

**ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНСТВО ПО ОБРАЗОВАНИЮ  
КАЗАНСКИЙ ФЕДЕРАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ**

**МЕТАГЕНОМ ГИДРОБИОНТОВ  
ОЗЕР КАБАН ГОРОДА КАЗАНИ**  
**Анализ видового разнообразия гидробионтов  
по маркерным генам**

**КАЗАНЬ  
2019**

**УДК 577.2+574.5+574.6**

**ББК 28.04:28.082**

**M54**

**Авторы:**

**Л.Л. Фролова, А.Э. Свердруп, С.Ю. Маланин,  
О.Ю. Деревенская, А.М. Хусаинов, А.М. Харченко**

**Под общей редакцией**

**Л.Л. Фроловой**

**Рецензенты:**

**Доктор биологических наук, профессор Н.М. Мингазова**

**Доктор биологических наук, доцент А.Р. Каюмов**

**M54 Метагеном гидробионтов озёр Кабан города Казани:** анализ видового разнообразия гидробионтов по маркерным генам/ под общ. ред. Л.Л. Фроловой. – Казань: Издательство Казанского университета, 2019. – 218 с.

**ISBN 978-5-00130-242-1**

В монографии приведены результаты метагеномного анализа видового разнообразия гидробионтов по маркерным генам *18S рРНК*, *16S рРНК*, *COI*, *rbcL* из трёх озёр Кабан города Казани – Верхний Кабан, Средний Кабан, Нижний Кабан на основе метода секвенирования нового поколения и результаты традиционного исследования гидробионтов по озёрам Кабан.

**УДК 577.2+574.5+574.6**

**ББК 28.04:28.082**

**ISBN 978-5-00130-242-1**

**© Издательство Казанского университета, 2019**

## СОДЕРЖАНИЕ

ВВЕДЕНИЕ .....	4
1. ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ОЗЕР КАБАН .....	7
2. СОЗДАНИЕ МЕТАГЕНОМНЫХ БИБЛИОТЕК ГИДРОБИОНТОВ ОЗЕР КАБАН .....	12
3. ВИДОВОЕ РАЗНООБРАЗИЕ ГИДРОБИОНТОВ ОЗЕР КАБАН ПО МАРКЕРНЫМ ГЕНАМ .....	20
3.1. Анализ видового разнообразия гидробионтов по рибосомному гену <i>18S рРНК</i> .....	20
3.2. Анализ видового разнообразия гидробионтов по рибосомному гену <i>16S рРНК</i> .....	48
3.3. Анализ видового разнообразия гидробионтов по митохондриальному гену <i>COI</i> .....	72
3.4. Анализ видового разнообразия гидробионтов по гену <i>rbcL</i> .....	100
4. ВИДОВОЙ СОСТАВ ГИДРОБИОНТОВ ОЗЕР КАБАН .....	151
5. ОЦЕНКА ЭКОЛОГИЧЕСКОГО СОСТОЯНИЯ ОЗЕР КАБАН МЕТОДОМ БИОИНДИКАЦИИ .....	179
ЗАКЛЮЧЕНИЕ .....	198
ЛИТЕРАТУРА .....	202

## ВВЕДЕНИЕ

В настоящее время в ряде стран характеристика биологического разнообразия выступает в качестве основы экологической политики государства, стремящегося сохранить свои биологические ресурсы, чтобы обеспечить устойчивое экономическое развитие. Анализ биологического разнообразия – новый путь контроля за состоянием живого покрова Земли, который из области научного познания с 1992г. перешел в сферу международных обязательств стран по сохранению разнообразия жизни на своих территориях, а также в область международного правового сотрудничества. Изучение и применение в практике экологического мониторинга, контроля качества окружающей среды, проводится через анализ биологического разнообразия [1].

Биологическое разнообразие может рассматриваться на разных уровнях организации жизни: молекулярном, генетическом, клеточном, популяционно-видовом, экосистемном. Наряду с традиционными методами анализа биоразнообразия применяются методы изучения танатоценозов (отмерших ценозов) и восстановленных ценозов (из латентных, покоящихся стадий) [2]. В нашей работе мы используем методы анализа биоразнообразия гидробионтов из трех озер Кабан г.Казани на основе современных методов секвенирования нового поколения, молекулярной генетики и биоинформатики. Метагеномное секвенирование гидробионтов из озер Кабан города Казани проводится впервые.

Озера Кабан представляют собой водную систему, состоящую из трёх крупных городских водоёмов – Верхний Кабан, Средний Кабан и Нижний Кабан. Озеро Верхний Кабан – обособленный водоём, расположенный отдельно от остальных озер. Озера Средний Кабан и Нижний Кабан соединены Ботанической протокой, а озеро Нижний Кабан имеет своим продолжением протоку (канал) Булак. Общая

длина всех водоёмов составляет 8,6км, а площадь водосбора, находящаяся полностью внутри городской черты, составляет 76,3км<sup>2</sup> [3]. Озера Кабан расположены в черте крупного промышленного города, испытывают антропогенную нагрузку. По санитарно-экологическим показателям озера Кабан относятся к загрязнённым. Только с 1971г. по 1987г. центральная печать, радио и телевидение тридцать восемь раз выступали по проблемам Кабана и протоки Булак (<http://history-kazan.ru/2417-487>). Многочисленные научные исследования по физико-химическим, бактериологическим и гидробиологическим показателям для оценки экологического состояния озёр Кабан проводятся на протяжении многих лет [3-43].

