирован с неиндикаторным видом *Astylozoon enriquesi* с высоким бутстреп-значением 100 %. В табл. 3.7.11 приведено таксономическое положение сгруппированных организмов.

Таблица 3.7.11

Таксономическое положение сгруппированных гидробионтов

Таксономия	Виды-индикаторы	Виды-неиндикаторы
Domain	<i>Eukaryota</i>	<i>Eukaryota</i>
Phylum	<i>Ciliophora</i>	<i>Ciliophora</i>
Class	<i>Oligohymenophorea</i>	<i>Oligohymenophorea</i>
Order	<i>Sessilida</i>	<i>Sessilida</i>
Family	<i>Vorticellidae</i>	<i>Astylozoidae</i>
Genus, Species	<i>Vorticella mayeri</i>	<i>Astylozoon enriquesi</i>

Как видно из табл. 3.7.11, кластер содержит организмы, близкие по таксономическому положению до отряда *Sessilida*. Сравнительный анализ сапробностей организмов из списков разных авторов (табл. 3.7.12) показал совпадение *b*-мезосапробностей для организма *Vorticella mayeri*. Таким образом, вид *Astylozoon enriquesi* для Верхний Кабан может рассматриваться как индикатор *b*-мезосапробности с вероятностью 100 %.

Таблица 3.7.12

Сапробность гидробионтов из списков разных авторов

Виды	Сапробность В. Сладечек	Сапробность R. Wegl	Сапробность по кластеризации
<i>Vorticella mayeri</i>	<i>b</i>	<i>b</i>	-
<i>Astylozoon enriquesi</i>	-	-	<i>b</i>

Кластер 7: вид *Vorticella aequilata* – *p*-индикатор – сгруппирован с неиндикаторным видом *Vorticella gracilis* с высоким бутстреп-значением 100 %. В табл. 3.7.13 приведено таксономическое положение сгруппированных организмов.

Таблица 3.7.13

Таксономическое положение сгруппированных гидробионтов

Таксономия	Виды-индикаторы	Виды-неиндикаторы
Domain	<i>Eukaryota</i>	<i>Eukaryota</i>
Phylum	<i>Ciliophora</i>	<i>Ciliophora</i>
Class	<i>Oligohymenophorea</i>	<i>Oligohymenophorea</i>
Order	<i>Sessilida</i>	<i>Sessilida</i>
Family	<i>Vorticellidae</i>	<i>Vorticellidae</i>
Genus, Species	<i>Vorticella aequilata</i>	<i>Vorticella gracilis</i>

Как видно из табл. 3.7.13, кластер содержит организмы, близкие по таксономическому положению до рода *Vorticella*. Сравнительный анализ сапробностей организмов из списков разных авторов (табл. 3.7.14) показал совпадение *p*-сапробностей для организма *Vorticella aequilata*. Таким образом, вид *Vorticella gracilis* для озёр Верхний Кабан и Средний Кабан может рассматриваться как индикатор *p*-сапробности с вероятностью 100 %.

Таблица 3.7.14

Сапробность гидробионтов из списков разных авторов

Виды	Сапробность В. Сладечек	Сапробность R. Wegl	Сапробность по кластеризации
<i>Vorticella aequilata</i>	<i>p</i>	<i>p</i>	-
<i>Vorticella gracilis</i>	-	-	<i>p</i>

Urostylida – первоначально выделенный по морфологическим признакам отряд, пересмотренный после проведенного в 2011 году молекулярно-филогенетического анализа, в результате которого многие виды были исключены из состава отряда (Yi, Song, 2011).

Tintinnida – гетеротрофные пресноводные и морские инфузории, питающиеся в основном микроводорослями и бактериями. Представители *Tintinnida* являются частью микрозоопланктона (размером от 20

до 200 мкм) и наиболее часто встречаются в соленой воде, где их численность может достигать нескольких тысяч особей на 1 литр воды (Montagnes, 2012; McManus, Santoferrara, 2012).

Pleurostomatida – небольшой мало изученный отряд инфузорий.

Sessilida – крупнейший отряд *Peritrichia*, отличающийся видоизмененными задними кинетосомами, вырабатывающими сократительную ножку. Неприкрепленная стадия – телотрох – не имеет рта. *Sessilida* распространены как в пресноводной, так и в морской среде прикрепленными к водным растениям и животным, либо одиночные, либо образуют разветвленные колонии (Brusca R., Brusca G., 2003).

3.8. Выявление видов-индикаторов по гену 18S рРНК Protozoa

Protozoa (Простейшие) – царство одноклеточных или колониальных эукариот, которые имеют гетеротрофный тип питания. Настоящих многоклеточных форм среди простейших нет. Простейшие обитают в водной среде и почве, занимают различные трофические уровни. Как хищники они питаются одноклеточными или нитчатыми водорослями, микроскопическими грибами, другими видами простейших, а как микрофаги – бактериями и детритом. Простейшие контролируют бактериальные популяции и регулируют их биомассу. Экологическая роль *Protozoa* состоит в переносе бактериальной и водорослевой продукции на следующие трофические уровни (Yaeger, 1996).

Обобщённое филогенетическое дерево по маркерному гену *18S рРНК Protozoa* приведено на рис. 3.8.1. Бутстреп-значения приведены рядом с узлами дерева.

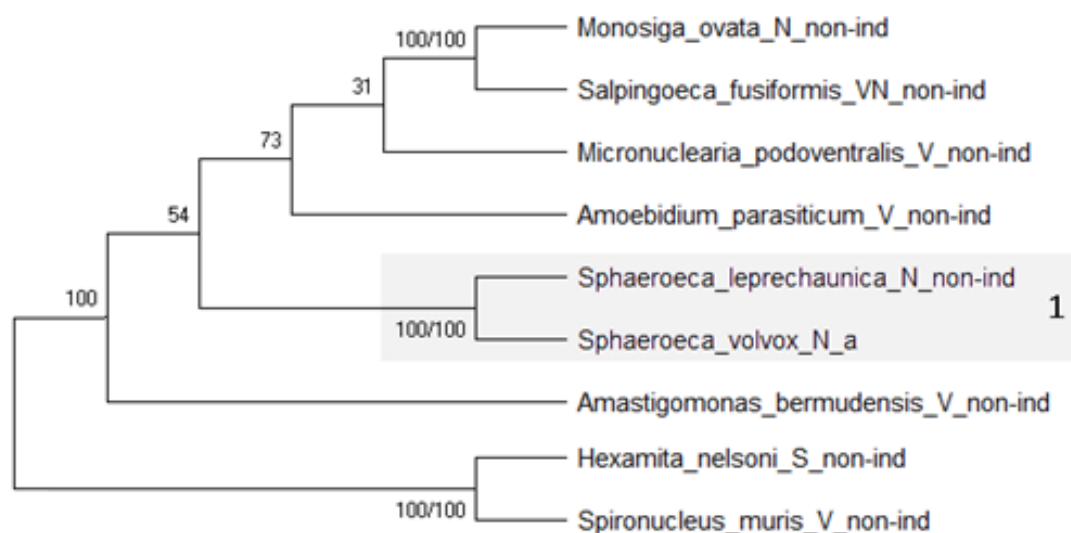


Рис. 3.8.1 Обобщённое филогенетическое дерево по маркерному гену *18S рPHK Protozoa*

Как видно из рис. 3.8.1, на обобщённом молекулярно-филогенетическом дереве выявлен один кластер, содержащий вид *Sphaeroeca volvox* – *a*-индикатор, который сгруппирован с неиндикаторным видом *Sphaeroeca leprechaunica* с высоким бутстреп-значением 100 %. В табл. 3.8.1 приведено таксономическое положение сгруппированных организмов.

Как видно из табл. 3.8.1, кластер содержит организмы, близкие по таксономическому положению до рода *Sphaeroeca* из класса *Choanoflagellata*.

Таблица 3.8.1

Таксономическое положение сгруппированных гидробионтов

Таксономия	Виды-индикаторы	Виды-неиндикаторы
Domain	<i>Eukaryota</i>	<i>Eukaryota</i>
Kingdom	<i>Protozoa</i>	<i>Protozoa</i>
Class	<i>Choanoflagellata</i>	<i>Choanoflagellata</i>
Order	<i>Craspedida</i>	<i>Craspedida</i>
Family	<i>Salpingoecidae</i>	<i>Salpingoecidae</i>
Genus, Species	<i>Sphaeroeca volvox</i>	<i>Sphaeroeca leprechaunica</i>

Сравнительный анализ сапробностей организмов из списков разных авторов (табл. 3.8.2) показал совпадение *a*-мезосапробностей для организма *Sphaeroeca volvox*. Таким образом, вид *Sphaeroeca leprechaunica* для озера Нижний Кабан может рассматриваться как индикатор *a*-мезосапробности с вероятностью 100 %.

Таблица 3.8.2

Сапробность гидробионтов из списков разных авторов

Виды	Сапробность В. Сладечек	Сапробность R. Wegl	Сапробность по кластеризации
<i>Sphaeroeca volvox</i>	<i>a</i>	<i>a</i>	-
<i>Sphaeroeca leprechaunica</i>	-	-	<i>a</i>

Известно свыше 125 современных видов *Choanoflagellata*, которые распространены по всему миру в морских, солоноватых и пресных водах. Встречаются как в толще воды, так и на дне водоемов. *Choanoflagellata* питаются бактериями и связывают недоступные напрямую формы углерода с более высокими уровнями трофической цепи. По некоторым сведениям, *Choanoflagellata* также могут питаться вирусами (Butterfield, 1997; Leadbeater, 2015).

3.9. Заключение по главе 3

Биондикаторы озёр Кабан по маркерному гену *18S рРНК*

Ниже приведена обобщённая таблица (табл. 3.9.1) с указанием 178 биоиндикаторов по маркерному гену *18S рРНК* гидробионтов озёр Кабан г. Казани, из них 66 видов-новых биоиндикаторов, выявленных по кластеризации (в скобках приведено количество видов-новых биоиндикаторов по кластеризации, виды выделены подчеркиванием):

- 120 биоиндикаторов озера Верхний Кабан, в том числе 48 видов-индикаторов, выявленных по кластеризации:

o-сапробности – 17 (2) видов:

<i>Alonopsis elongata</i>	<u><i>Ascomorpha ovalis</i></u>
<i>Camptocercus rectirostris</i>	<u><i>Thermocyclops crassus</i></u>
<i>Ceratium hirundinella</i>	
<i>Chydorus globosus</i> [<i>Pseudochydorus globosus</i>]	
<i>Conochilus unicornis</i>	
<i>Cyclotella bodanica</i>	
<i>Eudiaptomus gracilis</i>	
<i>Eurycercus lamellatus</i>	
<i>Mesocyclops leuckarti</i>	
<i>Mytilina ventralis</i>	
<i>Notholca acuminata</i>	
<i>Polyphemus pediculus</i>	
<i>Sida crystallina</i>	
<i>Trichocerca elongata</i>	
<i>Trichocerca rattus</i>	

o-b-сапробности – 23 (9) видов:

<i>Asterionella formosa</i>	<u><i>Arctodiaptomus cf. stepanidesi</i></u>
<i>Bosmina longirostris</i>	<u><i>Cosmarium bioculatum</i></u>
<i>Botryococcus braunii</i>	<u><i>Cryptomonas pyrenoidifera</i></u>
<i>Cyclops insignis</i>	<u><i>Cyclops kolensis</i></u>
<i>Dicranophorus forcipatus</i>	<u><i>Lobosphaera tirolensis</i></u>
<i>Euchlanis dilatata</i>	<u><i>Micrasterias tetraptera</i></u>
<i>Graptoleberies testudinaria</i>	<u><i>Nitzschia amphibia</i></u>
<i>Keratella quadrata</i>	<u><i>Schmidingerella arcuata</i></u>
<i>Lacinularia flosculosa</i>	<u><i>Tintinnopsis subacuta</i></u>
<i>Leptodora kindtii</i>	
<i>Nitzschia fonticola</i>	
<i>Simocephalus vetulus</i>	
<i>Staurastrum gracile</i>	
<i>Tintinnidium fluviatile</i>	

b-о-сапробности – 9 (2) видов:

<i>Eudiaptomus graciloides</i>	<u><i>Lagerheimia longiseta</i></u>
<i>Keratella cochlearis</i>	<u><i>Synura mammilosa</i></u>
<i>Megacyclops viridis</i>	
<i>Oocystis lacustris</i>	
<i>Synchaeta pectinata</i>	
<i>Synura spinosa</i>	
<i>Trachelomonas planktonica</i>	

b-мезосапробности – 45 (15) видов:

<i>Actinastrum hantzshii</i>	<u><i>Ankistrodesmus fusiformis</i></u>
<i>Aulacoseira granulata</i>	<u><i>Astylozoon enriquesi</i></u>
<i>Chydorus sphaericus</i>	<u><i>Cryptomonas ozolini</i></u>
<i>Cocconeis placentula</i>	<u><i>Desmodesmus denticulatus</i></u>
<i>Coelastrum microporum</i>	<u><i>Dinobryon pediforme</i></u>
<i>Cryptomonas curvata</i>	<u><i>Mallomonas striata</i></u>
<i>Cyclops visinus</i>	<u><i>Monoraphidium contortum</i></u>
<i>Dinobryon divergens</i>	<u><i>Monoraphidium griffithii</i></u>
<i>Filinia longiseta</i>	<u><i>Pascherina tetras</i></u>
<i>Kirchneriella lunaris</i>	<u><i>Pectinodesmus pectinatus</i></u>
<i>Macrocyclus albidus</i>	<u><i>Pediastrum biradiatum</i></u>
<i>Melosira varians</i>	[<i>Parapediastrium biradiatum</i>]
<i>Micractinium pusillum</i>	<u><i>Scenedesmus abundans</i></u>
<i>Pandorina morum</i>	<u><i>Scenedesmus raciborskii</i></u>
<i>Pediastrum duplex</i>	[<i>Acutodesmus raciborskii</i>]
<i>Phacotus lenticularis</i>	<u><i>Synura asmundiae</i></u>
<i>Platytias quadricornis</i>	<u><i>Vitreochlamys nekrassovii</i></u>
<i>Scapholeberis mucronata</i>	
<i>Scenedesmus acuminatus</i>	
<i>Scenedesmus arcuatus</i>	
[<i>Comasiella arcuata</i>]	
<i>Scenedesmus bijugatus</i>	

Scenedesmus obliquus [*Tetrademus obliquus*]

Scenedesmus quadricauda

Synedra acus

Synedra ulna

Synura petersenii

Trachelomonas hispida

Trachelomonas intermedia

Trachelomonas volvocina

Vorticella mayeri

a-b-мезосапробности – 4 (2) вида:

Cyclotella meneghiniana

Apokeronopsis crassa

Urostyla grandis

Monocoronella carnea

b-a-мезосапробности – 5 (1) видов:

Brachionus angularis

Plagiopogon loricatus

Brachionus calyciflorus

Coleps hirtus

Cyclops strenuous

a-мезосапробности – 12 (4) видов:

Navicula cryptocephala

Hemiselmis andersenii

Brachionus rubens

Navicula cf. normaloides

Chlamydomonas reinhardtii

Nitzschia draveillensis

Cryptomonas erosa

Stephanodiscus parvus

Daphnia pulex

Nitzschia acicularis

Nitzschia palea

Stephanodiscus hantzschii

a-p-сапробности – 1 вид:

Daphnia magna

p-сапробности – 2 (1) вида:

Vorticella aequilata

Vorticella gracilis

p-a-сапробности – 1 вид:

Chlorella vulgaris

• 118 биоиндикаторов озера Средний Кабан, в том числе 36 видов-индикаторов, выявленных по кластеризации:

o-x-сапробности – 1 вид:

Tabellaria flocculosa

o-сапробности – 20 (5) видов:

Acantholeberis curvirostris

Amylax triacantha

Alonopsis elongata

Ascomorpha ovalis

Ceratium hirundinella

Goniodoma polyedricum

Chydorus globosus [*Pseudochydorus globosus*]

Leydigiopsis curvirostris

Thermocyclops crassus

Conochilus unicornis

Cyclotella bodanica

Eudiaptomus gracilis

Lepadella patella

Lepadella rhomboides

Mesocyclops leuckarti

Mytilina ventralis

Notholca acuminata

Pleuroxus aduncus

Peracantha truncata

[*Pleuroxus truncatus*]

Sida crystallina

o-b-сапробности – 26 (10) видов:

Acroperus harpae

Amphora cf. pediculus

Amphora ovalis
Bosmina longirostris
Cyclops insignis
Euchlanis dilatata
Euglena granulata
Flagilaria crotonensis
Graptoleberies testudinaria
Keratella quadrata
Leptodora kindtii
Nitzschia fonticola
Nitzschia linearis
Ptygura beauchampi
Simocephalus vetulus
Staurastrum gracile
Tintinnidium fluviatile

Arctodiaptomus cf. stepanidesi
Cryptomonas pyrenoidifera
Cyclops kolensis
Flagilaria rumpens
Lacinularoides flosculosa
Micrasterias tetraptera
Micrasterias tropica
Pseudotontonia simplicidens
Tintinnopsis subacuta

b-о-сапробности – 6 видов:

Eudiaptomus graciloides
Keratella cochlearis
Macrocyclus fuscus
Megacyclus viridis
Oocystis lacustris
Synchaeta pectinata
Trachelomonas planktonica

b-мезосапробности – 43 (13) видов:

<i>Actinastrum hantzshii</i>	<u><i>Coelastrum astroideum</i></u>
<i>Aulacoseira granulata</i>	<u><i>Coelastrum pseudomicroporum</i></u>
<i>Chydorus sphaericus</i>	<u><i>Cymbella cymbiformis</i></u>
<i>Cocconeis placentula</i>	<u><i>Desmodesmus denticulatus</i></u>
<i>Coelastrum microporum</i>	<u><i>Mallomonas striata</i></u>
<i>Cryptomonas curvata</i>	<u><i>Monoraphidium contortum</i></u>
<i>Cyclops visinus</i>	<u><i>Monoraphidium griffithii</i></u>
<i>Cymbella cistula</i>	

<i>Diatoma vulgare</i>	<u><i>Pascherina tetras</i></u>
<i>Filinia longiseta</i>	<u><i>Raphidocelis contorta</i></u> [Kirchneri- <i>ella contorta</i>]
<i>Kirchneriella lunaris</i>	<u><i>Scenedesmus acutus</i></u>
<i>Macrocyclus albidus</i>	<u><i>Scenedesmus granulatum</i></u>
<i>Mallomonas tonsurata</i>	[<i>Desmodesmus granulatus</i>]
<i>Mytilina mucronata</i>	<u><i>Testudinella patina dendradena</i></u>
<i>Pandorina morum</i>	<u><i>Vitreochlamys nekrassovii</i></u>
<i>Phacotus lenticularis</i>	
<i>Platyias quadricornis</i>	
<i>Pteromonas angulosa</i>	
<i>Scapholeberis mucronata</i>	
<i>Scenedesmus arcuatus</i>	
[<i>Comasiella arcuata</i>]	
<i>Scenedesmus bijugatus</i>	
<i>Scenedesmus obliquus</i> [<i>Tetrademus obliquus</i>]	
<i>Scenedesmus quadricauda</i>	
<i>Synedra ulna</i>	
<i>Trachelomonas conspersa</i>	
<i>Trachelomonas hispida</i>	
<i>Trachelomonas intermedia</i>	
<i>Trachelomonas oblonga</i>	
<i>Trachelomonas volvocina</i>	
<i>Vorticella mayeri</i>	

a-b-мезосапробности – 3 (1) вида:

<i>Cyclotella meneghiniana</i>	<u><i>Anteholosticha gracilis</i></u>
<i>Urostyla grandis</i>	

b-a-мезосапробности – 5 видов:

Brachionus angularis
Brachionus calyciflorus
Coleps hirtus
Cyclops strenuus
Cumatopleura solea

a-мезосапробности – 7 (2) видов:

<i>Daphnia pulex</i>	<u><i>Nitzschia draveillensis</i></u>
----------------------	---------------------------------------

Navicula viridula
Nitzschia acicularis
Nitzschia palea
Stephanodiscus hantzschii

Stephanodiscus parvus

p-сапробности – 3 (2) вида:

Acineria incurvata

Amphileptus dragescoi

Vorticella gracilis

p-a-сапробности – 2 вида:

Chlorella vulgaris

Euglena geniculata

• 98 биоиндикаторов озера Нижний Кабан, в том числе 32 вида-индикатора, выявленных по кластеризации:

o-сапробности – 9 (2) видов:

Ceratium hirundinella

Pleuroxus truncates

Chydorus globosus [*Pseudochydorus globosus*]

Cyclotella bodanica

Thermocyclops crassus

Eudiaptomus gracilis

Mesocyclops leuckarti

Mytilina ventralis

Notholca acuminata

o-b-сапробности – 23 (10) вида:

Amphora ovalis

Amphora cf. pediculus

Asterionella Formosa

Arctodiaptomus cf. stepanidesi

Bosmina longirostris

Arctodiaptomus dorsalis

Botryococcus braunii

Cryptomonas pyrenoidifera

Cyclops insignis

Cyclops kolensis

Euchlanis dilatata

Flagilaria nanana

Flagilaria capucina

Flagilaria rumpens

Graptoleberies testudinaria
Keratella quadrata
Leptodora kindtii
Nitzschia fonticola
Simocephalus vetulus
Tintinnidium fluviatile

Lobosphaera tirolensis
Schmidingerella arcuata
Tintinnopsis subacuta

b-о-сапробности – 6 видов:

Eudiaptomus graciloides
Keratella cochlearis
Macrocylops fuscus
Megacyclops viridis
Oocystis lacustris
Trachelomonas planktonica

b-мезосапробности – 43 (12) видов:

<i>Actinastrum hantzshii</i>	<u><i>Monoraphidium contortum</i></u>
<i>Aulacoseira granulata</i>	<u><i>Scenedesmus acutus</i></u>
<i>Chydorus sphaericus</i>	<u><i>Coelastrum pseudomicroporum</i></u>
<i>Closterium venus</i>	<u><i>Desmodesmus brasiliensis</i></u>
<i>Cocconeis placentula</i>	<u><i>Monoraphidium griffithii</i></u>
<i>Coelastrum microporum</i>	<u><i>Monoraphidium komarkovae</i></u>
<i>Cryptomonas curvata</i>	<u><i>Pectinodesmus pectinatus</i></u>
<i>Cyclops visinus</i>	<u><i>Pseudopediastrum boryanum</i></u>
<i>Cymbella cistula</i>	<u><i>Scenedesmus abundans</i></u>
<i>Diatoma vulgare</i>	<u><i>Scenedesmus armatus</i></u>
<i>Dinobryon divergens</i>	<u><i>Trachelomonas eurystoma</i></u>
<i>Filinia longiseta</i>	<u><i>Vitreochlamys nekrassovii</i></u>
<i>Macrocylops albidus</i>	
<i>Micractinium pusillum</i>	
<i>Pandorina morum</i>	
<i>Pediastrum duplex</i>	

Phacotus lenticularis
Platyias quadricornis
Pteromonas angulosa
Scapholeberis mucronata
Scenedesmus acuminatus
Scenedesmus arcuatus
[*Comasiella arcuata*]
Scenedesmus bijugatus
Scenedesmus obliquus [*Tetrademus obliquus*]
Scenedesmus quadricauda
Synedra ulna
Synura petersenii
Testudinella patina
Trachelomonas hispida
Trachelomonas intermedia
Trachelomonas volvocina

a-b-мезосапробности – 2 вида:

Cyclotella meneghiniana
Potamogeton pectinatus

b-a-мезосапробности – 4 вида:

Brachionus angularis
Brachionus calyciflorus
Coleps hirtus
Cyclops strenuus

a-мезосапробности – 14 (6) видов:

<i>Chlamydomonas reinhardtii</i>	<u><i>Cryptomonas reflexa</i></u>
<i>Cryptomonas erosa</i>	<u><i>Euplotes octocarinatus</i></u>
<i>Euplotes aediculatus</i>	<u><i>Hemiselmis andersenii</i></u>
<i>Euplotes eurystomus</i>	<u><i>Nitzschia draveillensis</i></u>

Nitzschia acicularis

Nitzschia palea

Sphaeroeca volvox

Stephanodiscus hantzschii

Sphaeroeca leprechaunica

Stephanodiscus parvus

a-p-сапробности – 1 вид: *Daphnia magna*

p-сапробности – 1 вид: *Vorticella aequilata*

p-a-сапробности – 1 вид: *Chlorella vulgaris*

Таблица 3.9.1

Биоиндикаторы озёр Кабан по маркерному гену *18S рPHK*

Царство	Тип/Отдел	Класс	Отряд/Порядок	Семейство	Вид	Озёра Кабан			Сапробность В. Сладечек	Сапроб- ность по кластери- зации
					<i>18S рPHK</i> <i>Streptophyta</i>					
<i>Plantae</i>	<i>Streptophyta</i>	<i>Zygnemophyceae</i>	<i>Desmidiales</i>	<i>Desmidiaceae</i>	<i>Staurastrum gracile</i>	Верхний	Средний		o-b	
<i>Plantae</i>	<i>Streptophyta</i>	<i>Zygnemophyceae</i>	<i>Desmidiales</i>	<i>Desmidiaceae</i>	<i>Cosmarium bioculatum</i>	Верхний				o-b
<i>Plantae</i>	<i>Streptophyta</i>	<i>Zygnemophyceae</i>	<i>Desmidiales</i>	<i>Desmidiaceae</i>	<i>Micrasterias tetraptera</i>	Верхний	Средний			o-b
<i>Plantae</i>	<i>Streptophyta</i>	<i>Zygnemophyceae</i>	<i>Desmidiales</i>	<i>Desmidiaceae</i>	<i>Micrasterias tropica</i>		Средний			o-b
<i>Plantae</i>	<i>Streptophyta</i>	<i>Zygnemophyceae</i>	<i>Desmidiales</i>	<i>Closteriaceae</i>	<i>Closterium venus</i>			Нижний	b	
<i>Plantae</i>	<i>Streptophyta</i>	<i>Magnoliopsida</i>	<i>Alismatales</i>	<i>Potamogetonaceae</i>	<i>Potamogeton pectinatus</i>			Нижний	a-b	
					<i>18S рPHK</i> <i>Chlorophyceae</i>					
<i>Plantae</i>	<i>Chlorophyta</i>	<i>Chlorophyceae</i>	<i>Chlamydomonadales</i>	<i>Phacotaceae</i>	<i>Phacotus lenticularis</i>	Верхний	Средний	Нижний	b	
<i>Plantae</i>	<i>Chlorophyta</i>	<i>Chlorophyceae</i>	<i>Chlamydomonadales</i>	<i>Phacotaceae</i>	<i>Pteromonas angulosa</i>		Средний	Нижний	b	
<i>Plantae</i>	<i>Chlorophyta</i>	<i>Chlorophyceae</i>	<i>Chlamydomonadales</i>	<i>Spondylomoraceae</i>	<i>Pascherina tetras</i>	Верхний	Средний			b
<i>Plantae</i>	<i>Chlorophyta</i>	<i>Chlorophyceae</i>	<i>Chlamydomonadales</i>	<i>Chlamydomonadaceae</i>	<i>Chlamydomonas reinhardtii</i>	Верхний		Нижний	a	
<i>Plantae</i>	<i>Chlorophyta</i>	<i>Chlorophyceae</i>	<i>Chlamydomonadales</i>	<i>Volvocaceae</i>	<i>Pandorina morum</i>	Верхний	Средний	Нижний	b	
<i>Plantae</i>	<i>Chlorophyta</i>	<i>Chlorophyceae</i>	<i>Chlamydomonadales</i>	<i>Chlamydomonadaceae</i>	<i>Vitreochlamys nekrassovii</i>	Верхний	Средний	Нижний		b
<i>Plantae</i>	<i>Chlorophyta</i>	<i>Chlorophyceae</i>	<i>Sphaeropleales</i>	<i>Hydrodictyceae</i>	<i>Pediastrum duplex</i>	Верхний		Нижний	b	

Царство	Тип/Отдел	Класс	Отряд/Порядок	Семейство	Вид	Озёра Кабан			Сапробность В. Сладечек	Сапроб- ность по кластери- зации
Plantae	Chlorophyta	Chlorophyceae	Sphaeropleales	Hydrodictyceae	<i>Pediastrum biradiatum</i> [<i>Parapediastrium bira- diatum</i>]	Верхний				b
Plantae	Chlorophyta	Chlorophyceae	Sphaeropleales	Hydrodictyceae	<i>Pseudopediastrium boryanum</i>			Нижний		b
Plantae	Chlorophyta	Chlorophyceae	Sphaeropleales	Selenastraceae	<i>Monoraphidium griffithii</i>	Верхний	Средний	Нижний		b
Plantae	Chlorophyta	Chlorophyceae	Sphaeropleales	Selenastraceae	<i>Monoraphidium contortum</i>	Верхний	Средний	Нижний		b
Plantae	Chlorophyta	Chlorophyceae	Sphaeropleales	Selenastraceae	<i>Ankistrodesmus fusiformis</i>	Верхний				b
Plantae	Chlorophyta	Chlorophyceae	Sphaeropleales	Selenastraceae	<i>Kirchneriella lunaris</i>	Верхний	Средний		b	
Plantae	Chlorophyta	Chlorophyceae	Sphaeropleales	Selenastraceae	<i>Raphidocelis contorta</i> [<i>Kirchneriella contorta</i>]		Средний			b
Plantae	Chlorophyta	Chlorophyceae	Sphaeropleales	Selenastraceae	<i>Monoraphidium komarkovae</i>			Нижний		b
Plantae	Chlorophyta	Chlorophyceae	Sphaeropleales	Scenedesmaceae	<i>Coelastrum microporum</i>	Верхний	Средний	Нижний	b	
Plantae	Chlorophyta	Chlorophyceae	Sphaeropleales	Scenedesmaceae	<i>Scenedesmus quadricauda</i>	Верхний	Средний	Нижний	b	
Plantae	Chlorophyta	Chlorophyceae	Sphaeropleales	Scenedesmaceae	<i>Scenedesmus armatus</i>			Нижний		b
Plantae	Chlorophyta	Chlorophyceae	Sphaeropleales	Scenedesmaceae	<i>Scenedesmus acutus</i>		Средний	Нижний		b
Plantae	Chlorophyta	Chlorophyceae	Sphaeropleales	Scenedesmaceae	<i>Scenedesmus obliquus</i> [<i>Tetradesmus obliquus</i>]	Верхний	Средний	Нижний	b	
Plantae	Chlorophyta	Chlorophyceae	Sphaeropleales	Scenedesmaceae	<i>Scenedesmus acuminatus</i>	Верхний		Нижний	b	
Plantae	Chlorophyta	Chlorophyceae	Sphaeropleales	Scenedesmaceae	<i>Coelastrum astroideum</i>		Средний			b
Plantae	Chlorophyta	Chlorophyceae	Sphaeropleales	Scenedesmaceae	<i>Coelastrum pseudomicroporum</i>		Средний	Нижний		b
Plantae	Chlorophyta	Chlorophyceae	Sphaeropleales	Scenedesmaceae	<i>Desmodesmus brasiliensis</i>			Нижний		b

Царство	Тип/Отдел	Класс	Отряд/Порядок	Семейство	Вид	Озёра Кабан			Сапробность В. Сладечек	Сапроб- ность по кластери- зации
Plantae	Chlorophyta	Chlorophyceae	Sphaeropleales	Scenedesmaceae	<i>Desmodesmus denticulatus</i>	Верхний	Средний			b
Plantae	Chlorophyta	Chlorophyceae	Sphaeropleales	Scenedesmaceae	<i>Pectinodesmus pectinatus</i>	Верхний		Нижний		b
Plantae	Chlorophyta	Chlorophyceae	Sphaeropleales	Scenedesmaceae	<i>Scenedesmus abundans</i>	Верхний		Нижний		b
Plantae	Chlorophyta	Chlorophyceae	Sphaeropleales	Scenedesmaceae	<i>Scenedesmus raciborskii</i> [<i>Acutodesmus raciborskii</i>]	Верхний				b
Plantae	Chlorophyta	Chlorophyceae	Sphaeropleales	Scenedesmaceae	<i>Scenedesmus arcuatus</i> [<i>Comasiella arcuata</i>]	Верхний	Средний	Нижний	b	
Plantae	Chlorophyta	Chlorophyceae	Sphaeropleales	Scenedesmaceae	<i>Scenedesmus granulatum</i> [<i>Desmodesmus granulatus</i>]		Средний			b
Plantae	Chlorophyta	Chlorophyceae	Sphaeropleales	Scenedesmaceae	<i>Scenedesmus bijugatus</i>	Верхний	Средний	Нижний	b	
					18S pPHK <i>Trebouxiophyceae</i>					
Plantae	Chlorophyta	Trebouxiophyceae	Trebouxiophyceae <i>incertae sedis</i>	Trebouxiophyceae <i>incertae sedis</i>	<i>Botryococcus braunii</i>	Верхний		Нижний	o-b	
Plantae	Chlorophyta	Trebouxiophyceae	Trebouxiales	Trebouxiaceae	<i>Lobosphaera tirolensis</i>	Верхний		Нижний		o-b
Plantae	Chlorophyta	Trebouxiophyceae	Chlorellales	Oocystaceae	<i>Oocystis lacustris</i>	Верхний	Средний	Нижний	b-o	
Plantae	Chlorophyta	Trebouxiophyceae	Chlorellales	Oocystaceae	<i>Lagerheimia longiseta</i>	Верхний				b-o
Plantae	Chlorophyta	Trebouxiophyceae	Chlorellales	Chlorellaceae	<i>Actinastrum hantzshii</i>	Верхний	Средний	Нижний	b	
Plantae	Chlorophyta	Trebouxiophyceae	Chlorellales	Chlorellaceae	<i>Chlorella vulgaris</i>	Верхний	Средний	Нижний	p-a	
Plantae	Chlorophyta	Trebouxiophyceae	Chlorellales	Chlorellaceae	<i>Micractinium pusillum</i>	Верхний		Нижний	b	
					18S pPHK <i>Chryso- phyceae</i>					

Царство	Тип/Отдел	Класс	Отряд/Порядок	Семейство	Вид	Озёра Кабан			Сапробность В. Сладечек	Сапроб- ность по кластери- зации
<i>Chromista</i> <i>a</i>	<i>Ochrophyta</i>	<i>Chrysophyceae</i>	<i>Chromulinales</i>	<i>Dinobryaceae</i>	<i>Dinobryon divergens</i>	Верхний		Нижний	b	
<i>Chromista</i> <i>a</i>	<i>Ochrophyta</i>	<i>Chrysophyceae</i>	<i>Chromulinales</i>	<i>Dinobryaceae</i>	<i>Dinobryon pediforme</i>	Верхний				b
					<i>18S pPHK</i> <i>Synurophyceae</i>					
<i>Chromista</i> <i>a</i>	<i>Ochrophyta</i>	<i>Synurophyceae</i>	<i>Synurales</i>	<i>Mallomonadaceae</i>	<i>Synura spinosa</i>	Верхний			b-o	
<i>Chromista</i> <i>a</i>	<i>Ochrophyta</i>	<i>Synurophyceae</i>	<i>Synurales</i>	<i>Mallomonadaceae</i>	<i>Synura mammilosa</i>	Верхний				b-o
<i>Chromista</i> <i>a</i>	<i>Ochrophyta</i>	<i>Synurophyceae</i>	<i>Synurales</i>	<i>Mallomonadaceae</i>	<i>Synura petersenii</i>	Верхний			b	
<i>Chromista</i> <i>a</i>	<i>Ochrophyta</i>	<i>Synurophyceae</i>	<i>Synurales</i>	<i>Mallomonadaceae</i>	<i>Synura asmundiae</i>	Верхний		Нижний		b
<i>Chromista</i> <i>a</i>	<i>Ochrophyta</i>	<i>Synurophyceae</i>	<i>Synurales</i>	<i>Mallomonadaceae</i>	<i>Mallomonas tonsurata</i>		Средний		b	
<i>Chromista</i> <i>a</i>	<i>Ochrophyta</i>	<i>Synurophyceae</i>	<i>Synurales</i>	<i>Mallomonadaceae</i>	<i>Mallomonas striata</i>	Верхний	Средний			b
					<i>18S pPHK</i> <i>Bacillariophyceae</i>					
<i>Chromista</i> <i>a</i>	<i>Ochrophyta</i>	<i>Bacillariophyceae</i>	<i>Naviculales</i>	<i>Naviculaceae</i>	<i>Navicula viridula</i>		Средний		a	
<i>Chromista</i> <i>a</i>	<i>Ochrophyta</i>	<i>Bacillariophyceae</i>	<i>Naviculales</i>	<i>Naviculaceae</i>	<i>Navicula</i> <i>cf.normaloides</i>	Верхний				a
<i>Chromista</i> <i>a</i>	<i>Ochrophyta</i>	<i>Bacillariophyceae</i>	<i>Bacillariales</i>	<i>Bacillariaceae</i>	<i>Nitzschia acicularis</i>	Верхний	Средний	Нижний	a	
<i>Chromista</i> <i>a</i>	<i>Ochrophyta</i>	<i>Bacillariophyceae</i>	<i>Bacillariales</i>	<i>Bacillariaceae</i>	<i>Nitzschia draveillensis</i>	Верхний	Средний	Нижний		a
<i>Chromista</i> <i>a</i>	<i>Ochrophyta</i>	<i>Bacillariophyceae</i>	<i>Naviculales</i>	<i>Naviculaceae</i>	<i>Navicula</i> <i>cryptocephala</i>	Верхний			a	
<i>Chromista</i> <i>a</i>	<i>Ochrophyta</i>	<i>Bacillariophyceae</i>	<i>Surirellales</i>	<i>Surirellaceae</i>	<i>Cymatopleura solea</i>		Средний		b-a	
<i>Chromista</i> <i>a</i>	<i>Ochrophyta</i>	<i>Bacillariophyceae</i>	<i>Cocconeidales</i>	<i>Cocconeidaceae</i>	<i>Cocconeis placentula</i>	Верхний	Средний	Нижний	b	
<i>Chromista</i> <i>a</i>	<i>Ochrophyta</i>	<i>Bacillariophyceae</i>	<i>Bacillariales</i>	<i>Bacillariaceae</i>	<i>Nitzschia palea</i>	Верхний	Средний	Нижний	a	

Царство	Тип/Отдел	Класс	Отряд/Порядок	Семейство	Вид	Озёра Кабан			Сапробность В. Сладечек	Сапроб- ность по кластери- зации
<i>Chromista</i>	<i>Ochrophyta</i>	<i>Bacillariophyceae</i>	<i>Bacillariales</i>	<i>Bacillariaceae</i>	<i>Nitzschia linearis</i>		Средний		o-b	
<i>Chromista</i>	<i>Ochrophyta</i>	<i>Bacillariophyceae</i>	<i>Bacillariales</i>	<i>Bacillariaceae</i>	<i>Nitzschia fonticola</i>	Верхний	Средний	Нижний	o-b	
<i>Chromista</i>	<i>Ochrophyta</i>	<i>Bacillariophyceae</i>	<i>Bacillariales</i>	<i>Bacillariaceae</i>	<i>Nitzschia amphibia</i>	Верхний				o-b
<i>Chromista</i>	<i>Ochrophyta</i>	<i>Bacillariophyceae</i>	<i>Thalassiosirales</i>	<i>Catenulaceae</i>	<i>Amphora ovalis</i>		Средний	Нижний	o-b	
<i>Chromista</i>	<i>Ochrophyta</i>	<i>Bacillariophyceae</i>	<i>Thalassiosirales</i>	<i>Catenulaceae</i>	<i>Amphora cf. pediculus</i>		Средний	Нижний		o-b
<i>Chromista</i>	<i>Ochrophyta</i>	<i>Bacillariophyceae</i>	<i>Cymbellales</i>	<i>Cymbellaceae</i>	<i>Cymbella cistula</i>		Средний	Нижний	b	
<i>Chromista</i>	<i>Ochrophyta</i>	<i>Bacillariophyceae</i>	<i>Cymbellales</i>	<i>Cymbellaceae</i>	<i>Cymbella cymbiformis</i>		Средний			b
					<i>18S pPHK Coscinodiscophyceae</i>					
<i>Chromista</i>	<i>Ochrophyta</i>	<i>Coscinodiscophyceae</i>	<i>Thalassiosirales</i>	<i>Stephanodiscaceae</i>	<i>Stephanodiscus hantzschii</i>	Верхний	Средний	Нижний	a	
<i>Chromista</i>	<i>Ochrophyta</i>	<i>Coscinodiscophyceae</i>	<i>Thalassiosirales</i>	<i>Stephanodiscaceae</i>	<i>Stephanodiscus parvus</i>	Верхний	Средний	Нижний		a
<i>Chromista</i>	<i>Ochrophyta</i>	<i>Coscinodiscophyceae</i>	<i>Melosirales</i>	<i>Melosiraceae</i>	<i>Melosira varians</i>	Верхний			b	
<i>Chromista</i>	<i>Ochrophyta</i>	<i>Coscinodiscophyceae</i>	<i>Thalassiosirales</i>	<i>Stephanodiscaceae</i>	<i>Cyclotella meneghiniana</i>	Верхний	Средний	Нижний	a-b	
<i>Chromista</i>	<i>Ochrophyta</i>	<i>Coscinodiscophyceae</i>	<i>Aulacoseirales</i>	<i>Aulacoseiraceae</i>	<i>Aulacoseira granulata</i>	Верхний	Средний	Нижний	b	
<i>Chromista</i>	<i>Ochrophyta</i>	<i>Coscinodiscophyceae</i>	<i>Thalassiosirales</i>	<i>Stephanodiscaceae</i>	<i>Cyclotella bodanica</i>	Верхний	Средний	Нижний	o	
					<i>18S pPHK Fragillariophyceae</i>					
<i>Chromista</i>	<i>Ochrophyta</i>	<i>Fragilariophyceae</i>	<i>Fragilariales</i>	<i>Fragilariaceae</i>	<i>Synedra acus</i>	Верхний			b	
<i>Chromista</i>	<i>Ochrophyta</i>	<i>Fragilariophyceae</i>	<i>Licmophorales</i>	<i>Ulnariaceae</i>	<i>Synedra ulna [Ulnaria ulna]</i>	Верхний	Средний	Нижний	b	
<i>Chromista</i>	<i>Ochrophyta</i>	<i>Fragilariophyceae</i>	<i>Fragilariales</i>	<i>Fragilariaceae</i>	<i>Asterionella formosa</i>	Верхний		Нижний	o-b	
<i>Chromista</i>	<i>Ochrophyta</i>	<i>Fragilariophyceae</i>	<i>Fragilariales</i>	<i>Fragilariaceae</i>	<i>Diatoma vulgare</i>		Средний	Нижний	b	

Царство	Тип/Отдел	Класс	Отряд/Порядок	Семейство	Вид	Озёра Кабан			Сапробность В. Сладечек	Сапроб- ность по кластери- зации
<i>Chromista</i> <i>a</i>	<i>Ochrophyta</i>	<i>Fragilariophyceae</i>	<i>Tabellariales</i>	<i>Tabellariaceae</i>	<i>Tabellaria flocculosa</i>		Средний		o-x	
<i>Chromista</i> <i>a</i>	<i>Ochrophyta</i>	<i>Fragilariophyceae</i>	<i>Fragilariales</i>	<i>Fragilariaceae</i>	<i>Flagilaria capucina</i>			Нижний	o-b	
<i>Chromista</i> <i>a</i>	<i>Ochrophyta</i>	<i>Fragilariophyceae</i>	<i>Fragilariales</i>	<i>Fragilariaceae</i>	<i>Flagilaria crotonensis</i>		Средний		o-b	
<i>Chromista</i> <i>a</i>	<i>Ochrophyta</i>	<i>Fragilariophyceae</i>	<i>Fragilariales</i>	<i>Fragilariaceae</i>	<i>Flagilaria rumpens</i>		Средний	Нижний		o-b
<i>Chromista</i> <i>a</i>	<i>Ochrophyta</i>	<i>Fragilariophyceae</i>	<i>Fragilariales</i>	<i>Fragilariaceae</i>	<i>Flagilaria nanana</i>			Нижний		o-b
					<i>18S pPHK</i> <i>Cryptophyceae</i>					
<i>Chromista</i> <i>a</i>	<i>Cryptophyta</i>	<i>Cryptophyceae</i>	<i>Cryptomonadales</i>	<i>Cryptomonadaceae</i>	<i>Cryptomonas curvata</i>	Верхний	Средний	Нижний	b	
<i>Chromista</i> <i>a</i>	<i>Cryptophyta</i>	<i>Cryptophyceae</i>	<i>Cryptomonadales</i>	<i>Cryptomonadaceae</i>	<i>Cryptomonas ozolini</i>	Верхний				b
<i>Chromista</i> <i>a</i>	<i>Cryptophyta</i>	<i>Cryptophyceae</i>	<i>Cryptomonadales</i>	<i>Cryptomonadaceae</i>	<i>Cryptomonas pyrenoidifera</i>	Верхний	Средний	Нижний		o-b
<i>Chromista</i> <i>a</i>	<i>Cryptophyta</i>	<i>Cryptophyceae</i>	<i>Cryptomonadales</i>	<i>Cryptomonadaceae</i>	<i>Cryptomonas erosa</i>	Верхний		Нижний	a	
<i>Chromista</i> <i>a</i>	<i>Cryptophyta</i>	<i>Cryptophyceae</i>	<i>Cryptomonadales</i>	<i>Cryptomonadaceae</i>	<i>Cryptomonas reflexa</i>			Нижний		a
<i>Chromista</i> <i>a</i>	<i>Cryptophyta</i>	<i>Cryptophyceae</i>	<i>Cryptomonadales</i>	<i>Hemiselmidaceae</i>	<i>Hemiselmis andersenii</i>	Верхний		Нижний		a
					<i>18S pPHK</i> <i>Dinophyceae</i>					
<i>Chromista</i> <i>a</i>	<i>Dinoflagellat</i> <i>a</i>	<i>Dinophyceae</i>	<i>Gonyaulacales</i>	<i>Ceratiaceae</i>	<i>Ceratium hirundinella</i>	Верхний	Средний	Нижний	o	
<i>Chromista</i> <i>a</i>	<i>Dinoflagellat</i> <i>a</i>	<i>Dinophyceae</i>	<i>Gonyaulacales</i>	<i>Goniodomataceae</i>	<i>Goniodoma polyedricum</i>		Средний			o
<i>Chromista</i> <i>a</i>	<i>Dinoflagellat</i> <i>a</i>	<i>Dinophyceae</i>	<i>Gonyaulacales</i>	<i>Gonyaulacaceae</i>	<i>Amylax triacantha</i>		Средний			o
	<i>Euglenozoa</i>	<i>Euglenida</i>	<i>Euglenales</i>	<i>Euglenaceae</i>	<i>Trachelomonas intermedia</i>	Верхний	Средний	Нижний	b	
	<i>Euglenozoa</i>	<i>Euglenida</i>	<i>Euglenales</i>	<i>Euglenaceae</i>	<i>Trachelomonas volvocina</i>	Верхний	Средний	Нижний	b	

Царство	Тип/Отдел	Класс	Отряд/Порядок	Семейство	Вид	Озёра Кабан			Сапробность В. Сладечек	Сапроб- ность по кластери- зации
	<i>Euglenozoa</i>	<i>Euglenida</i>	<i>Euglenales</i>	<i>Euglenaceae</i>	<i>Trachelomonas oblonga</i>		Средний		b	
	<i>Euglenozoa</i>	<i>Euglenida</i>	<i>Euglenales</i>	<i>Euglenaceae</i>	<i>Trachelomonas planktonica</i>	Верхний	Средний	Нижний	b-o	
	<i>Euglenozoa</i>	<i>Euglenida</i>	<i>Euglenales</i>	<i>Euglenaceae</i>	<i>Strombomonas acuminata</i> [<i>Trachelomonas conspersa</i>]		Средний		b	
	<i>Euglenozoa</i>	<i>Euglenida</i>	<i>Euglenales</i>	<i>Euglenaceae</i>	<i>Strombomonas eurystoma</i> [<i>Trachelomonas eurystoma</i>]			Нижний		b
	<i>Euglenozoa</i>	<i>Euglenida</i>	<i>Euglenales</i>	<i>Euglenaceae</i>	<i>Trachelomonas hispida</i>	Верхний	Средний	Нижний	b	
	<i>Euglenozoa</i>	<i>Euglenida</i>	<i>Euglenales</i>	<i>Euglenaceae</i>	<i>Euglena geniculata</i>		Средний		p-a	
	<i>Euglenozoa</i>	<i>Euglenida</i>	<i>Euglenales</i>	<i>Euglenaceae</i>	<i>Euglena granulata</i>		Средний		o-b	
					18S pPHK <i>Branchiopoda</i>					
<i>Animalia</i>	<i>Arthropoda</i>	<i>Branchiopoda</i>	<i>Diplostraca</i>	<i>Macrotrichidae</i>	<i>Acantholeberis curvirostris</i>		Средний		o	
<i>Animalia</i>	<i>Arthropoda</i>	<i>Branchiopoda</i>	<i>Diplostraca</i>	<i>Daphniidae</i>	<i>Simocephalus vetulus</i>	Верхний	Средний	Нижний	o-b	
<i>Animalia</i>	<i>Arthropoda</i>	<i>Branchiopoda</i>	<i>Diplostraca</i>	<i>Daphniidae</i>	<i>Daphnia magna</i>	Верхний		Нижний	a-p	
<i>Animalia</i>	<i>Arthropoda</i>	<i>Branchiopoda</i>	<i>Diplostraca</i>	<i>Daphniidae</i>	<i>Daphnia pulex</i>	Верхний	Средний		a	
<i>Animalia</i>	<i>Arthropoda</i>	<i>Branchiopoda</i>	<i>Diplostraca</i>	<i>Daphniidae</i>	<i>Scapholeberis mucronata</i>	Верхний	Средний	Нижний	b	
<i>Animalia</i>	<i>Arthropoda</i>	<i>Branchiopoda</i>	<i>Diplostraca</i>	<i>Chydoridae</i>	<i>Acroperus harpae</i>		Средний		o-b	
<i>Animalia</i>	<i>Arthropoda</i>	<i>Branchiopoda</i>	<i>Diplostraca</i>	<i>Chydoridae</i>	<i>Camptocercus rectirostris</i>	Верхний			o	
<i>Animalia</i>	<i>Arthropoda</i>	<i>Branchiopoda</i>	<i>Diplostraca</i>	<i>Chydoridae</i>	<i>Alonopsis elongata</i>	Верхний	Средний		o	
<i>Animalia</i>	<i>Arthropoda</i>	<i>Branchiopoda</i>	<i>Diplostraca</i>	<i>Chydoridae</i>	<i>Leydigopsis curvirostris</i>		Средний			o
<i>Animalia</i>	<i>Arthropoda</i>	<i>Branchiopoda</i>	<i>Diplostraca</i>	<i>Chydoridae</i>	<i>Graptoleberies testudinaria</i>	Верхний	Средний	Нижний	o-b	
<i>Animalia</i>	<i>Arthropoda</i>	<i>Branchiopoda</i>	<i>Diplostraca</i>	<i>Chydoridae</i>	<i>Chydorus sphaericus</i>	Верхний	Средний	Нижний	b	

Царство	Тип/Отдел	Класс	Отряд/Порядок	Семейство	Вид	Озёра Кабан			Сапробность В. Сладечек	Сапроб- ность по кластери- зации
Animalia	Arthropoda	Branchiopoda	Diplostraca	Chydoridae	<i>Chydorus globosus</i> [<i>Pseudochydorus globosus</i>]	Верхний	Средний	Нижний	o	
Animalia	Arthropoda	Branchiopoda	Diplostraca	Chydoridae	<i>Pleuroxus aduncus</i>		Средний		o	
Animalia	Arthropoda	Branchiopoda	Diplostraca	Chydoridae	<i>Peracantha truncata</i> [<i>Pleuroxus truncatus</i>]		Средний	Нижний	o	
Animalia	Arthropoda	Branchiopoda	Diplostraca	Sididae	<i>Sida crystallina</i>	Верхний	Средний		o	
Animalia	Arthropoda	Branchiopoda	Diplostraca	Leptodoridae	<i>Leptodora kindtii</i>	Верхний	Средний	Нижний	o-b	
Animalia	Arthropoda	Branchiopoda	Diplostraca	Polyphemidae	<i>Polyphemus pediculus</i>	Верхний			o	
Animalia	Arthropoda	Branchiopoda	Diplostraca	Eurycercidae	<i>Eurycercus lamellatus</i>	Верхний			o	
Animalia	Arthropoda	Branchiopoda	Diplostraca	Bosminidae	<i>Bosmina longirostris</i>	Верхний	Средний	Нижний	o-b	
					18S pPHK Copepoda					
Animalia	Arthropoda	Hexanauplia	Cyclopoida	Cyclopidae	<i>Megacyclops viridis</i>	Верхний	Средний	Нижний	b-o	
Animalia	Arthropoda	Hexanauplia	Cyclopoida	Cyclopidae	<i>Cyclops insignis</i>	Верхний	Средний	Нижний	o-b	
Animalia	Arthropoda	Hexanauplia	Cyclopoida	Cyclopidae	<i>Cyclops kolensis</i>	Верхний	Средний	Нижний		o-b
Animalia	Arthropoda	Hexanauplia	Cyclopoida	Cyclopidae	<i>Macrocyclops albidus</i>	Верхний	Средний	Нижний	b	
Animalia	Arthropoda	Hexanauplia	Cyclopoida	Cyclopidae	<i>Macrocyclops fuscus</i>		Средний	Нижний	b-o	
Animalia	Arthropoda	Hexanauplia	Cyclopoida	Cyclopidae	<i>Mesocyclops leuckarti</i>	Верхний	Средний	Нижний	o	
Animalia	Arthropoda	Hexanauplia	Cyclopoida	Cyclopidae	<i>Thermocyclops crassus</i>	Верхний	Средний	Нижний		o
Animalia	Arthropoda	Hexanauplia	Calanoida	Diaptomidae	<i>Arctodiaptomus dorsalis</i>			Нижний		o-b
Animalia	Arthropoda	Hexanauplia	Calanoida	Diaptomidae	<i>Eudiaptomus gracilis</i>	Верхний	Средний	Нижний	o	
Animalia	Arthropoda	Hexanauplia	Calanoida	Diaptomidae	<i>Arctodiaptomus cf. stepanidesi</i>	Верхний	Средний	Нижний		o-b
Animalia	Arthropoda	Hexanauplia	Calanoida	Diaptomidae	<i>Eudiaptomus graciloides</i>	Верхний	Средний	Нижний	b-o	
Animalia	Arthropoda	Hexanauplia	Cyclopoida	Cyclopidae	<i>Cyclops strenuus</i>	Верхний	Средний	Нижний	b-a	
Animalia	Arthropoda	Hexanauplia	Cyclopoida	Cyclopidae	<i>Cyclops visinus</i>	Верхний	Средний	Нижний	b	
					18S pPHK Monogononta					

Царство	Тип/Отдел	Класс	Отряд/Порядок	Семейство	Вид	Озёра Кабан			Сапробность В. Сладечек	Сапроб- ность по кластери- зации
Animalia	Rotifera	Monogononta	Ploima	Brachionidae	<i>Brachionus rubens</i>	Верхний			a	
Animalia	Rotifera	Monogononta	Ploima	Brachionidae	<i>Brachionus angularis</i>	Верхний	Средний	Нижний	b-a	
Animalia	Rotifera	Monogononta	Flosculariacea	Flosculariidae	<i>Ptygura beauchampi</i>		Средний		o-b	
Animalia	Rotifera	Monogononta	Flosculariaceae	Conochilidae	<i>Conochilus unicornis</i>	Верхний	Средний		o	
Animalia	Rotifera	Monogononta	Flosculariaceae	Flosculariidae	<i>Lacimularia flosculosa</i>	Верхний			o-b	
Animalia	Rotifera	Monogononta	Flosculariaceae	Flosculariidae	<i>Lacimularoides flosculosa</i>		Средний			o-b
Animalia	Rotifera	Monogononta	Flosculariaceae	Testudinellidae	<i>Testudinella patina</i>			Нижний	b	
Animalia	Rotifera	Monogononta	Flosculariaceae	Testudinellidae	<i>Testudinella patina dendradena</i>		Средний			b
Animalia	Rotifera	Monogononta	Flosculariaceae	Filiniidae	<i>Filinia longiseta</i>	Верхний	Средний	Нижний	b	
Animalia	Rotifera	Monogononta	Ploima	Dicranophoridae	<i>Dicranophorus forcipatus</i>	Верхний			o-b	
Animalia	Rotifera	Monogononta	Ploima	Brachionidae	<i>Keratella cochlearis</i>	Верхний	Средний	Нижний	b-o	
Animalia	Rotifera	Monogononta	Ploima	Trichocercidae	<i>Trichocerca elongata</i>	Верхний			o	
Animalia	Rotifera	Monogononta	Ploima	Gastropidae	<i>Ascomorpha ovalis</i>	Верхний	Средний			o
Animalia	Rotifera	Monogononta	Ploima	Trichocercidae	<i>Trichocerca rattus</i>	Верхний			o	
Animalia	Rotifera	Monogononta	Ploima	Brachionidae	<i>Mytilina mucronata</i>		Средний		b	
Animalia	Rotifera	Monogononta	Ploima	Brachionidae	<i>Mytilina ventralis</i>	Верхний	Средний	Нижний	o	
Animalia	Rotifera	Monogononta	Ploima	Brachionidae	<i>Euchlanis dilatata</i>	Верхний	Средний	Нижний	o-b	
Animalia	Rotifera	Monogononta	Ploima	Brachionidae	<i>Keratella quadrata</i>	Верхний	Средний	Нижний	o-b	
Animalia	Rotifera	Monogononta	Ploima	Brachionidae	<i>Notholca acuminata</i>	Верхний	Средний	Нижний	o	
Animalia	Rotifera	Monogononta	Ploima	Brachionidae	<i>Brachionus calyciflorus</i>	Верхний	Средний	Нижний	b-a	
Animalia	Rotifera	Monogononta	Ploima	Lepadellidae	<i>Lepadella rhomboides</i>		Средний		o	
Animalia	Rotifera	Monogononta	Ploima	Lepadellidae	<i>Lepadella patella</i>		Средний		o	
Animalia	Rotifera	Monogononta	Ploima	Brachionidae	<i>Platyas quadricornis</i>	Верхний	Средний	Нижний	b	
Animalia	Rotifera	Monogononta	Ploima	Synchaetidae	<i>Synchaeta pectinata</i>	Верхний	Средний		b-o	
					18S pPHK Ciliophora					

Царство	Тип/Отдел	Класс	Отряд/Порядок	Семейство	Вид	Озёра Кабан			Сапробность В. Сладечек	Сапроб- ность по кластери- зации
	<i>Ciliophora</i>	<i>Spirotrichea</i>	<i>Urostylida</i>	<i>Urostylidae</i>	<i>Urostyla grandis</i>	Верхний	Средний		a-b	
	<i>Ciliophora</i>	<i>Spirotrichea</i>	<i>Urostylida</i>	<i>Pseudokeronopsidae</i>	<i>Apokeronopsis crassa</i>	Верхний				a-b
	<i>Ciliophora</i>	<i>Spirotrichea</i>	<i>Urostylida</i>	<i>Holostichidae</i>	<i>Anteholosticha gracilis</i>		Средний			a-b
	<i>Ciliophora</i>	<i>Spirotrichea</i>	<i>Urostylida</i>	<i>Urostylida incertae sedis</i>	<i>Monocoronella carnea</i>	Верхний				a-b
	<i>Ciliophora</i>	<i>Spirotrichea</i>	<i>Tintinnida</i>	<i>Tintinnidae</i>	<i>Tintinnidium fluviatile</i>	Верхний	Средний	Нижний	o-b	
	<i>Ciliophora</i>	<i>Spirotrichea</i>	<i>Tintinnida</i>	<i>Codonellidae</i>	<i>Tintinnopsis subacuta</i>	Верхний	Средний	Нижний		o-b
	<i>Ciliophora</i>	<i>Spirotrichea</i>	<i>Tintinnida</i>	<i>Rhabdonellidae</i>	<i>Schmidingerella arcuata</i>	Верхний		Нижний		o-b
	<i>Ciliophora</i>	<i>Spirotrichea</i>	(<i>Oligotrichia</i>)	<i>Tontonidae</i>	<i>Pseudotontonia simplicidens</i>		Средний			o-b
<i>Chromista</i>	<i>Ciliophora</i>	<i>Spirotrichea</i>	<i>Euplotida</i>	<i>Euplotidae</i>	<i>Euplotes aediculatus</i>			Нижний	a	
<i>Chromista</i>	<i>Ciliophora</i>	<i>Spirotrichea</i>	<i>Euplotida</i>	<i>Euplotidae</i>	<i>Euplotes eurystomus</i>			Нижний	a	
<i>Chromista</i>	<i>Ciliophora</i>	<i>Spirotrichea</i>	<i>Euplotida</i>	<i>Euplotidae</i>	<i>Euplotes octocarinatus</i>			Нижний		a
	<i>Ciliophora</i>	<i>Litostomatea</i>	<i>Pleurostomatida</i>	<i>Litonotidae</i>	<i>Acinertia incurvata</i>		Средний		p	
	<i>Ciliophora</i>	<i>Litostomatea</i>	<i>Pleurostomatida</i>	<i>Amphileptidae</i>	<i>Amphileptus dragescoi</i>		Средний			p
	<i>Ciliophora</i>	<i>Prostomatea</i>	<i>Prorodontida</i>	<i>Colepidae</i>	<i>Coleps hirtus</i>	Верхний	Средний	Нижний	b-a	
	<i>Ciliophora</i>	<i>Prostomatea</i>	<i>Prorodontida</i>	<i>Colepidae</i>	<i>Plagiopogon loricatus</i>	Верхний				b-a
	<i>Ciliophora</i>	<i>Oligohymenophorea</i>	<i>Sessilida</i>	<i>Vorticellidae</i>	<i>Vorticella mayeri</i>	Верхний	Средний		b	
	<i>Ciliophora</i>	<i>Oligohymenophorea</i>	<i>Sessilida</i>	<i>Astylozoidae</i>	<i>Astylozoon enriquesi</i>	Верхний				b
	<i>Ciliophora</i>	<i>Oligohymenophorea</i>	<i>Sessilida</i>	<i>Vorticellidae</i>	<i>Vorticella aequilata</i>	Верхний		Нижний	p	
	<i>Ciliophora</i>	<i>Oligohymenophorea</i>	<i>Sessilida</i>	<i>Vorticellidae</i>	<i>Vorticella gracilis</i>	Верхний	Средний			p
					<i>18S рPHK Protozoa</i>					
<i>Protozoa</i>		<i>Choanoflagellata</i>	<i>Craspedida</i>	<i>Salpingoecidae</i>	<i>Sphaeroeca volvox</i>			Нижний	a	
<i>Protozoa</i>		<i>Choanoflagellata</i>	<i>Craspedida</i>	<i>Salpingoecidae</i>	<i>Sphaeroeca leprechaunica</i>			Нижний		a

4. Биондикаторы озёр Кабан по маркерному гену *COI*

Ниже приведены результаты филогенетического анализа гидробионтов озёр Кабан по маркерному гену *COI* в соответствии с таксономическим положением:

царство *Animalia*

тип *Annelida*

класс *Clitellata*

тип *Arthropoda*

класс *Branchiopoda*

класс *Malacostraca*

тип *Rotifera*

класс *Bdelloidea*

класс *Monogononta*

4.1. Выявление видов-индикаторов по гену *COI Clitellata*

Animalia-Annelida-Clitellata

Обобщённое филогенетическое дерево по маркерному гену *COI Clitellata* приведено на рис. 4.1.1. Бутстреп-значения приведены рядом с узлами дерева.

Как видно из рис. 4.1.1, на обобщённом молекулярно-филогенетическом дереве выявлен один кластер: вид *Erpobdella octoculata* – *a*-индикатор – сгруппирован с неиндикаторным видом *Erpobdella nigricolis* с высоким бутстреп-значением 97 %. В табл. 4.1.1 приведено таксономическое положение сгруппированных организмов.

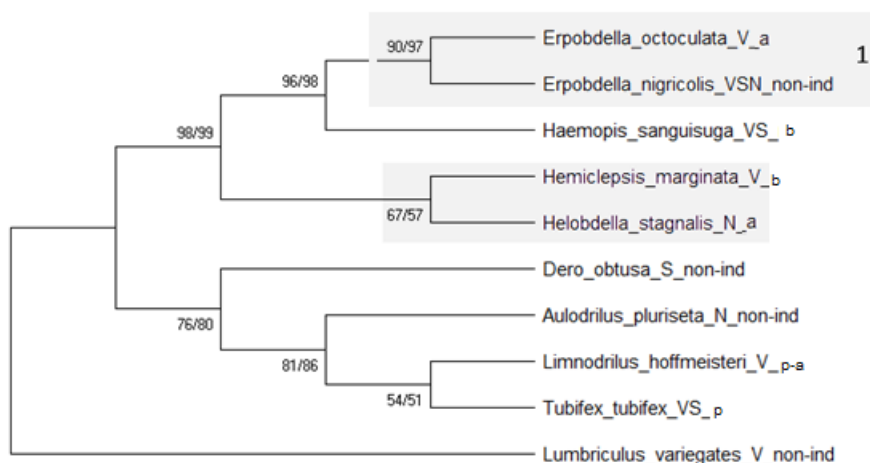


Рис 4.1.1. Обобщённое филогенетическое дерево по маркерному гену *COI Clitellata*

Таблица 4.1.1

Таксономическое положение сгруппированных гидробионтов

Таксономия	Виды-индикаторы	Виды-неиндикаторы
Domain	<i>Eukaryota</i>	<i>Eukaryota</i>
Kingdom	<i>Animalia</i>	<i>Animalia</i>
Phylum	<i>Annelida</i>	<i>Annelida</i>
Class	<i>Clitellata</i>	<i>Clitellata</i>
Order	<i>Hirudinida</i>	<i>Hirudinida</i>
Family	<i>Erpobdellidae</i>	<i>Erpobdellidae</i>
Genus, Species	<i>Erpobdella octoculata</i>	<i>Erpobdella nigricolis</i>

Как видно из табл. 4.1.1, кластер содержит организмы, близкие по таксономическому положению до семейства *Erpobdellidae* подкласс *Hirudinea*. Сравнительный анализ сапробностей организмов из списков разных авторов (табл. 4.1.2) показал индикаторную значимость только для организма *Erpobdella octoculata*. Таким образом, вид *Erpobdella nigricolis* для трёх озёр Кабан может рассматриваться как индикатор *a*-мезосапробности с вероятностью 67 %.

Сапробность гидробионтов из списков разных авторов

Виды	Сапробность В. Сладечек	Сапробность R. Wegl	Сапробность по кластеризации
<i>Erpobdella octoculata</i>	<i>a</i>	-	-
<i>Erpobdella nigricolis</i>	-	-	<i>a</i>

Hirudinea (пиявки) – подкласс кольчатых червей, включающий около 500 видов. Большинство представителей обитают в пресных водоёмах. Некоторые виды освоили наземные и морские биотопы (Рупперт и др., 2008).

4.2. Выявление видов-индикаторов по гену COI Arthropoda

4.2.1. Филогенетический анализ COI Branchiopoda

Animalia – Arthropoda – Branchiopoda

Branchiopoda – класс ракообразных. *Branchiopoda* объединяет наличие жабр на всех конечностях, что и дало название группе Жаброногие. Среди *Branchiopoda* морскими являются только некоторые *Cladocera*, все остальные группы – пресноводные. *Branchiopoda* питаются детритом или планктоном, которых они отфильтровывают с помощью щетинок на конечностях (Human, 1961).

Одним из наиболее встречающихся родов *Branchiopoda* является *Daphnia*, включающий пресноводные и морские виды. *Daphnia* являются фильтраторами, питаются в основном одноклеточными водорослями и простешиями, а также бактериями и органическим детритом. Биение ног создает постоянный ток воды возле карапакса, который и переносит собираемые частицы в пищеварительный тракт. *Daphnia* – одни из стандартных объектов для тестирования токсичности водных

растворов химических соединений, применяемых в исследовании загрязнений водной среды (Gliwicz, 2003; Руководство..., 2002).

Обобщённое филогенетическое дерево по маркерному гену *COI Branchiopoda* приведено на рис. 4.2.1.1 Бутстреп-значения приведены рядом с узлами дерева.

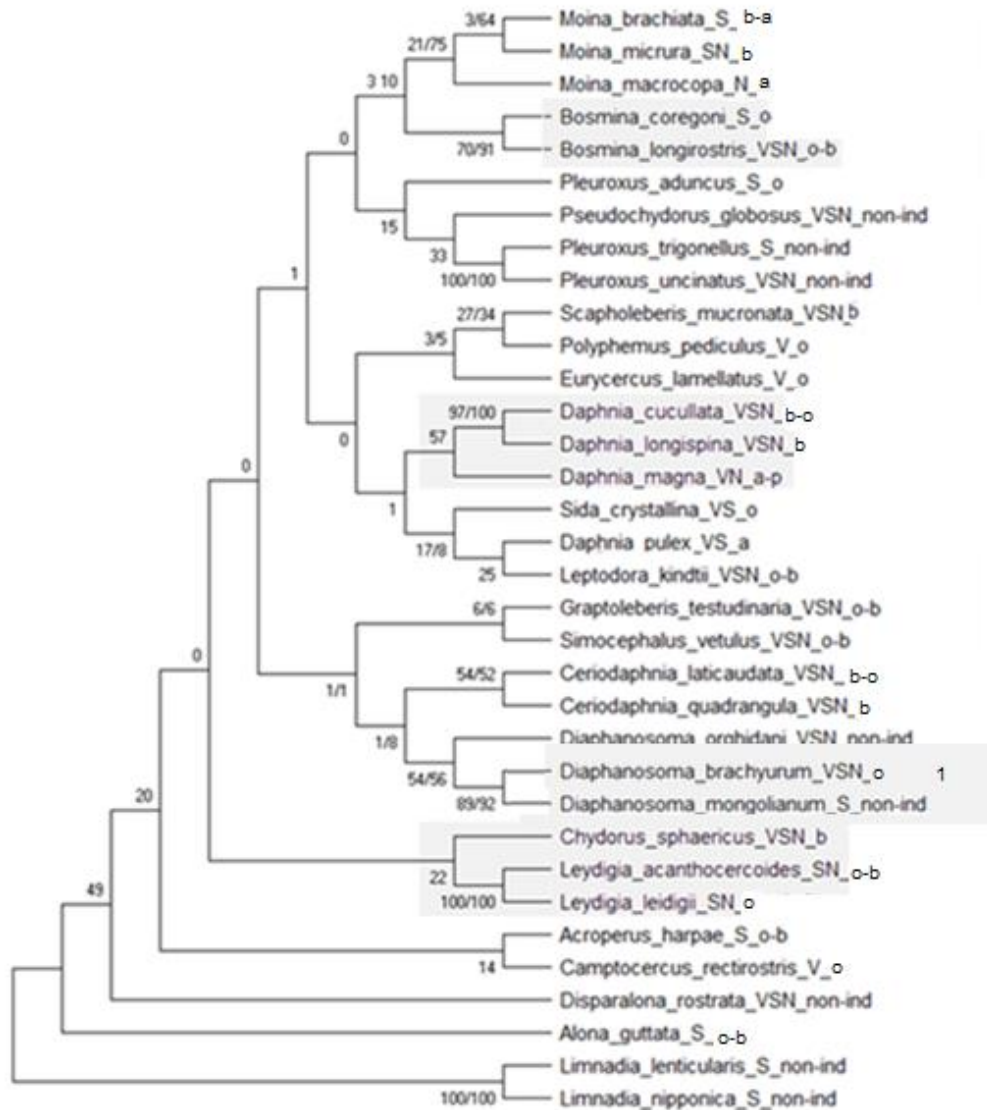


Рис 4.2.1.1. Обобщённое филогенетическое дерево по маркерному гену *COI Branchiopoda*

Как видно из рис. 4.2.1.1, на обобщённом молекулярно-филогенетическом дереве выявлен 1 кластер с высоким бутстреп-значением, содержащий индикаторный вид и вид, не имевший ранее статус индикаторного:

Кластер 1: вид *Diaphanosoma brachyurum* – о-индикатор – сгруппирован с неиндикаторным видом *Diaphanosoma mongolianum* с бутстреп-значением 92 %. В табл. 4.2.1.1 приведено таксономическое положение сгруппированных организмов.

Таблица 4.2.1.1

Таксономическое положение сгруппированных гидробионтов

Таксономия	Виды-индикаторы	Виды-неиндикаторы
Domain	<i>Eukaryota</i>	<i>Eukaryota</i>
Kingdom	<i>Animalia</i>	<i>Animalia</i>
Phylum	<i>Arthropoda</i>	<i>Arthropoda</i>
Class	<i>Branchiopoda</i>	<i>Branchiopoda</i>
Order	<i>Diplostraca</i>	<i>Diplostraca</i>
Family	<i>Sididae</i>	<i>Sididae</i>
Genus, Species	<i>Diaphanosoma brachyurum</i>	<i>Diaphanosoma mongolianum</i>

Как видно из табл. 4.2.1.1, кластер содержит организмы, близкие по таксономическому положению до рода *Diaphanosoma*. Сравнительный анализ сапробностей организмов из списков разных авторов (табл. 4.2.1.2) показал близкие значения сапробностей для организма *Diaphanosoma brachyurum*.

Таблица 4.2.1.2

Сапробность гидробионтов из списков разных авторов

Виды	Сапробность В. Сладечек	Сапробность R. Wegl	Сапробность по кластеризации
<i>Diaphanosoma brachyurum</i>	о	о-б	-
<i>Diaphanosoma mongolianum</i>	-	-	о

Таким образом, вид *Diaphanosoma mongolianum* для озера Средний Кабан может рассматриваться как индикаторы *o*-сапробности с вероятностью 92 %

4.2.2. Филогенетический анализ COI Malacostraca

Animalia – Arthropoda – Malacostraca

Malacostraca - крупнейший класс ракообразных, насчитывающий около 40 000 видов. Представители *Malacostraca* имеют большое разнообразие форм. *Malacostraca* включают крабов, омаров, раков, креветок, криль, мокриц, бокоплавов, раков-богомолов и многих других. Они многочисленны во всех морских и пресноводных средах, некоторые виды могут переносить пребывание на суше. Это сегментированные животные, объединенные общим строением тела, состоящим из 20 сегментов тела (редко 21) и разделённых на голову, грудную клетку и брюшко (Barnes et al., 2001).

Обобщённое филогенетическое дерево по маркерному гену *COI Malacostraca* приведено на рис. 4.2.2.1. Бутстреп-значения приведены рядом с узлами дерева.

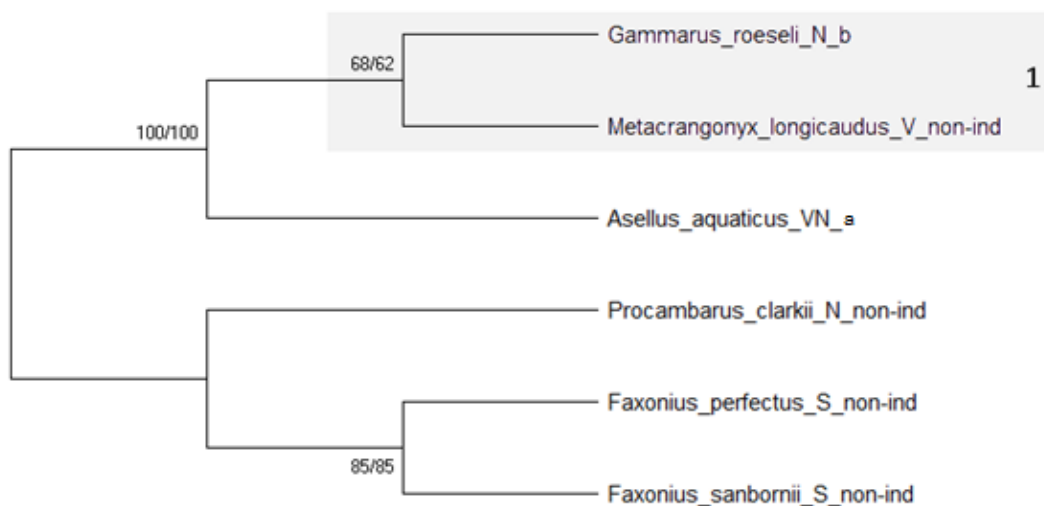


Рис. 4.2.2.1. Обобщённое филогенетическое дерево по маркерному гену *COI Malacostraca*

Как видно из рис. 4.2.2.1, на обобщённом молекулярно-филогенетическом дереве выявлен 1 кластер, содержащий вид *Gammarus roeseli* – *b*-индикатор, который сгруппирован с неиндикаторным видом *Metacrangonyx longicaudus* с высоким бутстреп-значением 68 %. В табл. 4.2.2.1 приведено таксономическое положение сгруппированных организмов.

Как видно из табл. 4.2.2.1, кластер содержит организмы, близкие по таксономическому положению до отряда *Amphipoda*. Сравнительный анализ сапробностей организмов из списков разных авторов (табл. 4.2.2.2) показал совпадение *b*-мезосапробностей для организма *Gammarus roeseli*.

Таблица 4.2.2.1

Таксономическое положение сгруппированных гидробионтов

Таксономия	Виды-индикаторы	Виды-неиндикаторы
Domain	<i>Eukaryota</i>	<i>Eukaryota</i>
Kingdom	<i>Animalia</i>	<i>Animalia</i>
Phylum	<i>Arthropoda</i>	<i>Arthropoda</i>
Class	<i>Malacostraca</i>	<i>Malacostraca</i>
Order	<i>Amphipoda</i>	<i>Amphipoda</i>
Family	<i>Gammaridae</i>	<i>Metacrangonyctidae</i>
Genus, Species	<i>Gammarus roeseli</i>	<i>Metacrangonyx longicaudus</i>

Таблица 4.2.2.2

Сапробность гидробионтов из списков разных авторов

Виды	Сапробность В. Сладечек	Сапробность R. Wegl	Сапробность по кластеризации
<i>Gammarus roeseli</i>	<i>b</i>	<i>b</i>	-
<i>Metacrangonyx longicaudus</i>	-	-	<i>b</i>

Таким образом, вид *Metacrangonyx longicaudus* для озера Верхний Кабан может рассматриваться как индикатор *b*-мезосапробности с вероятностью 68 %.

Amphipoda - отряд членистоногих класса *Malacostraca*. *Amphipoda* обладают многими уникальными чертами строения: у них нет карапакса, по-другому распределены грудные сегменты, брюшной отдел подразделяется еще на два, никакие конечности не редуцированы и сильно различаются, что и дало название отряду «Разноногие». Из более 9900 известных видов около 1900 являются пресноводными. *Amphipoda* в основном детритофаги или падальщики, некоторые виды поедают водоросли или охотятся на других ракообразных и насекомых (Wade et al., 2004; Westheide, Rieger, 2006).

4.3. Выявление видов-индикаторов по гену COI Rotifera

Rotifera - тип первичноротых животных. Основным характерным признаком является наличие коловращательного аппарата – ресничного образования на переднем конце тела, который используется для питания и движения. *Rotifera* в основном свободноживущие пресноводные обитатели, но встречаются и прикрепленные. По размеру коловратки не превышают 2 мм. *Rotifera* питаются органическим детритом, бактериями, микроводорослями и простейшими размером до 10 микрометров. Тип *Rotifera* включает три класса: *Monogononta*, *Bdelloidea* и *Seisonidea*. *Rotifera* обитают преимущественно в загрязненных водах (Андроникова, 1996).

4.3.1. Филогенетический анализ COI Bdelloidea

Animalia – Rotifera – Eurotatoria – Bdelloidea

Bdelloidea - подкласс пресноводных коловраток, распространенных по всему миру. Описано более 450 видов отличающихся в основном по морфологии. Основные отличия *Bdelloidea* от других *Rotifera* -

исключительно партеногенетическое размножение и способность к ангидробиозу на всех стадиях жизни. *Bdelloidea* - микроорганизмы длиной от 150 мкм до 700 мкм, большинство из них слишком маленькие, чтобы их можно было увидеть невооруженным глазом. Включают три отряда: *Philodinavida*, *Philodinida* и *Adinetida* (Donner, 1965; Segers, 2007).

Обобщённое филогенетическое дерево по маркерному гену *COI Bdelloidea* представлено на рис. 4.3.1.1. Бутстреп-значения приведены рядом с узлами дерева.

Как видно из рис. 4.3.1.1, на обобщённом молекулярно-филогенетическом дереве выявлен 1 кластер, содержащий индикаторные виды *Macrotrachela papillosa* – *o*-индикатор, *Philodina megalotrocha* – *o-b*-индикатор, *Macrotrachela quadricornifera* – *o*-индикатор, *Adineta vaga* – *o-b*-индикатор, *Philodina citrina* – *o*-индикатор, которые сгруппированы с неиндикаторным видом *Pleuretra hystrix* с бутстреп-значением 62 %. В табл. 4.3.1.1 приведено таксономическое положение сгруппированных организмов.

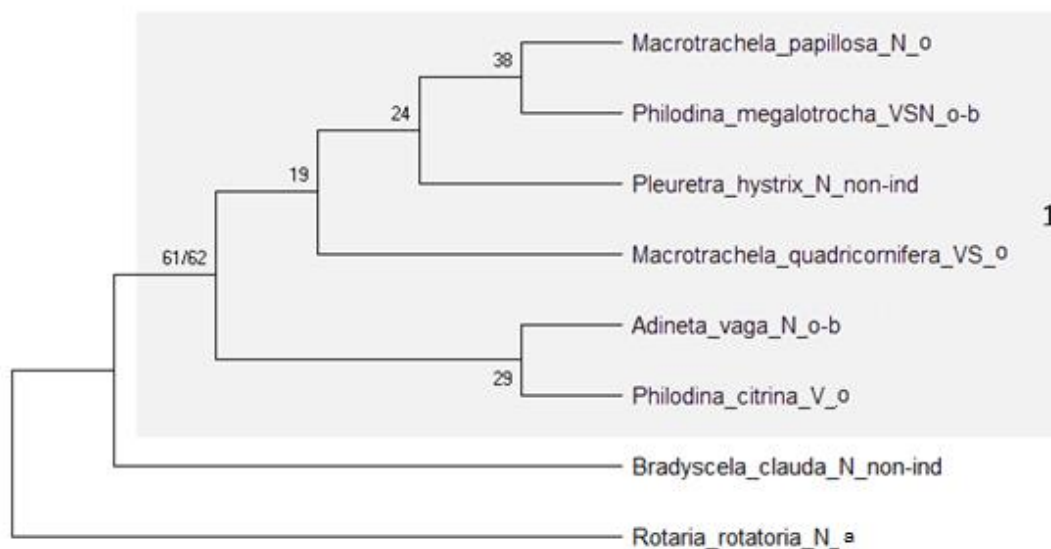


Рис 4.3.1.1. Обобщённое филогенетическое дерево по маркерному гену *COI Bdelloidea*

Таблица 4.3.1.1

Таксономическое положение сгруппированных гидробионтов

Таксономия	Виды-индикаторы	Виды-неиндикаторы	
Domain	<i>Eukaryota</i>	<i>Eukaryota</i>	
Kingdom	<i>Animalia</i>	<i>Animalia</i>	
Phylum	<i>Rotifera</i>	<i>Rotifera</i>	
Class	<i>Eurotatoria</i>	<i>Eurotatoria</i>	
Subclass	<i>Bdelloidea</i>	<i>Bdelloidea</i>	
Order	<i>Philodinida</i>	<i>Philodinida</i>	
Family	<i>Philodinidae</i>	<i>Philodinidae</i>	
Genus, Species	<i>Macrotrachella papillosa</i>	<i>Pleuretra hystrix</i>	
	<i>Philodina megalotrocha</i>		
	<i>Macrotrachela quadricornifera</i>		
	<i>Philodina citrina</i>		
Order	<i>Adinetida</i>		
Family	<i>Adinetidae</i>		
Genus, Species	<i>Adineta vaga</i>		

Как видно из табл. 4.3.1.1, кластер содержит организмы, кроме *Adineta vaga*, близкие по таксономическому положению до семейства *Philodinidae*.

Сравнительный анализ сапробностей организмов из списков разных авторов (табл. 4.3.1.2) показал совпадение *o*-сапробностей для организмов *Macrotrachella papillosa*, *Macrotrachela quadricornifera* и *Philodina citrina*, *o-b*-сапробностей для организмов *Philodina megalotrocha* и *Adineta vaga*. Таким образом, вид *Pleuretra hystrix* для озера Нижний Кабан может рассматриваться как индикатор *o*-сапробности с вероятностью 62 %.

Таблица 4.3.1.2

Сапробность гидробионтов из списков разных авторов

Виды	Сапробность В. Сладечек	Сапробность R. Wegl	Сапробность по кластеризации
<i>Macrotrachella papillosa</i>	<i>o</i>	<i>o</i>	-
<i>Philodina megalotrocha</i>	<i>o-b</i>	<i>o-b</i>	-
<i>Macrotrachela quadricornifera</i>	<i>o</i>	<i>o</i>	-
<i>Adineta vaga</i>	<i>o-b</i>	<i>o-b</i>	-
<i>Philodina citrina</i>	<i>o</i>	<i>o</i>	-
<i>Pleuretra hystrix</i>	-	-	<i>o</i>

4.3.2. Филогенетический анализ COI Monogononta*Animalia – Rotifera – Monogononta*

Обобщённое филогенетическое дерево по маркерному гену *COI Monogononta* приведено на рис. 4.3.2.1. Бутстреп-значения приведены рядом с узлами дерева.

Как видно из рис. 4.3.2.1, на обобщённом молекулярно-филогенетическом дереве выявлен 1 кластер, содержащий вид *Brachionus urceus* – b-индикатор – сгруппированный с неиндикаторным видом *Brachionus sessilis* с бутстреп-значением 48 %. В табл. 4.3.2.1 приведено таксономическое положение сгруппированных организмов.

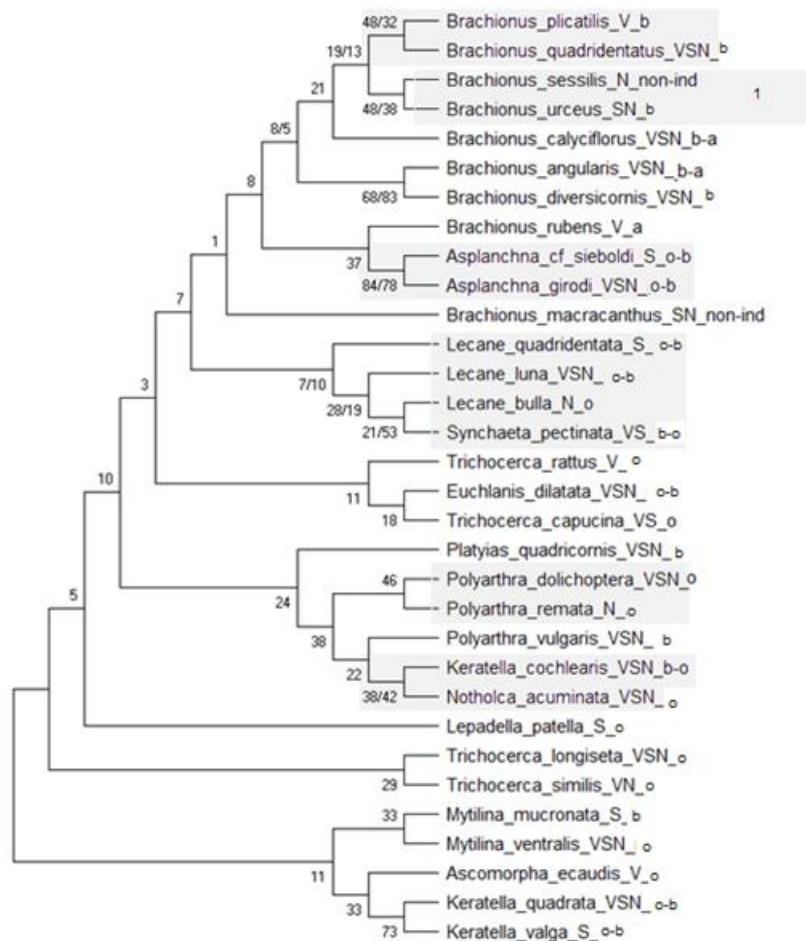


Рис. 4.3.2.1. Обобщённое филогенетическое дерево по маркерному гену *COI Monogononta*

Таблица 4.3.2.1

Таксономическое положение сгруппированных гидробионтов

Таксономия	Виды-индикаторы	Виды-неиндикаторы
Domain	<i>Eukaryota</i>	<i>Eukaryota</i>
Kingdom	<i>Animalia</i>	<i>Animalia</i>
Phylum	<i>Rotifera</i>	<i>Rotifera</i>
Class	<i>Monogononta</i>	<i>Monogononta</i>
Order	<i>Ploima</i>	<i>Ploima</i>
Family	<i>Brachionidae</i>	<i>Brachionidae</i>
Genus, Species	<i>Brachionus urceus</i>	<i>Brachionus sessilis</i>

Как видно из табл. 4.3.2.1, кластер содержит организмы, близкие по таксономическому положению до рода *Brachionus*. Сравнительный анализ сапробностей организмов из списков разных авторов (табл. 4.3.2.2) показал совпадение *b*-мезосапробностей для организма *Brachionus urceus*. Таким образом, вид *Brachionus sessilis* для озера Нижний Кабан может рассматриваться как индикатор *b*-мезосапробности с вероятностью 48 %.

Таблица 4.3.2.2

Сапробность гидробионтов из списков разных авторов

Виды	Сапробность В. Сладечек	Сапробность R. Wegl	Сапробность по кластеризации
<i>Brachionus urceus</i>	<i>b</i>	<i>b</i>	-
<i>Brachionus sessilis</i>	-	-	<i>b</i>

Monogononta - класс коловраток, обитающих в основном в пресной воде. К ним относятся как свободно плавающие, так и сидячие формы. У особей есть только одна гонада, что и дало название классу. Класс включает 1570 видов (Segers, 2007).

4.4. Заключение по главе 4

Биоиндикаторы озёр Кабан по маркерному гену COI

Ниже приведена обобщённая таблица (табл. 4.4.1) с указанием 75 биоиндикаторов по маркерному гену *COI* гидробионтов озёр Кабан г. Казани, из них 6 видов-биоиндикаторов, выявленных по кластеризации (количество новых видов указано в скобках, виды выделены подчёркиванием):

- 50 биоиндикаторов озера Верхний Кабан, из них 2 вида-новых биоиндикаторов по кластеризации:

o-сапробности – 16 видов:

Ascomorpha ecaudis
Camptocercus rectirostris
Ceriodaphnia quadrangula
Diaphanosoma brachyurum
Eurycercus lamellatus
Macrotrachela quadricornifera
Mytilina ventralis
Notholca acuminata
Philodina citrina
Polyarthra dolichoptera
Polyphemus pediculus
Sida crystalina
Trichocerca capucina
Trichocerca longiseta
Trichocerca rattus
Trichocerca similis

o-b-сапробности – 9 видов:

Asplanchna girodi
Bosmina longirostris
Euchlanis dilatata
Graptoleberis testudinaria
Keratella quadrata
Lecane luna
Leptodora kindtii
Philodina megalotrocha
Simocephalus vetulus

b-o-сапробности – 4 вида:

Ceriodaphnia laticaudata
Daphnia cucullata

Keratella cochlearis

Synchaeta pectinata

b-мезосапробности – 10 (1) видов:

Brachionus plicatilis

Metacrangonyx longicaudus

Brachionus quadridentatus

Chydorus sphaericus

Daphnia longispina

Haemopis sanguisuga

Hemiclepsis marginata

Platyias quadricornis

Polyarthra vulgaris

Scapholeberis mucronata

b-a-мезосапробности – 2 вида:

Brachionus angularis

Brachionus calyciflorus

a-мезосапробности – 6 видов (1):

Asellus aquaticus

Erpobdella nigricolis

Brachionus diversicornis

Brachionus rubens

Daphnia pulex

Erpobdella octoculata

a-p-сапробности – 1 вид: *Daphnia magna*

p-сапробности – 1 вид: *Tubifex tubifex*

p-a-сапробности – 1 вид: *Limnodrilus hoffmeisteri*

• 50 биоиндикаторов озера Средний Кабан, из них 2 вида-новых биоиндикаторов:

o-сапробности – 13 (1) видов:

Bosmina coregoni

Diaphanosoma mongolianum

Ceriodaphnia quadrangula

Diaphanosoma brachyurum

Lepadella patella

Macrotrachela quadricornifera

Mytilina ventralis

Notholca acuminata

Pleuroxus aduncus

Polyarthra dolichoptera

Sida crystalina

Trichocerca capucina

Trichocerca longiseta

o-b-сапробности – 15 видов:

Acroperus harpae

Alona guttata

Asplanchna cf. sieboldi

Asplanchna girodi

Bosmina longirostris

Euchlanis dilatata

Graptoleberis testudinaria

Keratella quadrata

Keratella valga

Lecane luna

Lecane quadridentata

Leptodora kindtii

Leydigia acanthocercoides

Philodina megalotrocha

Simocephalus vetulus

b-o-сапробности – 4 вида:

Ceriodaphnia laticaudata

Daphnia cucullata

Keratella cochlearis

Synchaeta pectinata

b-мезосапробности – 10 видов:

Brachionus quadridentatus

Brachionus urceus

Chydorus sphaericus

Daphnia longispina

Haemopsis sanguisuga

Leydigia leidigii

Mytilina mucronata

Platylabus quadricornis

Polyarthra vulgaris

Scapholeberis mucronata

b-a-мезосапробности – 4 вида:

Brachionus angularis

Brachionus calyciflorus

Moina brachiata

Moina micrura

a-мезосапробности – 3 (1) вида:

Brachionus diversicornis

Erpobdella nigricolis

Daphnia pulex

p-сапробности – 1 вид: *Tubifex tubifex*

• 45 биоиндикаторов озера Нижний Кабан, из них 4 вида-новых биоиндикаторов:

o-сапробности – 11 (1) видов:

Ceriodaphnia quadrangular *Pleuretra hystrix*
Diaphanosoma brachyurum
Lecane bulla
Macrotrachella papillosa
Mytilina ventralis
Notholca acuminata
Polyarthra dolichoptera
Polyarthra remata
Trichocerca longiseta
Trichocerca similis

o-b-сапробности – 11 видов:

Adineta vaga
Asplanchna girodi
Bosmina longirostris
Euchlanis dilatata
Graptoleberis testudinaria
Keratella quadrata
Lecane luna
Leptodora kindtii
Leydigia acanthocercoides
Philodina megalotrocha
Simocephalus vetulus

b-o-сапробности – 3 вида:

Ceriodaphnia laticaudata
Daphnia cucullata
Keratella cochlearis

b-мезосапробности – 10 (1) видов:

Brachionus quadridentatus *Brachionus sessilis*
Brachionus urceus
Chydorus sphaericus
Daphnia longispina
Gammarus roeseli
Leydigia leidigii
Platytias quadricornis
Polyarthra vulgaris
Scapholeberis mucronata

b-a-мезосапробности – 3 вида:

Brachionus angularis
Brachionus calyciflorus
Moina micrura

a-мезосапробности – 6 (1) видов:

Asellus aquaticus *Erpobdella nigricolis*
Brachionus diversicornis
Helobdella stagnalis
Moina macrocopa
Rotaria rotatoria

a-p-сапробности – 1 вид: *Daphnia magna*

Таблица 4.4.1

Биоиндикаторы озёр Кабан по маркерному гену *COI*

Царство	Тип	Класс	Отряд	Семейство	Вид	Озёра Кабан			Сапробность В. Сладечек	Сапробность по кластеризации
					<i>COI Clitellata</i>					
Animalia	Annelida	Clitellata	Hirudinida	Erpobdellidae	<i>Erpobdella octoculata</i>	Верхний			a	
Animalia	Annelida	Clitellata	Hirudinida	Erpobdellidae	<i>Erpobdella nigricolis</i>	Верхний	Средний	Нижний		a
Animalia	Annelida	Clitellata	Hirudinida	Haemopidae	<i>Haemopsis sanguisuga</i>	Верхний	Средний		b	
Animalia	Annelida	Clitellata	Hirudinida	Glossiphoniidae	<i>Hemiclepsis marginata</i>	Верхний			b	
Animalia	Annelida	Clitellata	Hirudinida	Glossiphoniidae	<i>Helobdella stagnalis</i>			Нижний	a	
Animalia	Annelida	Clitellata	Haplotaxida	Naididae	<i>Limnodrilus hoffmeisteri</i>	Верхний			p-a	
Animalia	Annelida	Clitellata	Haplotaxida	Naididae	<i>Tubifex tubifex</i>	Верхний	Средний		p	
					<i>COI Branchiopoda</i>					
Animalia	Arthropoda	Branchiopoda	Diplostraca	Moinidae	<i>Moina brachiata</i>		Средний		b-a	
Animalia	Arthropoda	Branchiopoda	Diplostraca	Moinidae	<i>Moina micrura</i>		Средний	Нижний	b-a	
Animalia	Arthropoda	Branchiopoda	Diplostraca	Moinidae	<i>Moina macrocopa</i>			Нижний	a	
Animalia	Arthropoda	Branchiopoda	Diplostraca	Bosminidae	<i>Bosmina coregoni</i>		Средний		o	
Animalia	Arthropoda	Branchiopoda	Diplostraca	Bosminidae	<i>Bosmina longirostris</i>	Верхний	Средний	Нижний	o-b	
Animalia	Arthropoda	Branchiopoda	Diplostraca	Chydoridae	<i>Pleuroxus aduncus</i>		Средний		o	
Animalia	Arthropoda	Branchiopoda	Diplostraca	Daphniidae	<i>Scapholeberis mucronata</i>	Верхний	Средний	Нижний	b	
Animalia	Arthropoda	Branchiopoda	Diplostraca	Polyphemidae	<i>Polyphemus pediculus</i>	Верхний			o	
Animalia	Arthropoda	Branchiopoda	Diplostraca	Eurycercidae	<i>Eurycercus lamellatus</i>	Верхний			o	
Animalia	Arthropoda	Branchiopoda	Diplostraca	Daphniidae	<i>Daphnia cucullata</i>	Верхний	Средний	Нижний	b-o	
Animalia	Arthropoda	Branchiopoda	Diplostraca	Daphniidae	<i>Daphnia longispina</i>	Верхний	Средний	Нижний	b	
Animalia	Arthropoda	Branchiopoda	Diplostraca	Daphniidae	<i>Daphnia magna</i>	Верхний		Нижний	a-p	
Animalia	Arthropoda	Branchiopoda	Diplostraca	Sididae	<i>Sida crystalina</i>	Верхний	Средний		o	
Animalia	Arthropoda	Branchiopoda	Diplostraca	Daphniidae	<i>Daphnia pulex</i>	Верхний	Средний		a	
Animalia	Arthropoda	Branchiopoda	Diplostraca	Leptodoridae	<i>Leptodora kindtii</i>	Верхний	Средний	Нижний	o-b	
Animalia	Arthropoda	Branchiopoda	Diplostraca	Chydoridae	<i>Graptoleberis testudinaria</i>	Верхний	Средний	Нижний	o-b	

Царство	Тип	Класс	Отряд	Семейство	Вид	Озёра Кабан			Сапробность В. Сладечек	Сапробность по кластеризации
						Верхний	Средний	Нижний		
Animalia	Arthropoda	Branchiopoda	Diplostraca	Daphniidae	<i>Simocephalus vetulus</i>	Верхний	Средний	Нижний	o-b	
Animalia	Arthropoda	Branchiopoda	Diplostraca	Daphniidae	<i>Ceriodaphnia laticaudata</i>	Верхний	Средний	Нижний	b-o	
Animalia	Arthropoda	Branchiopoda	Diplostraca	Daphniidae	<i>Ceriodaphnia quadrangula</i>	Верхний	Средний	Нижний	o	
Animalia	Arthropoda	Branchiopoda	Diplostraca	Sididae	<i>Diaphanosoma brachyurum</i>	Верхний	Средний	Нижний	o	
Animalia	Arthropoda	Branchiopoda	Diplostraca	Sididae	<i>Diaphanosoma mongolianum</i>		Средний			o
Animalia	Arthropoda	Branchiopoda	Diplostraca	Chydoridae	<i>Chydorus sphaericus</i>	Верхний	Средний	Нижний	b	
Animalia	Arthropoda	Branchiopoda	Diplostraca	Chydoridae	<i>Leydigia acanthocercoides</i>		Средний	Нижний	o-b	
Animalia	Arthropoda	Branchiopoda	Diplostraca	Chydoridae	<i>Leydigia leidigii</i>		Средний	Нижний	b	
Animalia	Arthropoda	Branchiopoda	Diplostraca	Chydoridae	<i>Acroperus harpae</i>		Средний		o-b	
Animalia	Arthropoda	Branchiopoda	Diplostraca	Chydoridae	<i>Camptocercus rectirostris</i>	Верхний			o	
Animalia	Arthropoda	Branchiopoda	Diplostraca	Chydoridae	<i>Alona guttata</i>		Средний		o-b	
					COI Malacostraca					
Animalia	Arthropoda	Malacostraca	Amphipoda	Gammaridae	<i>Gammarus roeseli</i>			Нижний	b	
Animalia	Arthropoda	Malacostraca	Amphipoda	Metacrangonyctidae	<i>Metacrangonyx longicaudus</i>	Верхний				b
Animalia	Arthropoda	Malacostraca	Isopoda	Asellidae	<i>Asellus aquaticus</i>	Верхний		Нижний	a	
					COI Bdelloidea					
Animalia	Rotifera	Eurotatoria	Philodinida	Philodinidae	<i>Macrotrachella papillosa</i>			Нижний	o	
Animalia	Rotifera	Eurotatoria	Philodinida	Philodinidae	<i>Philodina megalotrocha</i>	Верхний	Средний	Нижний	o-b	
Animalia	Rotifera	Eurotatoria	Philodinida	Philodinidae	<i>Pleuretra hystrix</i>			Нижний		o
Animalia	Rotifera	Eurotatoria	Philodinida	Philodinidae	<i>Macrotrachela quadricornifera</i>	Верхний	Средний		o	
Animalia	Rotifera	Eurotatoria	Adinetida	Adinetidae	<i>Adineta vaga</i>			Нижний	o-b	
Animalia	Rotifera	Eurotatoria	Philodinida	Philodinidae	<i>Philodina citrina</i>	Верхний			o	
Animalia	Rotifera	Eurotatoria	Philodinida	Bdelloidea incertae sedis	<i>Rotaria rotatoria</i>			Нижний	a	
					COI Monogononta					
Animalia	Rotifera	Monogononta	Ploima	Brachionidae	<i>Brachionus plicatilis</i>	Верхний			b	
Animalia	Rotifera	Monogononta	Ploima	Brachionidae	<i>Brachionus quadridentatus</i>	Верхний	Средний	Нижний	b	
Animalia	Rotifera	Monogononta	Ploima	Brachionidae	<i>Brachionus sessilis</i>			Нижний		b

Царство	Тип	Класс	Отряд	Семейство	Вид	Озёра Кабан			Сапробность В. Сладечек	Сапробность по кластеризации
							Средний	Нижний		
Animalia	Rotifera	Monogononta	Ploima	Brachionidae	<i>Brachionus urceus</i>		Средний	Нижний	b	
Animalia	Rotifera	Monogononta	Ploima	Brachionidae	<i>Brachionus calyciflorus</i>	Верхний	Средний	Нижний	b-a	
Animalia	Rotifera	Monogononta	Ploima	Brachionidae	<i>Brachionus angularis</i>	Верхний	Средний	Нижний	b-a	
Animalia	Rotifera	Monogononta	Ploima	Brachionidae	<i>Brachionus diversicornis</i>	Верхний	Средний	Нижний	a	
Animalia	Rotifera	Monogononta	Ploima	Brachionidae	<i>Brachionus rubens</i>	Верхний			a	
Animalia	Rotifera	Monogononta	Ploima	Asplanchnidae	<i>Asplanchna cf. sieboldi</i>		Средний		o-b	
Animalia	Rotifera	Monogononta	Ploima	Asplanchnidae	<i>Asplanchna girodi</i>	Верхний	Средний	Нижний	o-b	
Animalia	Rotifera	Monogononta	Ploima	Brachionidae	<i>Brachionus calyciflorus</i>	Верхний	Средний	Нижний	b-a	
Animalia	Rotifera	Monogononta	Ploima	Lecanidae	<i>Lecane quadridentata</i>		Средний		o-b	
Animalia	Rotifera	Monogononta	Ploima	Lecanidae	<i>Lecane luna</i>	Верхний	Средний	Нижний	o-b	
Animalia	Rotifera	Monogononta	Ploima	Lecanidae	<i>Lecane bulla</i>			Нижний	o	
Animalia	Rotifera	Monogononta	Ploima	Synchaetidae	<i>Synchaeta pectinata</i>	Верхний	Средний		b-o	
Animalia	Rotifera	Monogononta	Ploima	Trichocercidae	<i>Trichocerca rattus</i>	Верхний			o	
Animalia	Rotifera	Monogononta	Ploima	Brachionidae	<i>Euchlanis dilatata</i>	Верхний	Средний	Нижний	o-b	
Animalia	Rotifera	Monogononta	Ploima	Trichocercidae	<i>Trichocerca capucina</i>	Верхний	Средний		o	
Animalia	Rotifera	Monogononta	Ploima	Brachionidae	<i>Platyias quadricornis</i>	Верхний	Средний	Нижний	b	
Animalia	Rotifera	Monogononta	Ploima	Synchaetidae	<i>Polyarthra dolichoptera</i>	Верхний	Средний	Нижний	o	
Animalia	Rotifera	Monogononta	Ploima	Synchaetidae	<i>Polyarthra remata</i>			Нижний	o	
Animalia	Rotifera	Monogononta	Ploima	Synchaetidae	<i>Polyarthra vulgaris</i>	Верхний	Средний	Нижний	b	
Animalia	Rotifera	Monogononta	Ploima	Brachionidae	<i>Keratella cochlearis</i>	Верхний	Средний	Нижний	b-o	
Animalia	Rotifera	Monogononta	Ploima	Brachionidae	<i>Notholca acuminata</i>	Верхний	Средний	Нижний	o	
Animalia	Rotifera	Monogononta	Ploima	Lepadellidae	<i>Lepadella patella</i>		Средний		o	
Animalia	Rotifera	Monogononta	Ploima	Trichocercidae	<i>Trichocerca longiseta</i>	Верхний	Средний	Нижний	o	
Animalia	Rotifera	Monogononta	Ploima	Trichocercidae	<i>Trichocerca similis</i>	Верхний		Нижний	o	
Animalia	Rotifera	Monogononta	Ploima	Brachionidae	<i>Mytilina mucronata</i>		Средний		b	
Animalia	Rotifera	Monogononta	Ploima	Brachionidae	<i>Mytilina ventralis</i>	Верхний	Средний	Нижний	o	
Animalia	Rotifera	Monogononta	Ploima	Gastropidae	<i>Ascomorpha ecaudis</i>	Верхний			o	
Animalia	Rotifera	Monogononta	Ploima	Brachionidae	<i>Keratella quadrata</i>	Верхний	Средний	Нижний	o-b	
Animalia	Rotifera	Monogononta	Ploima	Brachionidae	<i>Keratella valga</i>		Средний		o-b	

5. Биондикаторы озёр Кабан по маркерному гену *rbcL*

Ниже приведены результаты исследования по маркерному гену *rbcL* фотосинтезирующих организмов.