Наиболее информативными методами исследования являются биологические методы оценки состояния водной экосистемы по растительному и животному населению водоёма. Они позволяют решить задачи, разрешение которых с помощью гидрофизических и гидрохимических методов невозможно. Рекогносцировочная оценка степени загрязнения водоёма по составу гидробионтов позволяет быстро установить его санитарное состояние, определить степень и характер загрязнения и пути его распространения в водоёме, а также дать количественную характеристику протекания процессов естественного самоочищения.

В последнее время снижение стоимости технологии секвенирования нового поколения с высокой пропускной способностью позволило идентифицировать большое количество организмов. Эта технология использована нами для идентификации гидробионтов озёр Кабан по генам *18S rPHK*, *16S rPHK*, *COI*, *rbcL* [44-56].

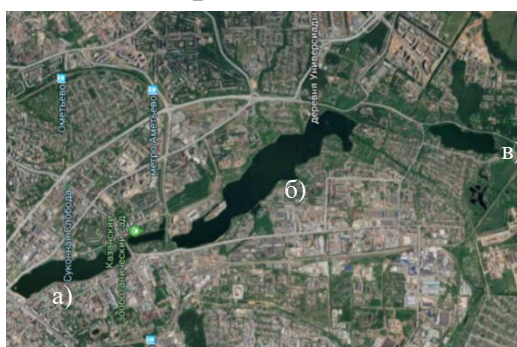
Преимуществом секвенирования по рибосомным генам *18S rPHK* и *16S rPHK* является их присутствие во всех организмах, соответственно эукариот и прокариот. Гены рPHK – одни из наиболее консервативных генов. Поэтому систематическое положение

организма и время расхождения с близкими видами могут быть определены на основании анализа сходств и различий в последовательностях рРНК [57]. Для изучения микробной экологии преобладающим инструментом является секвенирование по гену *16S рРНК* [58]. В отличие от рибосомных генов маркерные гены *COI* и *rbcL* используются для идентификации организмов с точностью до вида на основе метода ДНК-штрихкодирования. Многочисленные ДНК-штрихкоды накапливаются в международных базах данных нуклеотидных последовательностей GenBank и Barcode of life data system, CBOL [59-60]. В основе метода ДНК-штрихкодирования используется последовательность ДНК-штрихкода, одинаковая внутри вида и отличается у разных видов, например, для животных – это переменный фрагмент митохондриального гена *COI* [61], для растений и водорослей – переменный фрагмент хлоропластного гена *rbcL* [62]. Кроме этого, нами показано, что продукт гена *COI* и продукт гена *rbcL* могут быть также успешно использованы для идентификации гидробионтов [63-66].

В монографии приведены результаты метагеномного анализа видовой разнообразия гидробионтов для оценки экологического состояния озёр Кабан на основе биоиндикации за летний период 2017г., а также результаты традиционного исследования гидробионтов озера Кабан за многолетний период исследования (1989-2014гг.) и однократный пробоотбор за летний период 2017г.

# 1. ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ОЗЕР КАБАН

Город Казань расположен на  $55^{\circ}47'$  северной широты и  $59^{\circ}11'$  восточной долготы. Городская озерная система Кабан располагается на первой надпойменной террасе левого берега р.Волги в долине, проходящей с юго-юго-запада на северо-северо-восток и состоит из трёх водоемов – Верхний Кабан, Средний Кабан, Нижний Кабан (рис.1) и двух проток – Булак и Ботаническая. Систему озер относят к позднеплейстоценовым старицам р.Волги, в формировании котловин которых существенную роль сыграли карстовые процессы. Ранее озеро Нижний Кабан через протоку Булак соединялось с р.Казанкой. В настоящее время естественная связь прервана, вода из озера Нижний Кабан периодически искусственно перекачивается в протоку Булак. Озера Средний Кабан и Нижний Кабан соединяются между собой Ботаническим протоком.



Озёрная система Кабан со спутника



а) Нижний Кабан



б) Средний Кабан



в) Верхний Кабан

Рис. 1. Озёрная система Кабан

Озеро Нижний Кабан расположено в центральной части города, плотно окружено промышленными предприятиями и жилой застройкой. Котловина озера имеет вытянутую форму, извилистые прежде берега выровнены насыпным грунтом высотой 2-8м. По результатам исследований 2007г. площадь водного зеркала составляла – 47,5га, длина озера – 1,8км, ширина в среднем 260м. Средняя глубина составляет 8,33м; максимальная – 16,26м [67].

Озеро Средний Кабан – самый крупный водоем исследуемой озерной системы, расположено к югу от озера Нижний Кабан, окружено промышленными предприятиями, жилой застройкой. По результатам исследований 2007г. длина озера составляет 3,1км; ширина колеблется от 180м до 622м, максимальная глубина – до 23м, средняя глубина – 8,3м; площадь водной поверхности составляет 1,3км<sup>2</sup>. Береговая линия озера извилиста и образует по западному берегу два довольно глубоких залива. Северо-восточный берег озера довольно плоский, юго-западный берег – крутой, местами обрывистый, на нем расположено большинство промышленных предприятий и жилых построек. Постоянный уровень воды в озере поддерживается благодаря наличию дрены, по которой отводится излишний объем воды в р.Волгу [68].