5.1. Выявление видов-индикаторов по гену *rbcL* *Cyanobacteria*

Обобщённое филогенетическое дерево по маркерному гену *rbcL* *Cyanobacteria* приведено на рис.5.1.1. Бутстреп-значения приведены рядом с узлами дерева.

Как видно из рис. 5.1.1, на обобщённом молекулярно-филогенетическом дереве выявлено 3 кластера, содержащих индикаторные виды гидробионтов разных зон сапробности и виды, не имевшие ранее статус индикаторных:

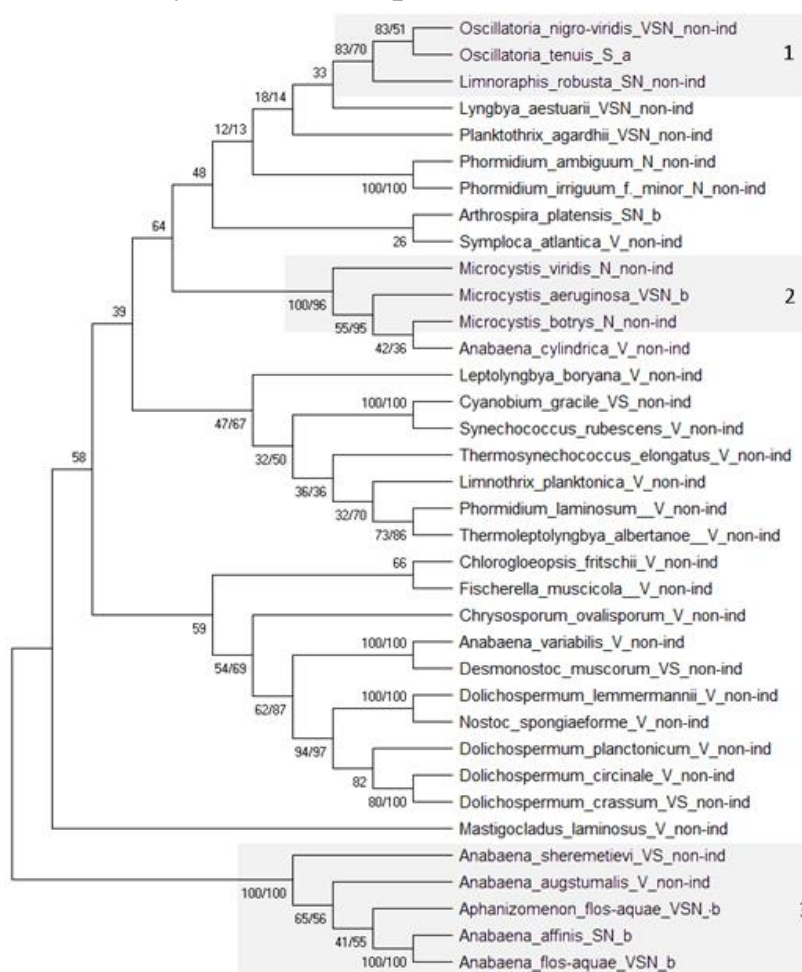


Рис. 5.1.1. Обобщённое филогенетическое дерево по маркерному гену *rbcL* *Cyanobacteria*

Кластер 1: вид *Oscillatoria tenuis* – *a*-индикатор – сгруппирован с неиндикаторными видами *Oscillatoria nigro-viridis* и *Limnoraphis robusta*, с высоким бутстреп-значением 83 %. В табл. 5.1.1 приведено таксономическое положение сгруппированных организмов.

Таблица 5.1.1

Таксономическое положение сгруппированных гидробионтов

Таксономия	Виды-индикаторы	Виды-неиндикаторы
Domain	<i>Bacteria</i>	<i>Bacteria</i>
Phylum	<i>Cyanobacteria</i>	<i>Cyanobacteria</i>
Class	<i>Cyanophyceae</i>	<i>Cyanophyceae</i>
Order	<i>Oscillatoriales</i>	<i>Oscillatoriales</i>
Family	<i>Oscillatoriaceae</i>	<i>Oscillatoriaceae</i>
Genus, Species	<i>Oscillatoria nigro-viridis</i>	<i>Oscillatoria tenuis</i> <i>Limnoraphis robusta</i>

Как видно из табл. 5.1.1, кластер содержит организмы, близкие по таксономическому положению до семейства *Oscillatoriaceae* и рода *Oscillatoria*. Сравнительный анализ сапробностей организмов из списков разных авторов (табл. 5.1.2) показал близкие значения по сапробности для организма *Oscillatoria tenuis*. Таким образом, виды *Oscillatoria nigro-viridis* для озёр Кабан и *Limnoraphis robusta* для озёр Средний Кабан и Нижний Кабан могут рассматриваться как индикаторы *a*-мезосапробности с вероятностью 83 %.

Таблица 5.1.2

Сапробность гидробионтов из списков разных авторов

Виды	Сапробность В. Сладечек	Сапробность С. Баринаова	Сапробность по кластеризации
<i>Oscillatoria tenuis</i>	<i>a</i>	<i>b-a</i>	-
<i>Oscillatoria nigro-viridis</i>	-	<i>b</i>	<i>a</i>
<i>Limnoraphis robusta</i>	-	-	<i>a</i>

Кластер 2: вид *Microcystis aeruginosa* – *b*-индикатор – сгруппирован с неиндикаторными видами *Microcystis viridis* и *Microcystis botrys*, с высоким бутстреп-значением 100 %. В табл. 5.1.3 приведено таксономическое положение сгруппированных организмов.

Таблица 5.1.3

Таксономическое положение сгруппированных гидробионтов

Таксономия	Виды-индикаторы	Виды-неиндикаторы
Domain	<i>Bacteria</i>	<i>Bacteria</i>
Phylum	<i>Cyanobacteria</i>	<i>Cyanobacteria</i>
Class	<i>Cyanophyceae</i>	<i>Cyanophyceae</i>
Order	<i>Chroococcales</i>	<i>Chroococcales</i>
Family	<i>Microcystaceae</i>	<i>Microcystaceae</i>
Genus, Species	<i>Microcystis aeruginosa</i>	<i>Microcystis viridis</i>
		<i>Microcystis botrys</i>

Как видно из табл. 5.1.3, кластер содержит организмы, близкие по таксономическому положению до рода *Microcystis*. Сравнительный анализ сапробностей организмов из списков разных авторов (табл. 5.1.4) показал близкие по значению сапробности для организма *Microcystis aeruginosa*. Таким образом, виды *Microcystis viridis* и *Microcystis botrys* для озера Нижний Кабан могут рассматриваться как индикаторы *b*-мезосапробности с вероятностью 100 %.

Таблица 5.1.4

Сапробность гидробионтов из списков разных авторов

Виды	Сапробность В. Сладечек	Сапробность С. Баринаова	Сапробность по кластеризации
<i>Microcystis aeruginosa</i>	<i>b</i>	<i>b-o</i>	-
<i>Microcystis viridis</i>	-	<i>b</i>	<i>b</i>
<i>Microcystis botrys</i>	-	<i>o</i>	<i>b</i>

Кластер 3: виды *Anabaena affinis* – *b*-индикатор, *Aphanizomenon flos-aquae* – *b*-индикатор и *Anabaena flos-aquae* – *b*-индикатор – сгруппированы с неиндикаторными видами *Anabaena sheremetevi* и *Anabaena augstumalis*, с высоким бутстреп-значением 100 %. В табл. 5.1.5 приведено таксономическое положение сгруппированных организмов.

Таблица 5.1.5

Таксономическое положение сгруппированных гидробионтов

Таксономия	Виды-индикаторы	Виды-неиндикаторы
Domain	<i>Bacteria</i>	<i>Bacteria</i>
Phylum	<i>Cyanobacteria</i>	<i>Cyanobacteria</i>
Class	<i>Cyanophyceae</i>	<i>Cyanophyceae</i>
Order	<i>Nostocales</i>	<i>Nostocales</i>
Family	<i>Nostocaceae</i>	<i>Nostocaceae</i>
Genus, Species	<i>Anabaena affinis</i>	<i>Anabaena sheremetevi</i>
	<i>Anabaena flos-aquae</i>	<i>Anabaena augstumalis</i>
Family	<i>Aphanizomenonaceae</i>	
Genus, Species	<i>Aphanizomenon flos-aquae</i>	

Как видно из табл. 5.1.5, кластер содержит организмы, близкие по таксономическому положению до рода *Anabaena*, кроме *Aphanizomenon flos-aquae*. Сравнительный анализ сапробностей организмов из списков разных авторов (табл. 5.1.6) показал совпадение *b*-мезосапробностей для организма *Anabaena affinis* и близкие по значению сапробности для организмов *Anabaena flos-aquae* и *Aphanizomenon flos-aquae*. Таким образом, виды *Anabaena sheremetevi* для озёр Верхний Кабан и Средний Кабан, *Anabaena augstumalis* для озера Верхний Кабан могут рассматриваться как индикаторы *b*-мезосапробности с вероятностью 100 %.

Таблица 5.1.6

Сапробность гидробионтов из списков разных авторов

Виды	Сапробность В. Сладечек	Сапробность С. Баринава	Сапробность по кластеризации
<i>Anabaena affinis</i>	<i>b</i>	<i>b</i>	-
<i>Anabaena flos-aquae</i>	<i>b</i>	<i>b</i>	-
<i>Aphanizomenon flos-aquae</i>	<i>b</i>	<i>b-a</i>	-
<i>Anabaena sheremetevi</i>	-	-	<i>b</i>
<i>Anabaena augstumalis</i>	-	<i>o-b</i>	<i>b</i>

Как видно из вышеприведенного анализа, кластеры содержат организмы, близкие по таксономическому положению до родов *Microcystis* и *Anabaena*, а также до семейства *Oscillatoriaceae*.

- *Anabaena* - род нитчатых цианобактерий, входящих в состав планктона. В колониях имеются азотфиксирующие гетероцисты. *Anabaena* образуют симбиотические отношения с некоторыми растениями. *Anabaena* - один из четырёх родов цианобактерий, выделяющих нейротоксины, опасные для животных и человека. При симбиозе эти токсины защищают растения-хозяина *Anabaena* от поедания (Herrero, Flores, 2008).

- *Microcystis* – род одноклеточных и колониальных пресноводных цианобактерий, включающий вредоносный вид *Microcystis aeruginosa*, вызывающий цветение воды. Многие виды *Microcystis* могут продуцировать нейротоксины и гепатотоксины, например, микроцистин и цианопептолин. Цветущий *Microcystis* за счет быстрого деления и образования плавучих газовых пузырей способен быстро покрывать поверхность воды, вытесняя другие фотосинтетические организмы (Rinta-Kanto et al., 2005).

- *Oscillatoriaceae* – семейство, включающее несколько наиболее важных родов цианобактерий – *Lyngbya*, *Oscillatoria* и *Phormidium*.

5.2. Выявление видов-индикаторов по гену *rbcL* Bacillariophyta

Ниже приведены результаты филогенетического анализа гидробионтов озёр Кабан по маркерному гену *rbcL* в соответствии с таксономическим положением:

клада ***Ochrophyta***

отдел ***Bacillariophyta***

класс ***Bacillariophyceae***

порядок ***Bacillariales***

порядок ***Cymbellales***

порядок ***Naviculales***

порядок ***Thalassiophysales***

класс ***Coscinodiscophyceae***

класс ***Fragillariophyceae***

5.2.1. Филогенетический анализ *rbcL* Bacillariales

Ochrophyta – *Bacillariophyta* – *Bacillariophyceae* – *Bacillariales*

Bacillariales – порядок диатомовых водорослей класса *Bacillariophyceae*, включающий около 10 родов. Различные виды могут обитать в пресной, морской или гипергалинной воде.

Обобщённое филогенетическое дерево по маркерному гену *rbcL* *Bacillariales* приведено на рис. 5.2.1.1. Бутстреп-значения приведены рядом с узлами дерева.

Как видно из рис. 5.2.1.1, на обобщённом молекулярно-филогенетическом дереве выявлено 3 кластера с высоким бутстреп-значением, содержащих индикаторные виды гидробионтов разных зон сапробности и виды, не имевшие ранее статус индикаторных:

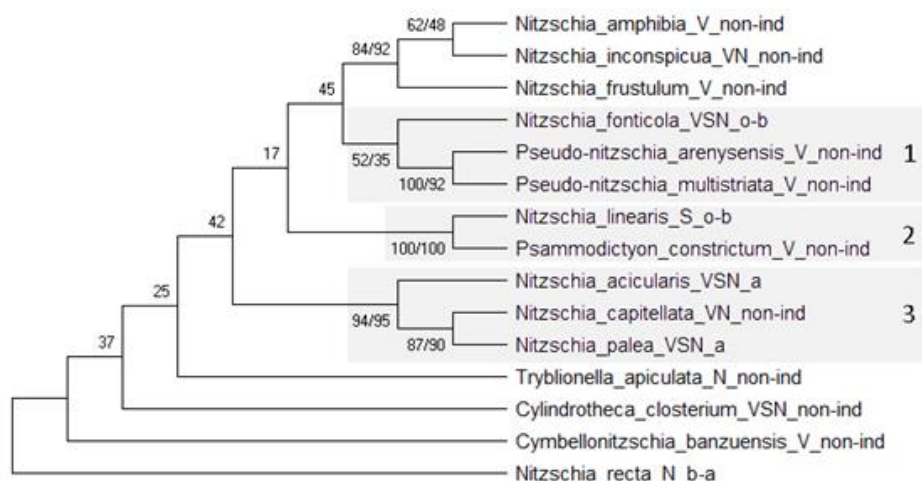


Рис. 5.2.1.1. Обобщённое филогенетическое дерево по маркерному гену *rbcL* *Bacillariales*

Кластер 1: вид *Nitzschia fonticola* – *o-b*-индикатор – сгруппирован с неиндикаторными видами *Pseudo-nitzschia arenysensis* и *Pseudo-nitzschia multistriata* с бутстреп-значением 52 %. В табл. 5.2.1.1 приведено таксономическое положение сгруппированных организмов.

Таблица 5.2.1.1

Таксономическое положение сгруппированных гидробионтов

Таксономия	Виды-индикаторы	Виды-неиндикаторы
Domain	<i>Eukaryota</i>	<i>Eukaryota</i>
Kingdom	<i>Chromista</i>	<i>Chromista</i>
Phylum	<i>Ochrophyta</i>	<i>Ochrophyta</i>
Class	<i>Bacillariophyceae</i>	<i>Bacillariophyceae</i>
Order	<i>Bacillariales</i>	<i>Bacillariales</i>
Family	<i>Bacillariaceae</i>	<i>Bacillariaceae</i>
Genus, Species	<i>Nitzschia fonticola</i>	<i>Pseudo-nitzschia arenysensis</i> <i>Pseudo-nitzschia multistriata</i>

Как видно из табл. 5.2.1.1, кластер содержит организмы, близкие по таксономическому положению до семейства *Bacillariaceae*. Сравнительный анализ сапробностей организмов из списков разных

авторов (табл. 5.2.1.2) показал близкие по значению сапробности для организма *Nitzschia fonticola*. Таким образом, виды *Pseudo-nitzschia arenysensis* и *Pseudo-nitzschia multistriata* для озера Верхний Кабан могут рассматриваться как индикаторы *o-b*-сапробности с вероятностью 52 %.

Таблица 5.2.1.2

Сапробность гидробионтов из списков разных авторов

Виды	Сапробность В. Сладечек	Сапробность С. Баринава	Сапробность по кластеризации
<i>Nitzschia fonticola</i>	<i>o-b</i>	<i>o</i>	-
<i>Pseudo-nitzschia arenysensis</i>	-	-	<i>o-b</i>
<i>Pseudo-nitzschia multistriata</i>	-	-	<i>o-b</i>

Кластер 2: вид *Nitzschia linearis* – *o-b*-индикатор – сгруппирован с неиндикаторным видом *Psammodictyon constrictum* с высоким бутстреп-значением 100 %. В табл. 5.2.1.3 приведено таксономическое положение сгруппированных организмов.

Таблица 5.2.1.3

Таксономическое положение сгруппированных гидробионтов

Таксономия	Виды-индикаторы	Виды-неиндикаторы
Domain	<i>Eukaryota</i>	<i>Eukaryota</i>
Kingdom	<i>Chromista</i>	<i>Chromista</i>
Phylum	<i>Ochrophyta</i>	<i>Ochrophyta</i>
Class	<i>Bacillariophyceae</i>	<i>Bacillariophyceae</i>
Order	<i>Bacillariales</i>	<i>Bacillariales</i>
Family	<i>Bacillariaceae</i>	<i>Bacillariaceae</i>
Genus, Species	<i>Nitzschia linearis</i>	<i>Psammodictyon constrictum</i>

Как видно из табл. 5.2.1.3, кластер содержит организмы, близкие по таксономическому положению до семейства *Bacillariaceae*.

Сравнительный анализ сапробностей организмов из списков разных авторов (табл. 5.2.1.4) показал совпадение *o-b*-сапробностей для организма *Nitzschia linearis*. Таким образом, вид *Psammodyctyon constrictum* для озера Верхний Кабан может рассматриваться как индикатор *o-b*-сапробности с вероятностью 100 %.

Таблица 5.2.1.4

Сапробность гидробионтов из списков разных авторов

Виды	Сапробность В. Сладечек	Сапробность С. Баринова	Сапробность по кластеризации
<i>Nitzschia linearis</i>	<i>o-b</i>	<i>o-b</i>	-
<i>Psammodyctyon constrictum</i>	-	-	<i>o-b</i>

Кластер 3: виды *Nitzschia acicularis* и *Nitzschia palea* – *a*-индикаторы – сгруппированы с неиндикаторным видом *Nitzschia capitellata* с высоким бутстреп-значением 95 %. В табл. 5.2.1.5 приведено таксономическое положение сгруппированных организмов.

Таблица 5.2.1.5

Таксономическое положение сгруппированных гидробионтов

Таксономия	Виды-индикаторы	Виды-неиндикаторы
Domain	<i>Eukaryota</i>	<i>Eukaryota</i>
Kingdom	<i>Chromista</i>	<i>Chromista</i>
Phylum	<i>Ochrophyta</i>	<i>Ochrophyta</i>
Class	<i>Bacillariophyceae</i>	<i>Bacillariophyceae</i>
Order	<i>Bacillariales</i>	<i>Bacillariales</i>
Family	<i>Bacillariaceae</i>	<i>Bacillariaceae</i>
Genus, Species	<i>Nitzschia acicularis</i>	<i>Nitzschia capitellata</i>
	<i>Nitzschia palea</i>	

Как видно из табл. 5.2.1.5, кластер содержит организмы, близкие по таксономическому положению до рода *Nitzschia*. Сравнительный анализ сапробностей организмов из списков разных авторов (табл. 5.2.1.6) показал близкие по значению сапробности для организмов *Nitzschia acicularis* и *Nitzschia palea*. Таким образом, вид *Nitzschia capitellata* для озёр Верхний Кабан и Нижний Кабан может рассматриваться как индикатор *a*-мезосапробности с вероятностью 95 %.

Таблица 5.2.1.6

Сапробность гидробионтов из списков разных авторов

Виды	Сапробность В. Сладечек	Сапробность С. Баринаова	Сапробность по кластеризации
<i>Nitzschia acicularis</i>	<i>a</i>	<i>a-b</i>	-
<i>Nitzschia palea</i>	<i>a</i>	<i>a-b</i>	-
<i>Nitzschia capitellata</i>	-	-	<i>a</i>

Как видно из вышеприведенного анализа, кластеры содержат организмы, близкие по таксономическому положению до семейства *Bacillariaceae*.

Nitzschia – род пеннатных диатомовых водорослей. Род включает несколько ядовитых видов, выделяющих нейротоксин – домоевую кислоту – вызывающий амнестическое отравление моллюсками у человека. *Nitzschia* преобладают в холодных полярных водах при температурах до -4°C – -6°C (Aletsee, Jahnke, 1992).

Pseudo-nitzschia – род схожих с *Nitzschia* токсичных диатомовых водорослей, выделяющих домоевую кислоту и вызывающих цветения на огромных площадях во всех океанах (Du et al., 2016).

5.2.2. Филогенетический анализ *rbcL* *Cymbellales*

Ochrophyta – Bacillariophyta – Bacillariophyceae – Cymbellales

Cymbellales – один из основных порядков диатомовых водорослей класса *Bacillariophyceae*. Отряд назван по роду *Cymbella*, содержащему свыше 800 видов (Guiry M., Guiry G., 2021).

Обобщённое филогенетическое дерево по маркерному гену *rbcL* *Cymbellales* приведено на рис. 5.2.2.1. Бутстреп-значения приведены рядом с узлами дерева.

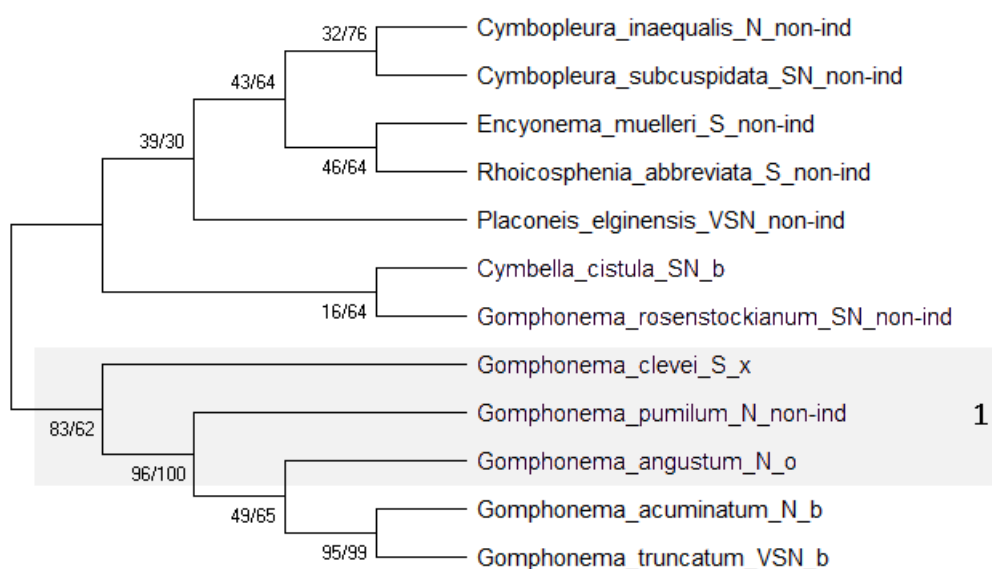


Рис. 5.2.2.1. Обобщённое филогенетическое дерево по маркерному гену *rbcL* *Cymbellales*

Как видно из рис. 5.2.2.1, на обобщённом молекулярно-филогенетическом дереве выявлен 1 кластер с бутстреп-значением 83 %, содержащий виды *Gomphonema clevei* – х-индикатор и *Gomphonema angustum* – о-индикатор и неиндикаторный вид *Gomphonema pumilum*. В табл. 5.2.2.1 приведено таксономическое положение сгруппированных организмов.

Таблица 5.2.2.1

Таксономическое положение сгруппированных гидробионтов

Таксономия	Виды-индикаторы	Виды-неиндикаторы
Domain	<i>Eukaryota</i>	<i>Eukaryota</i>
Kingdom	<i>Chromista</i>	<i>Chromista</i>
Phylum	<i>Ochrophyta</i>	<i>Ochrophyta</i>
Class	<i>Bacillariophyceae</i>	<i>Bacillariophyceae</i>
Order	<i>Cymbellales</i>	<i>Cymbellales</i>
Family	<i>Gomphonemataceae</i>	<i>Gomphonemataceae</i>
Genus, Species	<i>Gomphonema clevei</i>	<i>Gomphonema pumilum</i>
	<i>Gomphonema angustum</i>	

Как видно из табл. 5.2.2.1, кластер содержит организмы, близкие по таксономическому положению до рода *Gomphonema*. Сравнительный анализ сапробностей организмов из списков разных авторов (табл. 5.2.2.2) показал близкие значения сапробностей для организмов *Gomphonema clevei* и *Gomphonema angustum*. Таким образом, вид *Gomphonema pumilum* для озера Нижний Кабан может рассматриваться как индикатор *x-o*-сапробности с вероятностью 83 %.

Таблица 5.2.2.2

Сапробность гидробионтов из списков разных авторов

Виды	Сапробность В. Сладечек	Сапробность С. Баринава	Сапробность по кластеризации
<i>Gomphonema clevei</i>	<i>x</i>	<i>x-o</i>	-
<i>Gomphonema angustum</i>	<i>o</i>	<i>x-o</i>	-
<i>Gomphonema pumilum</i>	-	<i>o</i>	<i>x-o</i>

Gomphonema – род в основном пресноводных диатомовых водорослей, включающий более 100 видов. *Gomphonema* обычно прикреплены ко дну или растениям, но могут обрастать любые подводные предметы, образуя ветвистые клиновидные колонии. Средняя длина клеток - от 8 до 130 микрометров (Berg, Melkonian, 2004; Blažencić, 1988).

5.2.3. Филогенетический анализ *rbcL* *Naviculales*

Ochrophyta – *Bacillariophyta* – *Bacillariophyceae* – *Naviculales*

Naviculales – один из основных порядков диатомовых водорослей класса *Bacillariophyceae*. Отряд назван по роду *Navicula*, содержащему свыше 1200 видов (Guiry M., Guiry G., 2021).

Обобщённое филогенетическое дерево по маркерному гену *rbcL* *Naviculales* приведено на рис. 5.2.3.1. Бутстреп-значения приведены рядом с узлами дерева.

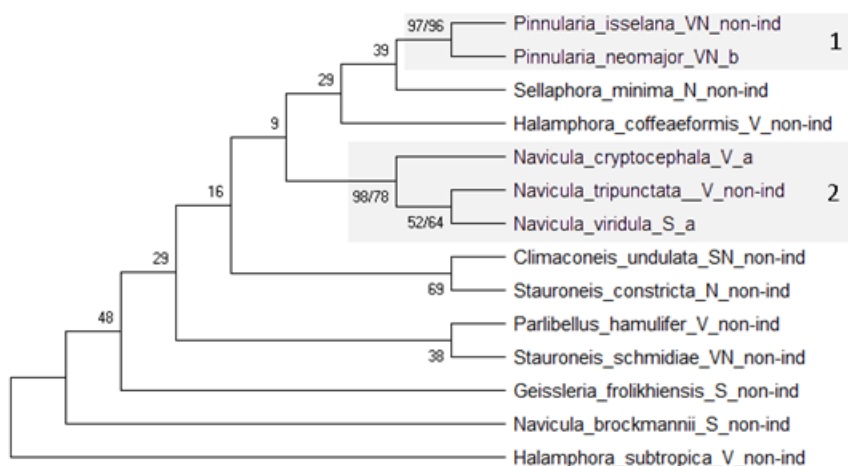


Рис. 5.2.3.1. Обобщённое филогенетическое дерево по маркерному гену *rbcL* *Naviculales*

Как видно из рис. 5.2.3.1, на обобщённом молекулярно-филогенетическом дереве выявлено 2 кластера с высоким бутстреп-значением, содержащих индикаторные виды гидробионтов разных зон сапробности и виды, не имевшие ранее статус индикаторных:

Кластер 1: вид *Pinnularia neomajor* – *b*-индикатор – сгруппирован с неиндикаторным видом *Pinnularia isselana* с высоким бутстреп-значением 97 %. В табл. 5.2.3.1 приведено таксономическое положение сгруппированных организмов.

Таблица 5.2.3.1

Таксономическое положение сгруппированных гидробионтов

Таксономия	Виды-индикаторы	Виды-неиндикаторы
Domain	<i>Eukaryota</i>	<i>Eukaryota</i>
Kingdom	<i>Chromista</i>	<i>Chromista</i>
Phylum	<i>Ochrophyta</i>	<i>Ochrophyta</i>
Class	<i>Bacillariophyceae</i>	<i>Bacillariophyceae</i>
Order	<i>Naviculales</i>	<i>Naviculales</i>
Family	<i>Pinnulariaceae</i>	<i>Pinnulariaceae</i>
Genus, Species	<i>Pinnularia neomajor</i>	<i>Pinnularia isselana</i>

Как видно из табл. 5.2.3.1, кластер содержит организмы, близкие по таксономическому положению до рода *Pinnularia*. Сравнительный анализ сапробностей организмов из списков разных авторов (табл. 5.2.3.2) показал разные значения сапробностей для организма *Pinnularia neomajor*. Таким образом, вид *Pinnularia isselana* для озёр Верхний Кабан и Нижний Кабан может рассматриваться как индикатор *b-o*-сапробности с вероятностью 97 %.

Таблица 5.2.3.2

Сапробность гидробионтов из списков разных авторов

Виды	Сапробность В. Сладечек	Сапробность С. Барина	Сапробность по кластеризации
<i>Pinnularia neomajor</i>	<i>b</i>	<i>o</i>	-
<i>Pinnularia isselana</i>	-	-	<i>b-o</i>

Кластер 2: виды *Navicula cryptocephala* – α -индикатор и *Navicula viridula* – α -индикатор – сгруппированы с неиндикаторным видом *Navicula tripunctata* с высоким бутстреп-значением 98 %. В табл. 5.2.3.3 приведено таксономическое положение сгруппированных организмов.

Таблица 5.2.3.3

Таксономическое положение сгруппированных гидробионтов

Таксономия	Виды-индикаторы	Виды-неиндикаторы
Domain	<i>Eukaryota</i>	<i>Eukaryota</i>
Kingdom	<i>Chromista</i>	<i>Chromista</i>
Phylum	<i>Ochrophyta</i>	<i>Ochrophyta</i>
Class	<i>Bacillariophyceae</i>	<i>Bacillariophyceae</i>
Order	<i>Naviculales</i>	<i>Naviculales</i>
Family	<i>Naviculaceae</i>	<i>Naviculaceae</i>
Genus, Species	<i>Navicula cryptocephala</i>	<i>Navicula tripunctata</i>
	<i>Navicula viridula</i>	

Как видно из табл. 5.2.3.3, кластер содержит организмы, близкие по таксономическому положению до рода *Navicula*. Сравнительный анализ сапробностей организмов из списков разных авторов (табл. 5.2.3.4) показал близкие значения α -мезосапробностей для организмов *Navicula cryptocephala* и *Navicula viridula*. Таким образом, вид *Navicula tripunctata* для озера Верхний Кабан может рассматриваться как индикатор α -мезосапробности с вероятностью 98 %.

Сапробность гидробионтов из списков разных авторов

Виды	Сапробность В. Сладечек	Сапробность С. Баринова	Сапробность по кластеризации
<i>Navicula cryptocephala</i>	<i>a</i>	<i>a-b</i>	-
<i>Navicula viridula</i>	<i>a</i>	<i>a-b</i>	-
<i>Navicula tripunctata</i>	-	<i>b-o</i>	<i>a</i>

Как видно из вышеприведенного анализа, кластеры содержат организмы, близкие по таксономическому положению до родов *Pinnularia* и *Navicula*:

- *Navicula* - один из крупнейших родов диатомовых водорослей, насчитывающий более 1200 видов. Клетки имеют форму лодочки, что отображено в названии рода («маленький корабль»). Входят в планктон в виде отдельных клеток или длинных нитей. *Navicula* известны своей способностью ползать друг по другу и по твердым поверхностям. Считается, что это обеспечивается пояском цитоплазмы снаружи капсулы, действующим как гусеница танка (Umemura et al., 2013).

- *Pinnularia* – род диатомовых водорослей, насчитывающий около 200 видов, большинство из которых обитают в пресной воде и мокрой почве. Клетки вытянутые, могут ползать по субстрату. *Pinnularia* – бентосные микроводоросли олиго- или мезотрофных вод (Berg, Melkonian, 2004).

5.2.4. Филогенетический анализ *rbcL* *Thalassiosphaerales*

Ochromyza – *Bacillariophyta* – *Bacillariophyceae* – *Thalassiosphaerales*

Обобщённое филогенетическое дерево по маркерному гену *rbcL* *Thalassiosphaerales* приведено на рис. 5.2.4.1. Бутстреп-значения приведены рядом с узлами дерева.

Как видно из рис. 5.2.4.1, на обобщённом молекулярно-филогенетическом дереве выявлен 1 кластер с бутстреп-значением 49 %, содержащий вид *Amphora ovalis* – *o-b*-индикатор и неиндикаторные виды *Amphora affinis*, *Amphora proteus* и *Amphora waldeniana*. В табл. 5.2.4.1 приведено таксономическое положение сгруппированных организмов.

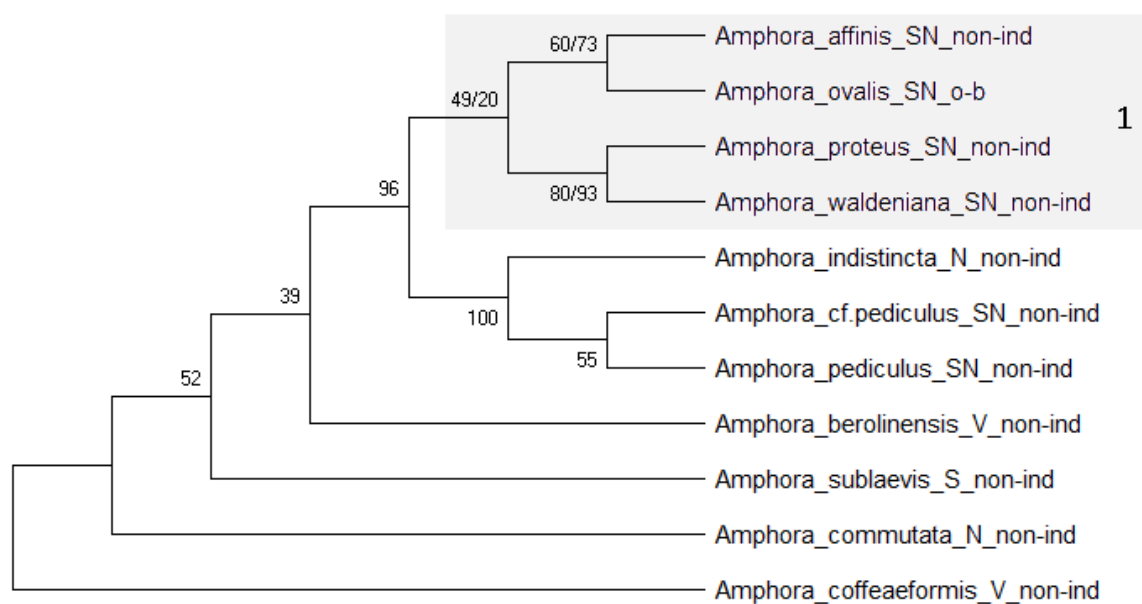


Рис. 5.2.4.1. Обобщённое филогенетическое дерево по маркерному гену *rbcL* *Thalassiosphaerales*

Таблица 5.2.4.1

Таксономическое положение сгруппированных гидробионтов

Таксономия	Виды-индикаторы	Виды-неиндикаторы
Domain	<i>Eukaryota</i>	<i>Eukaryota</i>
Kingdom	<i>Chromista</i>	<i>Chromista</i>
Phylum	<i>Ochrophyta</i>	<i>Ochrophyta</i>
Class	<i>Bacillariophyceae</i>	<i>Bacillariophyceae</i>
Order	<i>Thalassiophysales</i>	<i>Thalassiophysales</i>
Family	<i>Catenulaceae</i>	<i>Catenulaceae</i>
Genus, Species	<i>Amphora ovalis</i>	<i>Amphora affinis</i>
		<i>Amphora proteus</i>
		<i>Amphora waldeniana</i>

Как видно из табл. 5.2.4.1, кластер содержит организмы, близкие по таксономическому положению до рода *Amphora*. Сравнительный анализ сапробностей организмов из списков разных авторов (табл. 5.2.4.2) показал совпадение *o-b*-сапробностей для организма *Amphora ovalis*. Таким образом, виды *Amphora affinis*, *Amphora proteus*, *Amphora waldeniana* для озёр Средний Кабан и Нижний Кабан могут рассматриваться как индикаторы *o-b*-сапробности с вероятностью 49 %.

Таблица 5.2.4.2

Сапробность гидробионтов из списков разных авторов

Виды	Сапробность В. Сладечек	Сапробность С. Барина	Сапробность по кластеризации
<i>Amphora ovalis</i>	<i>o-b</i>	<i>o-b</i>	-
<i>Amphora affinis</i>	-	-	<i>o-b</i>
<i>Amphora proteus</i>	-	-	<i>o-b</i>
<i>Amphora waldeniana</i>	-	-	<i>o-b</i>

Amphora - один из крупнейших родов диатомовых водорослей, насчитывающий более 1000 видов. Виды *Amphora* крайне разнообразны, общим признаком служит одна створка, более крупная, чем вторая. Встречаются как в пресной, так и в морской воде в составе планктона либо бентоса (Lee, Round, 1987).

5.2.5. Филогенетический анализ *rbcL* *Coscinodiscophyceae*

Ochrophyta – Bacillariophyta – Coscinodiscophyceae

Coscinodiscophyceae – класс диатомовых водорослей, выделенный вместо традиционного парафилетического порядка *Centrales*. Порядок назван по круглой или эллипсоидной форме створок. У некоторых *Coscinodiscophyceae* есть шипы на створках, которые могут способствовать парению в воде или мешать поеданию зоопланктоном (Williams, Kocielek, 2007).

Обобщённое филогенетическое дерево по маркерному гену *rbcL* *Coscinodiscophyceae* приведено на рис. 5.2.5.1. Бутстреп-значения приведены рядом с узлами дерева.

Как видно из рис. 5.2.5.1, на обобщённом молекулярно-филогенетическом дереве выявлено 3 кластера с высоким бутстреп-значением, содержащих индикаторные виды гидробионтов разных зон сапробности и виды, не имевшие ранее статус индикаторных:

Кластер 1: вид *Stephanodiscus hantzschii* – *a*-индикатор – сгруппирован с неиндикаторным видом *Stephanodiscus parvus* с бутстреп-значением 100 %. В табл. 5.2.5.1 приведено таксономическое положение сгруппированных организмов.

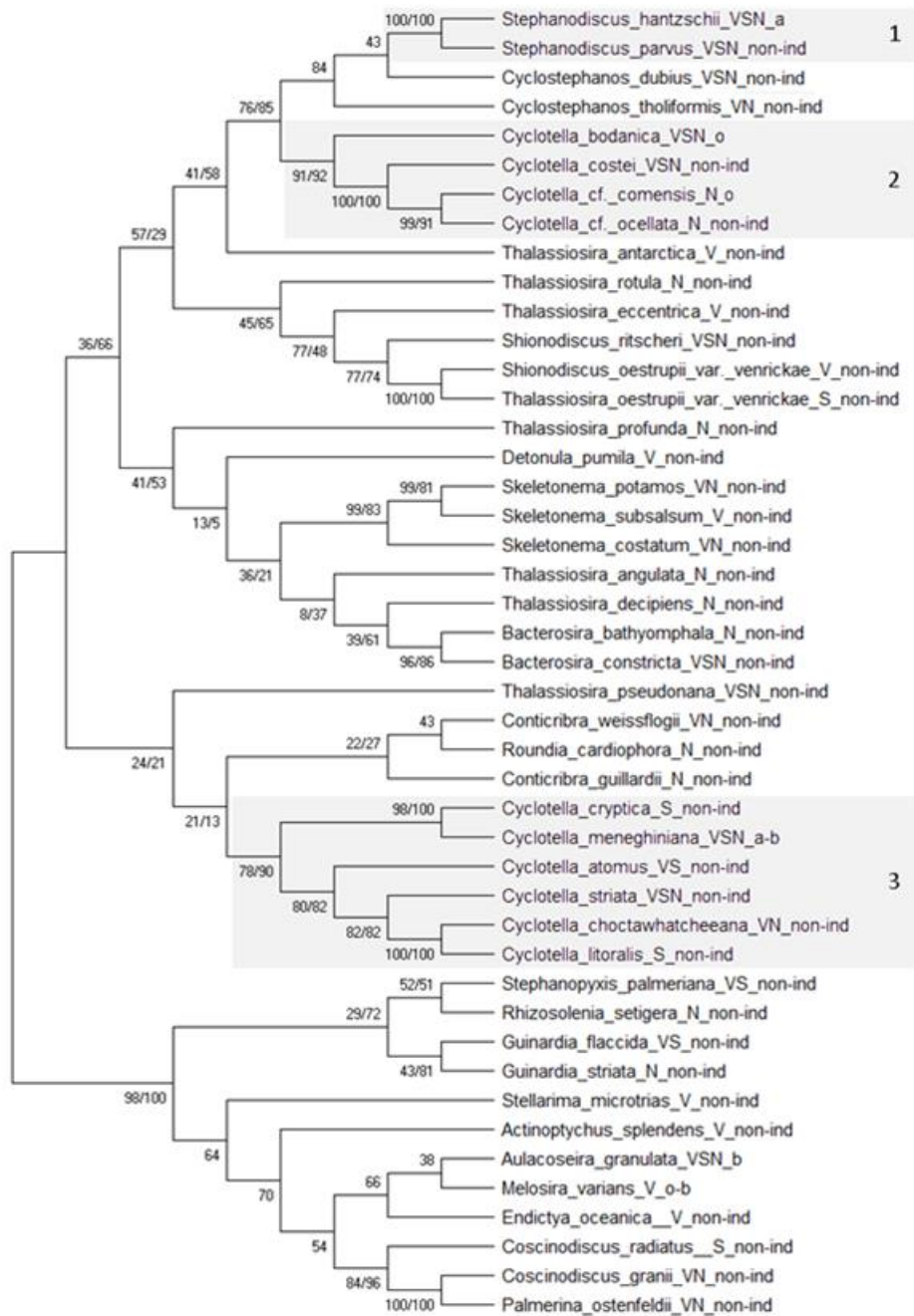


Рис. 5.2.5.1. Обобщённое филогенетическое дерево по маркерному гену *rbcL* *Coscinodiscophyceae*

Таблица 5.2.5.1

Таксономическое положение сгруппированных гидробионтов

Таксономия	Виды-индикаторы	Виды-неиндикаторы
Domain	<i>Eukaryota</i>	<i>Eukaryota</i>
Kingdom	<i>Chromista</i>	<i>Chromista</i>
Phylum	<i>Ochrophyta</i>	<i>Ochrophyta</i>
Class	<i>Coscinodiscophyceae</i>	<i>Coscinodiscophyceae</i>
Order	<i>Thalassiosirales</i>	<i>Thalassiosirales</i>
Family	<i>Stephanodiscaceae</i>	<i>Stephanodiscaceae</i>
Genus, Species	<i>Stephanodiscus hantzschii</i>	<i>Stephanodiscus parvus</i>

Как видно из табл. 5.2.5.1, кластер содержит организмы, близкие по таксономическому положению до рода *Stephanodiscus*. Сравнительный анализ сапробностей организмов из списков разных авторов (табл. 5.2.5.2) показал *a*-мезосапробность для организма *Stephanodiscus hantzschii* только по В. Сладечку. Таким образом, вид *Stephanodiscus parvus* для трёх озёр Кабан может рассматриваться как индикатор *a*-мезосапробности с вероятностью 100 %.

Таблица 5.2.5.2

Сапробность гидробионтов из списков разных авторов

Виды	Сапробность В. Сладечек	Сапробность С. Баринава	Сапробность по кластеризации
<i>Stephanodiscus hantzschii</i>	<i>a</i>	-	-
<i>Stephanodiscus parvus</i>	-	-	<i>a</i>

Кластер 2: вид *Cyclotella bodanica* – *o*-индикатор – сгруппирован с неиндикаторными видами *Cyclotella costei*, *Cyclotella cf. comensis* и *Cyclotella cf. ocellata* с высоким бутстреп-значением 92 %. В табл. 5.2.5.3 приведено таксономическое положение сгруппированных организмов.

Таблица 5.2.5.3

Таксономическое положение сгруппированных гидробионтов

Таксономия	Виды-индикаторы	Виды-неиндикаторы
Domain	<i>Eukaryota</i>	<i>Eukaryota</i>
Kingdom	<i>Chromista</i>	<i>Chromista</i>
Phylum	<i>Ochrophyta</i>	<i>Ochrophyta</i>
Class	<i>Coscinodiscophyceae</i>	<i>Coscinodiscophyceae</i>
Order	<i>Thalassiosirales</i>	<i>Thalassiosirales</i>
Family	<i>Stephanodiscaceae</i>	<i>Stephanodiscaceae</i>
Genus, Species	<i>Cyclotella bodanica</i>	<i>Cyclotella costei</i>
	<i>Cyclotella cf. comensis</i>	<i>Cyclotella cf. ocellata</i>

Как видно из табл. 5.2.5.3, кластер содержит организмы, близкие по таксономическому положению до рода *Cyclotella*. Сравнительный анализ сапробностей организмов из списков разных авторов (табл. 5.2.5.4) показал совпадение *o*-сапробностей для организма *Cyclotella cf. comensis*. Таким образом, вид *Cyclotella costei* для озёр Кабан, виды *Cyclotella cf. comensis* и *Cyclotella cf. ocellata* для озера Нижний Кабан могут рассматриваться как индикаторы *o*-сапробности с вероятностью 92 %.

Таблица 5.2.5.4

Сапробность гидробионтов из списков разных авторов

Виды	Сапроб- ность В.Сладечек	Сапроб- ность С. Баринава	Сапробность по кластеризации
<i>Cyclotella bodanica</i>	<i>o</i>	-	-
<i>Cyclotella cf. comensis</i>	<i>o</i>	<i>o</i>	-
<i>Cyclotella costei</i>	-	-	<i>o</i>
<i>Cyclotella cf. ocellata</i>	-	<i>o-b</i>	<i>o</i>

Кластер 3: вид *Cyclotella meneghiniana* – *a-b*-индикатор – сгруппирован с неиндикаторными видами *Cyclotella cryptica*,

Cyclotella atomus, *Cyclotella striata*, *Cyclotella choctawhatcheeana* и *Cyclotella litoralis* с высоким бутстреп-значением 90 %. В табл. 5.2.5.5 приведено таксономическое положение сгруппированных организмов.