Озеро Верхний Кабан располагается в 1,3км от озера Средний Кабан, не соединяется с остальными водоемами системы, имеет наименьшие размеры. Береговая линия сравнительно ровная, за исключением северного конца, образующего узкий залив, частично заболоченный и зарастающий. Южный конец озера также заболачивается и зарастает ивняком. Восточный берег озера примыкает к крутому уступу днепропетровской террасы. В южную часть озера прежде открывался большой Давликеев овраг, который в настоящее время отделен насыпью. На западном берегу озера располагается поселок Борисково, на восточном берегу – автодорога и далее, на склоне, садовые участки. Современная длина озера



составляет 1008м, средняя ширина 245м, максимальная ширина – 369м. Наибольшая глубина озера – 15,4м; средняя глубина – 7,9м; площадь озера – 24,7га [69].

До начала интенсивного промышленного освоения территории вода озер отличалась высоким качеством, озера отмечались как наилучшие источники питьевой воды [70]. По мере развития города водоемы озерной системы Кабан подвергались все большему антропогенному воздействию. Начиная с XVIв. плотно застраивались берега озера Нижний Кабан, а с конца XVIIв. началось строительство частных предприятий, ускорившееся во второй половине XIXв. В XVIII-XIXвв. вода озера Нижний Кабан интенсивно использовалась для хозяйственных и промышленных целей, в озеро сбрасывались сточные воды. Последующими исследованиями отмечалось прогрессирующее во времени загрязнение озер. В водоемы поступали сточные воды кожевенного и мыловаренного заводов, бытовые сточные воды. Уже к концу XIXв. вода озера Нижний Кабан становится полностью непригодной для употребления [71]. В качестве оздоравливающего фактора для озер большое значение имело половодье на р. Волге.

Более чистой, прозрачной, не имеющей запаха сероводорода была вода озера Средний Кабан [72]. Озеро долгое время использовалось жителями для рекреационных целей. В 1930-1940гг. по берегам озера началось строительство крупных промышленных предприятий, сточные воды которых поступали в водоем. Строительство железнодорожной насыпи в 1928г. значительно ухудшило водообмен с озером Нижний Кабан. С 1930-х гг., после запуска ТЭЦ, озеро фактически является водоемом-охладителем. Уже в 1953г. В.Нечкиной отмечалась практически одинаковая степень загрязнения как озера Нижний Кабан, так и озера Средний Кабан. Только вода в озере Верхний Кабан имела более высокое качество [73]. После заполнения Куйбышевского водохранилища в 1956г. озера

Кабан оказались на территории, огражденной дамбой инженерной защиты города, вследствие этого изменился характер водообмена озер. В настоящее время волжские воды в озера не поступают, уровень воды в озерах Нижний Кабан и Средний Кабан поддерживается искусственно, а излишки воды отводятся через дренаж в р. Волгу и в протоку Булак.

В озеро Верхний Кабан промышленные сточные воды не поступали. Загрязнение водоема происходит вследствие поступления поверхностного стока с территории поселка Борисково и автодорог. Озеро Верхний Кабан используется, главным образом, для отдыха местных жителей, а также для забора воды на полив дачных участков.

Наибольшая степень загрязнения озер Нижний и Средний Кабан отмечалась в 1980-1983 гг. [37,74]. Объем сточных вод, поступающих в озеро Нижний Кабан в 1981-1983 гг. составлял 15386 тыс. м<sup>3</sup>/год, из которых 10366 тыс. м<sup>3</sup>/год (24,8 тыс. м<sup>3</sup>/сут) составляли сточные воды промышленных предприятий. Токсикологические исследования сточных вод, проведенные в 1981-1983 гг. показали, что аварийные выбросы сточных вод промышленных предприятий резко токсичны для гидробионтов, изменяют активную реакцию среды водоемов. Поверхностный сток с урбанизированных территорий также оказался токсичным, его действие проявлялось в снижении выживаемости гидробионтов, нарушении процессов размножения [37].

Поступление условно чистых подогретых сточных вод ТЭЦ привело к нарушению термического режима озера Средний Кабан. Водоем не замерзает в зимнее время в районе выпусков сточных вод, полностью освобождается ото льда на 20-30 дней раньше озера Нижний Кабан. Забор воды для технологических нужд этого предприятия осуществляется в таком количестве, что весь объем озера проходит через производственный цикл 4 раза в год [35].

С целью повышения качества воды в озерах Нижний Кабан и Средний Кабан в 1980-х годах был осуществлен комплекс мероприятий по их оздоровлению, включавший строительство канализационного коллектора для сбора аварийных канализационных вод, отведение промышленных сточных вод из озер Нижний Кабан и Средний Кабан на очистные сооружения, очистку дна озер от загрязненных донных отложений, благоустройство берегов.

Вследствие проведенных оздоровительных мероприятий произошло значительное улучшение качества воды, снизился уровень токсического загрязнения воды, но содержание соединений некоторых биогенных элементов оставалось высоким. Однако, до настоящего времени, антропогенное воздействие на озера сохраняется довольно высоким. В озера поступают воды ливневой канализации и поверхностный сток с прилегающих районов города, иногда с примесью хозяйственно-бытовых сточных вод. В озеро Средний Кабан сбрасываются условно-чистые подогретые воды ТЭЦ до настоящего времени.

## 2. СОЗДАНИЕ МЕТАГЕНОМНЫХ БИБЛИОТЕК ГИДРОБИОНТОВ ОЗЕР КАБАН

Идентификация гидробионтов по маркерным генам позволяет определять виды с очень малыми размерами, различать виды двойники, определять организмы на личиночной стадии [75].

Пробы воды из озёр Кабан отбирали с поверхности в прибрежной зоне, процеживанием 50л воды через сеть Апштейна с использованием общепринятых гидробиологических методик осенью 2016г. и летом 2017г. [76-77].

### Выделение тотальной ДНК из пробы воды

Выделение ДНК из осадка, полученного путем центрифугирования 50мл образца при скорости 10000об/мин в течение 15мин, проводили с помощью набора FAST DNA Kit (MP biomedical) согласно протоколу производителя: полученный осадок помещали в пробирку, содержащую шарики для гомогенизации (Lysing Matrix A), добавляли 1мл лизирующего буфера CLS-TC и гомогенизировали на приборе FastPrep в течении 40с на 6-ой скорости и затем центрифугировали в течении 5мин при скорости 14000об/мин. Переносили 700-800мкл супернатанта в новый эппендорф, добавляли равный объем Binding Matrix и аккуратно перемешивали переворачиванием. Инкубировали в течении 5мин при комнатной температуре на качалке. Переносили половину суспензии в SpinFilter и центрифугировали в течении 1мин при скорости 14000об/мин. Выливали отфильтрованную жидкость и повторяли процедуру с оставшейся половиной суспензии. Добавляли 500мкл SEWS-M (предварительно разведенный 96% этанолом), аккуратно ресуспензировали и центрифугировали в течении 1мин при скорости 14000об/мин. Выливали отфильтрованную жидкость и второй раз центрифугировали без добавления каких-либо жидкостей в течение

2мин при скорости 14000об/мин. SpinFilter переносили в чистый эппендорф. Элюцию ДНК проводили ресуспензированием Binding Matrix над SpinFilter в 100мкл раствора DES и затем инкубировали в течении 5мин при температуре 55°C на водяной бане. Далее центрифугировали в течении 1мин при скорости 14000об/мин, убрали SpinFilter и хранили элюированую ДНК при температуре 4°C.

Проведение ПЦР с использованием праймеров к генам *18S рРНК*, *16S рРНК*, *COI*, *rbcL*

Аmplification генов из выделенной ДНК для последующего метагеномного анализа на основе метода секвенирования нового поколения проводилась с использованием праймеров, содержащих адаптерную и локус-специфичную нуклеотидную последовательности (табл. 2.1).

Таблица 2.1

Праймеры, содержащие адаптерную и локус-специфичную нуклеотидную последовательности

Прямой праймер:	tcgtcggcagcgtcagatgtgtataagagacag- -[локус-специфичная последовательность]
Обратный праймер:	gtctcgtgggctcggagatgtgtataagagacag- -[локус-специфичная последовательность]

В работе использовались праймеры, приведенные в табл. 2.2 [78-82].

Таблица 2.2

Пары праймеров (Forward и reverse) ПЦР-амплификации генов

ген <i>COI</i> зоопланктонных организмов (5'--3')	
ZplankF1_I	tcgtcggcagcgtcagatgtgtataagagacagtctaswaatcataargatattgg
ZplankR1_I	gtctcgtgggctcggagatgtgtataagagacagttcaggrrgrccraaraatca
ген <i>18S рДНК</i> эукариот	
SR1_I:	tcgtcggcagcgtcagatgtgtataagagacagattaccgcggtgct
SR1r_I:	gtctcgtgggctcggagatgtgtataagagacagtacctggtgatqctgccagt

ген <i>16S рДНК</i> прокариот	
16SF_I	tcgtcggcagcgtcagatgtgtataagagacagcctacgggngggcwgag
16SR_I	gtctcgtgggctcggagatgtgtataagagacaggactachvgggtatctaacc
ген <i>rbcL</i> <i>Cyanobacteria, Chlorophyta, Proteobacteria</i>	
rbcL_AB_FI	tcgtcggcagcgtcagatgtgtataagagacagtcigciaaraactayggctg
rbcL_AB_RI	gtctcgtgggctcggagatgtgtataagagacagggcatrtgccaiacrtgrat
ген <i>rbcL</i> <i>Bacillariophyta, Pyrrophyta, Cryptophyta, Haptophyta</i>	
rbcL_D_FI	tcgtcggcagcgtcagatgtgtataagagacaggatgatgaraayattaactc
rbcL_D_RI	gtctcgtgggctcggagatgtgtataagagacagattgdccacagtgdaccaca

Амплификация проводилась с помощью полимеразы Phusion High-Fidelity DNA polymerase (Thermo Fisher) (табл. 2.3).

Таблица 2.3

Состав реакции для амплификации исследуемых генов

Реагент	Объем, мкл
5X Phusion HF буфер	6,0
10 мМ дНТФ	0,6
10 мкМ прямой праймер	1,0
10 мкМ обратный праймер	1,0
ДНК	1,0
Phusion High-Fidelity DNA polymerase	0,3
Вода	20,1

ПЦР-амплификация генов осуществлялась при условиях:

- денатурация ДНК при температуре 98°C в течение 30с, 1 цикл;
- 25 циклов:
  - денатурация ДНК при температуре 98°C в течение 10с;
  - отжиг праймеров при температуре, специфичной для каждой пары праймеров в течение 20с;
  - элонгация при температуре 72°C в течение 30мин;
- элонгация при температуре 72°C в течение 5мин, 1 цикл.