Таблица 5.2.5.5

Таксономическое положение сгруппированных гидробионтов

Таксономия	Виды-индикаторы	Виды-неиндикаторы
Domain	<i>Eukaryota</i>	<i>Eukaryota</i>
Kingdom	<i>Chromista</i>	<i>Chromista</i>
Phylum	<i>Ochrophyta</i>	<i>Ochrophyta</i>
Class	<i>Coscinodiscophyceae</i>	<i>Coscinodiscophyceae</i>
Order	<i>Thalassiosirales</i>	<i>Thalassiosirales</i>
Family	<i>Stephanodiscaceae</i>	<i>Stephanodiscaceae</i>
Genus, Species	<i>Cyclotella meneghiniana</i>	<i>Cyclotella cryptica</i>
		<i>Cyclotella atomus</i>
		<i>Cyclotella striata</i>
		<i>Cyclotella choctawhatcheeana</i>
		<i>Cyclotella litoralis</i>

Как видно из табл. 5.2.5.5, кластер содержит организмы, близкие по таксономическому положению до рода *Cyclotella*. Сравнительный анализ сапробностей организмов из списков разных авторов (табл. 5.2.5.6) показал совпадение *a-b*-мезосапробностей для организма *Cyclotella meneghiniana*. Таким образом, виды *Cyclotella cryptica* и *Cyclotella litoralis* для озера Средний Кабан, *Cyclotella atomus* для озёр Верхний Кабан и Средний Кабан, *Cyclotella striata* для трёх озёр Кабан, *Cyclotella choctawhatcheeana* для озёр Верхний Кабан и Нижний Кабан могут рассматриваться как индикаторы *a-b*-мезосапробности с вероятностью 90 %.

Таблица 5.2.5.6

Сапробность гидробионтов из списков разных авторов

Виды	Сапробность В. Сладечек	Сапробность С. Баринаова	Сапробность по кластеризации
<i>Cyclotella meneghiniana</i>	<i>a-b</i>	<i>a-b</i>	-
<i>Cyclotella cryptica</i>	-	-	<i>a-b</i>
<i>Cyclotella atomus</i>	-	<i>a-b</i>	<i>a-b</i>
<i>Cyclotella striata</i>	-	-	<i>a-b</i>
<i>Cyclotella choctawhatcheeana</i>	-	-	<i>a-b</i>
<i>Cyclotella litoralis</i>	-	-	<i>a-b</i>

Как видно из вышеприведенного анализа, кластеры содержат организмы, близкие по таксономическому положению до семейства *Stephanodiscaceae*.

Cyclotella – род пресноводных и морских диатомовых водорослей, включающий около 100 видов. Представители *Cyclotella* обитают в мезо- и олиготрофных водах, и хотя являются одними из наиболее доминирующих, этот род все еще мало изучен.

5.2.6. Филогенетический анализ *rbcL* *Fragilariophyceae*

Ochrophyta – Bacillariophyta – Fragilariophyceae

Fragilariophyceae - класс пеннатных диатомовых водорослей, характеризующихся отсутствием шва панциря (Williams, Kociolek, 2007).

Обобщённое филогенетическое дерево по маркерному гену *rbcL* *Fragilariophyceae* приведено на рис. 5.2.6.1. Бутстреп-значения приведены рядом с узлами дерева.

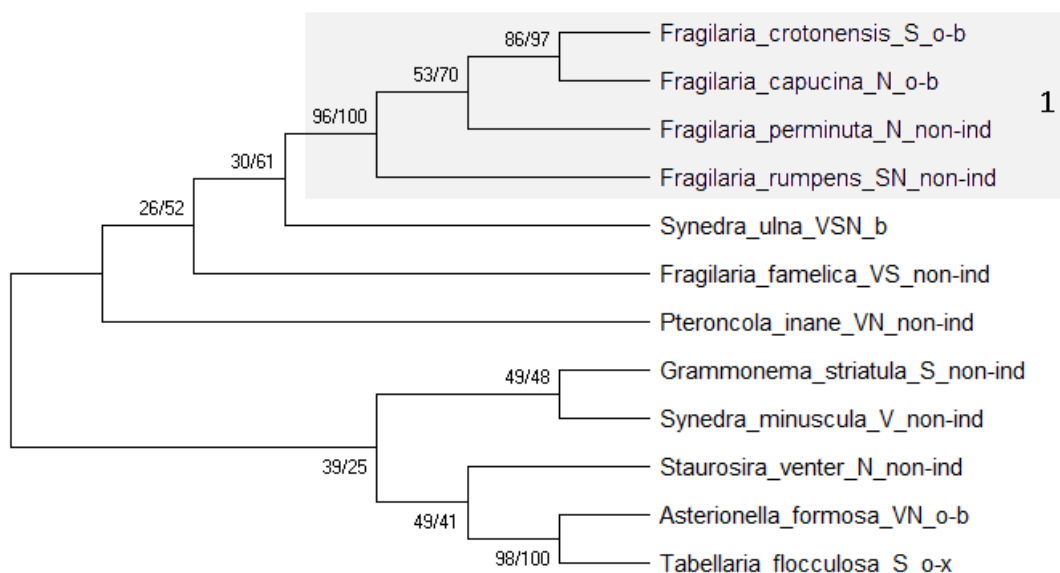


Рис. 5.2.6.1. Обобщённое филогенетическое дерево по маркерному гену *rbcL* *Fragilariophyceae*

Как видно из рис. 5.2.6.1, на обобщённом молекулярно-филогенетическом дереве выявлен 1 кластер с высоким бутстреп-значением 100 %, содержащий виды *Fragilaria crotonensis* и *Fragilaria capucina* – *o-b*-индикаторы и неиндикаторные виды *Fragilaria perminuta* и *Fragilaria rumpens*. В табл. 5.2.6.1 приведено таксономическое положение сгруппированных организмов.

Таблица 5.2.6.1

Таксономическое положение сгруппированных гидробионтов

Таксономия	Виды-индикаторы	Виды-неиндикаторы
Domain	<i>Eukaryota</i>	<i>Eukaryota</i>
Kingdom	<i>Chromista</i>	<i>Chromista</i>
Phylum	<i>Ochrophyta</i>	<i>Ochrophyta</i>
Class	<i>Fragilariophyceae</i>	<i>Fragilariophyceae</i>
Order	<i>Fragilariales</i>	<i>Fragilariales</i>
Family	<i>Fragilariaceae</i>	<i>Fragilariaceae</i>
Genus, Species	<i>Fragilaria crotonensis</i>	<i>Fragilaria perminuta</i>
	<i>Fragilaria capucina</i>	<i>Fragilaria rumpens</i>

Как видно из табл. 5.2.6.1, кластер содержит организмы, близкие по таксономическому положению до рода *Fragilaria*. Сравнительный анализ сапробностей организмов из списков разных авторов (табл. 5.2.6.2) показал совпадение *o-b*-сапробностей для организмов *Fragilaria crotonensis* и *Fragilaria capucina*. Таким образом, вид *Fragilaria perminuta* для озера Нижний Кабан и вид *Fragilaria rumpens* для озёр Средний Кабан и Нижний Кабан могут рассматриваться как индикаторы *o-b*-сапробности с вероятностью 100 %.

Таблица 5.2.6.2

Сапробность гидробионтов из списков разных авторов

Виды	Сапробность В. Сладечек	Сапробность С. Баринава	Сапробность по кластеризации
<i>Fragilaria crotonensis</i>	<i>o-b</i>	<i>o-b</i>	-
<i>Fragilaria capucina</i>	<i>o-b</i>	<i>o-b</i>	-
<i>Fragilaria perminuta</i>	-	-	<i>o-b</i>
<i>Fragilaria rumpens</i>	-	-	<i>o-b</i>

Fragilaria – род пресноводных и морских диатомовых водорослей, обычно образующих колонии в форме нитей из клеток, соединенных сторонами и центрами створок. Планктонные, бентосные или эпифитные водоросли. Некоторые виды образуют цветения в эвтрофных водах. Внутренняя таксономия рода все еще не полностью ясна (Wehr et al., 2015; John et al., 2011).

5.3. Выявление видов-индикаторов по гену *rbcL* *Cryptophyceae*

Cryptophyceae – класс одноклеточных эукариотических фотосинтезирующих организмов, включающий около 165 видов. *Cryptophyceae* обитают как в морских, так и в пресных водах, могут вызывать цветение воды. *Cryptophyceae* – планктонные организмы, устойчивые к загрязнению, встречаются даже в сточных водах. По сравнению с другими водорослями, *Cryptophyceae* чрезвычайно чувствительны к избыточному освещению, поэтому они часто формируют глубоководные популяции в чистых олиготрофных озёрах. *Cryptophyceae* нередко совершают суточные миграции в вертикальном направлении с амплитудой менее 5 м. *Cryptophyceae* имеют большое значение в круговороте кислорода, углерода, азота и фосфора в водоёмах, в синтезе органики из минеральных веществ, служат пищей для различных представителей зоопланктона, которым, в свою очередь, питаются рыбы. Ветвистоусые рачки интенсивно питаются *Cryptophyceae* в эвтрофных прудах в зимнее время. Однако цветение воды в прудах, обусловленное *Cryptophyceae*, приводило к массовой гибели сомов (Громов, Гаврилова, 2000; Белякова и др., 2006).

Обобщённое филогенетическое дерево по маркерному гену *rbcL* *Cryptophyceae* приведено на рис. 5.3.1. Бутстреп-значения приведены рядом с узлами дерева.

Как видно из рис. 5.3.1, на обобщённом молекулярно-филогенетическом дереве выявлено 2 кластера с высоким бутстреп-значением, содержащих индикаторные виды гидробионтов разных зон сапробности и виды, не имевшие ранее статус индикаторных:

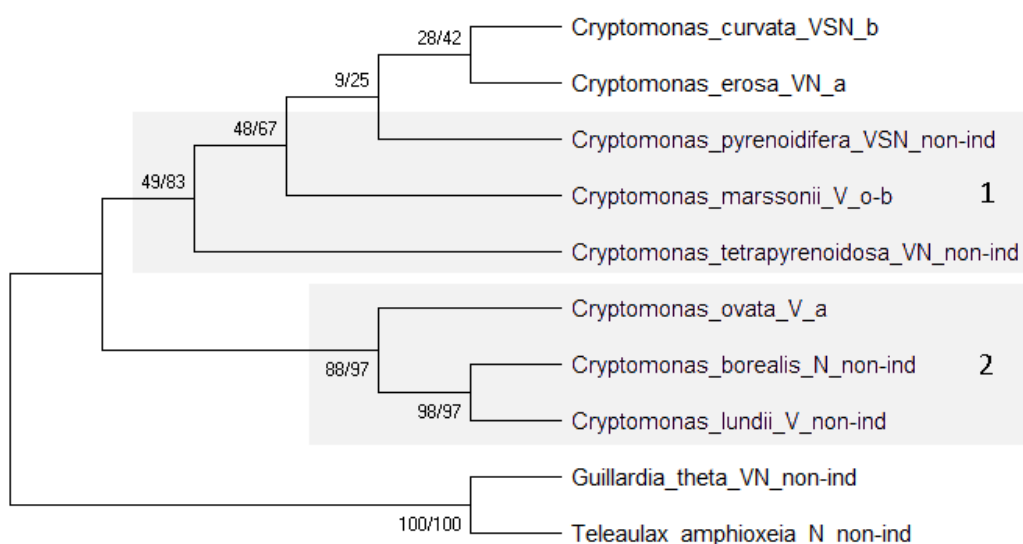


Рис. 5.3.1. Обобщённое филогенетическое дерево по маркерному гену *rbcL* *Cryptophyceae*

Кластер 1: вид *Cryptomonas marssonii* – *o-b*-индикатор – сгруппирован с неиндикаторными видами *Cryptomonas pyrenoidifera* и *Cryptomonas tetrapyrenoidosa* с высоким бутстреп-значением 83 %. В табл. 5.3.1 приведено таксономическое положение сгруппированных организмов.

Таблица 5.3.1

Таксономическое положение сгруппированных гидробионтов

Таксономия	Виды-индикаторы	Виды-неиндикаторы
Domain	<i>Eukaryota</i>	<i>Eukaryota</i>
Class	<i>Cryptophyceae</i>	<i>Cryptophyceae</i>
Order	<i>Cryptomonadales</i>	<i>Cryptomonadales</i>
Family	<i>Cryptomonadaceae</i>	<i>Cryptomonadaceae</i>
Genus, Species	<i>Cryptomonas marssonii</i>	<i>Cryptomonas pyrenoidifera</i>
		<i>Cryptomonas tetrapyrenoidosa</i>

Как видно из табл. 5.3.1, кластер содержит организмы, близкие по таксономическому положению до рода *Cryptomonas*. Сравнительный анализ сапробностей организмов из списков разных

авторов (табл. 5.3.2) показал близкие значения *o-b*-сапробностей для организма *Cryptomonas marssonii*. Таким образом, вид *Cryptomonas pyrenoidifera* для трёх озёр Кабан и вид *Cryptomonas tetrapyrenoidosa* для озёр Верхний Кабан и Нижний Кабан могут рассматриваться как индикаторы *o-b*-сапробности с вероятностью 83 %.

Таблица 5.3.2

Сапробность гидробионтов из списков разных авторов

Виды	Сапробность В. Сладечек	Сапробность С. Баринаова	Сапробность по кластеризации
<i>Cryptomonas marssonii</i>	<i>o-b</i>	<i>b-o</i>	-
<i>Cryptomonas pyrenoidifera</i>	-	<i>o-b</i>	<i>o-b</i>
<i>Cryptomonas tetrapyrenoidosa</i>	-	<i>o-b</i>	<i>o-b</i>

Кластер 2: вид *Cryptomonas ovata* – *a*-индикатор – сгруппирован с неиндикаторными видами *Cryptomonas borealis* и *Cryptomonas lundii* с высоким бутстреп-значением 97 %. В табл. 5.3.3 приведено таксономическое положение сгруппированных организмов.

Таблица 5.3.3

Таксономическое положение сгруппированных гидробионтов

Таксономия	Виды-индикаторы	Виды-неиндикаторы
Domain	<i>Eukaryota</i>	<i>Eukaryota</i>
Class	<i>Cryptophyceae</i>	<i>Cryptophyceae</i>
Order	<i>Cryptomonadales</i>	<i>Cryptomonadales</i>
Family	<i>Cryptomonadaceae</i>	<i>Cryptomonadaceae</i>
Genus, Species	<i>Cryptomonas ovata</i>	<i>Cryptomonas borealis</i>
		<i>Cryptomonas lundii</i>

Как видно из табл. 5.3.3, кластер содержит организмы, близкие по таксономическому положению до рода *Cryptomonas*. Сравнительный анализ сапробностей организмов из списков разных авторов (табл. 5.3.4) показал близкие значения *a*-мезосапробностей для организма *Cryptomonas ovata*. Таким образом, вид *Cryptomonas borealis* для озера Нижний Кабан и вид *Cryptomonas lundii* для озера Верхний Кабан могут рассматриваться как индикаторы *a*-мезосапробности с вероятностью 97 %.

Таблица 5.3.4

Сапробность гидробионтов из списков разных авторов

Виды	Сапробность В. Сладечек	Сапробность С. Баринаова	Сапробность по кластеризации
<i>Cryptomonas ovata</i>	<i>a</i>	<i>b-a</i>	-
<i>Cryptomonas borealis</i>	-	-	<i>a</i>
<i>Cryptomonas lundii</i>	-	-	<i>a</i>

Cryptomonas – род криптофициевых водорослей, распространенных в пресноводных средах обитания и солоноватой воде во всем мире, часто цветущих в глубоких озёрах. Они служат пищей для мелкого зоопланктона, который, в свою очередь, является пищей для мелких рыб на рыбоводных фермах. Многие виды *Cryptomonas* можно идентифицировать только путем секвенирования ДНК (Parfrey et al., 2011; Choi et al., 2013).

5.4. Выявление видов-индикаторов по гену *rbcL* Plantae

Ниже приведены результаты филогенетического анализа гидробионтов озёр Кабан по маркерному гену *rbcL* в соответствии с таксономическим положением:

царство *Plantae*

отдел *Streptophyta*

отдел *Chlorophyta*

класс *Chlorophyceae*

класс *Trebouxiophyceae*

5.4.1. Филогенетический анализ *rbcL* *Streptophyta*

Plantae – Streptophyta

Обобщённое филогенетическое дерево по маркерному гену *rbcL* *Streptophyta* приведено на рис. 5.4.1.1. Бутстреп-значения приведены рядом с узлами дерева.

Как видно из рис. 5.4.1.1, на обобщённом молекулярно-филогенетическом дереве выявлен один кластер, содержащий вид *Closterium acutum* – *a-b*-индикатор, сгруппированный с неиндикаторными видами рода *Cosmarium* *bioculatum*, *Cosmarium binum* и *Cosmarium undulatum* с высоким бутстреп-значением 100 %. В табл. 5.4.1.1 приведено таксономическое положение сгруппированных организмов.

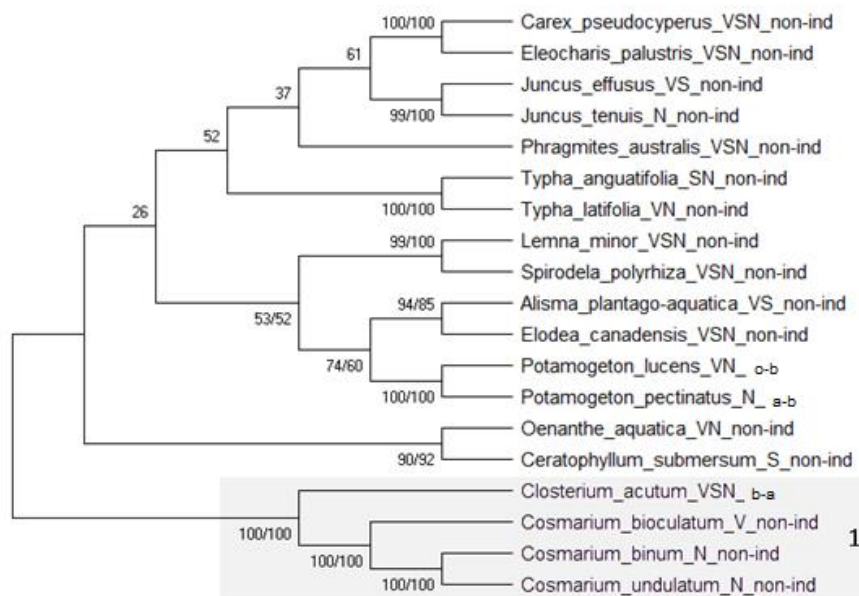


Рис. 5.4.1.1. Обобщённое филогенетическое дерево по маркерному гену *rbcL* *Streptophyta*

Таблица 5.4.1.1

Таксономическое положение сгруппированных гидробионтов

Таксономия	Виды-индикаторы	Виды-неиндикаторы
Domain	<i>Eukaryota</i>	<i>Eukaryota</i>
Kingdom	<i>Plantae</i>	<i>Plantae</i>
Phylum	<i>Streptophyta</i>	<i>Streptophyta</i>
Class	<i>Zygnemophyceae</i>	<i>Zygnemophyceae</i>
Order	<i>Desmiales</i>	<i>Desmiales</i>
Family	<i>Closteriaceae</i>	<i>Desmidiaceae</i>
Genus, Species	<i>Closterium acutum</i>	<i>Cosmarium bioculatum</i>
		<i>Cosmarium binum</i>
		<i>Cosmarium undulatum</i>

Как видно из табл. 5.4.1.1, кластер содержит организмы, близкие по таксономическому положению до порядка *Desmiales*.

Сравнительный анализ сапробностей организмов из списков разных авторов (табл. 5.4.1.2) показал близкие значения к *b*-мезосапробности для организма *Closterium acutum*. Так как работы С. Бариновой с соавт. проводились позже на 30 лет и значения *o-b*-сапробностей для организма *Cosmarium bioculatum* по маркерному гену *18S рРНК* показал также *o-b*-сапробность, то таким образом, вид *Cosmarium bioculatum* для озера Верхний Кабан, виды *Cosmarium binum* и вид *Cosmarium undulatum* для озера Нижний Кабан могут рассматриваться как индикаторы *o-b*-сапробности с вероятностью 100 %.

Таблица 5.4.1.2

Сапробность гидробионтов из списков разных авторов

Виды	Сапробность В. Сладечек	Сапробность С. Баринаова	Сапробность по кластеризации
<i>Closterium acutum</i>	<i>b-a</i>	<i>o-b</i>	-
<i>Cosmarium bioculatum</i>	-	-	<i>o-b</i>
<i>Cosmarium binum</i>	-	-	<i>o-b</i>
<i>Cosmarium undulatum</i>	-	-	<i>o-b</i>

5.4.2. Филогенетический анализ *rbcL* Chlamydomonadales

Plantae – Chlorophyta – Chlorophyceae – Chlamydomonadales

Chlamydomonadales — порядок класса *Chlorophyceae*, одноклеточные и колониальные зелёные водоросли со сдвигом базальных тел по часовой стрелке. Порядок включает 1687 видов (Белякова и др., 2006).

Обобщённое филогенетическое дерево по маркерному гену *rbcL* *Chlamydomonadales* приведено на рис. 5.4.2.1. Бутстреп-значения приведены рядом с узлами дерева.

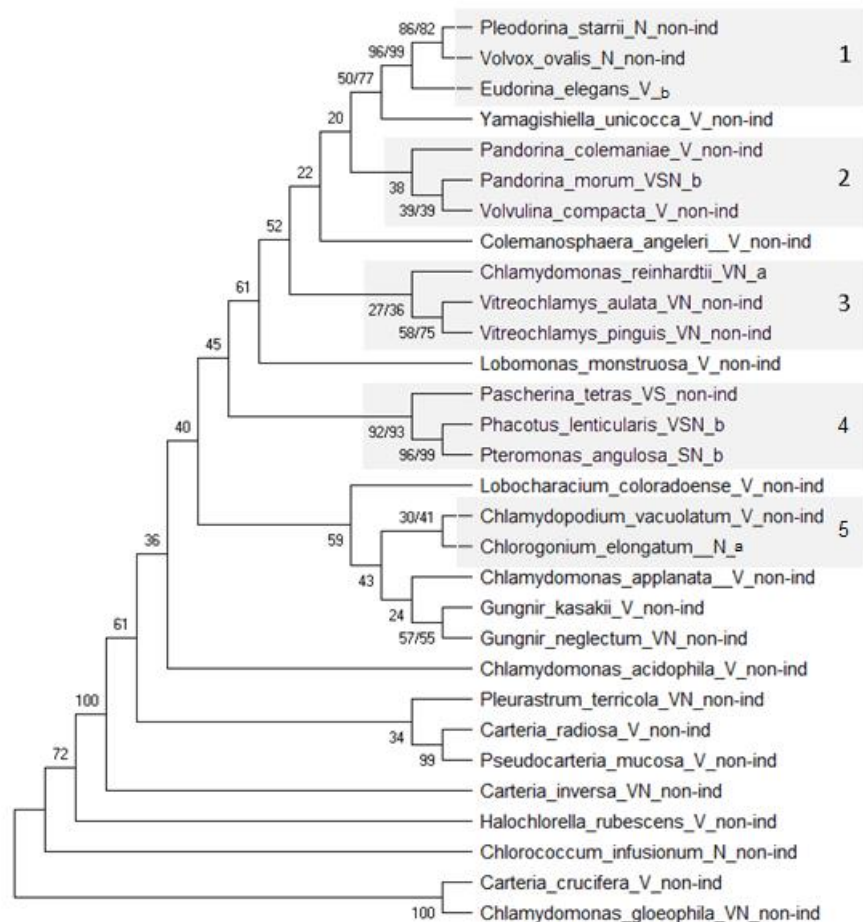


Рис. 5.3.2.1. Обобщённое филогенетическое дерево по маркерному гену *rbcL* *Chlamydomonadales*

Как видно из рис. 5.4.2.1, на обобщённом молекулярно-филогенетическом дереве выявлено 5 кластеров, содержащих индикаторные виды гидробионтов разных зон сапробности и виды, не имевшие ранее статус индикаторных:

Кластер 1: вид *Eudorina elegans* – *b*-индикатор – сгруппирован с неиндикаторными видами *Pleodorina starrii* и *Volvox ovalis* с высоким бутстреп-значением 99 %. В табл. 5.4.2.1 приведено таксономическое положение сгруппированных организмов.

Таблица 5.4.2.1

Таксономическое положение сгруппированных гидробионтов

Таксономия	Виды-индикаторы	Виды-неиндикаторы
Domain	<i>Eukaryota</i>	<i>Eukaryota</i>
Kingdom	<i>Plantae</i>	<i>Plantae</i>
Phylum	<i>Chlorophyta</i>	<i>Chlorophyta</i>
Class	<i>Chlorophyceae</i>	<i>Chlorophyceae</i>
Order	<i>Chlamydomonadales</i>	<i>Chlamydomonadales</i>
Family	<i>Volvocaceae</i>	<i>Volvocaceae</i>
Genus, Species	<i>Eudorina elegans</i>	<i>Pleodorina starrii</i>
		<i>Volvox ovalis</i>

Как видно из табл. 5.4.2.1, кластер содержит организмы, близкие по таксономическому положению до семейства *Volvocaceae*. Сравнительный анализ сапробностей организмов из списков разных авторов (табл. 5.3.2.2) показал совпадение *b*-мезосапробностей для организма *Eudorina elegans*. Таким образом, виды *Pleodorina starrii* и *Volvox ovalis* для озера Нижний Кабан могут рассматриваться как индикаторы *b*-мезосапробности с вероятностью 99 %.

Таблица 5.4.2.2

Сапробность гидробионтов из списков разных авторов

Виды	Сапробность В. Сладечек	Сапробность С. Баринава	Сапробность по кластеризации
<i>Eudorina elegans</i>	<i>b</i>	<i>b</i>	-
<i>Pleodorina starrii</i>	-	-	<i>b</i>
<i>Volvox ovalis</i>	-	-	<i>b</i>

Кластер 2: вид *Pandorina morum* – *b*-индикатор – сгруппированы с неиндикаторными видами *Pandorina colemaniae* и *Volvulina contracta* с бутстреп-значением 38 %. В табл. 5.4.2.3 приведено таксономическое положение сгруппированных организмов.

Таблица 5.4.2.3

Таксономическое положение сгруппированных гидробионтов

Таксономия	Виды-индикаторы	Виды-неиндикаторы
Domain	<i>Eukaryota</i>	<i>Eukaryota</i>
Kingdom	<i>Plantae</i>	<i>Plantae</i>
Phylum	<i>Chlorophyta</i>	<i>Chlorophyta</i>
Class	<i>Chlorophyceae</i>	<i>Chlorophyceae</i>
Order	<i>Chlamydomonadales</i>	<i>Chlamydomonadales</i>
Family	<i>Volvocaceae</i>	<i>Volvocaceae</i>
Genus, Species	<i>Pandorina morum</i>	<i>Pandorina colemaniae</i>
		<i>Volvulina compacta</i>

Как видно из табл. 5.4.2.3, кластер содержит организмы, близкие по таксономическому положению до семейства *Volvocaceae*. Сравнительный анализ сапробностей организмов из списков разных авторов (табл. 5.4.2.4) показал совпадение *b*-мезосапробностей для организма *Pandorina morum*. Таким образом, виды *Pandorina colemaniae* и *Volvulina compacta* для озера Верхний Кабан могут рассматриваться как индикаторы *b*-мезосапробности с вероятностью 38 %.

Таблица 5.4.2.4

Сапробность гидробионтов из списков разных авторов

Виды	Сапробность В. Сладечек	Сапробность С. Баринава	Сапробность по кластеризации
<i>Pandorina morum</i>	<i>b</i>	<i>b</i>	-
<i>Pandorina colemaniae</i>	-	-	<i>b</i>
<i>Volvulina compacta</i>	-	-	<i>b</i>

Кластер 3: вид *Chlamydomonas reinhardtii* – *a*-индикатор – сгруппирован с неиндикаторными видами *Vitreochlamys aulata*

и *Vitreochlamys pinguis* с бутстреп-значением 36 %. В табл. 5.4.2.5 приведено таксономическое положение сгруппированных организмов.

Таблица 5.4.2.5

Таксономическое положение сгруппированных гидробионтов

Таксономия	Виды-индикаторы	Виды-неиндикаторы
Domain	<i>Eukaryota</i>	<i>Eukaryota</i>
Kingdom	<i>Plantae</i>	<i>Plantae</i>
Phylum	<i>Chlorophyta</i>	<i>Chlorophyta</i>
Class	<i>Chlorophyceae</i>	<i>Chlorophyceae</i>
Order	<i>Chlamydomonadales</i>	<i>Chlamydomonadales</i>
Family	<i>Chlamydomonadaceae</i>	<i>Chlamydomonadaceae</i>
Genus, Species	<i>Chlamydomonas reinhardtii</i>	<i>Vitreochlamys aulata</i>
		<i>Vitreochlamys pinguis</i>

Как видно из табл. 5.4.2.5, кластер содержит организмы, близкие по таксономическому положению до семейства *Chlamydomonadaceae*. Сравнительный анализ сапробностей организмов из списков разных авторов (табл. 5.4.2.6) показал совпадение *a*-сапробностей для организма *Chlamydomonas reinhardtii*. Таким образом, виды *Vitreochlamys aulata* и *Vitreochlamys pinguis* для озёр Верхний Кабан и Нижний Кабан могут рассматриваться как индикаторы *a*-мезосапробности с вероятностью 36 %.

Таблица 5.4.2.6

Сапробность гидробионтов из списков разных авторов

Виды	Сапробность В. Сладечек	Сапробность С. Баринава	Сапробность по кластеризации
<i>Chlamydomonas reinhardtii</i>	<i>a</i>	<i>a</i>	-
<i>Vitreochlamys aulata</i>	-	-	<i>a</i>
<i>Vitreochlamys pinguis</i>	-	-	<i>a</i>

Кластер 4: виды *Phacotus lenticularis* и *Pteromonas angulosa* – *b*-индикаторы – сгруппированы с неиндикаторным видом *Pascherina tetras* с высоким бутстреп-значением 93 %. В табл. 5.4.2.7 приведено таксономическое положение сгруппированных организмов.

Таблица 5.4.2.7

Таксономическое положение сгруппированных гидробионтов

Таксономия	Виды-индикаторы	Виды-неиндикаторы
Domain	<i>Eukaryota</i>	<i>Eukaryota</i>
Kingdom	<i>Plantae</i>	<i>Plantae</i>
Phylum	<i>Chlorophyta</i>	<i>Chlorophyta</i>
Class	<i>Chlorophyceae</i>	<i>Chlorophyceae</i>
Order	<i>Chlamydomonadales</i>	<i>Chlamydomonadales</i>
Family	<i>Phacotaceae</i>	<i>Spondylomoraceae</i>
Genus, Species	<i>Phacotus lenticularis</i>	<i>Pascherina tetras</i>
	<i>Pteromonas angulosa</i>	

Как видно из табл. 5.4.2.7, кластер содержит организмы, близкие по таксономическому положению до порядка *Chlamydomonadales*. Сравнительный анализ сапробностей организмов из списков разных авторов (табл. 5.4.2.8) показал совпадение *b*-мезосапробностей для организма *Phacotus lenticularis* и близкие по значению *b*-мезосапробности для организма *Pteromonas angulosa*. Таким образом, вид *Pascherina tetras* может рассматриваться как индикатор *b*-мезосапробности с вероятностью 93 %.

Таблица 5.4.2.8

Сапробность гидробионтов из списков разных авторов

Виды	Сапробность В. Сладечек	Сапробность С. Баринава	Сапробность по кластеризации
<i>Phacotus lenticularis</i>	<i>b</i>	<i>b</i>	-
<i>Pteromonas angulosa</i>	<i>b</i>	<i>b-a</i>	-
<i>Pascherina tetras</i>	-	<i>b</i>	<i>b</i>

Кластер 5: вид *Chlorogonium elongatum* – *a*-индикатор – сгруппирован с неиндикаторным видом *Chlamydomodium vacuolatum* с бутстреп-значением 41 %. В табл. 5.4.2.9 приведено таксономическое положение сгруппированных организмов.

Таблица 5.4.2.9

Таксономическое положение сгруппированных гидробионтов

Таксономия	Виды-индикаторы	Виды-неиндикаторы
Domain	<i>Eukaryota</i>	<i>Eukaryota</i>
Kingdom	<i>Plantae</i>	<i>Plantae</i>
Phylum	<i>Chlorophyta</i>	<i>Chlorophyta</i>
Class	<i>Chlorophyceae</i>	<i>Chlorophyceae</i>
Order	<i>Chlamydomonadales</i>	<i>Chlamydomonadales</i>
Family	<i>Haematococcaceae</i>	<i>Characiochloridaceae</i>
Genus, Species	<i>Chlorogonium elongatum</i>	<i>Chlamydomodium vacuolatum</i>

Как видно из табл. 5.4.2.9, кластер содержит организмы, близкие по таксономическому положению до порядка *Chlamydomonadales*. Сравнительный анализ сапробностей организмов из списков разных авторов (табл. 5.4.2.10) показал совпадение *a*-мезосапробностей для организма *Chlorogonium elongatum*. Таким образом, вид

Chlamydomodium vacuolatum может рассматриваться как индикатор α -мезосапробности с вероятностью 41 %.

Таблица 5.4.2.10

Сапробность гидробионтов из списков разных авторов

Виды	Сапробность В. Сладечек	Сапробность С. Баринава	Сапробность по кластеризации
<i>Chlorogonium elongatum</i>	<i>a</i>	<i>a</i>	-
<i>Chlamydomodium vacuolatum</i>	-	-	<i>a</i>

Как видно из вышеприведенного анализа, кластеры содержат организмы, близкие по таксономическому положению до семейств *Volvocaceae*, *Chlamydomonadaceae*, *Phacotaceae* порядка *Chlamydomonadales*.

Volvocaceae – семейство колониальных либо многоклеточных двухжгутиковых зеленых водорослей. Все виды колониальны и населяют пресноводную среду. Простейшие *Volvocaceae* состоят из определенного числа *Chlamydomonas*-подобных клеток, встроенных в студенистый матрикс. Так, *Gonium* представляет собой плоскую пластину из 4-16 клеток, а *Eudorina* и *Pandorina* – полые сферы из 16 и 32-64 клеток соответственно. Все клетки одинаковы и могут давать начало новому организму путем митоза. Более продвинутые *Volvocaceae* образуют несколько типов клеток. У *Pleodorina* и *Volvox* большинство клеток в колонии соматические (от 128 до 2000-6000) и лишь небольшое число репродуктивных (12-16). У некоторых видов *Volvox* соматические клетки могут превращаться в репродуктивные, в то время как у *Volvox carteri* репродуктивные клетки закладываются сразу, они никогда не имеют жгутиков и не выполняют функции соматических клеток. Таким образом, простейшие *Volvocaceae* все ещё являются колониальными, в то время как наиболее

продвинутые являются настоящими многоклеточными организмами. Некоторые из них, в том числе *Volvox carteri*, также достигли разделения полов и наиболее продвинутой формы полового размножения – оогамии (Gilbert, 2000).

5.4.3. Филогенетический анализ *rbcL* Sphaeropleales *Plantae – Chlorophyta – Chlorophyceae – Sphaeropleales*

Sphaeropleales – отряд зеленых водорослей, включающий несколько широко распространенных пресноводных видов фитопланктона, в том числе *Scenedesmus* и *Pediastrum*. *Sphaeropleales* – неподвижные одноклеточные или колониальные водоросли с двужгутиковыми зооспорами размерами от микро- (*Pediastrum* – 35–200 мкм) до макроскопических (*Hydrodictyon* – до 0,2–1 м) (Lewis, McCourt, 2004; Leliaert et al., 2012).

Обобщённое филогенетическое дерево по маркерному гену *rbcL* *Sphaeropleales* приведено на рис. 5.4.3.1. Бутстреп-значения приведены рядом с узлами дерева.

Как видно из рис. 5.4.3.1, на обобщённом молекулярно-филогенетическом дереве выявлено 5 кластеров с высоким бутстреп-значением, содержащих индикаторные виды гидробионтов разных зон сапробности и виды, не имевшие ранее статус индикаторных:

Кластер 1: вид *Ankistrodesmus falcatus* – *b-a*-индикатор – сгруппирован с неиндикаторным видом *Monoraphidium komarkovae* с высоким бутстреп-значением 100 %. В табл. 5.4.3.2 приведено таксономическое положение сгруппированных организмов.

Как видно из табл. 5.4.3.2, кластер содержит организмы, близкие по таксономическому положению до семейства *Selenastraceae*.

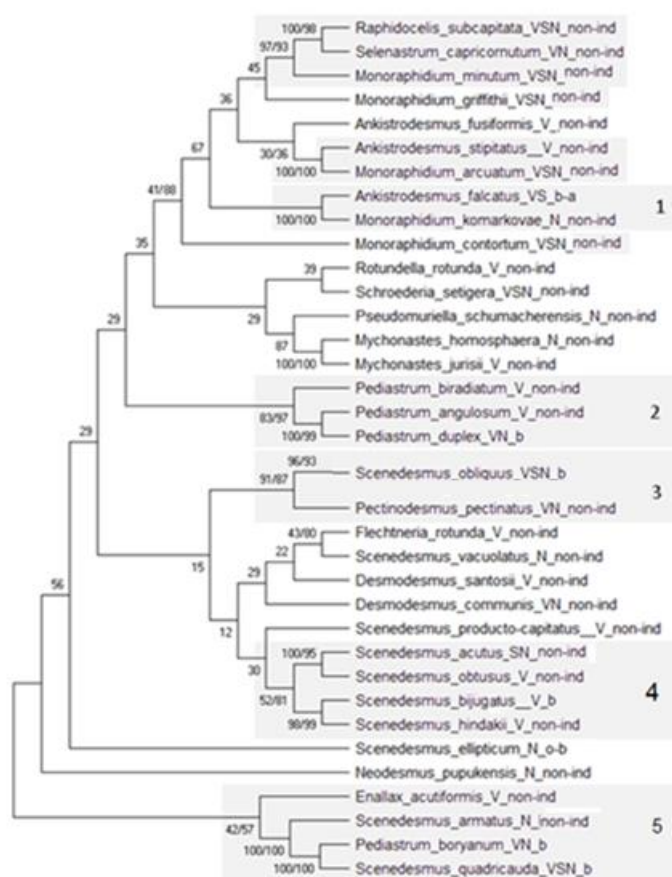


Рис. 5.4.3.1. Обобщённое филогенетическое дерево по маркерному гену *rbcL* *Sphaeropleales*

Таблица 5.4.3.2

Таксономическое положение сгруппированных гидробионтов

Таксономия	Виды-индикаторы	Виды-неиндикаторы
Domain	<i>Eukaryota</i>	<i>Eukaryota</i>
Kingdom	<i>Plantae</i>	<i>Plantae</i>
Phylum	<i>Chlorophyta</i>	<i>Chlorophyta</i>
Class	<i>Chlorophyceae</i>	<i>Chlorophyceae</i>
Order	<i>Sphaeropleales</i>	<i>Sphaeropleales</i>
Family	<i>Selenastraceae</i>	<i>Selenastraceae</i>
Genus, Species	<i>Ankistrodesmus falcatus</i>	<i>Monoraphidium komarkovae</i>

Сравнительный анализ сапробностей организмов из списков разных авторов (табл. 5.4.3.3) показал совпадение *b-a*-мезосапробностей для организма *Ankistrodesmus falcatus*. Таким образом, вид *Monoraphidium komarkovae* для озера Нижний Кабан может рассматриваться как индикатор *b-a*-мезосапробности с вероятностью 100 %.

Таблица 5.4.3.3

Сапробность гидробионтов из списков разных авторов

Виды	Сапробность В. Сладечек	Сапробность С. Баринаова	Сапробность по кластеризации
<i>Ankistrodesmus falcatus</i>	<i>b-a</i>	<i>b-a</i>	-
<i>Monoraphidium komarkovae</i>	-	-	<i>b-a</i>

Кластер 2: вид *Pediastrum duplex* – *b*-индикатор – сгруппирован с неиндикаторными видами *Pediastrum biradiatum* [*Parapediastrum biradiatum*] и *Pediastrum angulosum* с высоким бутстреп-значением 97 %. В табл. 5.4.3.4 приведено таксономическое положение сгруппированных организмов.

Таблица 5.4.3.4

Таксономическое положение сгруппированных гидробионтов

Таксономия	Виды-индикаторы	Виды-неиндикаторы
Domain	<i>Eukaryota</i>	<i>Eukaryota</i>
Kingdom	<i>Plantae</i>	<i>Plantae</i>
Phylum	<i>Chlorophyta</i>	<i>Chlorophyta</i>
Class	<i>Chlorophyceae</i>	<i>Chlorophyceae</i>
Order	<i>Sphaeropleales</i>	<i>Sphaeropleales</i>
Family	<i>Hydrodictyaceae</i>	<i>Hydrodictyaceae</i>
Genus, Species	<i>Pediastrum duplex</i>	<i>Pediastrum biradiatum</i> [<i>Parapediastrum biradiatum</i>] <i>Pediastrum angulosum</i>

Как видно из табл. 5.4.3.4, кластер содержит организмы, близкие по таксономическому положению до рода *Pediastrum*. Сравнительный анализ сапробностей организмов из списков разных авторов (табл. 5.4.3.5) показал совпадение *b*-мезосапробностей для организма *Pediastrum duplex*. Таким образом, виды *Pediastrum biradiatum* [*Parapediastrum biradiatum*] и *Pediastrum angulosum* для озера Верхний Кабан могут рассматриваться как индикаторы *b*-мезосапробности с вероятностью 97 %.

Таблица 5.4.3.5

Сапробность гидробионтов из списков разных авторов

Виды	Сапробность В. Сладечек	Сапробность С. Баринава	Сапробность по кластеризации
<i>Pediastrum duplex</i>	<i>b</i>	<i>b</i>	-
<i>Pediastrum biradiatum</i> [<i>Parapediastrum biradiatum</i>] <i>biradiatum</i>	-	<i>b</i>	<i>b</i>
<i>Pediastrum angulosum</i>	-	<i>o</i>	<i>b</i>

Кластер 3: вид *Scenedesmus obliquus* [*Tetradesmus obliquus*] – *b*-индикатор – сгруппирован с неиндикаторным видом *Pectinodesmus pectinatus* с высоким бутстреп-значением 91 %. В табл. 5.4.3.6 приведено таксономическое положение сгруппированных организмов.

Таблица 5.4.3.6

Таксономическое положение сгруппированных гидробионтов

Таксономия	Виды-индикаторы	Виды-неиндикаторы
Domain	<i>Eukaryota</i>	<i>Eukaryota</i>
Kingdom	<i>Plantae</i>	<i>Plantae</i>
Phylum	<i>Chlorophyta</i>	<i>Chlorophyta</i>
Class	<i>Chlorophyceae</i>	<i>Chlorophyceae</i>
Order	<i>Sphaeropleales</i>	<i>Sphaeropleales</i>
Family	<i>Scenedesmaceae</i>	<i>Scenedesmaceae</i>
Genus, Species	<i>Scenedesmus obliquus</i> [<i>Tetradesmus obliquus</i>]	<i>Pectinodesmus</i> <i>pectinatus</i>

Как видно из табл. 5.4.3.6, кластер содержит организмы, близкие по таксономическому положению до семейства *Scenedesmaceae*. Сравнительный анализ сапробностей организмов из списков разных авторов (табл. 5.4.3.7) показал близкие значения *b*-мезосапробностей для организма *Scenedesmus obliquus* [*Tetradesmus obliquus*]. Таким образом, вид *Pectinodesmus pectinatus* для озёр Верхний Кабан и Нижний Кабан могут рассматриваться как индикаторы *b*-мезосапробности с вероятностью 91 %.

Таблица 5.4.3.7

Сапробность гидробионтов из списков разных авторов

Виды	Сапробность В. Сладечек	Сапробность С. Баринава	Сапробность по кластеризации
<i>Scenedesmus</i> <i>obliquus</i> [<i>Tetradesmus</i> <i>obliquus</i>]	<i>b</i>	<i>a-b</i>	-
<i>Pectinodesmus</i> <i>pectinatus</i>	-	-	<i>b</i>

Кластер 4: вид *Scenedesmus bijugatus* – *b*-индикатор – сгруппирован с неиндикаторными видами *Scenedesmus acutus*, *Scenedesmus obtusus*, *Scenedesmus hindakii* с высоким бутстреп-значением 81 %. В табл. 5.4.3.8 приведено таксономическое положение сгруппированных организмов.

Таблица 5.4.3.8

Таксономическое положение сгруппированных гидробионтов

Таксономия	Виды-индикаторы	Виды-неиндикаторы
Domain	<i>Eukaryota</i>	<i>Eukaryota</i>
Kingdom	<i>Plantae</i>	<i>Plantae</i>
Phylum	<i>Chlorophyta</i>	<i>Chlorophyta</i>
Class	<i>Chlorophyceae</i>	<i>Chlorophyceae</i>
Order	<i>Sphaeropleales</i>	<i>Sphaeropleales</i>
Family	<i>Scenedesmaceae</i>	<i>Scenedesmaceae</i>
Genus, Species	<i>Scenedesmus bijugatus</i>	<i>Scenedesmus acutus</i>
		<i>Scenedesmus obtusus</i>
		<i>Scenedesmus hindakii</i>

Как видно из табл. 5.4.3.8, кластер содержит организмы, близкие по таксономическому положению до рода *Scenedesmus*. Сравнительный анализ сапробностей организмов из списков разных авторов (табл. 5.4.3.9) показал совпадение *b*-мезосапробностей для организма *Scenedesmus bijugatus*. Таким образом, вид *Scenedesmus acutus* для озёр Средний Кабан и Нижний Кабан, виды *Scenedesmus obtusus* и *Scenedesmus hindakii* для озера Верхний Кабан могут рассматриваться как индикаторы *b*-мезосапробности с вероятностью 81 %.

Таблица 5.4.3.9

Сапробность гидробионтов из списков разных авторов

Виды	Сапробность В. Сладечек	Сапробность С. Баринова	Сапробность по кластеризации
<i>Scenedesmus bijugatus</i>	<i>b</i>	<i>b</i>	-
<i>Scenedesmus acutus</i>	-	<i>b</i>	<i>b</i>
<i>Scenedesmus obtusus</i>	-	<i>b</i>	<i>b</i>
<i>Scenedesmus hindakii</i>	-	-	<i>b</i>

Кластер 5: виды *Pediastrum boryanum* и *Scenedesmus quadricauda* – *b*-индикаторы – сгруппированы с неиндикаторными видами *Scenedesmus armatus* и *Enallax acutiformis* с бутстреп-значением 57 %. В табл. 5.4.3.10 приведено таксономическое положение сгруппированных организмов.

Как видно из табл. 5.4.3.10, кластер содержит организмы, близкие по таксономическому положению до семейства *Scenedesmaceae* (кроме *Pediastrum boryanum*). Сравнительный анализ сапробностей организмов из списков разных авторов (табл. 5.4.3.11) показал совпадение *b*-мезосапробностей для организма *Pediastrum boryanum* и *Scenedesmus armatus*, близкие значения к *b*-мезосапробностей для организма *Scenedesmus quadricauda*.

Таблица 5.4.3.10

Таксономическое положение сгруппированных гидробионтов

Таксономия	Виды-индикаторы	Виды-неиндикаторы
Domain	<i>Eukaryota</i>	<i>Eukaryota</i>
Kingdom	<i>Plantae</i>	<i>Plantae</i>
Phylum	<i>Chlorophyta</i>	<i>Chlorophyta</i>
Class	<i>Chlorophyceae</i>	<i>Chlorophyceae</i>
Order	<i>Sphaeropleales</i>	<i>Sphaeropleales</i>
Family	<i>Scenedesmaceae</i>	<i>Scenedesmaceae</i>
Genus, Species	<i>Scenedesmus armatus</i>	<i>Enallax acutiformis</i>
	<i>Scenedesmus quadricauda</i>	
Family	<i>Hydrodictyaceae</i>	
Genus, Species	<i>Pediastrum boryanum</i>	

Таким образом, вид *Scenedesmus armatus* для озера Нижний Кабан и вид *Enallax acutiformis* для озера Верхний Кабан могут рассматриваться как индикаторы *b*-мезосапробности с вероятностью 57 %.

Таблица 5.4.3.11

Сапробность гидробионтов из списков разных авторов

Виды	Сапробность В. Сладечек	Сапробность С. Баринава	Сапробность по кластеризации
<i>Scenedesmus quadricauda</i>	<i>b</i>	<i>b-a</i>	-
<i>Pediastrum boryanum</i>	<i>b</i>	<i>b</i>	-
<i>Scenedesmus armatus</i>	-	<i>b</i>	<i>b</i>
<i>Enallax acutiformis</i>	-	-	<i>b</i>

5.4.4. Филогенетический анализ *rbcL* *Trebouxiophyceae*

Plantae – Chlorophyta – Trebouxiophyceae

Trebouxiophyceae – класс зелёных водорослей, включающий 755 видов, в основном одноклеточные формы. Это пресноводные и наземные водоросли, реже морские представители, многие из которых формируют симбиозы (Белякова и др., 2006).

Обобщённое филогенетическое дерево по маркерному гену *rbcL* *Trebouxiophyceae* приведено на рис. 5.4.4.1. Бутстреп-значения приведены рядом с узлами дерева.

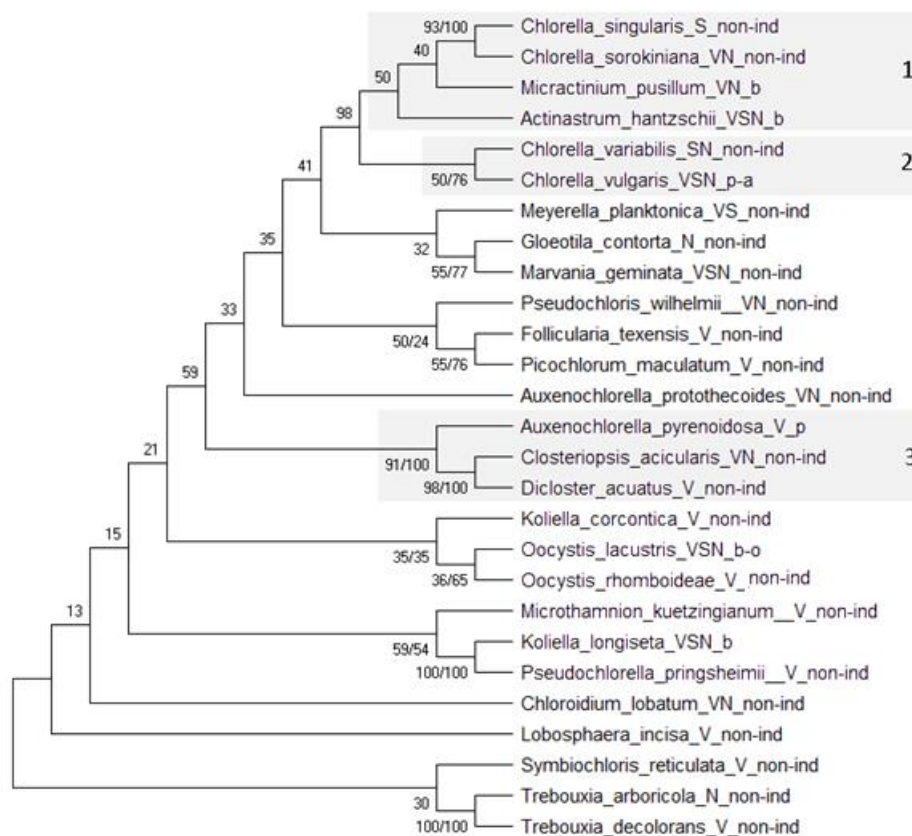


Рис. 5.4.4.1. Обобщённое филогенетическое дерево по маркерному гену *rbcL* *Trebouxiophyceae*

Как видно из рис. 5.4.4.1, на обобщённом молекулярно-филогенетическом дереве выявлено 3 кластера с высоким бутстреп-

значением, содержащих индикаторные виды гидробионтов разных зон сапробности и виды, не имевшие ранее статус индикаторных:

Кластер 1: виды *Micractinium pusillum* и *Actinastrum hantzschii* – *b*-индикаторы – сгруппированы с неиндикаторными видами *Chlorella singularis* и *Chlorella sorokiniana* с бутстреп-значением 50 %. В табл. 5.4.4.1 приведено таксономическое положение сгруппированных организмов.

Таблица 5.4.4.1

Таксономическое положение сгруппированных гидробионтов

Таксономия	Виды-индикаторы	Виды-неиндикаторы
Domain	<i>Eukaryota</i>	<i>Eukaryota</i>
Kingdom	<i>Plantae</i>	<i>Plantae</i>
Phylum	<i>Chlorophyta</i>	<i>Chlorophyta</i>
Class	<i>Trebouxiophyceae</i>	<i>Trebouxiophyceae</i>
Order	<i>Chlorellales</i>	<i>Chlorellales</i>
Family	<i>Chlorellaceae</i>	<i>Chlorellaceae</i>
Genus, Species	<i>Micractinium pusillum</i>	<i>Chlorella singularis</i>
	<i>Actinastrum hantzschii</i>	<i>Chlorella sorokiniana</i>

Как видно из табл. 5.4.4.1, кластер содержит организмы, близкие по таксономическому положению до семейства *Chlorellaceae*. Сравнительный анализ сапробностей организмов из списков разных авторов (табл. 5.4.4.2) показал близкие по значению *b*-мезо-сапробности для организмов *Micractinium pusillum* и *Actinastrum hantzschii*. Таким образом, вид *Chlorella singularis* для озера Средний Кабан и вид *Chlorella sorokiniana* для озёр Верхний Кабан и Нижний Кабан могут рассматриваться как индикаторы *b*-мезосапробности с вероятностью 50 %.

Таблица 5.4.4.2

Сапробность гидробионтов из списков разных авторов

Виды	Сапробность В. Сладечек	Сапробность С. Баринаова	Сапробность по кластеризации
<i>Micractinium pusillum</i>	<i>b</i>	<i>a-b</i>	-
<i>Actinastrum hantzschii</i>	<i>b</i>	<i>b-a</i>	-
<i>Chlorella singularis</i>	-	-	<i>b</i>
<i>Chlorella sorokiniana</i>	-	-	<i>b</i>

Кластер 2: вид *Chlorella vulgaris* – *p-a*-индикатор – сгруппирован с неиндикаторным видом *Chlorella variabilis* с высоким бутстреп-значением 76 %. В табл. 5.4.4.3 приведено таксономическое положение сгруппированных организмов.

Таблица 5.4.4.3

Таксономическое положение сгруппированных гидробионтов

Таксономия	Виды-индикаторы	Виды-неиндикаторы
Domain	<i>Eukaryota</i>	<i>Eukaryota</i>
Kingdom	<i>Plantae</i>	<i>Plantae</i>
Phylum	<i>Chlorophyta</i>	<i>Chlorophyta</i>
Class	<i>Trebouxiophyceae</i>	<i>Trebouxiophyceae</i>
Order	<i>Chlorellales</i>	<i>Chlorellales</i>
Family	<i>Chlorellaceae</i>	<i>Chlorellaceae</i>
Genus, Species	<i>Chlorella vulgaris</i>	<i>Chlorella variabilis</i>

Как видно из табл. 5.4.4.3, кластер содержит организмы, близкие по таксономическому положению до рода *Chlorella*. Сравнительный анализ сапробностей организмов из списков разных авторов (табл. 5.4.4.4) показал близкие значения *a*-мезосапробностей для

организма *Chlorella vulgaris*. Таким образом, вид *Chlorella variabilis* для озёр Средний Кабан и Нижний Кабан может рассматриваться как индикатор *p-a*-сапробности с вероятностью 76 %.

Таблица 5.4.4.4

Сапробность гидробионтов из списков разных авторов

Виды	Сапробность В. Сладечек	Сапробность С. Баринава	Сапробность по кластеризации
<i>Chlorella vulgaris</i>	<i>p-a</i>	<i>a</i>	-
<i>Chlorella variabilis</i>	-	-	<i>p-a</i>

Кластер 3: вид *Auxenochlorella pyrenoidosa* – *p*-индикатор – сгруппирован с неиндикаторными видами *Closteriopsis acicularis* и *Dicloster acuatus* с высоким бутстреп-значением 100 %. В табл. 5.4.4.5 приведено таксономическое положение сгруппированных организмов.

Таблица 5.4.4.5

Таксономическое положение сгруппированных гидробионтов

Таксономия	Виды-индикаторы	Виды-неиндикаторы
Domain	<i>Eukaryota</i>	<i>Eukaryota</i>
Kingdom	<i>Plantae</i>	<i>Plantae</i>
Phylum	<i>Chlorophyta</i>	<i>Chlorophyta</i>
Class	<i>Trebouxiophyceae</i>	<i>Trebouxiophyceae</i>
Order	<i>Chlorellales</i>	<i>Chlorellales</i>
Family	<i>Chlorellaceae</i>	<i>Chlorellaceae</i>
Genus, Species	<i>Auxenochlorella pyrenoidosa</i>	<i>Closteriopsis acicularis</i>
		<i>Dicloster acuatus</i>

Как видно из табл. 5.4.4.5, кластер содержит организмы, близкие по таксономическому положению до семейства *Chlorellaceae*. Сравнительный анализ сапробностей организмов из списков разных

авторов (табл. 5.4.4.6) показал *p*-сапробность для организмов *Auxenochlorella pyrenoidosa* только из списка В. Сладечека. Таким образом, вид *Closteriopsis acicularis* для озёр Верхний Кабан и Нижний Кабан, вид *Dicloster acuatus* для озера Верхний Кабан могут рассматриваться как индикаторы *p*-сапробности с вероятностью 100 %.

Таблица 5.4.4.6

Сапробность гидробионтов из списков разных авторов

Виды	Сапробность В. Сладечек	Сапробность С. Баринава	Сапробность по кластеризации
<i>Auxenochlorella pyrenoidosa</i>	<i>p</i>	-	-
<i>Closteriopsis acicularis</i>	-	<i>b</i>	<i>p</i>
<i>Dicloster acuatus</i>	-	-	<i>p</i>

Как видно из вышеприведенного анализа, кластеры содержат организмы, близкие по таксономическому положению до семейства *Chlorellaceae* класса *Trebouxiophyceae*.

5.5. Заключение по главе 5

Биондикаторы озёр Кабан по маркерному гену *rbcL*

Ниже приведена обобщённая таблица (табл. 5.5.1) с указанием 112 видов-биоиндикаторов по маркерному гену *rbcL* гидробионтов озёр Кабан г. Казани, из них 55 видов-новых биоиндикаторов, выявленных по кластеризации (количество новых видов приведено в скобках, выделено подчеркиванием):

- 70 видов-биоиндикаторов озера Верхний Кабан, из них 35 видов-новых биоиндикаторов:

o-сапробности – 2 (1) вида:

Cyclotella bodanica

Cyclotella costei

o-b-сапробности – 10 (6) видов:

<i>Asterionella formosa</i>	<u><i>Cosmarium bioculatum</i></u>
<i>Cryptomonas marssonii</i>	<u><i>Cryptomonas pyrenoidifera</i></u>
<i>Nitzschia fonticola</i>	<u><i>Cryptomonas tetrapyrenoidosa</i></u>
<i>Potamogeton lucens</i>	<u><i>Psammodictyon constrictum</i></u>
	<u><i>Pseudo-nitzschia arenysensis</i></u>
	<u><i>Pseudo-nitzschia multistriata</i></u>

b-o-сапробности – 2 (1) вида:

<i>Oocystis lacustris</i>	<u><i>Pinnularia isselana</i></u>
---------------------------	-----------------------------------

b- мезосапробности – 30 (12) видов:

<i>Actinastrum hantzschii</i>	<u><i>Anabaena augstumalis</i></u>
<i>Anabaena flos-aquae</i>	<u><i>Anabaena sheremetevi</i></u>
<i>Aphanizomenon flos-aquae</i>	<u><i>Chlorella sorokiniana</i></u>
<i>Aulacoseira granulata</i>	<u><i>Enallax acutiformis</i></u>
<i>Cryptomonas curvata</i>	<u><i>Pandorina colemaniae</i></u>
<i>Gomphonema truncatum</i>	<u><i>Pascherina tetras</i></u>
<i>Melosira varians</i>	<u><i>Pectinodesmus pectinatus</i></u>
<i>Micractinium pusillum</i>	<u><i>Pediastrum angulosum</i></u>
<i>Microcystis aeruginosa</i>	<u><i>Pediastrum biradiatum</i></u>
<i>Pandorina morum</i>	<u>[<i>Parapediastrum biradiatum</i>]</u>
<i>Pediastrum boryanum</i>	<u><i>Scenedesmus hindakii</i></u>
<i>Pediastrum duplex</i>	<u><i>Scenedesmus obtusus</i></u>
<i>Phacotus lenticularis</i>	<u><i>Volvulina compacta</i></u>
<i>Pinnularia neomajor</i>	
<i>Scenedesmus bijugatus</i>	
<i>Scenedesmus obliquus</i> [<i>Tetrademus obliquus</i>]	
<i>Scenedesmus quadricauda</i>	
<i>Synedra ulna</i> [<i>Ulnaria ulna</i>]	

b-a-мезосапробности – 2 вида:

<i>Ankistrodesmus falcatus</i>
<i>Closterium acutum</i>

a-b-мезосапробности – 4 (3) вида:

<i>Cyclotella meneghiniana</i>	<u><i>Cyclotella atomus</i></u>
	<u><i>Cyclotella choctawhatcheeana</i></u>
	<u><i>Cyclotella striata</i></u>

a-мезосапробности – 15 (8) видов:

<i>Chlamydomonas reinhardtii</i>	<u><i>Chlamydomonium vacuolatum</i></u>
<i>Cryptomonas erosa</i>	<u><i>Cryptomonas lundii</i></u>
<i>Cryptomonas ovata</i>	<u><i>Navicula tripunctata</i></u>
<i>Navicula cryptocephala</i>	<u><i>Nitzschia capitellata</i></u>
<i>Nitzschia acicularis</i>	<u><i>Oscillatoria nigro-viridis</i></u>
<i>Nitzschia palea</i>	<u><i>Stephanodiscus parvus</i></u>
<i>Stephanodiscus hantzschii</i>	<u><i>Vitreochlamys aulata</i></u>
	<u><i>Vitreochlamys pinguis</i></u>

p-сапробности – 3 (2) вида:

<i>Auxenochlorella pyrenoidosa</i>	<u><i>Closteriopsis acicularis</i></u>
	<u><i>Dicloster acuatus</i></u>

p-a-сапробности – 1 (1) вид: *Chlorella variabilis*

- 51 вид-биоиндикаторов озера Средний Кабан, из них 18 видов-новых биоиндикаторов:

x-ксеносапробности – 1 вид: *Gomphonema clevei*

o-x-сапробности – 1 вид: *Tabellaria flocculosa*

o-сапробности – 2 (1) вида:

<i>Cyclotella bodanica</i>	<u><i>Cyclotella costei</i></u>
----------------------------	---------------------------------

o-b-сапробности – 9 (5) видов:

<i>Amphora ovalis</i>	<u><i>Amphora affinis</i></u>
<i>Fragilaria crotonensis</i>	<u><i>Amphora proteus</i></u>
<i>Nitzschia fonticola</i>	<u><i>Amphora waldeniana</i></u>
<i>Nitzschia linearis</i>	

Cryptomonas pyrenoidifera
Fragilaria rumpens

b-o-сапробности – 1 вид: *Oocystis lacustris*

b-мезосапробности – 20 (4) видов:

<i>Actinastrum hantzschii</i>	<u><i>Anabaena sheremetevi</i></u>
<i>Anabaena affinis</i>	<u><i>Chlorella singularis</i></u>
<i>Anabaena flos-aquae</i>	<u><i>Pascherina tetras</i></u>
<i>Aphanizomenon flos-aquae</i>	<u><i>Scenedesmus acutus</i></u>
<i>Arthrospira platensis</i>	
<i>Aulacoseira granulata</i>	
<i>Cryptomonas curvata</i>	
<i>Cymbella cistula</i>	
<i>Gomphonema truncatum</i>	
<i>Microcystis aeruginosa</i>	
<i>Pandorina morum</i>	
<i>Phacotus lenticularis</i>	
<i>Pteromonas angulosa</i>	
<i>Scenedesmus obliquus</i> [<i>Tetrademus obliquus</i>]	
<i>Scenedesmus quadricauda</i>	
<i>Synedra ulna</i> [<i>Ulnaria ulna</i>]	

b-a-мезосапробности – 2 вида:

Ankistrodesmus falcatus
Closterium acutum

a-b-мезосапробности – 5 (4) видов:

<i>Cyclotella meneghiniana</i>	<u><i>Cyclotella atomus</i></u>
	<u><i>Cyclotella cryptica</i></u>
	<u><i>Cyclotella litoralis</i></u>
	<u><i>Cyclotella striata</i></u>

a-мезосапробности – 8 (3) видов:

<i>Navicula viridula</i>	<u><i>Limnoraphis robusta</i></u>
--------------------------	-----------------------------------

Nitzschia acicularis
Nitzschia palea
Oscillatoria tenuis
Stephanodiscus hantzschii

Oscillatoria nigro-viridis
Stephanodiscus parvus

p-a-сапробности – 2 (1) вида:

Chlorella vulgaris

Chlorella variabilis

• 73 вида-биоиндикатора озера Нижний Кабан, из них 30 видов-
новых биоиндикаторов:

x-o-ксеносапробности – 1 (1) вид:

Gomphonema pumilum

o-сапробности – 5 (2) видов:

Cyclotella bodanica

Cyclotella cf. ocellata

Cyclotella cf. comensis

Cyclotella costei

Gomphonema angustum

o-b-сапробности – 15 (9) видов:

Amphora ovalis

Amphora affinis

Asterionella formosa

Amphora proteus

Fragilaria capucina

Amphora waldeniana

Nitzschia fonticola

Cosmarium binum

Potamogeton lucens

Cosmarium undulatum

Scenedesmus ellipticum

Cryptomonas pyrenoidifera

Cryptomonas tetrapyrenoidosa

Fragilaria perminuta

Fragilaria rumpens

b-o-сапробности – 2 (1) вида:

Oocystis lacustris

Pinnularia isselana

b-мезосапробности – 27 (6) видов:

Actinastrum hantzschii

Chlorella sorokiniana

Anabaena affinis
Anabaena flos-aquae
Aphanizomenon flos-aquae
Arthrospira platensis
Aulacoseira granulata
Cryptomonas curvata
Cymbella cistula
Gomphonema acuminatum
Gomphonema truncatum
Micractinium pusillum
Microcystis aeruginosa
Pandorina morum
Pediastrum boryanum
Pediastrum duplex
Phacotus lenticularis
Pinnularia neomajor
Pteromonas angulosa
Scenedesmus obliquus [*Tetrademus obliquus*]
Scenedesmus quadricauda
Synedra ulna [*Ulnaria ulna*]

Microcystis botrys
Microcystis viridis
Pectinodesmus pectinatus
Scenedesmus acutus
Scenedesmus armatus

b-a-мезосапробности – 3 (1) вида:

Closterium acutum
Nitzschia recta

Monoraphidium komarkovae

a-b- мезосапробности – 4 (2) вида:

Cyclotella meneghiniana
Potamogeton pectinatus

Cyclotella choctawhatcheeana
Cyclotella striata

a-мезосапробности – 13 (7) видов:

Chlamydomonas reinhardtii
Chlorogonium elongatum
Cryptomonas erosa
Nitzschia acicularis
Nitzschia palea

Cryptomonas borealis
Limnoraphis robusta
Nitzschia capitellata
Oscillatoria nigro-viridis
Stephanodiscus parvus

Stephanodiscus hantzschii

Vitreochlamys aulata

Vitreochlamys pinguis

p-сапробности – 1 (1) вид: *Closteriopsis acicularis*

p-a-сапробности – 2 (1) вида:

Chlorella vulgaris

Chlorella variabilis

Таблица 5.5.1

Биоиндикаторы озёр Кабан по маркерному гену *rbcL*

Царство	Тип/Отдел	Класс	Отряд/Порядок	Семейство	Вид	Озёра Кабан			Сапробность В. Сладечек	Сапробность по кластеризации
					<i>rbcL Cyanobacteria</i>					
	<i>Cyanobacteria</i>	<i>Cyanophyceae</i>	<i>Oscillatoriales</i>	<i>Oscillatoriaceae</i>	<i>Oscillatoria nigro-viridis</i>	Верхний	Средний	Нижний		a
	<i>Cyanobacteria</i>	<i>Cyanophyceae</i>	<i>Oscillatoriales</i>	<i>Oscillatoriaceae</i>	<i>Oscillatoria tenuis</i>		Средний		a	
	<i>Cyanobacteria</i>	<i>Cyanophyceae</i>	<i>Oscillatoriales</i>	<i>Oscillatoriaceae</i>	<i>Limnorphis robusta</i>		Средний	Нижний		a
	<i>Cyanobacteria</i>	<i>Cyanophyceae</i>	<i>Oscillatoriales</i>	<i>Microcoleaceae</i>	<i>Arthrospira platensis</i>		Средний	Нижний	b	
	<i>Cyanobacteria</i>	<i>Cyanophyceae</i>	<i>Chroococcales</i>	<i>Microcystaceae</i>	<i>Microcystis aeruginosa</i>	Верхний	Средний	Нижний	b	
	<i>Cyanobacteria</i>	<i>Cyanophyceae</i>	<i>Chroococcales</i>	<i>Microcystaceae</i>	<i>Microcystis viridis</i>			Нижний		b
	<i>Cyanobacteria</i>	<i>Cyanophyceae</i>	<i>Chroococcales</i>	<i>Microcystaceae</i>	<i>Microcystis botrys</i>			Нижний		b
	<i>Cyanobacteria</i>	<i>Cyanophyceae</i>	<i>Nostocales</i>	<i>Nostocaceae</i>	<i>Anabaena affinis</i>		Средний	Нижний	b	
	<i>Cyanobacteria</i>	<i>Cyanophyceae</i>	<i>Nostocales</i>	<i>Nostocaceae</i>	<i>Anabaena flos-aquae</i>	Верхний	Средний	Нижний	b	
	<i>Cyanobacteria</i>	<i>Cyanophyceae</i>	<i>Nostocales</i>	<i>Nostocaceae</i>	<i>Anabaena shermetevi</i>	Верхний	Средний			b
	<i>Cyanobacteria</i>	<i>Cyanophyceae</i>	<i>Nostocales</i>	<i>Nostocaceae</i>	<i>Anabaena augstumalis</i>	Верхний				b
	<i>Cyanobacteria</i>	<i>Cyanophyceae</i>	<i>Nostocales</i>	<i>Aphanizomenaceae</i>	<i>Aphanizomenon flos-aquae</i>	Верхний	Средний	Нижний	b	
					<i>rbcL Bacillariales</i>					
<i>Chromista</i>	<i>Ochrophyta</i>	<i>Bacillariophyceae</i>	<i>Bacillariales</i>	<i>Bacillariaceae</i>	<i>Nitzschia fonticola</i>	Верхний	Средний	Нижний	o-b	
<i>Chromista</i>	<i>Ochrophyta</i>	<i>Bacillariophyceae</i>	<i>Bacillariales</i>	<i>Bacillariaceae</i>	<i>Pseudo-nitzschia arenysensis</i>	Верхний				o-b
<i>Chromista</i>	<i>Ochrophyta</i>	<i>Bacillariophyceae</i>	<i>Bacillariales</i>	<i>Bacillariaceae</i>	<i>Pseudo-nitzschia multistriata</i>	Верхний				o-b
<i>Chromista</i>	<i>Ochrophyta</i>	<i>Bacillariophyceae</i>	<i>Bacillariales</i>	<i>Bacillariaceae</i>	<i>Nitzschia linearis</i>		Средний		o-b	
<i>Chromista</i>	<i>Ochrophyta</i>	<i>Bacillariophyceae</i>	<i>Bacillariales</i>	<i>Bacillariaceae</i>	<i>Psammodictyon constrictum</i>	Верхний				o-b
<i>Chromista</i>	<i>Ochrophyta</i>	<i>Bacillariophyceae</i>	<i>Bacillariales</i>	<i>Bacillariaceae</i>	<i>Nitzschia acicularis</i>	Верхний	Средний	Нижний	a	
<i>Chromista</i>	<i>Ochrophyta</i>	<i>Bacillariophyceae</i>	<i>Bacillariales</i>	<i>Bacillariaceae</i>	<i>Nitzschia palea</i>	Верхний	Средний	Нижний	a	
<i>Chromista</i>	<i>Ochrophyta</i>	<i>Bacillariophyceae</i>	<i>Bacillariales</i>	<i>Bacillariaceae</i>	<i>Nitzschia capitellata</i>	Верхний		Нижний		a

Царство	Тип/Отдел	Класс	Отряд/Порядок	Семейство	Вид	Озёра Кабан			Сапробность В. Сладечек	Сапробность по кластериза- ции
Chromista	Ochrophyta	Bacillariophyceae	Bacillariales	Bacillariaceae	<i>Nitzschia recta</i>			Нижний	b-a	
					<i>rbcL Cymbellales</i>					
Chromista	Ochrophyta	Bacillariophyceae	Cymbellales	Cymbellaceae	<i>Cymbella cistula</i>		Средний	Нижний	b	
Chromista	Ochrophyta	Bacillariophyceae	Cymbellales	Gomphonemataceae	<i>Gomphonema clevei</i>		Средний		x	
Chromista	Ochrophyta	Bacillariophyceae	Cymbellales	Gomphonemataceae	<i>Gomphonema angustum</i>			Нижний	o	
Chromista	Ochrophyta	Bacillariophyceae	Cymbellales	Gomphonemataceae	<i>Gomphonema pumilum</i>			Нижний		x-o
Chromista	Ochrophyta	Bacillariophyceae	Cymbellales	Gomphonemataceae	<i>Gomphonema acuminatum</i>			Нижний	b	
Chromista	Ochrophyta	Bacillariophyceae	Cymbellales	Gomphonemataceae	<i>Gomphonema truncatum</i>	Верхний	Средний	Нижний	b	
					<i>rbcL Naviculales</i>					
Chromista	Ochrophyta	Bacillariophyceae	Naviculales	Pinnulariaceae	<i>Pinnularia neomajor</i>	Верхний		Нижний	b	
Chromista	Ochrophyta	Bacillariophyceae	Naviculales	Pinnulariaceae	<i>Pinnularia isselana</i>	Верхний		Нижний		b-o
Chromista	Ochrophyta	Bacillariophyceae	Naviculales	Naviculaceae	<i>Navicula cryptocephala</i>	Верхний			a	
Chromista	Ochrophyta	Bacillariophyceae	Naviculales	Naviculaceae	<i>Navicula viridula</i>		Средний		a	
Chromista	Ochrophyta	Bacillariophyceae	Naviculales	Naviculaceae	<i>Navicula tripunctata</i>	Верхний				a
					<i>rbcL Thalassiophysales</i>					
Chromista	Ochrophyta	Bacillariophyceae	Thalassiophysales	Catenulaceae	<i>Amphora ovalis</i>		Средний	Нижний	o-b	
Chromista	Ochrophyta	Bacillariophyceae	Thalassiophysales	Catenulaceae	<i>Amphora affinis</i>		Средний	Нижний		o-b
Chromista	Ochrophyta	Bacillariophyceae	Thalassiophysales	Catenulaceae	<i>Amphora proteus</i>		Средний	Нижний		o-b
Chromista	Ochrophyta	Bacillariophyceae	Thalassiophysales	Catenulaceae	<i>Amphora waldeniana</i>		Средний	Нижний		o-b
					<i>rbcL Coscinodiscophyceae</i>					
Chromista	Ochrophyta	Coscinodiscophyceae	Thalassiosirales	Stephanodiscaceae	<i>Stephanodiscus hantzschii</i>	Верхний	Средний	Нижний	a	
Chromista	Ochrophyta	Coscinodiscophyceae	Thalassiosirales	Stephanodiscaceae	<i>Stephanodiscus parvus</i>	Верхний	Средний	Нижний		a
Chromista	Ochrophyta	Coscinodiscophyceae	Thalassiosirales	Stephanodiscaceae	<i>Cyclotella bodanica</i>	Верхний	Средний	Нижний	o	
Chromista	Ochrophyta	Coscinodiscophyceae	Thalassiosirales	Stephanodiscaceae	<i>Cyclotella costei</i>	Верхний	Средний	Нижний		o
Chromista	Ochrophyta	Coscinodiscophyceae	Thalassiosirales	Stephanodiscaceae	<i>Cyclotella cf. comensis</i>			Нижний	o	
Chromista	Ochrophyta	Coscinodiscophyceae	Thalassiosirales	Stephanodiscaceae	<i>Cyclotella cf. ocellata</i>			Нижний		o

Царство	Тип/Отдел	Класс	Отряд/Порядок	Семейство	Вид	Озёра Кабан			Сапробность В. Сладечек	Сапробность по кластериза- ции
						Верхний	Средний	Нижний		
Chromista	Ochrophyta	Coscinodiscophyceae	Thalassiosirales	Stephanodiscaceae	<i>Cyclotella meneghiniana</i>	Верхний	Средний	Нижний	a-b	
Chromista	Ochrophyta	Coscinodiscophyceae	Thalassiosirales	Stephanodiscaceae	<i>Cyclotella cryptica</i>		Средний			a-b
Chromista	Ochrophyta	Coscinodiscophyceae	Thalassiosirales	Stephanodiscaceae	<i>Cyclotella atomus</i>	Верхний	Средний			a-b
Chromista	Ochrophyta	Coscinodiscophyceae	Thalassiosirales	Stephanodiscaceae	<i>Cyclotella striata</i>	Верхний	Средний	Нижний		a-b
Chromista	Ochrophyta	Coscinodiscophyceae	Thalassiosirales	Stephanodiscaceae	<i>Cyclotella choctawhatchee- ana</i>	Верхний		Нижний		a-b
Chromista	Ochrophyta	Coscinodiscophyceae	Thalassiosirales	Stephanodiscaceae	<i>Cyclotella litoralis</i>		Средний			a-b
Chromista	Ochrophyta	Coscinodiscophyceae	Melosirales	Aulacoseiraceae	<i>Aulacoseira granulata</i>	Верхний	Средний	Нижний	b	
Chromista	Ochrophyta	Coscinodiscophyceae	Melosirales	Melosiraceae	<i>Melosira varians</i>	Верхний			b	
					<i>rbcL Fragilariophyceae</i>					
Chromista	Ochrophyta	Fragilariophyceae	Fragilariales	Fragilariaceae	<i>Fragilaria crotonensis</i>		Средний		o-b	
Chromista	Ochrophyta	Fragilariophyceae	Fragilariales	Fragilariaceae	<i>Fragilaria capucina</i>			Нижний	o-b	
Chromista	Ochrophyta	Fragilariophyceae	Fragilariales	Fragilariaceae	<i>Fragilaria perminuta</i>			Нижний		o-b
Chromista	Ochrophyta	Fragilariophyceae	Fragilariales	Fragilariaceae	<i>Fragilaria rumpens</i>		Средний	Нижний		o-b
Chromista	Ochrophyta	Fragillariophyceae	Licmophorales	Ulnariaceae	<i>Synedra ulna [Ulnaria ulna]</i>	Верхний	Средний	Нижний	b	
Chromista	Ochrophyta	Fragillariophyceae	Fragilariales	Fragilariaceae	<i>Asterionella formosa</i>	Верхний		Нижний	o-b	
Chromista	Ochrophyta	Fragillariophyceae	Tabellariales	Tabellariaceae	<i>Tabellaria flocculosa</i>		Средний		o-x	
					<i>rbcL Cryptophyceae</i>					
Chromista	Ochrophyta	Cryptophyceae	Cryptomonadales	Cryptomonadaceae	<i>Cryptomonas curvata</i>	Верхний	Средний	Нижний	b	
Chromista	Ochrophyta	Cryptophyceae	Cryptomonadales	Cryptomonadaceae	<i>Cryptomonas erosa</i>	Верхний		Нижний	a	
Chromista	Ochrophyta	Cryptophyceae	Cryptomonadales	Cryptomonadaceae	<i>Cryptomonas marssonii</i>	Верхний			o-b	
Chromista	Ochrophyta	Cryptophyceae	Cryptomonadales	Cryptomonadaceae	<i>Cryptomonas pyrenoidifera</i>	Верхний	Средний	Нижний		o-b
Chromista	Ochrophyta	Cryptophyceae	Cryptomonadales	Cryptomonadaceae	<i>Cryptomonas tetrapyre- noidosa</i>	Верхний		Нижний		o-b
Chromista	Ochrophyta	Cryptophyceae	Cryptomonadales	Cryptomonadaceae	<i>Cryptomonas ovata</i>	Верхний			a	
Chromista	Ochrophyta	Cryptophyceae	Cryptomonadales	Cryptomonadaceae	<i>Cryptomonas borealis</i>			Нижний		a
Chromista	Ochrophyta	Cryptophyceae	Cryptomonadales	Cryptomonadaceae	<i>Cryptomonas lundii</i>	Верхний				a

Царство	Тип/Отдел	Класс	Отряд/Порядок	Семейство	Вид	Озёра Кабан			Сапробность В. Сладечек	Сапробность по кластеризации
					<i>rbcL Streptophyta</i>					
Plantae	Streptophyta	Magnoliopsida	Alismatales	Potamogetonaceae	<i>Potamogeton lucens</i>	Верхний		Нижний	o-b	
Plantae	Streptophyta	Magnoliopsida	Alismatales	Potamogetonaceae	<i>Potamogeton pectinatus</i>			Нижний	a-b	
Plantae	Streptophyta	Zygnemophyceae	Desmiales	Closteriaceae	<i>Closterium acutum</i>	Верхний	Средний	Нижний	b-a	
Plantae	Streptophyta	Zygnemophyceae	Desmiales	Desmidiaceae	<i>Cosmarium bioculatum</i>	Верхний				o-b
Plantae	Streptophyta	Zygnemophyceae	Desmiales	Desmidiaceae	<i>Cosmarium binum</i>			Нижний		o-b
Plantae	Streptophyta	Zygnemophyceae	Desmiales	Desmidiaceae	<i>Cosmarium undulatum</i>			Нижний		o-b
					<i>rbcL Chlamydomonadales</i>					
Plantae	Chlorophyta	Chlorophyceae	Chlamydomonadales	Volvocaceae	<i>Pleodorina starrii</i>					b
Plantae	Chlorophyta	Chlorophyceae	Chlamydomonadales	Volvocaceae	<i>Volvox ovalis</i>					b
Plantae	Chlorophyta	Chlorophyceae	Chlamydomonadales	Volvocaceae	<i>Eudorina elegans</i>				b	
Plantae	Chlorophyta	Chlorophyceae	Chlamydomonadales	Volvocaceae	<i>Pandorina morum</i>	Верхний	Средний	Нижний	b	
Plantae	Chlorophyta	Chlorophyceae	Chlamydomonadales	Volvocaceae	<i>Pandorina colemaniae</i>	Верхний				b
Plantae	Chlorophyta	Chlorophyceae	Chlamydomonadales	Volvocaceae	<i>Volvulina compacta</i>	Верхний				b
Plantae	Chlorophyta	Chlorophyceae	Chlamydomonadales	Chlamydomonadaceae	<i>Chlamydomonas reinhardtii</i>	Верхний		Нижний	a	
Plantae	Chlorophyta	Chlorophyceae	Chlamydomonadales	Chlamydomonadaceae	<i>Vitreochlamys aulata</i>	Верхний		Нижний		a
Plantae	Chlorophyta	Chlorophyceae	Chlamydomonadales	Chlamydomonadaceae	<i>Vitreochlamys pinguis</i>	Верхний		Нижний		a
Plantae	Chlorophyta	Chlorophyceae	Chlamydomonadales	Phacotaceae	<i>Phacotus lenticularis</i>	Верхний	Средний	Нижний	b	
Plantae	Chlorophyta	Chlorophyceae	Chlamydomonadales	Phacotaceae	<i>Pteromonas angulosa</i>		Средний	Нижний	b	
Plantae	Chlorophyta	Chlorophyceae	Chlamydomonadales	Spondylomoraceae	<i>Pascherina tetras</i>	Верхний	Средний			b
Plantae	Chlorophyta	Chlorophyceae	Chlamydomonadales	Characiochloridaceae	<i>Chlamydropodium vacuolatum</i>	Верхний				a
Plantae	Chlorophyta	Chlorophyceae	Chlamydomonadales	Haematococcaceae	<i>Chlorogonium elongatum</i>			Нижний	a	
					<i>rbcL Sphaeropleales</i>					
Plantae	Chlorophyta	Chlorophyceae	Sphaeropleales	Selenastraceae	<i>Ankistrodesmus falcatus</i>	Верхний	Средний		b-a	
Plantae	Chlorophyta	Chlorophyceae	Sphaeropleales	Selenastraceae	<i>Monoraphidium komarkovae</i>			Нижний		b-a

Царство	Тип/Отдел	Класс	Отряд/Порядок	Семейство	Вид	Озёра Кабан			Сапробность В. Сладечек	Сапробность по кластериза- ции
Plantae	Chlorophyta	Chlorophyceae	Sphaeropleales	Hydrodictyceae	<i>Pediastrum duplex</i>	Верхний		Нижний	b	
Plantae	Chlorophyta	Chlorophyceae	Sphaeropleales	Hydrodictyceae	<i>Pediastrum biradiatum</i> [<i>Parapediastrum biradiatum</i>]	Верхний				b
Plantae	Chlorophyta	Chlorophyceae	Sphaeropleales	Hydrodictyceae	<i>Pediastrum angulosum</i>	Верхний				b
Plantae	Chlorophyta	Chlorophyceae	Sphaeropleales	Scenedesmaceae	<i>Scenedesmus obliquus</i> [<i>Tetrademus obliquus</i>]	Верхний	Средний	Нижний	b	
Plantae	Chlorophyta	Chlorophyceae	Sphaeropleales	Scenedesmaceae	<i>Pectinodesmus pectinatus</i>	Верхний		Нижний		b
Plantae	Chlorophyta	Chlorophyceae	Sphaeropleales	Scenedesmaceae	<i>Scenedesmus acutus</i>		Средний	Нижний		b
Plantae	Chlorophyta	Chlorophyceae	Sphaeropleales	Scenedesmaceae	<i>Scenedesmus obtusus</i>	Верхний				b
Plantae	Chlorophyta	Chlorophyceae	Sphaeropleales	Scenedesmaceae	<i>Scenedesmus bijugatus</i>	Верхний			b	
Plantae	Chlorophyta	Chlorophyceae	Sphaeropleales	Scenedesmaceae	<i>Scenedesmus hindakii</i>	Верхний				b
Plantae	Chlorophyta	Chlorophyceae	Sphaeropleales	Scenedesmaceae	<i>Scenedesmus ellipticum</i>			Нижний	o-b	
Plantae	Chlorophyta	Chlorophyceae	Sphaeropleales	Scenedesmaceae	<i>Scenedesmus armatus</i>			Нижний		b
Plantae	Chlorophyta	Chlorophyceae	Sphaeropleales	Scenedesmaceae	<i>Scenedesmus quadricauda</i>	Верхний	Средний	Нижний	b	
Plantae	Chlorophyta	Chlorophyceae	Sphaeropleales	Hydrodictyceae	<i>Pediastrum boryanum</i>	Верхний		Нижний	b	
Plantae	Chlorophyta	Chlorophyceae	Sphaeropleales	Scenedesmaceae	<i>Enallax acutiformis</i>	Верхний				b
					<i>rbcL Trebouxiophyceae</i>					
Plantae	Chlorophyta	Trebouxiophyceae	Chlorellales	Chlorellaceae	<i>Micractinium pusillum</i>	Верхний		Нижний	b	
Plantae	Chlorophyta	Trebouxiophyceae	Chlorellales	Chlorellaceae	<i>Actinastrum hantzschii</i>	Верхний	Средний	Нижний	b	
Plantae	Chlorophyta	Trebouxiophyceae	Chlorellales	Chlorellaceae	<i>Chlorella singularis</i>		Средний			b
Plantae	Chlorophyta	Trebouxiophyceae	Chlorellales	Chlorellaceae	<i>Chlorella sorokiniana</i>	Верхний		Нижний		b
Plantae	Chlorophyta	Trebouxiophyceae	Chlorellales	Chlorellaceae	<i>Chlorella vulgaris</i>		Средний	Нижний	p-a	
Plantae	Chlorophyta	Trebouxiophyceae	Chlorellales	Chlorellaceae	<i>Chlorella variabilis</i>	Верхний	Средний	Нижний		p-a
Plantae	Chlorophyta	Trebouxiophyceae	Chlorellales	Chlorellaceae	<i>Auxenochlorella pyrenoidosa</i>	Верхний			p	
Plantae	Chlorophyta	Trebouxiophyceae	Chlorellales	Chlorellaceae	<i>Closteriopsis acicularis</i>	Верхний		Нижний		p
Plantae	Chlorophyta	Trebouxiophyceae	Chlorellales	Chlorellaceae	<i>Dicloster acuatius</i>	Верхний				p
Plantae	Chlorophyta	Trebouxiophyceae	Chlorellales	Oocystaceae	<i>Oocystis lacustris</i>	Верхний	Средний	Нижний	b-o	

6. Распределение видов-индикаторов озёр Кабан по маркерным генам и зонам сапробности

Индикаторная значимость гидробионтов озёр Кабан города Казани по маркерным генам проведена впервые методом молекулярной филогении. Распределение видов-индикаторов по маркерным генам *18S рРНК* (эукариоты), *16S рРНК* (прокариоты), *COI* (животные организмы), *rbcL* (растительные организмы) по озёрам Кабан приведены по зонам сапробности в соответствии с общепринятым описанием (табл. 6.1).

Таблица 6.1

Описание зон сапробности

Зона сапробности	Качество вод
<i>x</i>	очень чистые воды
<i>x-o</i>	<i>переходные</i>
<i>o-x</i>	<i>переходные</i>
<i>o</i>	чистые воды
<i>o-b</i>	<i>переходные</i>
<i>b-o</i>	<i>переходные</i>
<i>b</i>	умеренно загрязненные воды
<i>b-a</i>	<i>переходные</i>
<i>a-b</i>	<i>переходные</i>
<i>a</i>	загрязнённые воды
<i>a-p</i>	<i>переходные</i>
<i>p-a</i>	<i>переходные</i>
<i>p</i>	грязные воды

**6.1. Распределение видов-индикаторов по маркерному гену
16S рРНК и зонам сапробности**

Распределение видов-индикаторов по маркерному гену 16S рРНК и зонам сапробности по озёрам Кабан приведено в табл.6.1.1, рис. 6.1.1.

Таблица 6.1.1

Распределение видов-индикаторов по маркерному гену 16S рРНК
и зонам сапробности по озёрам Кабан

16S рРНК Сапроб- ность	В.Кабан		С.Кабан		Н.Кабан	
	Количество биоиндикаторов по					
	Сладечеку	кла- стери- зации	Сладечеку	кла- стери- зации	Сладечеку	кла- стери- зации
<i>x</i>	-	-	-	-	-	-
<i>x-o</i>	-	-	-	-	-	-
<i>o-x</i>	-	-	-	-	-	-
<i>o</i>	1	-	1	-	1	-
<i>o-b</i>	1	-	1	1	1	1
<i>b-o</i>	-	-	-	-	-	-
<i>b</i>	2	3	3	1	3	-
<i>b-a</i>	-	-	-	-	-	-
<i>a-b</i>	2	1	2	1	2	2
<i>a</i>	-	-	-	-	-	-
<i>a-p</i>	-	-	-	-	-	-
<i>p-a</i>	-	-	-	-	-	-
<i>p</i>	-	1	-	-	-	3
Всего	6	5	7	3	7	6
%	100 %	83 %	100 %	43 %	100 %	86 %

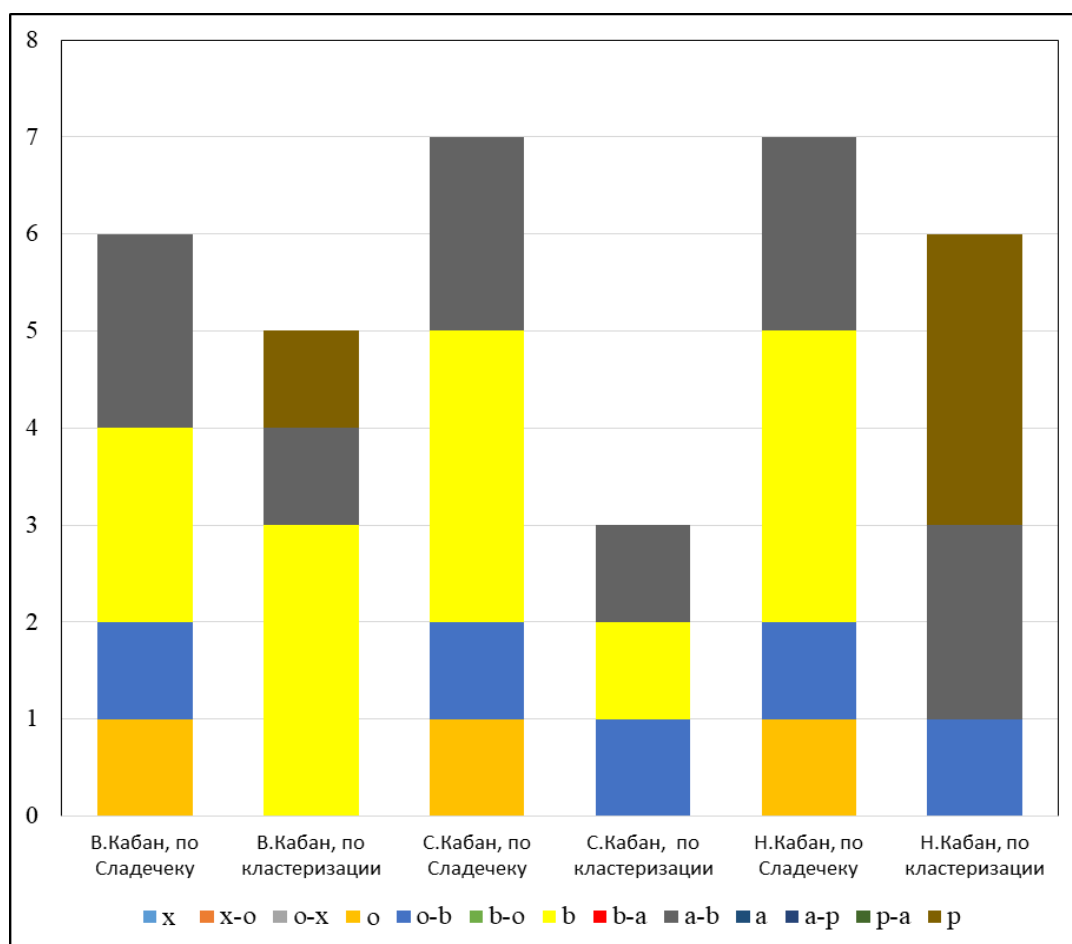


Рис. 6.1.1. Распределение видов-индикаторов по маркерному гену *16S rPHK* и зонам сапробности по озёрам Кабан

Как видно из табл. 6.1.1, рис. 6.1.1, количество видов-биоиндикаторов, выявленных по кластеризации, составляет от количества видов по списку индикаторных организмов – 83 % для озера Верхний Кабан, 43 % для озера Средний Кабан, 86 % для озера Нижний Кабан и, соответственно, количество видов-биоиндикаторов увеличилось с 6 видов до 11 видов для озера Верхний Кабан, с 7 видов до 10 видов для озера Средний Кабан и с 7 видов до 13 видов для озера Нижний Кабан, что на 45 % больше для озера Верхний Кабан, на 30 % больше для озера Средний Кабан и на 46 % больше для озера Нижний Кабан по сравнению с общим количеством видов-биоиндикаторов по спискам; и на 70% больше видов-биоиндикаторов, выявленных по маркерному гену *16S rPHK*, для озёр Кабан в целом.

**6.2. Распределение видов-индикаторов по маркерному гену
18S рРНК и зонам сапробности**

Распределение видов-индикаторов по маркерному гену 18S рРНК по озёрам Кабан и зонам сапробности приведен в табл. 6.2.1, рис. 6.2.1.

Таблица 6.2.1.

Распределение видов-индикаторов по маркерному гену 18S рРНК
и зонам сапробности по озёрам Кабан

18S рРНК Сапроб- ность	В.Кабан		С.Кабан		Н.Кабан	
	Количество биоиндикаторов по					
	Сладечеку	кла- стери- зации	Сладечеку	класте- ризации	Сладечеку	класте- ризации
<i>x</i>	-	-	-	-	-	-
<i>x-o</i>	-	-	-	-	-	-
<i>o-x</i>	-	-	1	-	-	-
<i>o</i>	15	2	15	5	8	1
<i>o-b</i>	14	9	16	10	13	10
<i>b-o</i>	7	2	7	-	6	-
<i>b</i>	30	15	30	13	30	13
<i>b-a</i>	4	1	5	-	4	-
<i>a-b</i>	2	2	2	1	2	-
<i>a</i>	8	4	5	2	8	6
<i>a-p</i>	1	-	-	-	1	-
<i>p-a</i>	1	-	2	-	1	-
<i>p</i>	1	1	1	2	1	-
Всего	83	36	84	33	74	30
%	100 %	43 %	100 %	39 %	100 %	41 %

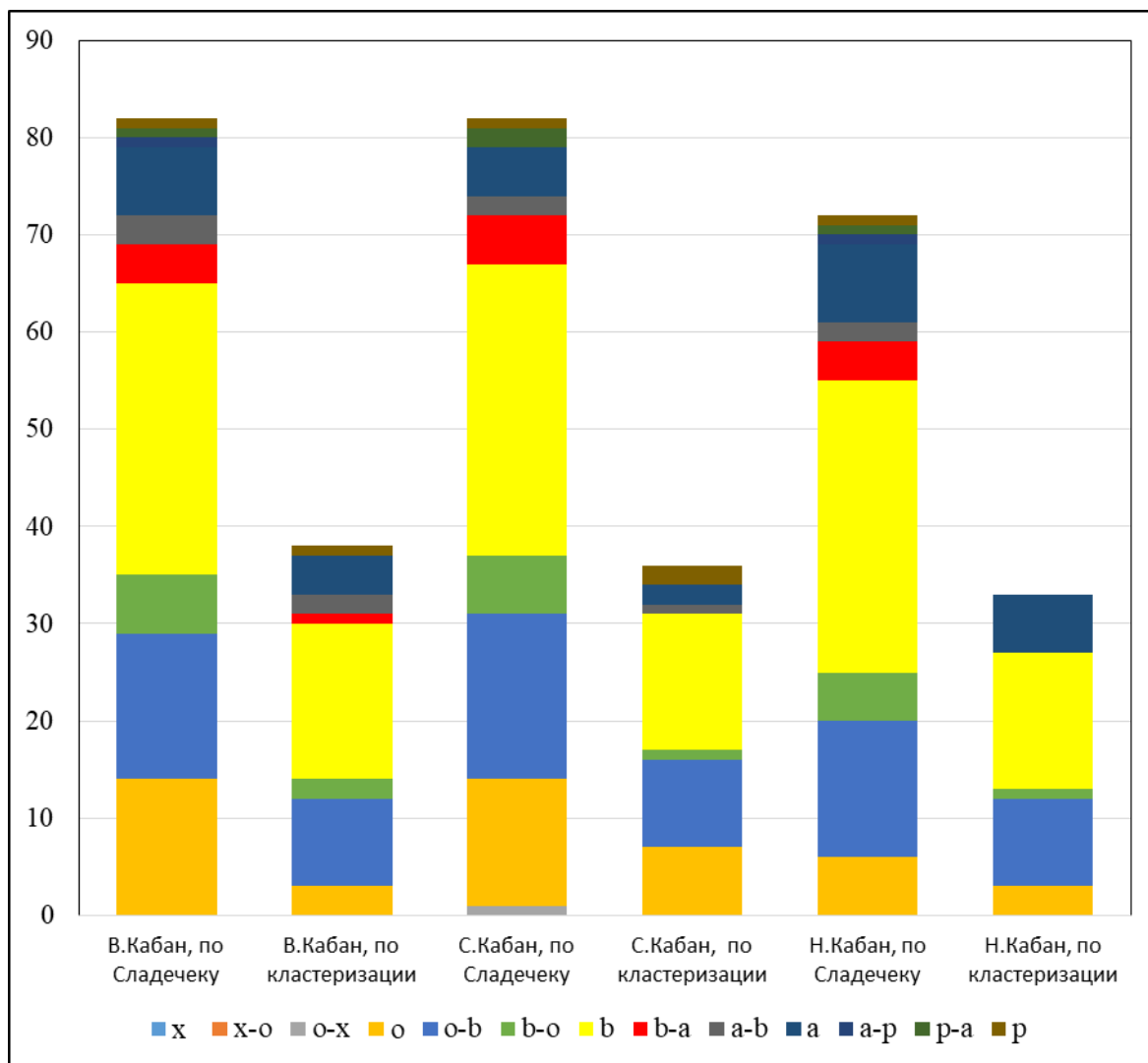


Рис. 6.2.1. Распределение видов-индикаторов по маркерному гену *18S rPHK* и зонам сапробности по озёрам Кабан

Как видно из табл. 6.2.1, рис. 6.2.1, количество видов-биоиндикаторов, выявленных по кластеризации, составляет от количества видов по списку индикаторных организмов – 43 % для озера Верхний Кабан, 39 % для озера Средний Кабан, 41 % для озера Нижний Кабан и, соответственно, количество видов-биоиндикаторов увеличилось с 83 видов до 119 видов для озера Верхний Кабан, с 74 видов до 117 видов для озера Средний Кабан и с 74 видов до 104 видов для озера Нижний Кабан, что на 30 % больше для озера Верхний Кабан, на 28 % больше для озера Средний Кабан и на 29 % больше для озера Нижний Кабан по сравнению с общим количеством видов-биоиндикаторов по спискам; и на 30 % больше видов-биоиндикаторов, выявленных по маркерному гену *18S rPHK*, для озёр Кабан в целом.