Температура отжига праймеров для генов приведена в табл. 2.4.

Таблица 2.4

Температура отжига праймеров

Ген	Температура, °С
<i>COI</i>	48
<i>18S рДНК</i>	60
<i>16S рДНК</i>	55
<i>rbcL_AB</i>	60
<i>rbcL_D</i>	48

После завершения амплификации проводили очистку продуктов ПЦР от реакционной среды.

#### Очистка продуктов ПЦР с использованием AMPure XP beads

Перед проведением очистки реагент AMPure beads (Beckman Coulter) предварительно выдерживали при комнатной температуре в течение 30 мин. В каждый эппендорф, содержащий продукты ПЦР амплификации, добавляли по 20 мкл AMPure beads, предварительно перемешанных на вортексе, и оставляли инкубироваться при комнатной температуре в течение 5 мин. Затем эппендорфы помещали на магнитную подставку DynaMag™-2 (Thermo Fisher, США) и ожидали, пока жидкость не станет полностью прозрачной. Далее, не снимая эппендорфы с магнитной подставки, осторожно отбирали супернатант, не задевая осадок на стенке. Затем проводили промывку осадка путем добавления 200 мкл 80% этанола. Не снимая эппендорфы с магнитной подставки, отбирали из них спирт и повторяли промывку осадка 80% этанолом. После этого оставляли эппендорфы сушиться открытыми в течение 5 мин, не снимая их с магнитной подставки. Затем эппендорфы снимали с магнитной подставки и добавляли к осадку по 50 мкл воды, перемешивали на вортексе до однородного состояния. После инкубирования

при комнатной температуре в течение 2мин эппендорфы снова помещали на магнитную подставку и переносили супернатант, содержащий очищенную ДНК, в чистые пробирки.

### Индексирование ДНК-библиотек

Индексирование ДНК-библиотек осуществлялось с применением второго раунда ПЦР с использованием праймеров Nextera XT Index1 Primers и Nextera XT Index 2 Primers (Illumina) (табл. 2.5).

*Таблица 2.5*

Состав реакции для индексирования ДНК-библиотек

Реагент	Объем, мкл
5X Phusion HF буфер	10,0
10 мМ дНТФ	1,6
10 мкМ Nextera XT Index 1	5,0
10 мкМ Nextera XT Index 2	5,0
очищенный продукт ПЦР	5,0
Phusion High-Fidelity DNA polymerase	0,5
Вода	22,9

Индексирование проводилось при условиях:

- при температуре 98°C в течение 30с, 1 цикл;
- 8 циклов:
  - при температуре 98°C в течение 10с;
  - при температуре 55°C в течение 20с;
  - при температуре 72°C в течение 20с;
- при температуре 72°C в течение 5мин, 1 цикл.

После индексирования ДНК-библиотеки снова подвергались очистке с помощью AMPure beads. Финальным этапом подготовки была количественная и качественная оценка полученных библиотек на флуориметре Qubit 2.0 с использованием набора Qubit dsDNA HS (High Sensitivity) Assay Kit (Thermo Fisher, США), а также с помощью



прибора 2100 Bioanalyzer (Agilent Technologies, США). Все действия производились согласно инструкциям производителей.

### Секвенирование ДНК-библиотек

Секвенирование осуществлялось на приборе MiSeq, Illumina с использованием набора реагентов MiSeq Reagent Kit v3 (600-cycle) (Illumina, США).

### Анализ результатов секвенирования

После фильтрации ридов по качеству, тримминга служебных последовательностей и удаления химерных сиквенсов, полученные нуклеотидные последовательности выравнивались программой BLAST для установления таксономического состава.

Секвенированные последовательности генов в формате fastq внесены в международную базу данных SRA на сайте NCBI с уникальными номерами (табл. 2.6-2.7).

Таблица 2.6

Уникальные номера секвенированных последовательностей  
в международной базе данных SRA (2016)

Гены	Accession number
<b><i>COI</i></b>	
COI gene sequences of fresh water organisms of lake VKaban, Jul 19 '17	SRR5839795
COI gene sequences of indicator fresh water organisms of lake SKaban, Jul 19 '17	SRR5839796
COI gene sequencing of indicator fresh water organisms of lake Nkaban, Jul 19 '17	SRR5839797
<b><i>18S pPHK</i></b>	
Verhniy Kaban Lakes 2016 18S rRNA, Jul 11 '18	SRR7510986
Sredniy Kaban Lakes 2016 18S rRNA, Jul 11 '18	SRR7510987
Nizhniy Kaban Lakes 2016 18S rRNA, Jul 11 '18	SRR7510988
<b><i>16S pPHK</i></b>	
Verhniy Kaban Lakes 2016 16S rRNA, Jul 11 '18	SRR7510928
Sredniy Kaban Lakes 2016 16S rRNA, Jul 11 '18	SRR7510929
Nizhniy Kaban Lakes 2016 16S rRNA, Jul 11 '18	SRR7510984
<b><i>rbcL-AB</i></b>	
Verhniy Kaban Lakes 2016 rbcLAB, Jul 04 '18	SRR7470846
Sredniy Kaban Lakes 2016 rbcLAB, Jul 04 '18	SRR7470847
Nizhniy Kaban Lakes 2016 rbcLAB, Jul 04 '18	SRR7470969

Таблица 2.7

Уникальные номера секвенированных последовательностей  
в международной базе данных SRA (2017)

Гены	Accession number
<b><i>COI</i></b>	
COI gene sequences of fresh water organisms of VKaban lake2017, Jul 19 '17	SRR5852706
COI gene sequences of fresh water organisms of SKaban lake, Jul 19 '17	SRR5852708
COI gene sequences of organisms of NKaban lake2017, Jul 19 '17	SRR5852707
<b><i>18S pPHK</i></b>	
Verhniy Kaban Lakes 2017 18S rRNA, Jul 02 '18	SRR7465374
Sredniy Kaban Lakes 2017 18S rRNA, Jul 02 '18	SRR7465570
Nizhniy Kaban Lakes 2017 18S rRNA, Jul 02 '18	SRR7465568
Verhniy Kaban Lakes 2017-18S rRNA, Jul 12 '18	SRR7516513
Sredniy Kaban Lakes 2017-18S rRNA, Jul 12 '18	SRR7516496
Nizhniy Kaban Lakes 2017-18S rRNA, Jul 12 '18	SRR7516481
<b><i>16S pPHK</i></b>	
Verhniy Kaban Lakes 2017-16S rRNA, Jul 12 '18	SRR7516245
Sredniy Kaban Lakes 2017-16S rRNA, Jul 12 '18	SRR7516240
Nizhniy Kaban Lakes 2017-16S rRNA, Jul 12 '18	SRR7516469
Verhniy Kaban Lakes 2017 16S rRNA, Jul 02 '18	SRR7465228
Sredniy Kaban Lakes 2017 16S rRNA, Jul 02 '18	SRR7465231
Nizhniy Kaban Lakes 2017 16S rRNA, Jul 02 '18	SRR7465232
<b><i>rbcL-AB</i></b>	
Verhniy Kaban Lakes 2017 rbcLAB, Jul 02 '18	SRR7459785
Sredniy Kaban Lakes 2017 rbcLAB, Jul 02 '18	SRR7459787
Nizhniy Kaban Lakes 2017 rbcLAB, Jul 02 '18	SRR7459788
<b><i>rbcL-D</i></b>	
Verhniy Kaban Lakes 2017 rbcLD, Jul 02 '18	SRR7463965
Sredniy Kaban Lakes 2017 rbcLD, Jul 02 '18	SRR7463947
Nizhniy Kaban Lakes 2017 rbcLD, Jul 02 '18	SRR7463326

### 3. ВИДОВОЕ РАЗНООБРАЗИЕ ГИДРОБИОНТОВ ОЗЕР КАБАН ПО МАРКЕРНЫМ ГЕНАМ

Ниже приведены результаты метагеномного анализа видового разнообразия гидробионтов озёр Кабан за летний период 2017г., количественные значения за осенний период 2016г. были очень низкими, что связано с естественным снижением количественных показателей в конце вегетационного периода.

#### 3.1. Анализ видового разнообразия гидробионтов по рибосомному гену *18S рРНК*

Рибосомный ген *18S рРНК* используется в качестве маркерного гена для идентификации эукариот [83-85].

#### Процентное распределение гидробионтов по таксономическим единицам и рядам

Процентное распределение гидробионтов по таксономическим единицам и рядам приведено в табл. 3.1.1, показано на рис. 3.1.1.

Таблица 3.1.1

Процентное распределение гидробионтов по таксономическим единицам и рядам

Таксон	Озера Кабан, 2017, ряды %		
	Верхний	Средний	Нижний
<i>Kingdom</i>	45,73	58,06	83,80
<i>Phylum</i>	42,08	57,62	82,35
<i>Class</i>	37,19	56,64	80,80
<i>Order</i>	30,13	56,16	80,26
<i>Family</i>	29,39	56,14	80,06
<i>Genus</i>	29,03	55,91	79,55
<i>Species</i>	24,00	54,74	41,91

Как видно из табл. 3.1.1 большинство организмов по ридам на всех таксономических уровнях идентифицировано для озера Нижний Кабан.