6.3. Распределение видов-индикаторов по маркерному гену *COI* и зонам сапробности

Распределение видов-индикаторов по маркерному гену *COI* и зонам сапробности по озёрам Кабан приведено в табл. 6.3.1, рис. 6.3.1.

Таблица 6.3.1

Распределение видов-индикаторов по маркерному гену *COI* и зонам сапробности по озёрам Кабан

<i>COI</i> Са- проб- ность	В.Кабан		С.Кабан		Н.Кабан	
	Количество биоиндикаторов по					
	Сладечеку	кла- стери- зации	Сладечеку	класте- ризации	Сладечеку	класте- ризации
<i>x</i>	-	-	-	-	-	-
<i>x-o</i>	-	-	-	-	-	-
<i>o-x</i>	-	-	-	-	-	-
<i>o</i>	16	-	12	1	10	1
<i>o-b</i>	9	-	15	-	11	-
<i>b-o</i>	4	-	4	-	3	-
<i>b</i>	9	1	10	-	9	1
<i>b-a</i>	3	-	5	-	4	-
<i>a-b</i>	-	-	-	-	-	-
<i>a</i>	5	1	2	1	5	1
<i>a-p</i>	1	-	-	-	1	-
<i>p-a</i>	1	-	-	-	-	-
<i>p</i>	1	-	1	-	-	-
Всего	49	2	49	2	43	3
%	100 %	4 %	100 %	4 %	100 %	7 %

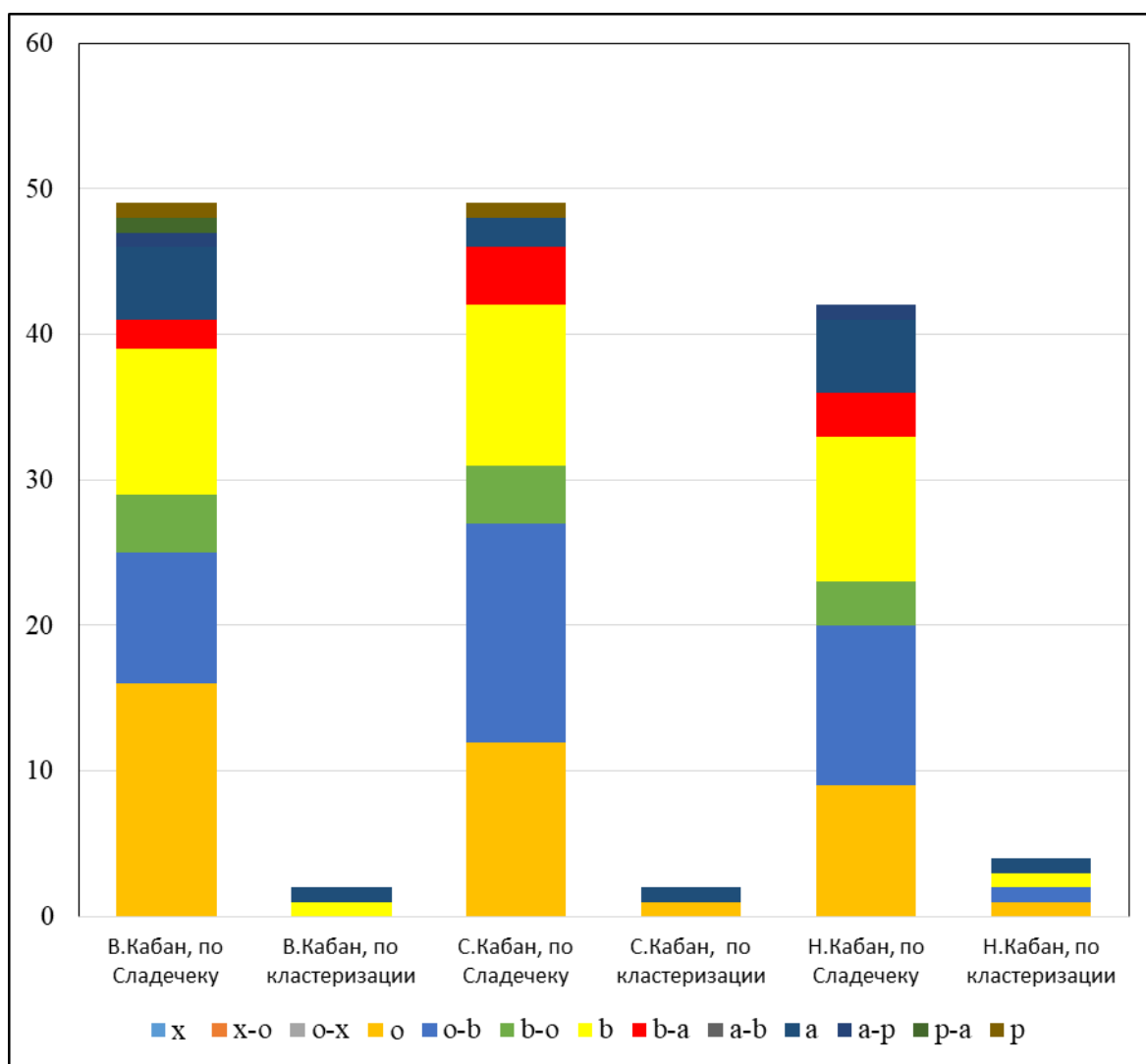


Рис. 6.3.1. Распределение видов-индикаторов по маркерному гену *COI* и зонам сапробности по озёрам Кабан

Как видно из табл. 6.3.1, рис. 6.3.1, количество видов-биоиндикаторов, выявленных по кластеризации, составляет от количества видов по списку индикаторных организмов – 4 % для озера Верхний Кабан, 4 % для озера Средний Кабан, 7 % для озера Нижний Кабан и, соответственно, количество видов-биоиндикаторов увеличилось с 49 видов до 51 вида для озера Верхний Кабан, с 49 видов до 51 вида для озера Средний Кабан и с 43 видов до 46 видов для озера Нижний Кабан, что на 4 % больше для озера Верхний Кабан, на 4 % больше для озера Средний Кабан и на 7 % больше для озера Нижний Кабан по сравнению с общим количеством видов-биоиндикаторов по спискам; и на 5 % больше видов-биоиндикаторов, выявленных по маркерному гену *COI*, для озёр Кабан в целом.

6.4. Распределение видов-индикаторов по маркерному гену *rbcL* и зонам сапробности

Распределение видов-индикаторов по маркерному гену *rbcL* по озёрам Кабан и зонам сапробности приведено в табл. 6.4.1, рис. 6.4.1.

Таблица 6.4.1

Распределение видов-индикаторов по маркерному гену *rbcL* и зонам сапробности по озёрам Кабан

<i>rbcL</i> Сапроб- ность	В.Кабан		С.Кабан		Н.Кабан	
	Количество биоиндикаторов по					
	Сладечку	кластери- зации	Сладе- чку	класте- ризации	Сладечку	класте- ризации
<i>x</i>	-	-	1	-	-	-
<i>x-o</i>	-	-	-	-	-	1
<i>o-x</i>	-	-	1	-	-	-
<i>o</i>	1	1	1	1	3	2
<i>o-b</i>	4	6	4	5	6	9
<i>b-o</i>	1	1	1	-	1	1
<i>b</i>	18	12	16	4	21	6
<i>b-a</i>	2	-	2	-	2	1
<i>a-b</i>	1	3	1	4	2	2
<i>a</i>	7	8	5	3	6	7
<i>a-p</i>	-	-	-	-	-	-
<i>p-a</i>	-	1	1	1	1	1
<i>p</i>	1	2	-	-	-	1
Всего	35	34	33	18	42	31
%	100 %	97 %	100 %	55 %	100 %	74 %

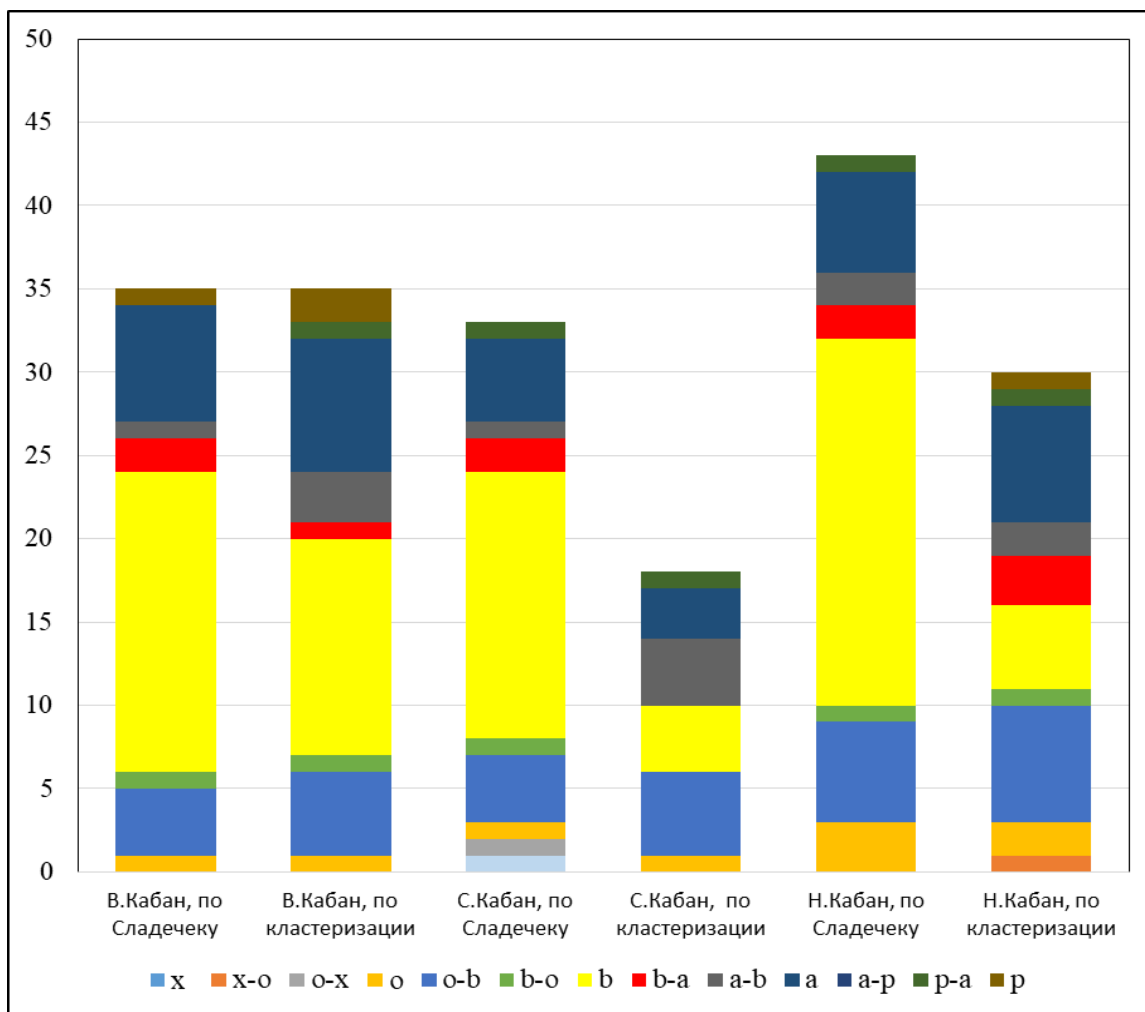


Рис. 6.4.1. Распределение видов-индикаторов по маркерному гену *rbcL* и зонам сапробности по озёрам Кабан

Как видно из табл. 6.4.1, рис. 6.4.1, количество видов-биоиндикаторов, выявленных по кластеризации, составляет от количества видов по списку индикаторных организмов – 97 % для озера Верхний Кабан, 55 % для озера Средний Кабан, 74 % для озера Нижний Кабан и, соответственно, количество видов-биоиндикаторов увеличилось с 35 видов до 69 видов для озера Верхний Кабан, с 33 видов до 51 вида для озера Средний Кабан и с 42 видов до 73 видов для озера Нижний Кабан, что на 49 % больше для озера Верхний Кабан, на 35 % больше для озера Средний Кабан и на 42 % больше для озера Нижний Кабан по сравнению с общим количеством видов-биоиндикаторов по спискам; и на 43 % больше видов-биоиндикаторов, выявленных по маркерному гену *rbcL*, для озёр Кабан в целом.

**6.5. Распределение видов-индикаторов по маркерным генам
16S РНК, 18S рРНК, COI, rbcL и зонам сапробности**

Распределение видов-индикаторов по маркерным генам по озёрам Кабан и зонам сапробности приведен в табл. 6.5.1, рис. 6.5.1.

Таблица 6.5.1

Распределение видов-индикаторов по маркерным генам и зонам сапробности по озёрам Кабан

Гены Сапроб- ность	В.Кабан		С.Кабан		Н.Кабан	
	Количество биоиндикаторов по					
	Сладчеку	кластери- зации	Сладчеку	класте- ризации	Сладчеку	класте- ризации
<i>x</i>	-	-	1	-	-	-
<i>x-o</i>	-	-	-	-	-	1
<i>o-x</i>	-	-	2		-	-
<i>o</i>	33	-	29	7	22	4
<i>o-b</i>	28	15	36	16	31	20
<i>b-o</i>	12	3	12	-	10	1
<i>b</i>	59	30	59	18	63	20
<i>b-a</i>	9	1	12	-	10	1
<i>a-b</i>	5	7	5	6	6	4
<i>a</i>	20	13	12	6	19	14
<i>a-p</i>	2	-	-	-	2	-
<i>p-a</i>	2	1	3	1	2	1
<i>p</i>	3	4	2	2	1	4
Всего	173	77	173	56	166	70
%	100 %	45 %	100 %	32 %	100 %	42 %

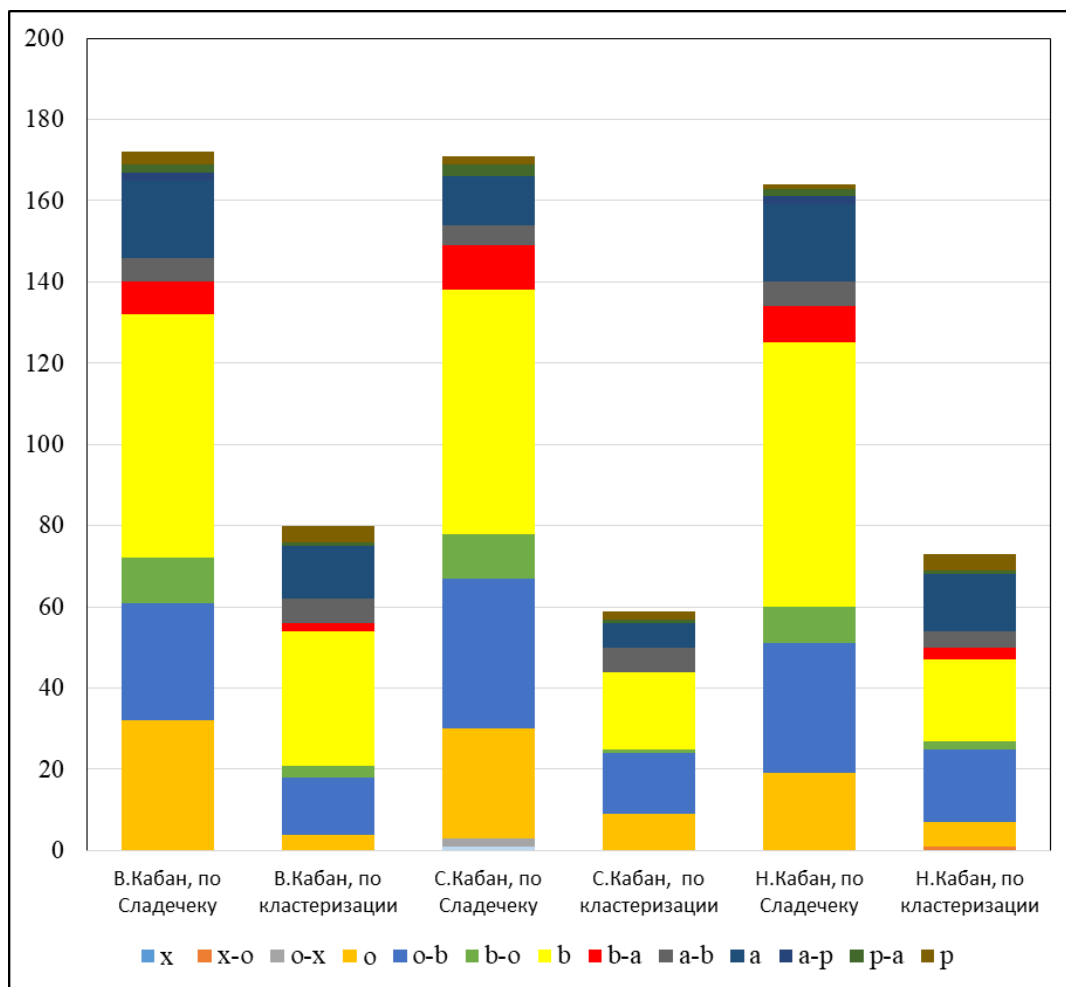


Рис. 6.5.1. Распределение видов-индикаторов по маркерным генам и зонам сапробности по озёрам Кабан

Как видно из табл. 6.5.1, рис. 6.5.1, количество видов-биоиндикаторов, выявленных по маркерным генам в целом, составляет от количества видов по списку индикаторных организмов – 45 % для озера Верхний Кабан, 32 % для озера Средний Кабан, 42 % для озера Нижний Кабан и, соответственно, количество видов-биоиндикаторов увеличилось со 173 видов до 250 видов для озера Верхний Кабан, со 173 видов до 229 видов для озера Средний Кабан и со 166 видов до 236 видов для озера Нижний Кабан, что на 31 % больше для озера Верхний Кабан, на 24 % больше для озера Средний Кабан и на 30 % больше для озера Нижний Кабан по сравнению с общим количеством видов-биоиндикаторов по спискам; и на 40 % больше видов-биоиндикаторов, выявленных по четырём маркерным генам, для озёр Кабан в целом.

**6.6. Распределение видов-индикаторов
по сапробным группам
по озеру Верхний Кабан
по маркерным генам 6S РНК, 18S рРНК, COI, rbcL**

Распределение видов-индикаторов по сапробным группам по озеру Верхний Кабан приведено в табл. 6.6.1, рис. 6.6.1.

Таблица 6.6.1

Распределение видов-индикаторов по сапробным группам
по озеру Верхний Кабан

Сапробность гидробионтов озёр Кабан	Количество биоиндикаторов по		Общее кол-во	Процент, %
	В. Сладечеку	кластеризации		
<i>x</i>	-	-	-	-
<i>x-o</i>	-	-	-	-
<i>o-x</i>	-	-	-	-
<i>o</i>	33	-	33	13
<i>o-b</i>	28	15	43	17
<i>b-o</i>	12	3	15	6
<i>b</i>	59	30	89	36
<i>b-a</i>	9	1	10	4
<i>a-b</i>	5	7	12	5
<i>a</i>	20	13	33	13
<i>a-p</i>	2	-	2	1
<i>p-a</i>	2	1	3	1
<i>p</i>	3	4	7	3
Всего	173	77	250	100

Как видно из табл. 6.6.1 и рис. 6.6.1, наибольшее количество видов-биоиндикаторов сосредоточено в области *o*-сапробы - *b*-сапробы: *b*-мезосапробы (36 %), *o-b*-сапробы (17 %), *o*-сапробы

(13%), т.е. характеризует озеро Верхний Кабан как загрязненное, находящегося в переходном состоянии от *b*-сапробности (загрязненные) к *o*-сапробности (чистым), что соответствует оценке экологического состояния озера Верхний Кабан на основе метода биоиндикации по результатам традиционного исследования водоёмов.

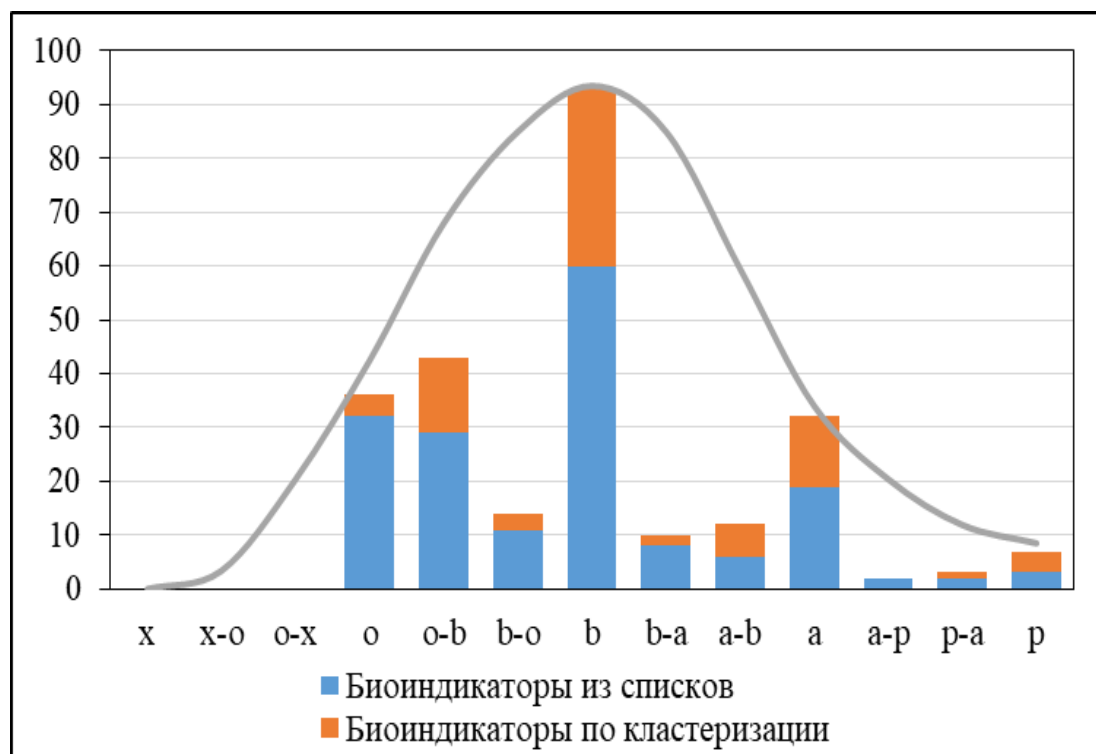


Рис. 6.6.1. Распределение видов-индикаторов по сапробным группам по озеру Верхний Кабан

**6.7. Распределение видов-индикаторов
по сапробным группам
по озеру Средний Кабан
по маркерным генам 16S РНК, 18S рРНК, COI, rbcL**

Распределение видов-индикаторов по сапробным группам по озеру Средний Кабан приведено в табл. 6.7.1, рис. 6.7.1.

Таблица 6.7.1

Распределение видов-индикаторов по сапробным группам
по озеру Средний Кабан

Сапробность гидробионтов	Количество биоиндикаторов по		Общее кол-во	Процент, %
	В. Сладечеку	кластеризации		
<i>x</i>	1	-	1	0
<i>x-o</i>	-	-	0	0
<i>o-x</i>	2		2	1
<i>o</i>	29	7	36	16
<i>o-b</i>	36	16	52	23
<i>b-o</i>	12	-	12	5
<i>b</i>	59	18	77	34
<i>b-a</i>	12	-	12	5
<i>a-b</i>	5	6	11	5
<i>a</i>	12	6	18	8
<i>a-p</i>	-	-	0	0
<i>p-a</i>	3	1	4	2
<i>p</i>	2	2	4	2
Всего	173	56	229	100

Как видно из табл. 6.7.1 и рис. 6.7.1, наибольшее количество видов-биоиндикаторов сосредоточено в области *o*-сапробы - *b*-сапробы: *b*-мезосапробы (34 %), *o-b*-сапробы (23 %), *o*-сапробы (16 %), т.е. характеризует озеро Средний Кабан как загрязнённое, находящегося в переходном состоянии от *b*-сапробности (загрязнённые)

к *o*-сапробности (чистым), что соответствует оценке экологического состояния озера Средний Кабан на основе метода биоиндикации по результатам традиционного исследования водоемов.

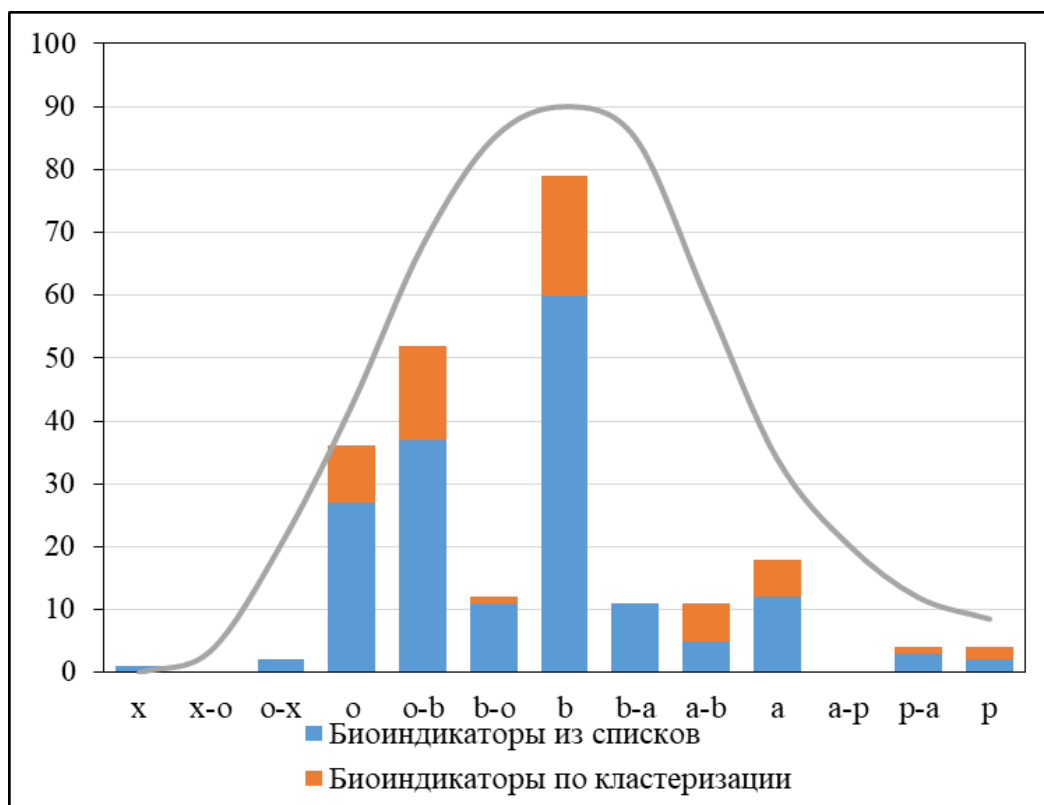


Рис. 6.7.1. Распределение видов-индикаторов по сапробным группам по озеру Средний Кабан

**6.8. Распределение видов-индикаторов
по сапробным группам
по озеру Нижний Кабан
по маркерным генам 16S рНК, 18S ррНК, COI, rbcL**

Распределение видов-индикаторов по сапробным группам по озеру Нижний Кабан приведено в табл. 6.8.1, рис. 6.8.1.

Таблица 6.8.1

Распределение видов-индикаторов по сапробным группам
по озеру Нижний Кабан

Сапробность гидробионтов озёр Кабан	Количество биоиндикаторов по		Общее кол-во	Процент, %
	В. Сладечеку	кластеризации		
<i>x</i>	-	-	-	-
<i>x-o</i>	-	1	1	0
<i>o-x</i>	-	-	0	0
<i>o</i>	22	4	26	11
<i>o-b</i>	31	20	51	22
<i>b-o</i>	10	1	11	5
<i>b</i>	63	20	83	35
<i>b-a</i>	10	1	11	5
<i>a-b</i>	6	4	10	4
<i>a</i>	19	14	33	14
<i>a-p</i>	2	-	2	1
<i>p-a</i>	2	1	3	1
<i>p</i>	1	4	5	2
Всего	166	70	236	100

Как видно из табл. 6.8.1 и рис. 6.8.1, наибольшее количество видов-биоиндикаторов сосредоточено в области *o*-сапробы -

b-сапробы: *b*-мезосапробы (35 %), *o*-*b*-сапробы (22 %), *o*-сапробы (11 %), т.е. характеризует озеро Нижний Кабан как загрязнённое, находящегося в переходном состоянии от *b*-сапробности (загрязненные) к *o*-сапробности (чистым), что соответствует оценке экологического состояния озера Нижний Кабан на основе метода биоиндикации по результатам традиционного исследования водоемов.

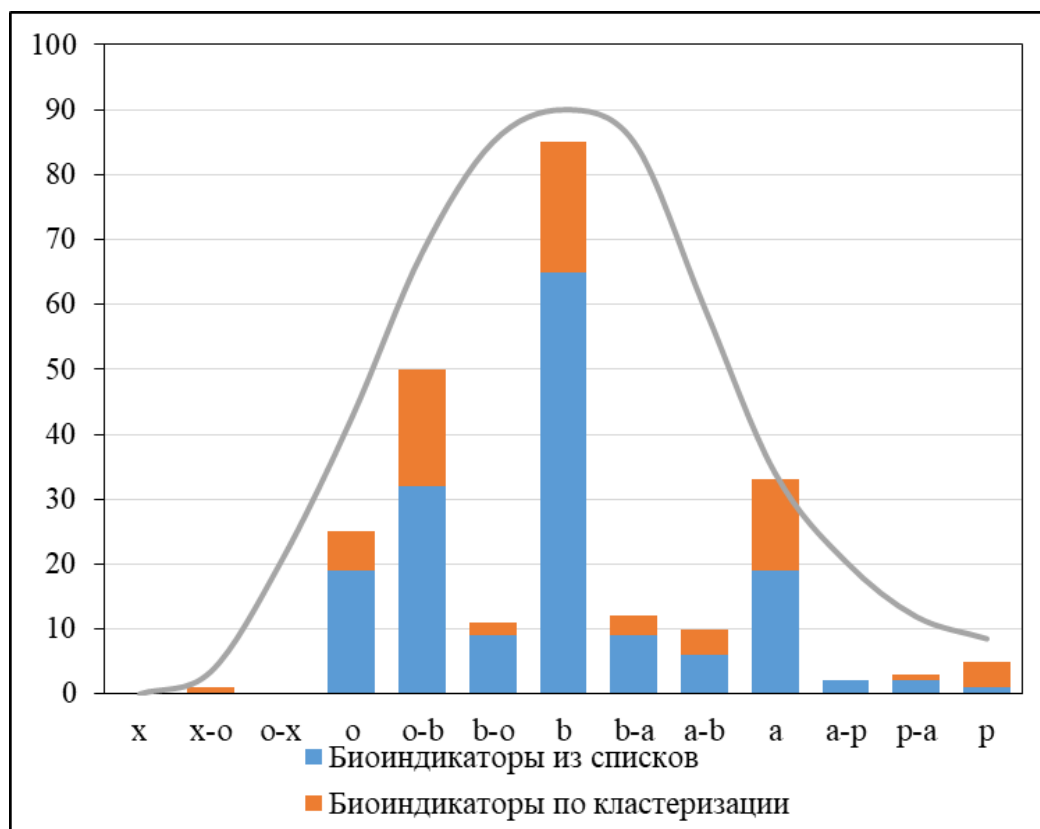


Рис. 6.8.1. Распределение видов-индикаторов по сапробным группам по озеру Нижний Кабан

7. Сравнительный анализ индикаторной значимости одного вида гидробионтов по различным маркерным генам

В табл. 7.1 представлены 10 видов гидробионтов, индикаторная значимость которых приведена по различным маркерным генам: 2 вида по паре генов *16S pPHK* и *rbcL* – *Anabaena augstumalis*, *Anabaena sheremetevi*; 8 видов по паре генов *18S pPHK* и *rbcL* - *Cosmarium bioculatum*, *Cryptomonas pyrenoidifera*, *Monoraphidium komarkovae*, *Pascherina tetras*, *Pectinodesmus pectinatus*, *Pediastrum biradiatum* [*Parapediastrum biradiatum*], *Scenedesmus armatus*, *Stephanodiscus parvus*.

Как видно из табл. 7.1 индикаторная значимость видов гидробионтов по разным генам совпадает или имеет очень близкие значения по сапробности, причём, если одни и те же виды гидробионтов секвенированы по разным генам, то они кластеризуются одинаково на молекулярном филогенетическом дереве, например, *Pediastrum biradiatum* [*Parapediastrum biradiatum*] группируется с *Pediastrum duplex*, *Pascherina tetras* - с *Phacotus lenticularis* и *Pteromonas angulosa*, *Pectinodesmus pectinatus* - с *Scenedesmus obliquus* [*Tetradesmus obliquus*], *Scenedesmus armatus* - с *Scenedesmus quadricauda* как по гену *18S pPHK*, так и по гену *rbcL*; *Anabaena augstumalis* и *Anabaena sheremetevi* группируются с *Anabaena affinis* и *Anabaena flos-aquae* как по гену *16S pPHK*, так и по гену *rbcL*.

Для пары генов *18S pPHK* и *COI* общих видов гидробионтов не выявлено, так как к настоящему времени отсутствует достаточное количество секвенированных последовательностей гидробионтов, в основном, по гену *COI*.

Расхождения в оценке сапробностей видов у разных авторов можно отнести к разным условиям проведения экспериментов в различных географических зонах.

Таблица 7.1

Гены	Царство	Отдел	Класс	Порядок	Семейство	Вид	Озёра Кабан			Сапробность В. Сладечек	Сапробность С. Баринава	По кластеризации
16S pPHK/ rbcL	Bacteria	Cyanobacteria	Cyanophyceae	Nostocales	Nostocaceae	<i>Anabaena augstumalis</i>	Верхний			-	o-b	b
16S pPHK	Bacteria	Cyanobacteria	Cyanophyceae	Nostocales	Nostocaceae	<i>Anabaena affinis</i>		Средний	Нижний	b	b	-
16S pPHK	Bacteria	Cyanobacteria	Cyanophyceae	Nostocales	Nostocaceae	<i>Anabaena flos- aquae</i>	Верхний	Средний	Нижний	b	b	-
rbcL	Bacteria	Cyanobacteria	Cyanophyceae	Nostocales	Nostocaceae	<i>Anabaena affinis</i>		Средний	Нижний	b	b	-
rbcL	Bacteria	Cyanobacteria	Cyanophyceae	Nostocales	Nostocaceae	<i>Anabaena flos- aquae</i>	Верхний	Средний	Нижний	b	b	-
16S pPHK/ rbcL		Cyanobacteria	Cyanophyceae	Nostocales	Nostocaceae	<i>Anabaena sheremetevi</i>	Верхний	Средний		-	-	b
16S pPHK	Bacteria	Cyanobacteria	Cyanophyceae	Nostocales	Nostocaceae	<i>Anabaena affinis</i>		Средний	Нижний	b	b	-
16S pPHK	Bacteria	Cyanobacteria	Cyanophyceae	Nostocales	Nostocaceae	<i>Anabaena flos- aquae</i>	Верхний	Средний	Нижний	b	b	-
rbcL	Bacteria	Cyanobacteria	Cyanophyceae	Nostocales	Nostocaceae	<i>Anabaena affinis</i>		Средний	Нижний	b	b	-
rbcL	Bacteria	Cyanobacteria	Cyanophyceae	Nostocales	Nostocaceae	<i>Anabaena flos- aquae</i>	Верхний	Средний	Нижний	b	b	-
18S pPHK/ rbcL	Plantae	Streptophyta	Zygnemophyceae	Desmiales	Desmidiaceae	<i>Cosmarium bi- oculatum</i>	Верхний			-	-	o-b
18S pPHK	Plantae	Streptophyta	Zygnemophyceae	Desmiales	Desmidiaceae	<i>Staurastrum gracile</i>	Верхний	Средний		o-b	o-b	-
rbcL	Plantae	Streptophyta	Zygnemophyceae	Desmiales	Closteriaceae	<i>Closterium acutum</i>	Верхний	Средний	Нижний	b-a	o-b	-
18S pPHK/ rbcL	Chromista	Cryptophyta	Cryptophyceae	Cryptomonadales	Cryptomonadaceae	<i>Cryptomonas pyrenoidifera</i>	Верхний	Средний	Нижний	-	o-b	o-b
18S pPHK	Chromista	Cryptophyta	Cryptophyceae	Cryptomonadales	Cryptomonadaceae	<i>Cryptomonas curvata</i>	Верхний	Средний	Нижний	b	b-o	-
rbcL			Cryptophyceae	Cryptomonadales	Cryptomonadaceae	<i>Cryptomonas marssonii</i>	Верхний			o-b	b-o	-
18S pPHK/ rbcL	Plantae	Chlorophyta	Chlorophyceae	Sphaeropleales	Selenastraceae	<i>Monoraphidium komarkovae</i>			Нижний	-	-	b/b-a

Гены	Царство	Отдел	Класс	Порядок	Семейство	Вид	Озёра Кабан			Сапробность В. Сладечек	Сапробность С. Баринаова	По кластеризации
18S pPHK	Plantae	Chlorophyta	Chlorophyceae	Sphaeropleales	Selenastraceae	<i>Kirchneriella lunaris</i>	Верхний	Средний		b	b	-
rbcL	Plantae	Chlorophyta	Chlorophyceae	Sphaeropleales	Selenastraceae	<i>Ankistrodesmus falcatus</i>	Верхний	Средний		b-a	b-a	-
18S pPHK/ rbcL	Plantae	Chlorophyta	Chlorophyceae	Chlamydomonadales	Spondylomoraceae	<i>Pascherina tetras</i>	Верхний	Средний		-	b	b
18S pPHK	Plantae	Chlorophyta	Chlorophyceae	Chlamydomonadales	Phacotaceae	<i>Phacotus lenticularis</i>	Верхний	Средний	Нижний	b	b	-
18S pPHK	Plantae	Chlorophyta	Chlorophyceae	Chlamydomonadales	Phacotaceae	<i>Pteromonas angulosa</i>		Средний	Нижний	b	b	-
rbcL	Plantae	Chlorophyta	Chlorophyceae	Chlamydomonadales	Phacotaceae	<i>Phacotus lenticularis</i>	Верхний	Средний	Нижний	b	b	-
rbcL	Plantae	Chlorophyta	Chlorophyceae	Chlamydomonadales	Phacotaceae	<i>Pteromonas angulosa</i>		Средний	Нижний	b	b	-
18S pPHK/ rbcL	Plantae	Chlorophyta	Chlorophyceae	Sphaeropleales	Scenedesmaceae	<i>Pectinodesmus pectinatus</i>	Верхний		Нижний	-	-	b
18S pPHK	Plantae	Chlorophyta	Chlorophyceae	Sphaeropleales	Scenedesmaceae	<i>Coelastrum microporum</i>	Верхний	Средний	Нижний	b	b	-
18S pPHK	Plantae	Chlorophyta	Chlorophyceae	Sphaeropleales	Scenedesmaceae	<i>Scenedesmus quadricauda</i>	Верхний	Средний	Нижний	b	b	-
18S pPHK	Plantae	Chlorophyta	Chlorophyceae	Sphaeropleales	Scenedesmaceae	<i>Scenedesmus obliquus</i> [<i>Tetradesmus obliquus</i>]	Верхний	Средний	Нижний	b	a-b	-
18S pPHK	Plantae	Chlorophyta	Chlorophyceae	Sphaeropleales	Scenedesmaceae	<i>Scenedesmus acuminatus</i>	Верхний		Нижний	b	b	-
rbcL	Plantae	Chlorophyta	Chlorophyceae	Sphaeropleales	Scenedesmaceae	<i>Scenedesmus obliquus</i> [<i>Tetradesmus obliquus</i>]	Верхний	Средний	Нижний	b	a-b	-
18S pPHK/ rbcL	Plantae	Chlorophyta	Chlorophyceae	Sphaeropleales	Hydrodictyceae	<i>Pediastrum biradiatum</i> [<i>Parapediastrum biradiatum</i>]	Верхний			-	b	b
18S pPHK	Plantae	Chlorophyta	Chlorophyceae	Sphaeropleales	Hydrodictyceae	<i>Pediastrum duplex</i>	Верхний		Нижний	b	b	-
rbcL	Plantae	Chlorophyta	Chlorophyceae	Sphaeropleales	Hydrodictyceae	<i>Pediastrum duplex</i>	Верхний		Нижний	b	b	-

Гены	Царство	Отдел	Класс	Порядок	Семейство	Вид	Озёра Кабан			Сапробность В. Сладечек	Сапробность С. Баринава	По кластеризации
<i>18S pPHK/rbcL</i>	<i>Plantae</i>	<i>Chlorophyta</i>	<i>Chlorophyceae</i>	<i>Sphaeropleales</i>	<i>Scenedesmaceae</i>	<i>Scenedesmus armatus</i>			Нижний	-	b	b
<i>18S pPHK</i>	<i>Plantae</i>	<i>Chlorophyta</i>	<i>Chlorophyceae</i>	<i>Sphaeropleales</i>	<i>Scenedesmaceae</i>	<i>Coelastrum microporum</i>	Верхний	Средний	Нижний	b	b	-
<i>18S pPHK</i>	<i>Plantae</i>	<i>Chlorophyta</i>	<i>Chlorophyceae</i>	<i>Sphaeropleales</i>	<i>Scenedesmaceae</i>	<i>Scenedesmus quadricauda</i>	Верхний	Средний	Нижний	b	b-a	-
<i>18S pPHK</i>	<i>Plantae</i>	<i>Chlorophyta</i>	<i>Chlorophyceae</i>	<i>Sphaeropleales</i>	<i>Scenedesmaceae</i>	<i>Scenedesmus obliquus</i> [<i>Tetrademus obliquus</i>]	Верхний	Средний	Нижний	b	a-b	-
<i>18S pPHK</i>	<i>Plantae</i>	<i>Chlorophyta</i>	<i>Chlorophyceae</i>	<i>Sphaeropleales</i>	<i>Scenedesmaceae</i>	<i>Scenedesmus acuminatus</i>	Верхний		Нижний	b	b	-
<i>rbcL</i>	<i>Plantae</i>	<i>Chlorophyta</i>	<i>Chlorophyceae</i>	<i>Sphaeropleales</i>	<i>Scenedesmaceae</i>	<i>Scenedesmus quadricauda</i>	Верхний	Средний	Нижний	b	b-a	-
<i>rbcL</i>	<i>Plantae</i>	<i>Chlorophyta</i>	<i>Chlorophyceae</i>	<i>Sphaeropleales</i>	<i>Hydrodictyceae</i>	<i>Pediastrum boryanum</i>	Верхний		Нижний	b	b	-
<i>18S pPHK/rbcL</i>	<i>Chromista</i>	<i>Ochrophyta</i>	<i>Coscinodiscophyceae</i>	<i>Thalassiosirales</i>	<i>Stephanodiscaceae</i>	<i>Stephanodiscus parvus</i>	Верхний	Средний	Нижний	-	-	a
<i>18S pPHK</i>	<i>Chromista</i>	<i>Ochrophyta</i>	<i>Coscinodiscophyceae</i>	<i>Thalassiosirales</i>	<i>Stephanodiscaceae</i>	<i>Stephanodiscus hantzschii</i>	Верхний	Средний	Нижний	a	-	-
<i>rbcL</i>	<i>Chromista</i>	<i>Ochrophyta</i>	<i>Coscinodiscophyceae</i>	<i>Thalassiosirales</i>	<i>Stephanodiscaceae</i>	<i>Stephanodiscus hantzschii</i>	Верхний	Средний	Нижний	a	-	-

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

По результатам молекулярно-филогенетических исследований показана устойчивая кластеризация организмов по генам с одинаковыми или близкими значениями сапробности. Приведённая индикаторная значимость гидробионтов озёр Кабан г.Казани по маркерным генам *16S рPHK*, *18S рPHK*, *COI* и *rbcL* не противоречит традиционным исследованиям и позволяет выявить большее количество видов-индикаторов за короткий период времени.

По маркерному гену *16S рPHK* индикаторная значимость приведена для 9 видов, которые ранее не имели статус биоиндикаторов, что составляет 129 % от 7 видов-индикаторов озёр Кабан, приведённых в списке В. Сладечека:

- для озера Верхний Кабан индикаторная значимость приведена для 5 видов, которые ранее не имели статус биоиндикаторов, и составляет 83 % от 6 видов-индикаторов озера Верхний Кабан, приведённых в списке В. Сладечека.

- для озера Средний Кабан индикаторная значимость приведена для 3 видов, которые ранее не имели статус биоиндикаторов, и составляет 43 % от 7 видов-индикаторов озера Средний Кабан, приведённых в списке В. Сладечека.

- для озера Нижний Кабан индикаторная значимость приведена для 6 видов, которые ранее не имели статус биоиндикаторов, и составляет 86 % от 7 видов-индикаторов озера Нижний Кабан, приведённых в списке В. Сладечека.

По маркерному гену *18S рPHK* индикаторная значимость приведена для 63 видов, которые ранее не имели статус биоиндикаторов, что составляет 55 % от 114 видов-индикаторов озёр Кабан приведённых в списке В. Сладечека:

- для озера Верхний Кабан индикаторная значимость приведена для 36 видов, которые ранее не имели статус биоиндикаторов,

и составляет 43 % от 83 видов-индикаторов озера Верхний Кабан, приведённых в списке В. Сладечека.

- для озера Средний Кабан индикаторная значимость приведена для 33 видов, которые ранее не имели статус биоиндикаторов, и составляет 39 % от 84 видов-индикаторов озера Средний Кабан, приведённых в списке В. Сладечека.

- для озера Нижний Кабан индикаторная значимость приведена для 30 видов, которые ранее не имели статус биоиндикаторов, и составляет 40 % от 71 видов-индикаторов озера Нижний Кабан, приведённых в списке В. Сладечека.

По маркерному гену *COI* индикаторная значимость приведена для 5 видов, которые ранее не имели статус биоиндикаторов, что составляет 7 % от 71 вида-биоиндикатора озёр Кабан, приведённых в списке В. Сладечека:

- для озера Верхний Кабан индикаторная значимость приведена для 2 видов, которые ранее не имели статус биоиндикаторов, и составляет 4 % от 49 видов-индикаторов озера Верхний Кабан, приведённых в списке В. Сладечека.

- для озера Средний Кабан индикаторная значимость приведена для 2 видов, которые ранее не имели статус биоиндикаторов, и составляет 4 % от 49 видов-индикаторов озера Средний Кабан, приведённых в списке В. Сладечека.

- для озера Нижний Кабан индикаторная значимость приведена для 3 видов, которые ранее не имели статус биоиндикаторов, и составляет 7 % от 43 видов-индикаторов озера Нижний Кабан, приведённых в списке В. Сладечека.

По маркерному гену *rbcL* индикаторная значимость приведена для 55 видов, которые ранее не имели статус биоиндикаторов, что составляет 98 % от 56 видов-индикаторов озёр Кабан, приведённых в списке В. Сладечека:

- для озера Верхний Кабан индикаторная значимость приведена для 34 видов, которые ранее не имели статус биоиндикаторов,

и составляет 97 % от 35 видов-индикаторов озера Верхний Кабан, приведённых в списке В. Сладечека.

- для озера Средний Кабан индикаторная значимость приведена для 18 видов, которые ранее не имели статус биоиндикаторов, и составляет 55 % от 33 видов-индикаторов озера Средний Кабан, приведённых в списке В. Сладечека.

- для озера Нижний Кабан индикаторная значимость приведена для 31 видов, которые ранее не имели статус биоиндикаторов, и составляет 74 % от 42 видов-индикаторов озера Нижний Кабан, приведённых в списке В. Сладечека.

По всем маркерным генам для трёх озер Кабан индикаторная значимость приведена для 123 видов, которые ранее не имели статус биоиндикаторов, и составляет 65 % от 190 видов-индикаторов озёр Кабан, приведённых в списке В. Сладечека, последовательности маркерных генов которых внесены в международную базу данных нуклеотидных последовательностей GenBank:

- для озера Верхний Кабан индикаторная значимость приведена для 77 видов, которые ранее не имели статус биоиндикаторов, и составляет 46 % от 173 видов-индикаторов озера Верхний Кабан, приведённых в списке В. Сладечека.

- для озера Средний Кабан индикаторная значимость приведена для 56 видов, которые ранее не имели статус биоиндикаторов, и составляет 32 % от 173 видов-индикаторов озера Средний Кабан, приведённых в списке В. Сладечека.

- для озера Нижний Кабан индикаторная значимость приведена для 70 видов, которые ранее не имели статус биоиндикаторов, и составляет 42 % от 166 видов-индикаторов озера Нижний Кабан, приведённых в списке В. Сладечека.

Обобщённый список индикаторных видов гидробионтов озёр Кабан по маркерным генам приведён в Приложении (Фролова, Свердруп, 2021).

Бóльшее количество индикаторных видов приведено по маркерному гену *18S рРНК*, так как этот ген присутствует у всех эукариот и является более практичным для использования, чем гены, специфичные только для животных организмов – *COI* и фотосинтезирующих организмов – *rbcL*. По аналогии с геном *18S рРНК*, ген *16S рРНК* является предпочтительным в использовании для прокариот. Кроме того, рибосомные гены в международной базе данных нуклеотидных последовательностей GenBank представлены значительно бóльшим количеством записей.

Полученные результаты по индикаторной значимости гидробионтов озёр Кабан г.Казани по маркерным генам позволяют значительно повысить достоверность и качество оценки экологического состояния водоемов и оценки биоразнообразия гидробионтов пресноводных водоёмов. С увеличением числа секвенированных последовательностей по маркерным генам гидробионтов будет повышаться и количество индикаторных видов.