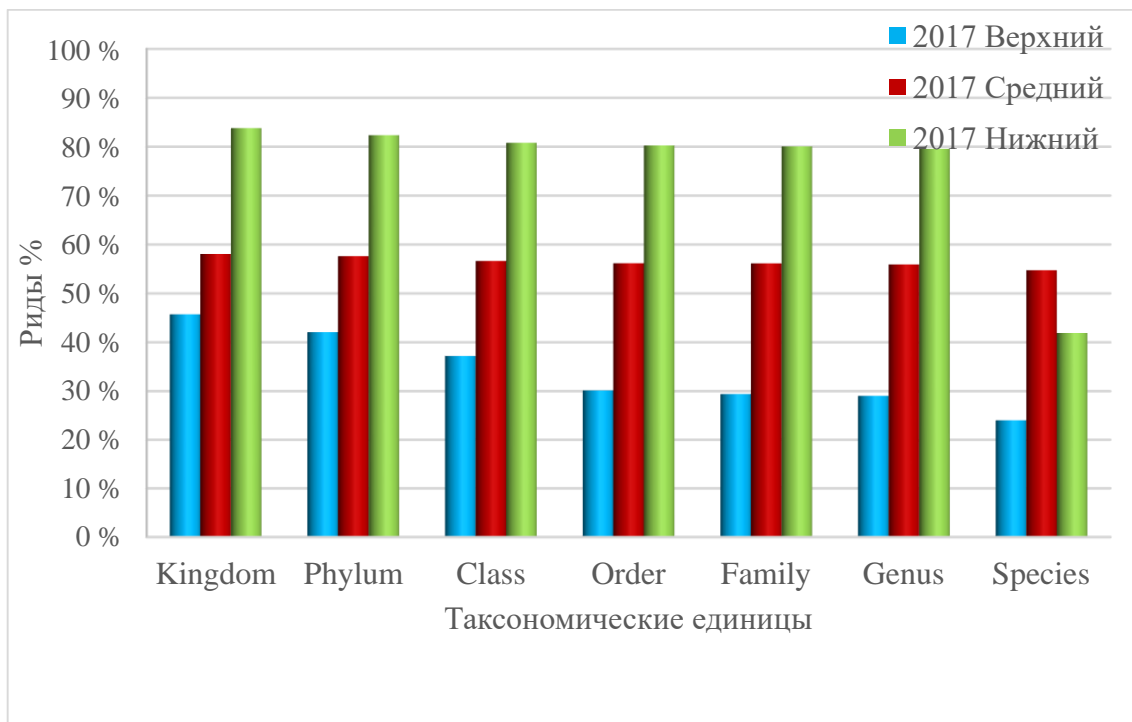


Рис. 3.1.1. Процентное распределение гидробионтов по таксономическим единицам и ридам

Процентное распределение видового разнообразия/ридов гидробионтов по царствам (*Kingdom*)

Процентное распределение видового разнообразия/ридов гидробионтов по царствам (*Kingdom*) приведено в табл. 3.1.2 (рис. 3.1.2-3.1.3).

Таблица 3.1.2

Процентное распределение видового разнообразия/ридов гидробионтов по царствам (*Kingdom*)

Царство	Озера Кабан, 2017 Разнообразие видов % / Риды%		
	Верхний	Средний	Нижний
<i>Chromista</i>	52,98/31,52	51,42/32,26	53,37/7,54
<i>Fungi</i>	11,70/2,32	7,08/0,37	11,06/1,06
<i>Animalia</i>	9,05/6,43	29,25/25,21	12,50/74,29
<i>Protozoa</i>	3,09/0,56	1,89/0,04	3,85/0,19
<i>Plantae</i>	21,41/4,77	9,43/0,18	17,31/0,66
Не идентифицировано	1,77/54,39	0,94/41,94	1,92/16,26

Как видно из табл. 3.1.2 наибольшее количество гидробионтов по царствам идентифицировано на уровне *Chromista* для всех озер Кабан и *Animalia* для озера Средний Кабан; и не идентифицировано гидробионтов: Верхний Кабан – 1,77%; Средний Кабан – 0,94%; Нижний Кабан – 1,92%.

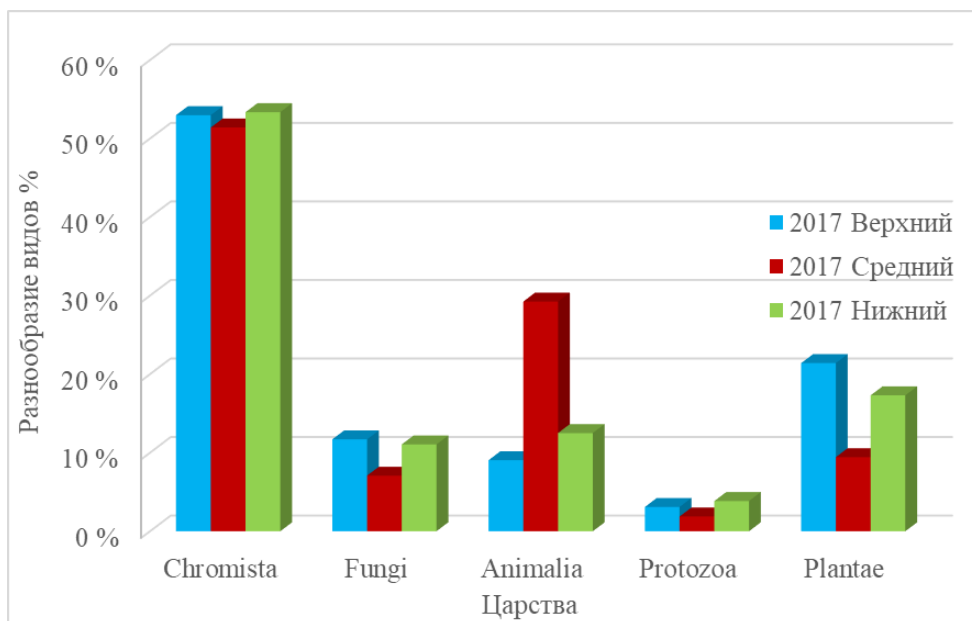


Рис. 3.1.2. Процентное распределение видового разнообразия гидробионтов по царствам (*Kingdom*)