Список индикаторных видов гидробионтов озёр Кабан

Царство	Отдел	Класс	Порядок	Семейство	Вид	Озёра Кабан			Сапробность В. Сладечек	Сапробность по кластеризации
16S рPHK										
Bacteria	Proteobacteria	Betaproteobacteria	Burkholderiales	Comamonadaceae	Variovorax paradoxus	Верхний	Средний	Нижний		a-b
Bacteria	Proteobacteria	Gammaproteobacteria	Pseudomonadales	Pseudomonadaceae	Pseudomonas veronii			Нижний		p
Bacteria	Firmicutes	Clostridia	Clostridiales	Peptococcaceae	Desulfosporosinus meridiei	Верхний		Нижний		p
Bacteria	Bacteroidetes	Bacteroidia	Bacteroidales	Tannerellaceae	Parabacteroides distasonis			Нижний		p
Bacteria	Cyanobacteria	Cyanophyceae	Oscillatoriales	Oscillatoriaceae	Oscillatoria limnetica	Верхний	Средний	Нижний	o-b	
Bacteria	Cyanobacteria	Cyanophyceae	Oscillatoriales	Oscillatoriaceae	Phormidium mucicola		Средний	Нижний		o-b
Bacteria	Cyanobacteria	Cyanophyceae	Nostocales	Nostocaceae	Anabaena affinis		Средний	Нижний	b	
Bacteria	Cyanobacteria	Cyanophyceae	Nostocales	Nostocaceae	Anabaena flos-aquae	Верхний	Средний	Нижний	b	
Bacteria	Cyanobacteria	Cyanophyceae	Nostocales	Nostocaceae	Anabaena shermetievi	Верхний	Средний			b
Bacteria	Cyanobacteria	Cyanophyceae	Nostocales	Nostocaceae	Anabaena variabilis	Верхний				b
Bacteria	Cyanobacteria	Cyanophyceae	Nostocales	Nostocaceae	Anabaena augstumalis	Верхний				b
Bacteria	Cyanobacteria	Cyanophyceae	Synechococcales	Merismopediaceae	Merismopedia tenuissima	Верхний	Средний	Нижний	a-b	
Bacteria	Cyanobacteria	Cyanophyceae	Oscillatoriales	Oscillatoriaceae	Oscillatoria planctonica			Нижний		a-b
Bacteria	Cyanobacteria	Cyanophyceae	Chroococcales	Chroococcaceae	Gloeocapsa turgida	Верхний	Средний	Нижний	o	
Bacteria	Cyanobacteria	Cyanophyceae	Chroococcales	Microcystaceae	Microcystis aeruginosa	Верхний	Средний	Нижний	b	
Bacteria	Cyanobacteria	Cyanophyceae	Oscillatoriales	Oscillatoriaceae	Oscillatoria limosa	Верхний	Средний	Нижний	a-b	
18S рPHK										
Plantae	Streptophyta	Zygnemophyceae	Desmidiiales	Desmidiaceae	Staurastrum gracile	Верхний	Средний		o-b	
Plantae	Streptophyta	Zygnemophyceae	Desmidiiales	Desmidiaceae	Cosmarium bioculatum	Верхний				o-b
Plantae	Streptophyta	Zygnemophyceae	Desmidiiales	Desmidiaceae	Micrasterias tetraptera	Верхний	Средний			o-b
Plantae	Streptophyta	Zygnemophyceae	Desmidiiales	Desmidiaceae	Micrasterias tropica		Средний			o-b
Plantae	Streptophyta	Zygnemophyceae	Desmidiiales	Closteriaceae	Closterium venus			Нижний	b	
Plantae	Streptophyta	Magnoliopsida	Alismatales	Potamogetonaceae	Potamogeton pectinatus			Нижний	a-b	
Plantae	Chlorophyta	Chlorophyceae	Chlamydomonadales	Phacotaceae	Phacotus lenticularis	Верхний	Средний	Нижний	b	
Plantae	Chlorophyta	Chlorophyceae	Chlamydomonadales	Phacotaceae	Pteromonas angulosa		Средний	Нижний	b	
Plantae	Chlorophyta	Chlorophyceae	Chlamydomonadales	Spondylomoraceae	Pascherina tetras	Верхний	Средний			b

Царство	Отдел	Класс	Порядок	Семейство	Вид	Озёра Кабан			Сапробность В. Сладечек	Сапробность по кластеризации
						Верхний	Средний	Нижний		
Plantae	Chlorophyta	Chlorophyceae	Chlamydomonadales	Chlamydomonadaceae	<i>Chlamydomonas reinhardtii</i>	Верхний		Нижний	a	
Plantae	Chlorophyta	Chlorophyceae	Chlamydomonadales	Volvocaceae	<i>Pandorina morum</i>	Верхний	Средний	Нижний	b	
Plantae	Chlorophyta	Chlorophyceae	Chlamydomonadales	Chlamydomonadaceae	<i>Vitreochlamys nekrašovii</i>	Верхний	Средний	Нижний		b
Plantae	Chlorophyta	Chlorophyceae	Sphaeropleales	Hydrodictyceae	<i>Pediastrum duplex</i>	Верхний		Нижний	b	
Plantae	Chlorophyta	Chlorophyceae	Sphaeropleales	Hydrodictyceae	<i>Pediastrum biradiatum</i> [<i>Parapediastrum biradiatum</i>]	Верхний				b
Plantae	Chlorophyta	Chlorophyceae	Sphaeropleales	Hydrodictyceae	<i>Pseudopediastrum boryanum</i>			Нижний		b
Plantae	Chlorophyta	Chlorophyceae	Sphaeropleales	Selenastraceae	<i>Monoraphidium griffithii</i>	Верхний	Средний	Нижний		b
Plantae	Chlorophyta	Chlorophyceae	Sphaeropleales	Selenastraceae	<i>Monoraphidium contortum</i>	Верхний	Средний	Нижний		b
Plantae	Chlorophyta	Chlorophyceae	Sphaeropleales	Selenastraceae	<i>Ankistrodesmus fusiformis</i>	Верхний				b
Plantae	Chlorophyta	Chlorophyceae	Sphaeropleales	Selenastraceae	<i>Kirchneriella lunaris</i>	Верхний	Средний		b	
Plantae	Chlorophyta	Chlorophyceae	Sphaeropleales	Selenastraceae	<i>Raphidocelis contorta</i>		Средний			b
Plantae	Chlorophyta	Chlorophyceae	Sphaeropleales	Selenastraceae	<i>Monoraphidium komarkovae</i>			Нижний		b
Plantae	Chlorophyta	Chlorophyceae	Sphaeropleales	Scenedesmaceae	<i>Coelastrum microporum</i>	Верхний	Средний	Нижний	b	
Plantae	Chlorophyta	Chlorophyceae	Sphaeropleales	Scenedesmaceae	<i>Scenedesmus quadricauda</i>	Верхний	Средний	Нижний	b	
Plantae	Chlorophyta	Chlorophyceae	Sphaeropleales	Scenedesmaceae	<i>Scenedesmus armatus</i>			Нижний		b
Plantae	Chlorophyta	Chlorophyceae	Sphaeropleales	Scenedesmaceae	<i>Scenedesmus acutus</i>		Средний	Нижний		b
Plantae	Chlorophyta	Chlorophyceae	Sphaeropleales	Scenedesmaceae	<i>Scenedesmus obliquus</i> [<i>Tetradesmus obliquus</i>]	Верхний	Средний	Нижний	b	
Plantae	Chlorophyta	Chlorophyceae	Sphaeropleales	Scenedesmaceae	<i>Scenedesmus acuminatus</i>	Верхний		Нижний	b	
Plantae	Chlorophyta	Chlorophyceae	Sphaeropleales	Scenedesmaceae	<i>Coelastrum astroideum</i>		Средний			b
Plantae	Chlorophyta	Chlorophyceae	Sphaeropleales	Scenedesmaceae	<i>Coelastrum pseudomicroporum</i>		Средний	Нижний		b
Plantae	Chlorophyta	Chlorophyceae	Sphaeropleales	Scenedesmaceae	<i>Desmodesmus brasiliensis</i>			Нижний		b
Plantae	Chlorophyta	Chlorophyceae	Sphaeropleales	Scenedesmaceae	<i>Desmodesmus denticulatus</i>	Верхний	Средний			b
Plantae	Chlorophyta	Chlorophyceae	Sphaeropleales	Scenedesmaceae	<i>Pectinodesmus pectinatus</i>	Верхний		Нижний		b
Plantae	Chlorophyta	Chlorophyceae	Sphaeropleales	Scenedesmaceae	<i>Scenedesmus abundans</i>	Верхний		Нижний		b
Plantae	Chlorophyta	Chlorophyceae	Sphaeropleales	Scenedesmaceae	<i>Scenedesmus raciborskii</i>	Верхний				b
Plantae	Chlorophyta	Chlorophyceae	Sphaeropleales	Scenedesmaceae	<i>Scenedesmus arcuatus</i> [<i>Comasiella arcuata</i>]	Верхний	Средний	Нижний	b	

Царство	Отдел	Класс	Порядок	Семейство	Вид	Озёра Кабан			Сапробность В. Сладечек	Сапробность по кластеризации
							Средний			
Plantae	Chlorophyta	Chlorophyceae	Sphaeropleales	Scenedesmaceae	<i>Scenedesmus granulatum</i> [Desmodesmus granulatus]		Средний			b
Plantae	Chlorophyta	Chlorophyceae	Sphaeropleales	Scenedesmaceae	<i>Scenedesmus bijugatus</i>	Верхний	Средний	Нижний	b	
Plantae	Chlorophyta	Trebouxiophyceae	Trebouxiophyceae incertae sedis	Trebouxiophyceae incertae sedis	<i>Botryococcus braunii</i>	Верхний		Нижний	o-b	
Plantae	Chlorophyta	Trebouxiophyceae	Trebouxiales	Trebouxiaceae	<i>Lobosphaera tirolensis</i>	Верхний		Нижний		o-b
Plantae	Chlorophyta	Trebouxiophyceae	Chlorellales	Oocystaceae	<i>Oocystis lacustris</i>	Верхний	Средний	Нижний	b-o	
Plantae	Chlorophyta	Trebouxiophyceae	Chlorellales	Oocystaceae	<i>Lagerheimia longiseta</i>	Верхний				b-o
Plantae	Chlorophyta	Trebouxiophyceae	Chlorellales	Chlorellaceae	<i>Actinastrum hantzshii</i>	Верхний	Средний	Нижний	b	
Plantae	Chlorophyta	Trebouxiophyceae	Chlorellales	Chlorellaceae	<i>Chlorella vulgaris</i>	Верхний	Средний	Нижний	p-a	
Plantae	Chlorophyta	Trebouxiophyceae	Chlorellales	Chlorellaceae	<i>Micractinium pusillum</i>	Верхний		Нижний	b	
Chromista	Ochrophyta	Chrysophyceae	Chromulinales	Dinobryaceae	<i>Dinobryon divergens</i>	Верхний		Нижний	b	
Chromista	Ochrophyta	Chrysophyceae	Chromulinales	Dinobryaceae	<i>Dinobryon pediforme</i>	Верхний				b
Chromista	Ochrophyta	Synurophyceae	Synurales	Mallomonadaceae	<i>Synura spinosa</i>	Верхний			b-o	
Chromista	Ochrophyta	Synurophyceae	Synurales	Mallomonadaceae	<i>Synura mammilosa</i>	Верхний				b-o
Chromista	Ochrophyta	Synurophyceae	Synurales	Mallomonadaceae	<i>Synura petersenii</i>	Верхний			b	
Chromista	Ochrophyta	Synurophyceae	Synurales	Mallomonadaceae	<i>Synura asmundiae</i>	Верхний		Нижний		b
Chromista	Ochrophyta	Synurophyceae	Synurales	Mallomonadaceae	<i>Mallomonas tonsurata</i>		Средний		b	
Chromista	Ochrophyta	Synurophyceae	Synurales	Mallomonadaceae	<i>Mallomonas striata</i>	Верхний	Средний			b
Chromista	Ochrophyta	Bacillariophyceae	Naviculales	Naviculaceae	<i>Navicula viridula</i>		Средний		a	
Chromista	Ochrophyta	Bacillariophyceae	Naviculales	Naviculaceae	<i>Navicula cf.normaloides</i>	Верхний				a
Chromista	Ochrophyta	Bacillariophyceae	Bacillariales	Bacillariaceae	<i>Nitzschia acicularis</i>	Верхний	Средний	Нижний	a	
Chromista	Ochrophyta	Bacillariophyceae	Bacillariales	Bacillariaceae	<i>Nitzschia draveillensis</i>	Верхний	Средний	Нижний		a
Chromista	Ochrophyta	Bacillariophyceae	Naviculales	Naviculaceae	<i>Navicula cryptocephala</i>	Верхний			a	
Chromista	Ochrophyta	Bacillariophyceae	Surirellales	Surirellaceae	<i>Cyatopleura solea</i>		Средний		b-a	
Chromista	Ochrophyta	Bacillariophyceae	Cocconeidales	Cocconeidaceae	<i>Cocconeis placentula</i>	Верхний	Средний	Нижний	b	
Chromista	Ochrophyta	Bacillariophyceae	Bacillariales	Bacillariaceae	<i>Nitzschia palea</i>	Верхний	Средний	Нижний	a	
Chromista	Ochrophyta	Bacillariophyceae	Bacillariales	Bacillariaceae	<i>Nitzschia linearis</i>		Средний		o-b	
Chromista	Ochrophyta	Bacillariophyceae	Bacillariales	Bacillariaceae	<i>Nitzschia fonticola</i>	Верхний	Средний	Нижний	o-b	
Chromista	Ochrophyta	Bacillariophyceae	Bacillariales	Bacillariaceae	<i>Nitzschia amphibia</i>	Верхний				o-b
Chromista	Ochrophyta	Bacillariophyceae	Thalassiosiphysales	Catenulaceae	<i>Amphora ovalis</i>		Средний	Нижний	o-b	
Chromista	Ochrophyta	Bacillariophyceae	Thalassiosiphysales	Catenulaceae	<i>Amphora cf.pediculus</i>		Средний	Нижний		o-b
Chromista	Ochrophyta	Bacillariophyceae	Cymbellales	Cymbellaceae	<i>Cymbella cistula</i>		Средний	Нижний	b	
Chromista	Ochrophyta	Bacillariophyceae	Cymbellales	Cymbellaceae	<i>Cymbella cymbiformis</i>		Средний			b
Chromista	Ochrophyta	Coscinodiscophyceae	Thalassiosirales	Stephanodiscaceae	<i>Stephanodiscus hantzschii</i>	Верхний	Средний	Нижний	a	
Chromista	Ochrophyta	Coscinodiscophyceae	Thalassiosirales	Stephanodiscaceae	<i>Stephanodiscus parvus</i>	Верхний	Средний	Нижний		a

Царство	Отдел	Класс	Порядок	Семейство	Вид	Озёра Кабан			Сапробность В. Сладечек	Сапробность по кластеризации
Chromista	Ochrophyta	Coscinodiscophyceae	Melosirales	Melosiraceae	Melosira varians	Верхний			b	
Chromista	Ochrophyta	Coscinodiscophyceae	Thalassiosirales	Stephanodiscaceae	Cyclotella meneghiniana	Верхний	Средний	Нижний	a-b	
Chromista	Ochrophyta	Coscinodiscophyceae	Aulacoseirales	Aulacoseiraceae	Aulacoseira granulata	Верхний	Средний	Нижний	b	
Chromista	Ochrophyta	Coscinodiscophyceae	Thalassiosirales	Stephanodiscaceae	Cyclotella bodanica	Верхний	Средний	Нижний	o	
					18S pPHK Fragilariophyceae					
Chromista	Ochrophyta	Fragilariophyceae	Fragilariales	Fragilariaceae	Synedra acus	Верхний			b	
Chromista	Ochrophyta	Fragilariophyceae	Licmophorales	Ulnariaceae	Synedra ulna [Ulnaria ulna]	Верхний	Средний	Нижний	b	
Chromista	Ochrophyta	Fragilariophyceae	Fragilariales	Fragilariaceae	Asterionella formosa	Верхний		Нижний	o-b	
Chromista	Ochrophyta	Fragilariophyceae	Fragilariales	Fragilariaceae	Diatoma vulgare		Средний	Нижний	b	
Chromista	Ochrophyta	Fragilariophyceae	Tabellariales	Tabellariaceae	Tabellaria flocculosa		Средний		o-x	
Chromista	Ochrophyta	Fragilariophyceae	Fragilariales	Fragilariaceae	Flagilaria capucina			Нижний	o-b	
Chromista	Ochrophyta	Fragilariophyceae	Fragilariales	Fragilariaceae	Flagilaria crotonensis		Средний		o-b	
Chromista	Ochrophyta	Fragilariophyceae	Fragilariales	Fragilariaceae	Flagilaria rumpens		Средний	Нижний		o-b
Chromista	Ochrophyta	Fragilariophyceae	Fragilariales	Fragilariaceae	Flagilaria nanana			Нижний		o-b
					18S pPHK Cryptophyceae					
Chromista	Cryptophyta	Cryptophyceae	Cryptomonadales	Cryptomonadaceae	Cryptomonas curvata	Верхний	Средний	Нижний	b	
Chromista	Cryptophyta	Cryptophyceae	Cryptomonadales	Cryptomonadaceae	Cryptomonas ozolini	Верхний				b
Chromista	Cryptophyta	Cryptophyceae	Cryptomonadales	Cryptomonadaceae	Cryptomonas pyrenoidifera	Верхний	Средний	Нижний		o-b
Chromista	Cryptophyta	Cryptophyceae	Cryptomonadales	Cryptomonadaceae	Cryptomonas erosa	Верхний		Нижний	a	
Chromista	Cryptophyta	Cryptophyceae	Cryptomonadales	Cryptomonadaceae	Cryptomonas reflexa			Нижний		a
Chromista	Cryptophyta	Cryptophyceae	Cryptomonadales	Hemiselmidae	Hemiselmis andersenii	Верхний		Нижний		a
					18S pPHK Dinophyceae					
Chromista	Dinoflagellata	Dinophyceae	Gonyaulacales	Ceratiaceae	Ceratium hirundinella	Верхний	Средний	Нижний	o	
Chromista	Dinoflagellata	Dinophyceae	Gonyaulacales	Goniodomataceae	Goniodoma polyedricum		Средний			o
Chromista	Dinoflagellata	Dinophyceae	Gonyaulacales	Gonyaulacaceae	Amylax triacantha		Средний			o
	Euglenozoa	Euglenida	Euglenales	Euglenaceae	Trachelomonas intermedia	Верхний	Средний	Нижний	b	
	Euglenozoa	Euglenida	Euglenales	Euglenaceae	Trachelomonas volvocina	Верхний	Средний	Нижний	b	
	Euglenozoa	Euglenida	Euglenales	Euglenaceae	Trachelomonas oblonga		Средний		b	
	Euglenozoa	Euglenida	Euglenales	Euglenaceae	Trachelomonas planktonica	Верхний	Средний	Нижний	b-o	
	Euglenozoa	Euglenida	Euglenales	Euglenaceae	Strombomonas acuminata [Trachelomonas conspersa]		Средний		b	

Царство	Отдел	Класс	Порядок	Семейство	Вид	Озёра Кабан			Сапробность В. Сладечек	Сапробность по кластеризации
	Euglenozoa	Euglenida	Euglenales	Euglenaceae	<i>Strombomonas eurystoma</i> [<i>Trachelomonas eurystoma</i>]			Нижний		b
	Euglenozoa	Euglenida	Euglenales	Euglenaceae	<i>Trachelomonas hispida</i>	Верхний	Средний	Нижний	b	
	Euglenozoa	Euglenida	Euglenales	Euglenaceae	<i>Euglena geniculata</i>		Средний		p-a	
	Euglenozoa	Euglenida	Euglenales	Euglenaceae	<i>Euglena granulata</i>		Средний		o-b	
Animalia	Arthropoda	Branchiopoda	Diplostraca	Macrotrichidae	<i>Acantholeberis curvirostris</i>		Средний		o	
Animalia	Arthropoda	Branchiopoda	Diplostraca	Daphniidae	<i>Simocephalus vetulus</i>	Верхний	Средний	Нижний	o-b	
Animalia	Arthropoda	Branchiopoda	Diplostraca	Daphniidae	<i>Daphnia magna</i>	Верхний		Нижний	a-p	
Animalia	Arthropoda	Branchiopoda	Diplostraca	Daphniidae	<i>Daphnia pulex</i>	Верхний	Средний		a	
Animalia	Arthropoda	Branchiopoda	Diplostraca	Daphniidae	<i>Scapholeberis mucronata</i>	Верхний	Средний	Нижний	b	
Animalia	Arthropoda	Branchiopoda	Diplostraca	Chydoridae	<i>Acroperus harpae</i>		Средний		o-b	
Animalia	Arthropoda	Branchiopoda	Diplostraca	Chydoridae	<i>Camptocercus rectirostris</i>	Верхний			o	
Animalia	Arthropoda	Branchiopoda	Diplostraca	Chydoridae	<i>Alonopsis elongata</i>	Верхний	Средний		o	
Animalia	Arthropoda	Branchiopoda	Diplostraca	Chydoridae	<i>Leydigiopsis curvirostris</i>		Средний			o
Animalia	Arthropoda	Branchiopoda	Diplostraca	Chydoridae	<i>Graptoleberis testudinaria</i>	Верхний	Средний	Нижний	o-b	
Animalia	Arthropoda	Branchiopoda	Diplostraca	Chydoridae	<i>Chydorus sphaericus</i>	Верхний	Средний	Нижний	b	
Animalia	Arthropoda	Branchiopoda	Diplostraca	Chydoridae	<i>Chydorus globosus</i> [<i>Pseudochydorus globosus</i>]	Верхний	Средний	Нижний	o	
Animalia	Arthropoda	Branchiopoda	Diplostraca	Chydoridae	<i>Pleuroxus aduncus</i>		Средний		o	
Animalia	Arthropoda	Branchiopoda	Diplostraca	Chydoridae	<i>Peracantha truncata</i> [<i>Pleuroxus truncatus</i>]		Средний	Нижний	o	
Animalia	Arthropoda	Branchiopoda	Diplostraca	Sididae	<i>Sida crystallina</i>	Верхний	Средний		o	
Animalia	Arthropoda	Branchiopoda	Diplostraca	Leptodoridae	<i>Leptodora kindtii</i>	Верхний	Средний	Нижний	o-b	
Animalia	Arthropoda	Branchiopoda	Diplostraca	Polyphemidae	<i>Polyphemus pediculus</i>	Верхний			o	
Animalia	Arthropoda	Branchiopoda	Diplostraca	Euryceridae	<i>Eurycerus lamellatus</i>	Верхний			o	
Animalia	Arthropoda	Branchiopoda	Diplostraca	Bosminidae	<i>Bosmina longirostris</i>	Верхний	Средний	Нижний	o-b	
Animalia	Arthropoda	Hexanauplia	Cyclopoida	Cyclopidae	<i>Megacyclops viridis</i>	Верхний	Средний	Нижний	b-o	
Animalia	Arthropoda	Hexanauplia	Cyclopoida	Cyclopidae	<i>Cyclops insignis</i>	Верхний	Средний	Нижний	o-b	
Animalia	Arthropoda	Hexanauplia	Cyclopoida	Cyclopidae	<i>Cyclops kolensis</i>	Верхний	Средний	Нижний		o-b
Animalia	Arthropoda	Hexanauplia	Cyclopoida	Cyclopidae	<i>Macrocyclus albidus</i>	Верхний	Средний	Нижний	b	
Animalia	Arthropoda	Hexanauplia	Cyclopoida	Cyclopidae	<i>Macrocyclus fuscus</i>		Средний	Нижний	b-o	
Animalia	Arthropoda	Hexanauplia	Cyclopoida	Cyclopidae	<i>Mesocyclus leuckarti</i>	Верхний	Средний	Нижний	o	
Animalia	Arthropoda	Hexanauplia	Cyclopoida	Cyclopidae	<i>Thermocyclus crassus</i>	Верхний	Средний	Нижний		o
Animalia	Arthropoda	Hexanauplia	Calanoida	Diaptomidae	<i>Arctodiaptomus dorsalis</i>			Нижний		o-b

Царство	Отдел	Класс	Порядок	Семейство	Вид	Озёра Кабан			Сапробность В. Сладечек	Сапробность по кластеризации
						Верхний	Средний	Нижний		
Animalia	Arthropoda	Hexanauplia	Calanoida	Diaptomidae	<i>Eudiaptomus gracilis</i>	Верхний	Средний	Нижний	o	
Animalia	Arthropoda	Hexanauplia	Calanoida	Diaptomidae	<i>Arctodiaptomus cf. stepanidesi</i>	Верхний	Средний	Нижний		o-b
Animalia	Arthropoda	Hexanauplia	Calanoida	Diaptomidae	<i>Eudiaptomus graciloides</i>	Верхний	Средний	Нижний	b-o	
Animalia	Arthropoda	Hexanauplia	Cyclopoida	Cyclopidae	<i>Cyclops strenuus</i>	Верхний	Средний	Нижний	b-a	
Animalia	Arthropoda	Hexanauplia	Cyclopoida	Cyclopidae	<i>Cyclops visinus</i>	Верхний	Средний	Нижний	b	
Animalia	Rotifera	Monogononta	Ploima	Brachionidae	<i>Brachionus rubens</i>	Верхний			a	
Animalia	Rotifera	Monogononta	Ploima	Brachionidae	<i>Brachionus angularis</i>	Верхний	Средний	Нижний	b-a	
Animalia	Rotifera	Monogononta	Flosculariacea	Flosculariidae	<i>Ptygura beauchampi</i>		Средний		o-b	
Animalia	Rotifera	Monogononta	Flosculariacea	Conochilidae	<i>Conochilus unicornis</i>	Верхний	Средний		o	
Animalia	Rotifera	Monogononta	Flosculariacea	Flosculariidae	<i>Laciniularia flosculosa</i>	Верхний			o-b	
Animalia	Rotifera	Monogononta	Flosculariacea	Flosculariidae	<i>Laciniularoides flosculosa</i>		Средний			o-b
Animalia	Rotifera	Monogononta	Flosculariacea	Testudinellidae	<i>Testudinella patina</i>			Нижний	b	
Animalia	Rotifera	Monogononta	Flosculariacea	Testudinellidae	<i>Testudinella patina dendradena</i>		Средний			b
Animalia	Rotifera	Monogononta	Flosculariacea	Filinidae	<i>Filinia longiseta</i>	Верхний	Средний	Нижний	b	
Animalia	Rotifera	Monogononta	Ploima	Dicranophoridae	<i>Dicranophorus forcipatus</i>	Верхний			o-b	
Animalia	Rotifera	Monogononta	Ploima	Brachionidae	<i>Keratella cochlearis</i>	Верхний	Средний	Нижний	b-o	
Animalia	Rotifera	Monogononta	Ploima	Trichocercidae	<i>Trichocerca elongata</i>	Верхний			o	
Animalia	Rotifera	Monogononta	Ploima	Gastropidae	<i>Ascomorpha ovalis</i>	Верхний	Средний			o
Animalia	Rotifera	Monogononta	Ploima	Trichocercidae	<i>Trichocerca rattus</i>	Верхний			o	
Animalia	Rotifera	Monogononta	Ploima	Brachionidae	<i>Mytilina mucronata</i>		Средний		b	
Animalia	Rotifera	Monogononta	Ploima	Brachionidae	<i>Mytilina ventralis</i>	Верхний	Средний	Нижний	o	
Animalia	Rotifera	Monogononta	Ploima	Brachionidae	<i>Euchlanis dilatata</i>	Верхний	Средний	Нижний	o-b	
Animalia	Rotifera	Monogononta	Ploima	Brachionidae	<i>Keratella quadrata</i>	Верхний	Средний	Нижний	o-b	
Animalia	Rotifera	Monogononta	Ploima	Brachionidae	<i>Notholca acuminata</i>	Верхний	Средний	Нижний	o	
Animalia	Rotifera	Monogononta	Ploima	Brachionidae	<i>Brachionus calyciflorus</i>	Верхний	Средний	Нижний	b-a	
Animalia	Rotifera	Monogononta	Ploima	Lepadellidae	<i>Lepadella rhomboides</i>		Средний		o	
Animalia	Rotifera	Monogononta	Ploima	Lepadellidae	<i>Lepadella patella</i>		Средний		o	
Animalia	Rotifera	Monogononta	Ploima	Brachionidae	<i>Platylas quadricornis</i>	Верхний	Средний	Нижний	b	
Animalia	Rotifera	Monogononta	Ploima	Synchaetidae	<i>Synchaeta pectinata</i>	Верхний	Средний		b-o	
Chromista	Ciliophora	Spirotrichea	Urostylida	Urostylidae	<i>Urostyla grandis</i>	Верхний	Средний		a-b	
Chromista	Ciliophora	Spirotrichea	Urostylida	Pseudokeronopsidae	<i>Apokeronopsis crassa</i>	Верхний				a-b
Chromista	Ciliophora	Spirotrichea	Urostylida	Holostichidae	<i>Anteholosticha gracilis</i>		Средний			a-b
Chromista	Ciliophora	Spirotrichea	Urostylida	Urostylida incertae sedis	<i>Monocoronella carnea</i>	Верхний				a-b
Chromista	Ciliophora	Spirotrichea	Tintinnida	Tintinnidae	<i>Tintinnidium fluviatile</i>	Верхний	Средний	Нижний	o-b	
Chromista	Ciliophora	Spirotrichea	Tintinnida	Codonellidae	<i>Tintinnopsis subacuta</i>	Верхний	Средний	Нижний		o-b

Царство	Отдел	Класс	Порядок	Семейство	Вид	Озёра Кабан			Сапробность В. Сладечек	Сапробность по кластеризации
Chromista	Ciliophora	Spirotrichea	Tintinnida	Rhabdonellidae	Schmidingerella arcuata	Верхний		Нижний		o-b
Chromista	Ciliophora	Spirotrichea	(Oligotrichia)	Tontonidae	Pseudotontonia simplicidens		Средний			o-b
Chromista	Ciliophora	Spirotrichea	Euplotida	Euplotidae	Euplotes aediculatus			Нижний	a	
Chromista	Ciliophora	Spirotrichea	Euplotida	Euplotidae	Euplotes eurystomus			Нижний	a	
Chromista	Ciliophora	Spirotrichea	Euplotida	Euplotidae	Euplotes octocarinatus			Нижний		a
Chromista	Ciliophora	Litostomatea	Pleurostomatida	Litonotidae	Acineria incurvata		Средний		p	
Chromista	Ciliophora	Litostomatea	Pleurostomatida	Amphileptidae	Amphileptus dragescoi		Средний			p
Chromista	Ciliophora	Prostomatea	Prorodontida	Colepidae	Coleps hirtus	Верхний	Средний	Нижний	b-a	
Chromista	Ciliophora	Prostomatea	Prorodontida	Colepidae	Plagiopogon loricatedus	Верхний				b-a
Chromista	Ciliophora	Oligohymenophorea	Sessilida	Vorticellidae	Vorticella mayeri	Верхний	Средний		b	
Chromista	Ciliophora	Oligohymenophorea	Sessilida	Astylozooidae	Astylozoon enriquesi	Верхний				b
Chromista	Ciliophora	Oligohymenophorea	Sessilida	Vorticellidae	Vorticella aequilata	Верхний		Нижний	p	
Chromista	Ciliophora	Oligohymenophorea	Sessilida	Vorticellidae	Vorticella gracilis	Верхний	Средний			p
Protozoa	Choanozoa	Choanoflagellata	Craspedida	Salpingoecidae	Sphaeroeca volvox			Нижний	a	
Protozoa	Choanozoa	Choanoflagellata	Craspedida	Salpingoecidae	Sphaeroeca leprechaunica			Нижний		a
COI										
Animalia	Annelida	Clitellata	Hirudinida	Erpobdellidae	Erpobdella octoculata	Верхний			a	
Animalia	Annelida	Clitellata	Hirudinida	Erpobdellidae	Erpobdella nigricolis	Верхний	Средний	Нижний		a
Animalia	Annelida	Clitellata	Hirudinida	Haemopidae	Haemopsis sanguisuga	Верхний	Средний		b	
Animalia	Annelida	Clitellata	Hirudinida	Glossiphoniidae	Hemiclepsis marginata	Верхний			b	
Animalia	Annelida	Clitellata	Hirudinida	Glossiphoniidae	Helobdella stagnalis			Нижний	a	
Animalia	Annelida	Clitellata	Haplotaxida	Naididae	Limnodrilus hoffmeisteri	Верхний			p-a	
Animalia	Annelida	Clitellata	Haplotaxida	Naididae	Tubifex tubifex	Верхний	Средний		p	
Animalia	Arthropoda	Branchiopoda	Diplostraca	Moinidae	Moina brachiata		Средний		b-a	
Animalia	Arthropoda	Branchiopoda	Diplostraca	Moinidae	Moina micrura		Средний	Нижний	b-a	
Animalia	Arthropoda	Branchiopoda	Diplostraca	Moinidae	Moina macrocopa			Нижний	a	
Animalia	Arthropoda	Branchiopoda	Diplostraca	Bosminidae	Bosmina coregoni		Средний		o	
Animalia	Arthropoda	Branchiopoda	Diplostraca	Bosminidae	Bosmina longirostris	Верхний	Средний	Нижний	o-b	
Animalia	Arthropoda	Branchiopoda	Diplostraca	Chydoridae	Pleuroxus aduncus		Средний		o	
Animalia	Arthropoda	Branchiopoda	Diplostraca	Daphniidae	Scapholeberis micronata	Верхний	Средний	Нижний	b	
Animalia	Arthropoda	Branchiopoda	Diplostraca	Polyphemidae	Polyphemus pediculus	Верхний			o	
Animalia	Arthropoda	Branchiopoda	Diplostraca	Eurycercidae	Eurycercus lamellatus	Верхний			o	

Царство	Отдел	Класс	Порядок	Семейство	Вид	Озёра Кабан			Сапробность В. Сладечек	Сапробность по кластеризации
						Верхний	Средний	Нижний		
Animalia	Arthropoda	Branchiopoda	Diplostraca	Daphniidae	<i>Daphnia cucullata</i>	Верхний	Средний	Нижний	b-o	
Animalia	Arthropoda	Branchiopoda	Diplostraca	Daphniidae	<i>Daphnia longispina</i>	Верхний	Средний	Нижний	b	
Animalia	Arthropoda	Branchiopoda	Diplostraca	Daphniidae	<i>Daphnia magna</i>	Верхний		Нижний	a-p	
Animalia	Arthropoda	Branchiopoda	Diplostraca	Sididae	<i>Sida crystalina</i>	Верхний	Средний		o	
Animalia	Arthropoda	Branchiopoda	Diplostraca	Daphniidae	<i>Daphnia pulex</i>	Верхний	Средний		a	
Animalia	Arthropoda	Branchiopoda	Diplostraca	Leptodoridae	<i>Leptodora kindtii</i>	Верхний	Средний	Нижний	o-b	
Animalia	Arthropoda	Branchiopoda	Diplostraca	Chydoridae	<i>Graptoleberis testudinaria</i>	Верхний	Средний	Нижний	o-b	
Animalia	Arthropoda	Branchiopoda	Diplostraca	Daphniidae	<i>Simocephalus vetulus</i>	Верхний	Средний	Нижний	o-b	
Animalia	Arthropoda	Branchiopoda	Diplostraca	Daphniidae	<i>Ceriodaphnia laticaudata</i>	Верхний	Средний	Нижний	b-o	
Animalia	Arthropoda	Branchiopoda	Diplostraca	Daphniidae	<i>Ceriodaphnia quadrangula</i>	Верхний	Средний	Нижний	o	
Animalia	Arthropoda	Branchiopoda	Diplostraca	Sididae	<i>Diaphanosoma brachyurum</i>	Верхний	Средний	Нижний	o	
Animalia	Arthropoda	Branchiopoda	Diplostraca	Sididae	<i>Diaphanosoma mongolianum</i>		Средний			o
Animalia	Arthropoda	Branchiopoda	Diplostraca	Chydoridae	<i>Chydorus sphaericus</i>	Верхний	Средний	Нижний	b	
Animalia	Arthropoda	Branchiopoda	Diplostraca	Chydoridae	<i>Leydigia acanthocercoides</i>		Средний	Нижний	o-b	
Animalia	Arthropoda	Branchiopoda	Diplostraca	Chydoridae	<i>Leydigia leidigii</i>		Средний	Нижний	b	
Animalia	Arthropoda	Branchiopoda	Diplostraca	Chydoridae	<i>Acroperus harpae</i>		Средний		o-b	
Animalia	Arthropoda	Branchiopoda	Diplostraca	Chydoridae	<i>Camptocercus rectirostris</i>	Верхний			o	
Animalia	Arthropoda	Branchiopoda	Diplostraca	Chydoridae	<i>Alona guttata</i>		Средний		o-b	
Animalia	Arthropoda	Malacostraca	Amphipoda	Gammaridae	<i>Gammarus roeseli</i>			Нижний	b	
Animalia	Arthropoda	Malacostraca	Amphipoda	Metacrangonyctidae	<i>Metacrangonyx longicaudus</i>	Верхний				b
Animalia	Arthropoda	Malacostraca	Isopoda	Asellidae	<i>Asellus aquaticus</i>	Верхний		Нижний	a	
Animalia	Rotifera	Eurotatoria	Philodinida	Philodinidae	<i>Macrotrachella papillosa</i>			Нижний	o	
Animalia	Rotifera	Eurotatoria	Philodinida	Philodinidae	<i>Philodina megalotrocha</i>	Верхний	Средний	Нижний	o-b	
Animalia	Rotifera	Eurotatoria	Philodinida	Philodinidae	<i>Pleuretra hystrix</i>			Нижний		o
Animalia	Rotifera	Eurotatoria	Philodinida	Philodinidae	<i>Macrotrachela quadricornifera</i>	Верхний	Средний		o	

Царство	Отдел	Класс	Порядок	Семейство	Вид	Озёра Кабан			Сапробность В. Сладечек	Сапробность по кластеризации
Animalia	Rotifera	Eurotatoria	Adinetida	Adinetidae	Adineta vaga			Нижний	o-b	
Animalia	Rotifera	Eurotatoria	Philodinida	Philodinidae	Philodina citrina	Верхний			o	
Animalia	Rotifera	Eurotatoria	Philodinida	Bdelloidea incertae sedis	Rotaria rotatoria			Нижний	a	
Animalia	Rotifera	Monogononta	Ploima	Brachionidae	Brachionus plicatilis	Верхний			b	
Animalia	Rotifera	Monogononta	Ploima	Brachionidae	Brachionus quadridentatus	Верхний	Средний	Нижний	b	
Animalia	Rotifera	Monogononta	Ploima	Brachionidae	Brachionus sessilis			Нижний		b
Animalia	Rotifera	Monogononta	Ploima	Brachionidae	Brachionus urceus		Средний	Нижний	b	
Animalia	Rotifera	Monogononta	Ploima	Brachionidae	Brachionus calyciflorus	Верхний	Средний	Нижний	b-a	
Animalia	Rotifera	Monogononta	Ploima	Brachionidae	Brachionus angularis	Верхний	Средний	Нижний	b-a	
Animalia	Rotifera	Monogononta	Ploima	Brachionidae	Brachionus diversicornis	Верхний	Средний	Нижний	a	
Animalia	Rotifera	Monogononta	Ploima	Brachionidae	Brachionus rubens	Верхний			a	
Animalia	Rotifera	Monogononta	Ploima	Asplanchnidae	Asplanchna cf.sieboldi		Средний		o-b	
Animalia	Rotifera	Monogononta	Ploima	Asplanchnidae	Asplanchna girodi	Верхний	Средний	Нижний	o-b	
Animalia	Rotifera	Monogononta	Ploima	Brachionidae	Brachionus calyciflorus	Верхний	Средний	Нижний	b-a	
Animalia	Rotifera	Monogononta	Ploima	Lecanidae	Lecane quadridentata		Средний		o-b	
Animalia	Rotifera	Monogononta	Ploima	Lecanidae	Lecane luna	Верхний	Средний	Нижний	o-b	
Animalia	Rotifera	Monogononta	Ploima	Lecanidae	Lecane bulla			Нижний	o	
Animalia	Rotifera	Monogononta	Ploima	Synchaetidae	Synchaeta pectinata	Верхний	Средний		b-o	
Animalia	Rotifera	Monogononta	Ploima	Trichocercidae	Trichocerca rattus	Верхний			o	
Animalia	Rotifera	Monogononta	Ploima	Brachionidae	Euchlanis dilatata	Верхний	Средний	Нижний	o-b	
Animalia	Rotifera	Monogononta	Ploima	Trichocercidae	Trichocerca capucina	Верхний	Средний		o	
Animalia	Rotifera	Monogononta	Ploima	Brachionidae	Platylabus quadricornis	Верхний	Средний	Нижний	b	
Animalia	Rotifera	Monogononta	Ploima	Synchaetidae	Polyarthra dolichoptera	Верхний	Средний	Нижний	o	
Animalia	Rotifera	Monogononta	Ploima	Synchaetidae	Polyarthra remata			Нижний	o	
Animalia	Rotifera	Monogononta	Ploima	Synchaetidae	Polyarthra vulgaris	Верхний	Средний	Нижний	b	
Animalia	Rotifera	Monogononta	Ploima	Brachionidae	Keratella cochlearis	Верхний	Средний	Нижний	b-o	
Animalia	Rotifera	Monogononta	Ploima	Brachionidae	Notholca acuminata	Верхний	Средний	Нижний	o	

Царство	Отдел	Класс	Порядок	Семейство	Вид	Озёра Кабан			Сапробность В. Сладечек	Сапробность по кластеризации
Animalia	Rotifera	Monogononta	Ploima	Lepadellidae	Lepadella patella		Средний		o	
Animalia	Rotifera	Monogononta	Ploima	Trichocercidae	Trichocerca longiseta	Верхний	Средний	Нижний	o	
Animalia	Rotifera	Monogononta	Ploima	Trichocercidae	Trichocerca similis	Верхний		Нижний	o	
Animalia	Rotifera	Monogononta	Ploima	Brachionidae	Mytilina mucronata		Средний		b	
Animalia	Rotifera	Monogononta	Ploima	Brachionidae	Mytilina ventralis	Верхний	Средний	Нижний	o	
Animalia	Rotifera	Monogononta	Ploima	Gastropidae	Ascomorpha ecaudis	Верхний			o	
Animalia	Rotifera	Monogononta	Ploima	Brachionidae	Keratella quadrata	Верхний	Средний	Нижний	o-b	
Animalia	Rotifera	Monogononta	Ploima	Brachionidae	Keratella valga		Средний		o-b	
rbcL										
Bacteria	Cyanobacteria	Cyanophyceae	Oscillatoriales	Oscillatoriaceae	Oscillatoria nigro-viridis	Верхний	Средний	Нижний		a
Bacteria	Cyanobacteria	Cyanophyceae	Oscillatoriales	Oscillatoriaceae	Oscillatoria tenuis		Средний		a	
Bacteria	Cyanobacteria	Cyanophyceae	Oscillatoriales	Oscillatoriaceae	Limnorphis robusta		Средний	Нижний		a
Bacteria	Cyanobacteria	Cyanophyceae	Oscillatoriales	Microcoleaceae	Arthrospira platensis		Средний	Нижний	b	
Bacteria	Cyanobacteria	Cyanophyceae	Chroococcales	Microcystaceae	Microcystis aeruginosa	Верхний	Средний	Нижний	b	
Bacteria	Cyanobacteria	Cyanophyceae	Chroococcales	Microcystaceae	Microcystis viridis			Нижний		b
Bacteria	Cyanobacteria	Cyanophyceae	Chroococcales	Microcystaceae	Microcystis botrys			Нижний		b
Bacteria	Cyanobacteria	Cyanophyceae	Nostocales	Nostocaceae	Anabaena affinis		Средний	Нижний	b	
Bacteria	Cyanobacteria	Cyanophyceae	Nostocales	Nostocaceae	Anabaena flos-aquae	Верхний	Средний	Нижний	b	
Bacteria	Cyanobacteria	Cyanophyceae	Nostocales	Nostocaceae	Anabaena shermetevi	Верхний	Средний			b
Bacteria	Cyanobacteria	Cyanophyceae	Nostocales	Nostocaceae	Anabaena augstumalis	Верхний				b
Bacteria	Cyanobacteria	Cyanophyceae	Nostocales	Aphanizomenonaceae	Aphanizomenon flos-aquae	Верхний	Средний	Нижний	b	
Chromista	Ochrophyta	Bacillariophyceae	Bacillariales	Bacillariaceae	Nitzschia fonticola	Верхний	Средний	Нижний	o-b	
Chromista	Ochrophyta	Bacillariophyceae	Bacillariales	Bacillariaceae	Pseudo-nitzschia arenysensis	Верхний				o-b
Chromista	Ochrophyta	Bacillariophyceae	Bacillariales	Bacillariaceae	Pseudo-nitzschia multistriata	Верхний				o-b
Chromista	Ochrophyta	Bacillariophyceae	Bacillariales	Bacillariaceae	Nitzschia linearis		Средний		o-b	
Chromista	Ochrophyta	Bacillariophyceae	Bacillariales	Bacillariaceae	Psammodictyon constrictum	Верхний				o-b
Chromista	Ochrophyta	Bacillariophyceae	Bacillariales	Bacillariaceae	Nitzschia acicularis	Верхний	Средний	Нижний	a	

Царство	Отдел	Класс	Порядок	Семейство	Вид	Озёра Кабан			Сапробность В. Сладечек	Сапробность по кластеризации
						Верхний	Средний	Нижний		
Chromista	Ochrophyta	Bacillariophyceae	Bacillariales	Bacillariaceae	<i>Nitzschia palea</i>	Верхний	Средний	Нижний	a	
Chromista	Ochrophyta	Bacillariophyceae	Bacillariales	Bacillariaceae	<i>Nitzschia capitellata</i>	Верхний		Нижний		a
Chromista	Ochrophyta	Bacillariophyceae	Bacillariales	Bacillariaceae	<i>Nitzschia recta</i>			Нижний	b-a	
Chromista	Ochrophyta	Bacillariophyceae	Cymbellales	Cymbellaceae	<i>Cymbella cistula</i>		Средний	Нижний	b	
Chromista	Ochrophyta	Bacillariophyceae	Cymbellales	Gomphonemataceae	<i>Gomphonema clevei</i>		Средний		x	
Chromista	Ochrophyta	Bacillariophyceae	Cymbellales	Gomphonemataceae	<i>Gomphonema angustum</i>			Нижний	o	
Chromista	Ochrophyta	Bacillariophyceae	Cymbellales	Gomphonemataceae	<i>Gomphonema pumilum</i>			Нижний		x-o
Chromista	Ochrophyta	Bacillariophyceae	Cymbellales	Gomphonemataceae	<i>Gomphonema acuminatum</i>			Нижний	b	
Chromista	Ochrophyta	Bacillariophyceae	Cymbellales	Gomphonemataceae	<i>Gomphonema truncatum</i>	Верхний	Средний	Нижний	b	
Chromista	Ochrophyta	Bacillariophyceae	Naviculales	Pinnulariaceae	<i>Pinnularia neomajor</i>	Верхний		Нижний	b	
Chromista	Ochrophyta	Bacillariophyceae	Naviculales	Pinnulariaceae	<i>Pinnularia isselana</i>	Верхний		Нижний		b-o
Chromista	Ochrophyta	Bacillariophyceae	Naviculales	Naviculaceae	<i>Navicula cryptocephala</i>	Верхний			a	
Chromista	Ochrophyta	Bacillariophyceae	Naviculales	Naviculaceae	<i>Navicula viridula</i>		Средний		a	
Chromista	Ochrophyta	Bacillariophyceae	Naviculales	Naviculaceae	<i>Navicula tripunctata</i>	Верхний				a
Chromista	Ochrophyta	Bacillariophyceae	Thalassiosiphysales	Catenulaceae	<i>Amphora ovalis</i>		Средний	Нижний	o-b	
Chromista	Ochrophyta	Bacillariophyceae	Thalassiosiphysales	Catenulaceae	<i>Amphora affinis</i>		Средний	Нижний		o-b
Chromista	Ochrophyta	Bacillariophyceae	Thalassiosiphysales	Catenulaceae	<i>Amphora proteus</i>		Средний	Нижний		o-b
Chromista	Ochrophyta	Bacillariophyceae	Thalassiosiphysales	Catenulaceae	<i>Amphora waldeniana</i>		Средний	Нижний		o-b
Chromista	Ochrophyta	Coscinodiscophyceae	Thalassiosirales	Stephanodiscaceae	<i>Stephanodiscus hantzschii</i>	Верхний	Средний	Нижний	a	
Chromista	Ochrophyta	Coscinodiscophyceae	Thalassiosirales	Stephanodiscaceae	<i>Stephanodiscus parvus</i>	Верхний	Средний	Нижний		a
Chromista	Ochrophyta	Coscinodiscophyceae	Thalassiosirales	Stephanodiscaceae	<i>Cyclotella bodanica</i>	Верхний	Средний	Нижний	o	
Chromista	Ochrophyta	Coscinodiscophyceae	Thalassiosirales	Stephanodiscaceae	<i>Cyclotella costei</i>	Верхний	Средний	Нижний		o
Chromista	Ochrophyta	Coscinodiscophyceae	Thalassiosirales	Stephanodiscaceae	<i>Cyclotella cf. comensis</i>			Нижний	o	
Chromista	Ochrophyta	Coscinodiscophyceae	Thalassiosirales	Stephanodiscaceae	<i>Cyclotella cf. ocellata</i>			Нижний		o
Chromista	Ochrophyta	Coscinodiscophyceae	Thalassiosirales	Stephanodiscaceae	<i>Cyclotella meneghiniana</i>	Верхний	Средний	Нижний	a-b	
Chromista	Ochrophyta	Coscinodiscophyceae	Thalassiosirales	Stephanodiscaceae	<i>Cyclotella cryptica</i>		Средний			a-b
Chromista	Ochrophyta	Coscinodiscophyceae	Thalassiosirales	Stephanodiscaceae	<i>Cyclotella atomus</i>	Верхний	Средний			a-b

Царство	Отдел	Класс	Порядок	Семейство	Вид	Озёра Кабан			Сапробность В. Сладечек	Сапробность по кластеризации
						Верхний	Средний	Нижний		
Chromista	Ochrophyta	Coscinodiscophyceae	Thalassiosirales	Stephanodiscaceae	<i>Cyclotella striata</i>	Верхний	Средний	Нижний		a-b
Chromista	Ochrophyta	Coscinodiscophyceae	Thalassiosirales	Stephanodiscaceae	<i>Cyclotella choctawhatcheeana</i>	Верхний		Нижний		a-b
Chromista	Ochrophyta	Coscinodiscophyceae	Thalassiosirales	Stephanodiscaceae	<i>Cyclotella litoralis</i>		Средний			a-b
Chromista	Ochrophyta	Coscinodiscophyceae	Melosirales	Aulacoseiraceae	<i>Aulacoseira granulata</i>	Верхний	Средний	Нижний	b	
Chromista	Ochrophyta	Coscinodiscophyceae	Melosirales	Melosiraceae	<i>Melosira varians</i>	Верхний			b	
Chromista	Ochrophyta	Fragilariophyceae	Fragilariales	Fragilariaceae	<i>Fragilaria crotonensis</i>		Средний		o-b	
Chromista	Ochrophyta	Fragilariophyceae	Fragilariales	Fragilariaceae	<i>Fragilaria capucina</i>			Нижний	o-b	
Chromista	Ochrophyta	Fragilariophyceae	Fragilariales	Fragilariaceae	<i>Fragilaria perminuta</i>			Нижний		o-b
Chromista	Ochrophyta	Fragilariophyceae	Fragilariales	Fragilariaceae	<i>Fragilaria rumpens</i>		Средний	Нижний		o-b
Chromista	Ochrophyta	Fragillariophyceae	Licnophorales	Ulnariaceae	<i>Synedra ulna</i> [<i>Ulnaria ulna</i>]	Верхний	Средний	Нижний	b	
Chromista	Ochrophyta	Fragillariophyceae	Fragilariales	Fragilariaceae	<i>Asterionella formosa</i>	Верхний		Нижний	o-b	
Chromista	Ochrophyta	Fragillariophyceae	Tabellariales	Tabellariaceae	<i>Tabellaria flocculosa</i>		Средний		o-x	
Chromista	Ochrophyta	Cryptophyceae	Cryptomonadales	Cryptomonadaceae	<i>Cryptomonas curvata</i>	Верхний	Средний	Нижний	b	
Chromista	Ochrophyta	Cryptophyceae	Cryptomonadales	Cryptomonadaceae	<i>Cryptomonas erosa</i>	Верхний		Нижний	a	
Chromista	Ochrophyta	Cryptophyceae	Cryptomonadales	Cryptomonadaceae	<i>Cryptomonas marssonii</i>	Верхний			o-b	
Chromista	Ochrophyta	Cryptophyceae	Cryptomonadales	Cryptomonadaceae	<i>Cryptomonas pyrenoidifera</i>	Верхний	Средний	Нижний		o-b
Chromista	Ochrophyta	Cryptophyceae	Cryptomonadales	Cryptomonadaceae	<i>Cryptomonas tetrapyrenoidosa</i>	Верхний		Нижний		o-b
Chromista	Ochrophyta	Cryptophyceae	Cryptomonadales	Cryptomonadaceae	<i>Cryptomonas ovata</i>	Верхний			a	
Chromista	Ochrophyta	Cryptophyceae	Cryptomonadales	Cryptomonadaceae	<i>Cryptomonas borealis</i>			Нижний		a
Chromista	Ochrophyta	Cryptophyceae	Cryptomonadales	Cryptomonadaceae	<i>Cryptomonas lundii</i>	Верхний				a
Plantae	Streptophyta	Magnoliopsida	Alismatales	Potamogetonaceae	<i>Potamogeton lucens</i>	Верхний		Нижний	o-b	
Plantae	Streptophyta	Magnoliopsida	Alismatales	Potamogetonaceae	<i>Potamogeton pectinatus</i>			Нижний	a-b	
Plantae	Streptophyta	Zygnemophyceae	Desmidiiales	Closteriaceae	<i>Closterium acutum</i>	Верхний	Средний	Нижний	b-a	
Plantae	Streptophyta	Zygnemophyceae	Desmidiiales	Desmidiaceae	<i>Cosmarium bioculatum</i>	Верхний				o-b
Plantae	Streptophyta	Zygnemophyceae	Desmidiiales	Desmidiaceae	<i>Cosmarium binum</i>			Нижний		o-b
Plantae	Streptophyta	Zygnemophyceae	Desmidiiales	Desmidiaceae	<i>Cosmarium undulatum</i>			Нижний		o-b
Plantae	Chlorophyta	Chlorophyceae	Chlamydomonadales	Volvocaceae	<i>Pleodorina starrii</i>					b

Царство	Отдел	Класс	Порядок	Семейство	Вид	Озёра Кабан			Сапробность В. Сладечек	Сапробность по кластеризации
Plantae	Chlorophyta	Chlorophyceae	Chlamydomonadales	Volvocaceae	Volvox ovalis					b
Plantae	Chlorophyta	Chlorophyceae	Chlamydomonadales	Volvocaceae	Eudorina elegans				b	
Plantae	Chlorophyta	Chlorophyceae	Chlamydomonadales	Volvocaceae	Pandorina morum	Верхний	Средний	Нижний	b	
Plantae	Chlorophyta	Chlorophyceae	Chlamydomonadales	Volvocaceae	Pandorina colemaniae	Верхний				b
Plantae	Chlorophyta	Chlorophyceae	Chlamydomonadales	Volvocaceae	Volvulina compacta	Верхний				b
Plantae	Chlorophyta	Chlorophyceae	Chlamydomonadales	Chlamydomonadaceae	Chlamydomonas reinhardtii	Верхний		Нижний	a	
Plantae	Chlorophyta	Chlorophyceae	Chlamydomonadales	Chlamydomonadaceae	Vitreochlamys aulata	Верхний		Нижний		a
Plantae	Chlorophyta	Chlorophyceae	Chlamydomonadales	Chlamydomonadaceae	Vitreochlamys pinguis	Верхний		Нижний		a
Plantae	Chlorophyta	Chlorophyceae	Chlamydomonadales	Phacotaceae	Phacotus lenticularis	Верхний	Средний	Нижний	b	
Plantae	Chlorophyta	Chlorophyceae	Chlamydomonadales	Phacotaceae	Pteromonas angulosa		Средний	Нижний	b	
Plantae	Chlorophyta	Chlorophyceae	Chlamydomonadales	Spondylomoraceae	Pascherina tetras	Верхний	Средний			b
Plantae	Chlorophyta	Chlorophyceae	Chlamydomonadales	Characiochloridaceae	Chlamydropodium vacuolatum	Верхний				a
Plantae	Chlorophyta	Chlorophyceae	Chlamydomonadales	Haematococcaceae	Chlorogonium elongatum			Нижний	a	
Plantae	Chlorophyta	Chlorophyceae	Sphaeropleales	Selenastraceae	Ankistrodesmus falcatus	Верхний	Средний		b-a	
Plantae	Chlorophyta	Chlorophyceae	Sphaeropleales	Selenastraceae	Monoraphidium komarkovae			Нижний		b-a
Plantae	Chlorophyta	Chlorophyceae	Sphaeropleales	Hydrodictyaceae	Pediastrum duplex	Верхний		Нижний	b	
Plantae	Chlorophyta	Chlorophyceae	Sphaeropleales	Hydrodictyaceae	Scenedesmus armatus [Parapediastrum biradiatum]	Верхний				b
Plantae	Chlorophyta	Chlorophyceae	Sphaeropleales	Hydrodictyaceae	Pediastrum angulosum	Верхний				b
Plantae	Chlorophyta	Chlorophyceae	Sphaeropleales	Scenedesmaceae	Scenedesmus obliquus [Tetrademus obliquus]	Верхний	Средний	Нижний	b	
Plantae	Chlorophyta	Chlorophyceae	Sphaeropleales	Scenedesmaceae	Pectinodesmus pectinatus	Верхний		Нижний		b
Plantae	Chlorophyta	Chlorophyceae	Sphaeropleales	Scenedesmaceae	Scenedesmus acutus		Средний	Нижний		b
Plantae	Chlorophyta	Chlorophyceae	Sphaeropleales	Scenedesmaceae	Scenedesmus obtusus	Верхний				b
Plantae	Chlorophyta	Chlorophyceae	Sphaeropleales	Scenedesmaceae	Scenedesmus bijugatus	Верхний			b	
Plantae	Chlorophyta	Chlorophyceae	Sphaeropleales	Scenedesmaceae	Scenedesmus hindakii	Верхний				b
Plantae	Chlorophyta	Chlorophyceae	Sphaeropleales	Scenedesmaceae	Scenedesmus ellipticum			Нижний	o-b	

Царство	Отдел	Класс	Порядок	Семейство	Вид	Озёра Кабан			Сапробность В. Сладечек	Сапробность по кластеризации
<i>Plantae</i>	<i>Chlorophyta</i>	<i>Chorophyceae</i>	<i>Sphaeropleales</i>	<i>Scenedesmaceae</i>	<i>Scenedesmus armatus</i>			Нижний		b
<i>Plantae</i>	<i>Chlorophyta</i>	<i>Chorophyceae</i>	<i>Sphaeropleales</i>	<i>Scenedesmaceae</i>	<i>Scenedesmus quadri- cauda</i>	Верхний	Средний	Нижний	b	
<i>Plantae</i>	<i>Chlorophyta</i>	<i>Chorophyceae</i>	<i>Sphaeropleales</i>	<i>Hydrodictyaceae</i>	<i>Pediastrum boryanum</i>	Верхний		Нижний	b	
<i>Plantae</i>	<i>Chlorophyta</i>	<i>Chorophyceae</i>	<i>Sphaeropleales</i>	<i>Scenedesmaceae</i>	<i>Enallax acutiformis</i>	Верхний				b
<i>Plantae</i>	<i>Chlorophyta</i>	<i>Trebouxiophyceae</i>	<i>Chlorellales</i>	<i>Chlorellaceae</i>	<i>Micractinium pusillum</i>	Верхний		Нижний	b	
<i>Plantae</i>	<i>Chlorophyta</i>	<i>Trebouxiophyceae</i>	<i>Chlorellales</i>	<i>Chlorellaceae</i>	<i>Actinastrum hantzschii</i>	Верхний	Средний	Нижний	b	
<i>Plantae</i>	<i>Chlorophyta</i>	<i>Trebouxiophyceae</i>	<i>Chlorellales</i>	<i>Chlorellaceae</i>	<i>Chlorella singularis</i>		Средний			b
<i>Plantae</i>	<i>Chlorophyta</i>	<i>Trebouxiophyceae</i>	<i>Chlorellales</i>	<i>Chlorellaceae</i>	<i>Chlorella sorokiniana</i>	Верхний		Нижний		b
<i>Plantae</i>	<i>Chlorophyta</i>	<i>Trebouxiophyceae</i>	<i>Chlorellales</i>	<i>Chlorellaceae</i>	<i>Chlorella vulgaris</i>		Средний	Нижний	p-a	
<i>Plantae</i>	<i>Chlorophyta</i>	<i>Trebouxiophyceae</i>	<i>Chlorellales</i>	<i>Chlorellaceae</i>	<i>Chlorella variabilis</i>	Верхний	Средний	Нижний		p-a
<i>Plantae</i>	<i>Chlorophyta</i>	<i>Trebouxiophyceae</i>	<i>Chlorellales</i>	<i>Chlorellaceae</i>	<i>Auxenochlorella pyre- noidosa</i>	Верхний			p	
<i>Plantae</i>	<i>Chlorophyta</i>	<i>Trebouxiophyceae</i>	<i>Chlorellales</i>	<i>Chlorellaceae</i>	<i>Closteriopsis acicularis</i>	Верхний		Нижний		p
<i>Plantae</i>	<i>Chlorophyta</i>	<i>Trebouxiophyceae</i>	<i>Chlorellales</i>	<i>Chlorellaceae</i>	<i>Dicloster acuatus</i>	Верхний				p
<i>Plantae</i>	<i>Chlorophyta</i>	<i>Trebouxiophyceae</i>	<i>Chlorellales</i>	<i>Oocystaceae</i>	<i>Oocystis lacustris</i>	Верхний	Средний	Нижний	b-o	

ЛИТЕРАТУРА

1. A DNA barcode for land plants /CBOL Plant Working Group1 //PNAS. – 2009. – V.106 (31). – P.12794–12797.
2. Aletsee L., Jahnke J. Growth and productivity of the psychrophilic marine diatoms *Thalassiosira antarctica* Comber and *Nitzschia frigida* Grunow in batch cultures at temperatures below the freezing point of sea water / L. Aletsee, J. Jahnke // Polar biology. – 1992. – V.11. – P. 643–647.
3. Armstrong G.D. Colonies as defence in the freshwater phytoplankton genus *Dinobryon* (Chrysophyceae) / G.D. Armstrong. – Thesis of University of British Columbia, 1985. – 188 p.
4. Babu B., Wu J.T. Production of Natural Butylated Hydroxytoluene as an Antioxidant by Freshwater Phytoplankton / B. Babu, J.T. Wu // Journal of Phycology. – 2008. – V.44 (6). – P. 1447–1454.
5. Barnes R.S.K., Calow P., Olive P.J.W., Golding D.W., Spicer J.I. Invertebrates with legs: the arthropods and similar groups / R.S.K. Barnes, P. Calow, P.J.W. Olive, D.W. Golding, J.I. Spicer // The Invertebrates. – 2001. – P. 168–206.
6. Belk D. Branchiopoda. In The Light and Smith Manual: Intertidal Invertebrates from Central California to Oregon (4th ed.) / D. Belk. – ed. by J.T. Carlton, University of California Press, 2007. – P. 411–417.
7. Berg K.H.L., Melkonian M. Der Kosmos-Algenführer - Die wichtigsten Süßwasseralgen im Mikroskop / K.H.L. Berg, M. Melkonian. – Kosmos Verlag, Stuttgart, 2004. – 218 p.
8. Blaženčić J. Sistematika algi / J. Blaženčić // Naučna knjiga, Beograd, 1988.
9. Boden R., Hutt L.P., Rae A.W. Reclassification of *Thiobacillus aquaesulis* (Wood & Kelly, 1995) as *Annwoodia aquaesulis* gen. nov., comb. nov., transfer of *Thiobacillus* (Beijerinck, 1904) from the Hydrogenophilales to the Nitrosomonadales, proposal of Hydrogenophilalia class. nov. within the 'Proteobacteria', and four new families within the orders Nitrosomonadales and Rhodocyclales / R. Boden, L.P. Hutt, A.W. Rae // International

Journal of Systematic and Evolutionary Microbiology. – 2017. – V. 67(5). – P. 1191–1205.

10. Brook A.J. The Biology of Desmids / A.J. Brook. – Berkeley: University of California Press, 1981. – 276 p.

11. Brusca R.C., Brusca G.J. Invertebrates / R.C. Brusca, G.J. Brusca. – Sinauer Associates, Sunderland, Massachusetts, 2003. – 936 p.

12. Butterfield N.J. Plankton ecology and the Proterozoic-Phanerozoic transition / N.J. Butterfield // *Paleobiology*. – 1997. – V. 23 (2). – P. 247–262.

13. Caron D.A., Sanders R.W., Lim E.L., Marrase C., Amaral L.A., Whitney S., Aoki R.B., Porters K.G. Light-dependent phagotrophy in the freshwater mixotrophic chrysophyte *Dinobryon cylindricum* / D.A. Caron, R.W. Sanders, E.L. Lim, C. Marrase, L.A. Amaral, S. Whitney, R.B. Aoki, K.G. Porters // *Microbial Ecology*. – 1993. – V.25 (1). – P. 93–111.

14. Cavalier-Smith T., Chao E. E-Y. Phylogeny and Megasytematics of Phagotrophic Heterokonts (Kingdom Chromista) / T. Cavalier-Smith, E. E-Y. Chao // *Journal of Molecular Evolution*. – 2006. – V. 62 (4). – P. 388–420.

15. Choi B., Son M., Kim J.I., Shin W. Taxonomy and phylogeny of the genus *Cryptomonas* (Cryptophyceae, Cryptophyta) from Korea / B. Choi, M. Son, J.I. Kim, W. Shin // *ALGAE*. – 2013. – 28 (4). – P.307–330.

16. Clarridge J.E. Impact of 16S rRNA gene sequence analysis for identification of bacteria on clinical microbiology and infectious diseases J.E. Clarridge // *Clinical Microbiology Reviews*. – 2004. – V.17 (4). – P. 840–862. doi:10.1128/CMR.17.4.840-862.2004.

17. Ciugulea I., Nudelman M.A., Brosnan S., Triemer R.E. Phylogeny of the euglenoid loricate genera *Trachelomonas* and *Strombomonas* (Euglenophyta) inferred from nuclear SSU and LSU rDNA / I. Ciugulea, M.A. Nudelman, S. Brosnan, R.E. Triemer // *Journal of Phycology*. – 2008. – V.44 (2). – P. 406–418.

18. Cusco A., Catozzi C., Viñes J., Sanchez A., Francino O. Microbiota profiling with long amplicons using Nanopore sequencing: full-length

16S rRNA gene and the 16S-ITS-23S of the *rrn* operon / A. Cusco, C. Cattozzi, J. Viñes, A. Sanchez, O. Francino // *F1000Res.* – 2018. doi: 10.12688/f1000research.16817.2. eCollection.

19. Dias R.J.P., de Souza P.M., Rossia M.F., Alfredo Hannemann Wieloch A.H., da Silva-Neto I.D., D'Agostoa M. Ciliates as bioindicators of water quality: A case study in the neotropical region and evidence of phylogenetic signals (18S-rDNA) / R.J.P. Dias, P.M. de Souza, M.F. Rossia et al. // *Environmental Pollution.* – 2021. – V.268 (A). – 12 p.

20. Donner J. Ordnung Bdelloidea (Rotatoria, Rädertiere) / J. Donner. – *Bestimmungsbücher zur Bodenfauna Europas*, Berlin: Akademie Verlag, 1965. – V. 6. – 297 p.

21. Du X., Peterson W., Fisher J., Hunter M., Peterson J. Initiation and Development of a Toxic and Persistent Pseudo-nitzschia Bloom off the Oregon Coast in Spring/Summer 2015 / X. Du, W. Peterson, J. Fisher et al. // *PLoS One.* – 2016. – V. 11(10). – e0163977.

22. Dürbaum J., Künnemann T. Biology of Copepods: An Introduction / J. Dürbaum, T. Künnemann // *Carl von Ossietzky University of Oldenbur.* – 2000. – P.114–118.

29. Felsenstein J. Confidence limits on phylogenies: An approach using the bootstrap / J. Felsenstein // *Evolution.* – 1985. – V.39. – P.783–791.

30. Field K.G., Olsen G.J., Lane D.J., Giovannoni S.J., Ghiselin M.T., Raff E.C., Pace N.R., Raff R.A. Molecular phylogeny of the animal kingdom / K.G. Field, G.J. Olsen, D.J. Lane et al. // *Science.* – 1988. – V.239. – P.748–753.

31. Folmer O., Black M., Hoeh W., Lutz R., Vrijenhoek R. DNA primers for amplification of mitochondrial cytochrome c oxidase subunit I from diverse metazoan invertebrates / O. Folmer, M. Black, W. Hoeh et al. // *Mol.Mar. BiolBiotechnol.* – 1994. – V.3. – P. 294–299.

32. Fredrickson J.K., Zachara J.M., Balkwill D.L., Kennedy D., Li S.M., Kostandarithes H.M., Daly M.J., Romine M.F., Brockman F.J.

Geomicrobiology of high-level nuclear waste-contaminated vadose sediments at the Hanford site, Washington state / J.K. Fredrickson, J.M. Zachara, D.L. Balkwill et al. // *Applied and Environmental Microbiology*. – 2004. – V. 70 (7). – P. 4230–4241.

33. Frolova L.L., Sverdrup A.E. The monitoring of Nizhniy Kaban lake by 16S rRNA gene amplicon data set-based bacterial diversity / L.L. Frolova, A.E. Sverdrup // *Journal of Environmental Treatment Techniques*. – 2019a. – V.7 (Special Issue). – P.1006–1015.

34. Frolova L.L., Sverdrup A.E. 18S rRNA Identification of Hydrobionts of Nizhniy Kaban Lake & Diversity Study through Next Generation Sequencing Method / L.L. Frolova, A.E. Sverdrup // *HELIX*. – 2019b. – V.9 (5). – P.5556–5562.

35. Frolova L.L., Sverdrup A.E. Diversity of Verhniy Kaban Lake Species by 18S rRNA of Hydrobionts on Next-Generation Sequencing Method / L.L. Frolova, A.E. Sverdrup // *Bioscience biotechnology research communications*. – 2019c. – V.12 (5). – P.329–335.

36. Frolova L.L., Sverdrup A.E. The Monitoring of Nizhniy Kaban Lake by rbcL gene of fresh water water organisms using next-generation sequencing / L.L. Frolova, A.E. Sverdrup // *Research journal of pharmaceutical biological and chemical sciences*. – 2018. – V. 9(6). – P. 262–271.

37. Frolova L.L. (Leonidovna F.L.), Husainov A.M., Sverdrup A.E., The correlation between saprobity and mitochondrial genes of indicator fish species based on molecular phylogeny / L.L. Frolova, A.M. Husainov, A.E. Sverdrup // *International Journal of Green Pharmacy*. – 2017. – Vol.11 (4). – P.856–862.

38. Frolova L.L., Husainov A.M. Identification of indicator species of zooplankton organisms by COI gene fragment for estimation of ecological state of a water body / L.L. Frolova, A.M. Husainov // *International Journal of Pharmacy & Technology*. – 2016. – V8 (4). – P. 24477–24486.

39. Frolova L.L., Husainov A.M. Evaluation of the Ecological State Of Water Reservoirs Using the COI Protein of Zoobenthos / L.L. Frolova,

A.M. Husainov // Research Journal of Pharmaceutical, Biological and Chemical Sciences (RJPBCS). – 2015. – V. 6 (5). – P. 1636–1649.

40. Gerhardt A. Bioindicator species and their use in biomonitoring / A. Gerhardt // Environmental monitoring. – 2011. – V. I – 47 p.

41. Gibbons N.E., Murray R.G.E. Proposals concerning the higher taxa of bacteria / N.E. Gibbons, R.G.E. Murray // Int. J. Syst. Bacteriol. – 1978. – V.28. – P. 1–6.

42. Gilbert S.F. Developmental Biology. 6th edition. / S.F. Gilbert. – Sunderland (MA): Sinauer Associates. Multicellularity: The Evolution of Differentiation, 2000.

43. Gliwicz Z.M. Zooplankton / Z.M. Gliwicz. – In The Lakes Handbook: Limno-logy and Limnetic Ecology, 2003. – V.1. – P. 461–516.

44. Gonzalez L.E., Canizares R.O., Baena S. Efficiency of ammonia and phosphorus removal from a colombian agroindustrial wastewater by the microalgae *Chlorella vulgaris* and *Scenedesmus dimorphus* / L.E. Gonzalez, R.O. Canizares, S. Baena // Bioresource Technology. – 1997. – V. 60 (3). – P. 259–262.

45. Grabowksa M., Wołowski K. Development of *Trachelomonas* species (Euglenophyta) during blooming of *Planktothrix agardhii* (Cyanoprokaryota) / M. Grabowksa, K. Wołowski // International Journal of Limnology. – 2013. – V.50. –P.49–57.

46. Grambast L.J. Phylogeny of the charophyta./ L.J. Grambast //Taxon. – 1974. – V.23. – P. 463-481. <https://doi.org/10.2307/1218769>.

47. Grant J., Tekle Y.I., Anderson O.R., Patterson D.J., Katz L.A. Multigene Evidence for the Placement of a Heterotrophic Amoeboid Lineage *Leukarachnion* sp. among Photosynthetic Stramenopiles / J. Grant, Y.I. Tekle, O.R. Anderson et al. // Protist. – 2009. – V.160 (3). – P. 376–85.

48. Guiry M.D., Guiry G.M. AlgaeBase / M.D. Guiry, G.M. Guiry. – World-wide electronic publication, National University of Ireland, Galway, 2021.

49. Gupta R.S. The phylogeny and signature sequences characteristics of Fibrobacteres, Chlorobi, and Bacteroidetes / R.S. Gupta // *Critical Reviews in Microbiology*. – 2004. – V.30. – P. 123–140.
50. Hadziavdic K., Lekang K., Lanzen A., Jonassen I., Thompson E.M., Troedsson C. Characterization of the 18S rRNA gene for designing universal eukaryote specific primers / K. Hadziavdic, K. Lekang, A. Lanzen et al. // *PLOS ONE*. – 2014. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0087624>.
51. Hebert P.D., Ratnasingham S., deWaard J. R. Barcoding animal life: cytochrome c oxidase subunit 1 divergences among closely related species / P.D. Hebert, S. Ratnasingham, R. J. deWaard // *Proceedings B of The Royal Society*. – 2003a. – V. 270. – P.96–99.
52. Hebert P.D., Cywinska A., Ball S.L., de Waard J. R. Biological identifications through DNA barcodes / P.D. Hebert, A. Cywinska, S.L. Ball et al. // *Proceedings B of The Royal Society*. – 2003b. – V.270. – P.313–321.
53. Heesch S., Pažoutova M., Moniz M.B.J., Rindi F. Prasiolales (Trebouxiophyceae, Chlorophyta) of the Svalbard Archipelago: diversity, biogeography and description of the new genera Prasionella and Prasionema / S. Heesch, M. Pažoutova, M.B.J. Moniz et al. // *European Journal of Phycology*. – 2016. – V. 51 (2). – P.171–187.
54. Herrero A., Flores E. The Cyanobacteria: Molecular Biology, Genomics and Evolution (1-st ed.) / A. Herrero, E. Flores // *Caister Academic Press*. – 2008. – 484 p.
55. Husainov A., Frolova L.L., Barabanchikov B.I. DNA barcoding of zooplankton organisms from Kazan lakes / A. Husainov, L.L., Frolova // *Proceedings of the Seventh International Conference on Bioinformatics of Genome Regulation and Structure\Systems Biology*. – 2010. – P.107.
56. Hyman L. Subclass 1. Branchiopoda. *The Invertebrata* (4-th ed.) / L. Hyman // *Cambrfridge University Press*. – 1961. – P. 368–375.
57. Ibal J., Pham H.Q., Shin J.H. Information about variations in multiple copies of bacterial 16S rRNA genes may aid in species identification / J. Ibal, H.Q. Pham, J.H. Shin // *PLoS One*. – 2019. – V.14. – e0212090.

58. Islam S.T., Vergara Alvarez I., Saïdi F., Guiseppi A., Vinogradov E., Sharma G., et al. Modulation of bacterial multicellularity via spatio-specific polysaccharide secretion / S.T. Islam, I. Alvarez Vergara, F. Saïdi et al. // *PLoS Biology*. – 2020. – V.18 (6). doi:10.1371/journal.pbio.3000728.
59. John David M., Whitton Brian A., Brook Alan J. *The Freshwater Algal Flora of the British Isles: An Identification Guide to Freshwater and Terrestrial Algae* (2nd ed.) / M. David John, A. Brian Whitton, J. Alan Brook // Cambridge University Press. – 2011. – 896 p.
60. Kharchenko A., Sverdrup A.E., Frolova L. Studying Bacterial Diversity of Verhniy Kaban Lake by 16S rRNA Analysis / A. Kharchenko, A.E. Sverdrup, L. Frolova // *HELIX*. – 2019. – V.9 (5). – P.5545–5555.
61. Kharchenko A., Sverdrup A.E., Frolova L.L. The monitoring of Verkhniy Kaban lake by rbcL gene of freshwater organisms using next-generation sequencing / A. Kharchenko, A.E. Sverdrup, L.L. Frolova // *International Journal of Green Pharmacy*. – 2018. – V. 12 (3). – P. 756–762.
62. Kumar S., Stecher G., Li M., Knyaz C., Tamura K. MEGA X: Molecular Evolutionary Genetics Analysis across computing platforms / S. Kumar, G. Stecher, M. Li et al. // *Molecular Biology and Evolution*. – 2018. – V.35. – P.1547–1549.
63. Leadbeater B.S.C. *The Choanoflagellates: Evolution, Biology and Ecology* / B.S.C. Leadbeater. – Cambridge University Press, 2015. – 350 p.
64. Leadbeater B.S.C. Ultrastructure and assembly of the scale case in *Synura* (Synurophyceae Andersen) / B.S.C. Leadbeater // *British Phycological Journal*. – 1990. – V.25 (2). – P. 117–132.
65. Lee K., Round F.E. Studies on freshwater *Amphora* species / K. Lee, F.E. Round // *Diatom Research*. – 1987. – V. 2 (2). – P.193–203.
66. Leliaert F., Smith D.R., Moreau H., Herron M.D., Verbruggen H., Delwiche C.F., De Clerck O. Phylogeny and molecular evolution of the green algae / F. Leliaert, D.R. Smith, H. Moreau et al. // *Critical Reviews in Plant Sciences*. – 2012. – V. 31 (1). – 46 p.

67. Lewis L.A., McCourt R.M. Green algae and the origin of land plants / L.A. Lewis, R.M. McCourt // *American Journal of Botany*. – 2004. – V. 91 (10). – P.1535–1556.
68. Liberton M., Pakrasi H.B. Membrane Systems in Cyanobacteria (Chapter 10) / M. Liberton, H.B. Pakrasi // *The Cyanobacteria: Molecular Biology, Genomics, and Evolution*, Norwich, United Kingdom: Horizon Scientific Press. – 2008. – P. 217–287.
69. Liberton M., Page L.E., O'Dell W.B., O'Neill H., Mamontov E., Urban V.S., Pakrasi H.B. Organization and flexibility of cyanobacterial thylakoid membranes examined by neutron scattering / M. Liberton, L.E. Page, W.B. O'Dell et al. // *The Journal of Biological Chemistry*. – 2013. – V.288 (5). – P. 3632–3640.
70. Light S.F. Phylum Arthropoda. Intertidal invertebrates of the central California coast / S.F. Light // *University of California Press*. – 1970. – P. 112–210.
71. Linne von Berg K-H., Hoef-Emden K., Birger M, Melkonian M. *Der Kosmos-Algenführer. Die wichtigsten Süßwasseralgen im Mikroskop* / K-H. Berg von Linne, K. Hoef-Emden, M Birger et al. – Kosmos, 2004. – 352 p.
72. Long E.F. Molecular Phylogenetics: New Perspective on the Ecology, Evolution and Biodiversity of Marine Organisms / E.F. Long // In book: *Molecular Approaches to the Study of the Ocean*. Springer Netherlands. – 1998. – P. 1–27.
73. Mauchline J. *The Biology of Calanoid Copepods* / J. Mauchline // *Advances in Marine Biology*. – 1998. – V.33. – P. 1–15.
74. McManus G.B., Santoferrara L.F. Tintinnids in microzooplankton communities / G.B. McManus, L.F. Santoferrara // *The biology and ecology of tintinnid ciliates. Models for marine plankton*, John Wiley & Sons. – 2012. – P. 198–213.
75. Montagnes D.J.S. Ecophysiology and behavior of tintinnids / D.J.S. Montagnes // *The biology and ecology of tintinnid ciliates. Models for marine plankton*. John Wiley & Sons. – 2012. – P. 85–121.

77. Murray R.G.E. The higher taxa, or, a place for everything...? / R.G.E. Murray // *Bergey's Manual of Systematic Bacteriology*. – 1984. – V.1. – P. 31–34.
78. Nei M., Kumar S. *Molecular Evolution and Phylogenetics* / M. Nei, S. Kumar. – Oxford University Press, New York, 2000. – 252 p.
79. Parfrey L.W., Lahr D.J.G., Knoll A.H., Katz L.A. Estimating the timing of early eukaryotic diversification with multigene molecular clocks / L.W. Parfrey, D.J.G. Lahr, A.H. Knoll et al. // *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*. – 2011. – V.108 (33). – P. 13624–13629.
80. Poirier S., Rue O., Peguilhan R., Coeuret G., Zagorec M., Champomier-Verges M. Ch., Loux V., Chaillou S. Deciphering intra-species bacterial diversity of meat and seafood spoilage microbiota using *gyrB* amplicon sequencing: A comparative analysis with 16S rDNA V3-V4 amplicon sequencing / S. Poirier, O. Rue, R. Peguilhan et al. // *PLoS One*. – 2018. – 26 c. – e0204629.
81. Rashash D.M.C., Dietrich A.M., Hoehn R.C., Parker B.C. The influence of growth conditions on odor-compound production by two chrysophytes and two cyanobacteria / D.M.C. Rashash, A.M. Dietrich, R.C. Hoehn et al. // *Water Science and Technology*. – 1995. – V.31 (11). – P.165–172.
82. Ribosomal gene - 18S rRNA https://en.wikipedia.org/wiki/18S_ribosomal_RNA.
83. Rindi F., Guiry M.D., Barbiero R.P., Cinelli F. The marine and terrestrial Prasiolales (Chlorophyta) of Galway City, Ireland: A morphological and ecological study / F. Rindi, M.D. Guiry, R.P. Barbiero et al. // *Journal of Phycology*. – 1999. – V. 35 (3). – P. 469–482.
84. Rinta-Kanto J.M., Ouellette A.J.A., Boyer G.L., Twiss M.R., Bridgeman T.B., Wilhelm S.W. Quantification of Toxic *Microcystis* spp. during the 2003 and 2004 Blooms in Western Lake Erie using Quantitative Real-Time PCR / J.M. Rinta-Kanto, A.J.A. Ouellette, G.L. Boyer et al. // *Environmental Science & Technology*. – 2005. – V.39 (11). – P. 4198–4205.

85. Roger A.J., Muñoz-Gómez S.A., Kamikawa R. The origin and diversification of mitochondria / A.J. Roger, S.A. Muñoz-Gómez, R. Kamikawa // *Current Biology*. – 2017. – V. 27 (21). – P. 1177–1192.
86. Sandgren C.D., Smol J.P., Kristiansen J. Chrysophyte algae: ecology, phylogeny and development / C.D. Sandgren, J.P. Smol, J. Kristiansen. – Cambridge University Press, New York, 1995. – 399 p.
87. Saitou N., Nei M. The neighbor-joining method: A new method for reconstructing phylogenetic trees / N. Saitou, M. Nei // *Molecular Biology and Evolution*. – 1987. – V.4. – P. 406–425.
88. Seckbach J., Kociolek P. The Diatom World / J. Seckbach, P. Kociolek. – Springer, 2011. – 534 p.
89. Segers H. Annotated checklist of the rotifers (Phylum Rotifera) with notes on nomenclature, taxonomy and distribution / H. Segers. – Auckland: Magnolia Press, 2007. – 104 p.
90. Sherman L.A., Min H., Toepel J., Pakrasi H.B. Better living through cyanothece - unicellular diazotrophic cyanobacteria with highly versatile metabolic systems / L.A. Sherman, H. Min, J. Toepel et al. // *Advances in Experimental Medicine and Biology*. – 2010. – V. 675. – P. 275–290.
91. Sladeček V. System of water quality from biological point of view. / V. Sladeček. – *Egetnisse der Limnologie*, 1973. – V.7. – 218 p.
92. Smith G.M. Cryptogamic Botany. Volume 1. Algae and Fungi / G.M. Smith. – McGraw-Hill Book Company, 1955.
93. Stoermer E.F., Julius M.L. Centric diatoms Freshwater Algae of North America / E.F. Stoermer, M.L. Julius. – Academic Press California, 2003. – 918 p. (P. 559-594).
94. Streble H., Krauter D. Das Leben im Wassertropfen: Mikroflora und Mikrofauna des Süßwassers. Ein Bestimmungsbuch / H. Streble, D. Krauter. – Kosmos, 2006. – 432 p.

95. Sverdrup A.E., Frolova L.L. A new approach for the determination of species saprobity for water quality monitoring based on the molecular phylogeny / A.E. Sverdrup, L.L. Frolova // IIOAB Journal. – 2019a. – V.10 (4). – P.34–41.
96. Sverdrup A.E., Frolova L.L., Sagdeeva S.A. The monitoring of Sredniy Kaban lake by 16S rRNA gene amplicon data set-based bacterial diversity / A.E Sverdrup, L.L Frolova, S.A. Sagdeeva // Journal of Environmental Treatment Techniques. – 2019. – V.7 (Special Issue). – P.1016–1025.
97. Sverdrup A.E., Frolova L.L., The species of diversity of Sredniy Kaban lake by 18S rRNA of hydrobionts on next-generation sequencing method / A.E. Sverdrup, L.L. Frolova // Journal of Environmental Treatment Techniques. – 2019b. – V.7 (Special Issue). – P.1030–1035.
98. Sverdrup A.E., Frolova L., Lazareva A. The next-generation sequencing by rbcL gene of freshwater organism for monitoring of Sredny Kaban lake / A.E. Sverdrup, L. Frolova, A. Lazareva // REVISTA INCLUSIONES. – 2019b. – V. 6 (Special Issue). – P. 258–269.
99. Tamura K., Nei M., Kumar S. Prospects for inferring very large phylogenies by using the neighbor-joining method / K. Tamura, M. Nei, S. Kumar // Proceedings of the National Academy of Sciences USA. – 2004. – V.101. – P.11030–11035.
100. Teneva I., Dzhambazov B., Koleva L., Mladenov R., Schirmer K. Toxic potential of five freshwater Phormidium species (Cyanoprokaryota) / I. Teneva, B. Dzhambazov, L. Koleva et al. // Toxicon. – 2005. – V. 45(6). – P.711–725.
101. Tsukuda M., Kitahara K., Miyazaki K. Comparative RNA function analysis reveals high functional similarity between distantly related bacterial 16S rRNAs / M. Tsukuda, K. Kitahara, K. Miyazaki // Scientific Reports. – 2017. – V.7(1). – P. 9993–9993. doi:10.1038/s41598-017-10214-3.

102. Umemura K., Haneda T., Tanabe M., Suzuki A., Kumashiro Y., Itoga K., Okano T., Mayama S. Semi-circular microgrooves to observe active movements of individual *Navicula pavillardii* cells / K. Umemura, T. Haneda, M. Tanabe et al. // *J. Microbiol. Meth.* – 2013. – V.92 – P. 349–354.
103. Wade S., Corbin T., McDowell L.-M. Class Crustacea. Critter Catalogue. / S. Wade, T. Corbin, L.-M. McDowell. – A guide to the aquatic invertebrates of South Australian inland waters, 2004. – 200 p.
104. Wegl R. Index fur die Limnosaprobitat / R. Wegl // *Wasser und Abwasser.* – 1983. – V. 26. – 175 p.
105. Weisburg W.G., Barns S.M., Pelletier D.A., Lane D.J. 16S ribosomal DNA amplification for phylogenetic study / W.G. Weisburg, S.M. Barns, D.A. Pelletier et al. // *Journal of Bacteriology.* – 1991. – V.173 (2). – P. 697–703. doi:10.1128/jb.173.2.697-703.1991.
106. Wehr J.D., Sheath R.G., Kociolek P. Freshwater Algae of North America: Ecology and Classification / J.D. Wehr, R.G. Sheath, P. Kociolek. – Elsevier, 2015. – 1066 p.
107. Westheide W., Rieger R. Spezielle Zoology. Teil 1: Einzeller und Wirbellose Tiere / W. Westheide, R. Rieger. – Verlag Springer Spektrum, 2013. – 894 p.
108. Whitman W.B., Coleman D.C., Wiebe W.J. Prokaryotes: the unseen majority / W.B. Whitman, D.C. Coleman, W.J. Wiebe // *Proceedings of The National Academy of Sciences of The United States Of America.* – 1998. – V. 95 (12). – P. 6578–6583.
109. Williams K.P., Gillespie J.J., Sobral B.W., Nordberg E.K., Snyder E.E., Shallom J.M., Dickerman A.W. Phylogeny of gammaproteobacteria / K.P. Williams, J.J. Gillespie, B.W. Sobral et al. // *Journal of Bacteriology.* – 2010. – V.192 (9). – P.2305–2314.
110. Williams D.M., Kociolek J.P. Pursuit of a natural classification of diatoms: History, monophyly and the rejection of paraphyletic taxa / D.M. Williams, J.P. Kociolek // *European Journal of Phycology.* – 2007. – V.42 (3). – P. 313–319.

111. Woese C.R., Fox G.E. Phylogenetic structure of the prokaryotic domain: the primary kingdoms / C.R. Woese, G.E. Fox // *Proceedings of The National Academy of Sciences of The United States Of America*. – 1977. – V. 74 (11). – P. 5088–5090.
112. Wolfgang B. Die Schwestergruppe der Landpflanzen / B. Wolfgang // *MIKROKOSMOS*. – 2013. – V.102. – P. 97–104.
113. Yaeger R.G. Protozoa: Structure, Classification, Growth, and Development (Chapter 77) / R.G. Yaeger // In: Baron S, editor. *Medical Microbiology*. 4th ed. Galveston (TX): University of Texas Medical Branch at Galveston. – 1996. – 1273 p.
114. Yi Z, Song W. Evolution of the order Urostylida (Protozoa, Ciliophora): new hypotheses based on multi-gene information and identification of localized incongruence / Z Yi, W. Song // *PLoS One*. – 2011. – V. 6 (3). – 12 p. – e17471.
115. Алимов А.Ф. Протисты: Руководство по зоологии Ч.1 / А.Ф. Алимов. – СПб.: «Наука», 2000. – 679 с.
116. Андроникова И.Н. Структурно-функциональная организация зоопланктона озёрных экосистем разных трофических типов / И.Н. Андроникова. – СПб.: Наука, 1996. – 189 с.
117. Баженова О.П., Гульченко Я.И. Индикаторная значимость отдельных видов фитопланктона среднего течения реки Иртыша как показателей загрязнения воды / О.П. Баженова, Я.И. Гульченко // *Биологические науки*. – 2016. – С. 82–91.
118. Баринаова С.С., Медведева Л.А., Анисимова О.В. Биоразнообразие водорослей-индикаторов окружающей среды / С.С. Баринаова, Л.А. Медведева, О.В. Анисимова // *PiliesStudio*, Тель Авив. – 2006. – 498 с.
119. Бирштейн Я. А., Пастернак Р. К. Жизнь животных. В 7 т. / А. Я. Бирштейн, К. Р. Пастернак // гл. ред. В. Е. Соколов. – 2-е изд., перераб. – М.: Просвещение, 1988. – Т. 2. – 447 с. (С. 320-322).

120. Белякова Г.А., Дьяков Ю.Т., Тарасов К.Л. Ботаника. Водоросли и грибы. / Г.А. Белякова, Ю.Т. Дьяков, К.Л. Тарасов // М.: Издательский центр «Академия», 2006. – Т. 2. – 320 с.
121. Виноградова К.Л. Десмидиевые / К.Л. Виноградова. – Большая российская энциклопедия, 2007. – Т. 8. – 576 с.
122. Горшкова А.Т., Урбанова О.Н., Минуллина А.А., Семанов Д.А., Валетдинов А.Р., Ионова Ю.С. Характеристика современного состояния озёр Кабан по данным батиметрических съёмок / А.Т. Горшкова, О.Н. Урбанова, А.А. Минуллина и др. // Георесурсы. – 2012. – V. 7 (49). – С. 3–6.
123. ГОСТ 17.1.3.07–82 «Правила контроля качества воды водоемов и водотоков», 1982.
124. Громов Б.В., Гаврилова О.В. Протисты: Руководство по зоологии. Часть 1 / Б.В. Громов, О.В. Гаврилова. – СПб.: Наука, 2000. – 679 с.
125. Ермолаева Н.И., Двуреченская С.Я. Региональные индексы индикаторной значимости зоопланктонных организмов в водоемах юга Западной Сибири / Н.И. Ермолаева, С.Я. Двуреченская // Экология. – 2013. – Т. 6. – С. 476–480.
126. Корнева Л.Г. Таксономический состав и экология Chlorophyta и Streptophyta в слабоминерализованных мелководных лесных озерах / Л.Г. Корнева // Альгология. – 2012. – Т. 22 (3). – С. 258–274.
127. Лукашов В.В. Молекулярная эволюция и филогенетический анализ / В.В. Лукашов. – М.: БИНОМ. Лаборатория знаний, 2009. – 256 с.
128. Патент RU 2698651: Фролова Л.Л., Свердруп А.Э. Способ определения сапробности гидробионтов для оценки экологического состояния водоемов. – 2019. – Бюл. № 25.
129. Попова Т.Г., Сафронова Т.А. Флора споровых растений СССР. Эвгленовые водоросли / Т.Г. Попова, Т.А. Сафронова. – Л.: Наука, 1976. – Т.9 (2). – 287 с.

130. Руководство по определению методом биотестирования токсичности вод, донных отложений, загрязняющих веществ и буровых растворов. – М.: РЭФИА, НИА-Природа, 2002. – 60 с.

131. Рупперт Э.Э., Фокс Р.С., Барнс Р.Д. Зоология беспозвоночных. Т. 2: Низшие целомические животные. / Э.Э. Рупперт, Р.С. Фокс, Р.Д. Барнс. – М.: Академия, 2008.

132. Свердруп А.Э., Фролова Л.Л. Выявление принадлежности видов гидробионтов озера Верхний Кабан г. Казани к зонам сапробности по маркерному гену 18S рРНК / А.Э. Свердруп, Л.Л. Фролова // Ученые записки Крымского федерального университета. – 2020а. –Т.6 (72). – №4. – С.127–142.

133. Свердруп А.Э., Фролова Л.Л. Сапробные виды гидробионтов озера Средний Кабан по маркерному гену 18S рРНК / А.Э. Свердруп, Л.Л. Фролова // Проблемы и мониторинг природных экосистем: сборник 7 всерос. науч.-практической конф. – Пенза: РИО ПГАУ. – 2020б. – С.140–143.

134. Свердруп А.Э., Фролова Л.Л. Сапробные виды гидробионтов озера Верхний Кабан по маркерному гену 18S рРНК / А.Э. Свердруп, Л.Л. Фролова // Экология и безопасность жизнедеятельности: сборник XX междунар. науч.-практической конф. – Пенза, 2020в. – С. 179–182.

135. Свердруп А.Э., Фролова Л.Л. Сапробные виды гидробионтов озера Нижний Кабан по маркерному гену 18S рРНК / А.Э. Свердруп, Л.Л. Фролова// Проблемы и мониторинг природных экосистем: сборник 7 всерос. науч.-практической конф. – Пенза: РИО ПГАУ. – 2020г. – С. 137–140.

136. Свердруп А.Э., Сагдеева С.А., Фролова Л.Л. Мониторинг состояния пресноводных водоемов методом филогенетического анализа индикаторных видов / А.Э. Свердруп, С.А. Сагдеева, Л.Л. Фролова //Материалы и технологии XXI века: сборник III междунар. школы-конф. студентов, аспирантов и молодых ученых. – Казань, 2018. – С. 149.

137. Спирин А.С. Молекулярная биология. Рибосомы и биосинтез белка. изд. 2 / А.С. Спирин. – М.: «Академия», 2011. – 496 с.
138. Фролова Л.Л., Свердруп А.Э. Индикаторные виды гидробионтов озёр Кабан г.Казани, выявленные по маркерным генам // Свидетельство Российской Федерации о государственной регистрации базы данных № 2021621150. – 2021. – Бюл. №6.
139. Фролова Л.Л., Свердруп А.Э., Маланин С.Ю., Деревенская О.Ю., Хусаинов А.М., Харченко А.М. Метагеном гидробионтов озёр Кабан: видовое разнообразие гидробионтов по маркерным генам / Л.Л. Фролова, А.Э. Свердруп, С.Ю. Маланин и др. //под общ. ред. Л.Л.Фроловой. – Казань: Изд.-во Казанского университета, 2019а. – 216 с.
140. Фролова Л.Л., Свердруп А.Э. Свидетельство Российской Федерации о государственной регистрации базы данных №2019622503. Видовой состав гидробионтов озёр Кабан (Верхнего, Среднего, Нижнего) г.Казани с указанием номеров маркерных генов в базе данных GenBank и видов-индикаторов по зонам сапробности №2019622487. – 2019б. – Бюл. №1.
141. Фролова Л.Л., Свердруп А.Э. Оценка сапробности озёр Кабан на основе метагеномного анализа по гену *rbcL* фитопланктонных организмов / Л.Л. Фролова, А.Э. Свердруп // Материалы 17-й Международ. науч.-практ.конф, по проблемам экологии и безопасности. – Комсомольск-на-Амуре. – 2019. – С. 39–41.
142. Фролова Л.Л. Хусаинов А.М., Свердруп А.Е. Исследование по сапробности индикаторных видов методом филогенетического анализа гена *CO1* коловраток / А.М. Хусаинов Л.Л. Фролова, А.Е. Свердруп // Химия и инженерная экология: сборник междунар. науч. конф. – 2018. – С. 419–421.
143. Фролова Л.Л., Хусаинов А.М. Исследование белка цитохром с-оксидаза I (*CO1*) в качестве маркерного для идентификации видов зоопланктонных организмов пресноводных водоемов / Л.Л. Фролова, А.М. Хусаинов // Сборник трудов IV международной

научно-практической конференции «Постгеномные методы анализа в биологии, лабораторной и клинической медицине». – 2014. – С.115.

144. Фролова Л.Л., Сабилов М.С., Фирсова С.С. Филогенетический анализ генов *gbcL*, *srca* and *srcb*, *psaa*, *atrb* индикаторных фитопланктонных организмов / Л.Л. Фролова, М.С. Сабилов, С.С. Фирсова // Георесурсы. – 2012. – Т. 6 (48). – С. 45-48.

145. Фролова Л.Л., Фирсова С.С. Способ биоиндикации водоемов. Патент RU 2420734. – 2011. – Бюл. № 16.

146. Фролова Л.Л. Свидетельство о государственной регистрации Баз данных Российской Федерации №2015621653: Маркерные гены индикаторных видов организмов пресноводных водоемов. – 2015.

147. Хаусман К., Хюльсман Н., Радек Р. Протистология / К. Хаусман, Н. Хюльсман, Р. Радек // Пер. с англ. С. А. Карпова. Под ред. С. А. Корсуна. – М.: Товарищество научных изданий КМК, 2010. – 495 с.

148. Хусаинов А.М., Фролова Л.Л., Свердруп А.Э. Выявление корреляции между сапробностью и митохондриальным белком COI индикаторных видов коловраток на основе молекулярной филогении / А.М. Хусаинов, Л.Л. Фролова, А.Э. Свердруп // Вест.Техн. ун-та. – 2018. – Т.21 (2). – С. 228–233.

149. Хусаинов А.М., Фролова Л.Л. Оценка качества воды озера Средний Кабан на основе ДНК-штрихкодирования методом секвенирования нового поколения / А.М. Хусаинов, Л.Л. Фролова // Экологические чтения 2018: сборник междуна. науч.-практической конференции. – Омск. – 2018. – С. 320–322.

150. Хусаинов А.М., Фролова Л.Л. Оценка экологического состояния водоемов на основе маркерных белков COI индикаторных гидробионтов / А.М. Хусаинов, Л.Л. Фролова // Тезисы 20 международной Пущинской школы-конференции «Биология - наука 21 века». – Пущино. – 2016. – С. 410–411.

151. Хусаинов А.М., Фролова Л.Л. Белок COI индикаторных зоопланктонных организмов как инструмент для оценки экологического

состояния водоемов Казанского региона / А.М. Хусаинов, Л.Л. Фролова // Вестник ТГУ. – 2015. – Т.20 (1). – С.189–193.

152. Чертопруд М.В. Модификация метода Пантле-Букка для оценки загрязнения водотоков по качественным показателям макробентоса / М.В. Чертопруд // Водные ресурсы. – 2002. – Т. 29. – № 3. – С. 337–342.

153. Шнеер В.С. ДНК-штрихкодирование животных и растений – способ их идентификации и изучения биоразнообразия / В.С. Шнеер // Журнал общей биологии. – 2009. – Т.70 (4). – С. 296–315.

154. Яковлев В.А. Методы оценки качества вод по зообентосу озера Имандра / В.А. Яковлев // Мониторинг природной среды Кольского Севера. – Апатиты. – 1984. – С. 39–50.

155. Яковлев В.А. Оценка качества поверхностных вод Кольского Севера по гидробиологическим показателям и данным биотестирования (практические рекомендации) / В.А. Яковлев // Апатиты. – 1988. – 27 с.

Научное издание

Свердруп Антоний Элиас
Фролова Людмила Леонидовна

**САПРОБИОНТЫ ОЗЁР КАБАН
ГОРОДА КАЗАНИ**

**ВЫЯВЛЕНИЕ ИНДИКАТОРНОЙ ЗНАЧИМОСТИ
ГИДРОБИОНТОВ ПО МАРКЕРНЫМ ГЕНАМ**

Компьютерная верстка и дизайн обложки
А.Э.Свердруп

Подписано в печать 12.08.2021
Бумага офсетная. Печать цифровая.
Формат 60x84 1/16. Гарнитура «Times New Roman».
Усл. печ. л. 18,6. Уч.-изд. л. 10,5.
Тираж 100 экз. Заказ 160/10

Отпечатано с готового оригинал-макета
в типографии Издательства Казанского университета

420008, г.Казань, ул. Профессора Нужина, 1/37
Тел. (843) 233-73-59, 233-73-28