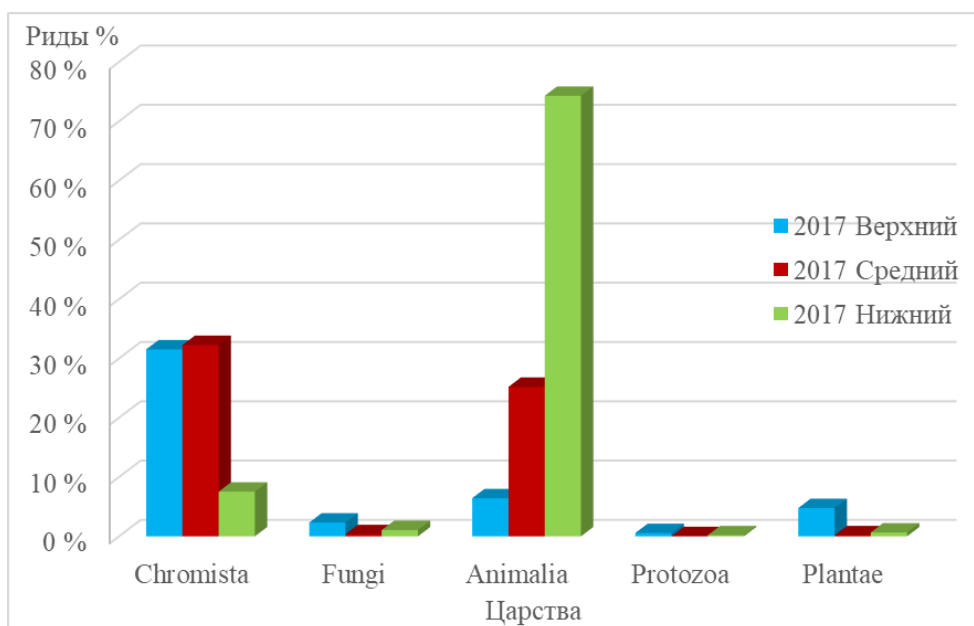


Рис. 3.1.3. Процентное распределение ридов гидробионтов по царствам (*Kingdom*)

Процентное распределение видового разнообразия гидробионтов и ридов по типам / отделам (*Phylum*)

Процентное распределение видового разнообразия/ридов гидробионтов по типам/отделам (*Phylum*) приведено на рис. 3.1.4-3.1.5. Всего идентифицировано 52 типа/отдела гидробионтов и не идентифицировано гидробионтов по типам/отделам: Верхний Кабан – 5,29%; Средний Кабан – 4,25%; Нижний Кабан – 3,53%. В табл. 3.1.3 приведены 24 типа/отдела из 52 идентифицированных типов/отделов, процент которых составляет свыше 1% по видовому разнообразию.

Таблица 3.1.3

Процентное распределение видового разнообразия/ридов гидробионтов по типам/отделам (*Phylum*)

Тип/Отдел	Озера Кабан, 2017		
	Разнообразие видов % / Риды %		
	Нижний	Средний	Верхний
<i>Arthropoda</i>	6,73/74,09	18,39/23,33	2,42/3,38
<i>Chlorophyta</i>	15,38/0,56	5,18/0,09	17,21/4,62
<i>Ochromyxa</i>	15,86/1,35	16,50/0,36	15,23/4,47
<i>Ciliophora</i>	12,98/2,21	15,09/1,63	12,36/4,66
<i>Dinoflagellata</i>	3,84/0,55	6,13/29,60	7,06/3,42
<i>Cryptophyta</i>	5,76/1,95	3,30/0,13	3,09/8,62
<i>Rotifera</i>	0,48/0,02	5,66/1,54	1,76/2,78
<i>Cercozoa</i>	3,36/0,62	2,35/0,13	1,98/0,87
<i>Annelida</i>	1,44/0,01	3,30/0,27	0,88/0,02
<i>Choanozoa</i>	2,88/0,18	0,00/0,00	1,32/0,42
<i>Oomycetes</i>	1,92/0,01	2,35/0,17	2,86/0,89
<i>Magnoliophyta</i>	0,96/0,08	2,83/0,07	2,20/0,08
<i>Apicomplexa</i>	2,40/0,04	0,94/0,01	2,64/0,41
<i>Basidiomycota</i>	0,96/0,01	0,94/0,01	2,64/0,38
<i>Chytridiomycota</i>	2,40/0,13	2,35/0,07	2,64/0,51
<i>Haptophyta</i>	0,96/0,01	0,47/0,03	2,64/0,18
<i>Ascomycota</i>	1,92/0,03	1,88/0,03	1,76/0,04



Тип/Отдел	Озера Кабан, 2017 Разнообразие видов % / Риды %		
	Нижний	Средний	Верхний
<i>Glomeromycota</i>	1,44/0,07	0,00/0,00	1,54/0,10
<i>Bigyra</i>	1,44/0,01	0,47/0,01	1,32/0,08
<i>Heliozoa</i>	1,44/0,01	1,41/0,02	1,32/4,84
<i>Metamonada</i>	0,00/0,00	1,41/0,04	0,22/0,02
<i>Mollusca</i>	0,48/0,01	1,41/0,01	0,22/0,01
<i>Porifera</i>	0,48/0,01	0,00/0,00	1,32/0,04
<i>Platyhelminthes</i>	0,00/0,00	0,00/0,00	1,10/0,03
Не идентифицировано	5,28/17,64	4,24/42,37	3,53/57,91

Как видно из табл. 3.1.3, наибольший вклад по типам/отделам вносят в видовое разнообразие/риды гидробионтов *Arthropoda*, *Chlorophyta*, *Ochrophyta*, *Ciliophora*, *Dinoflagellata*, *Cryptophyta*, *Rotifera*, *Heliozoa*.

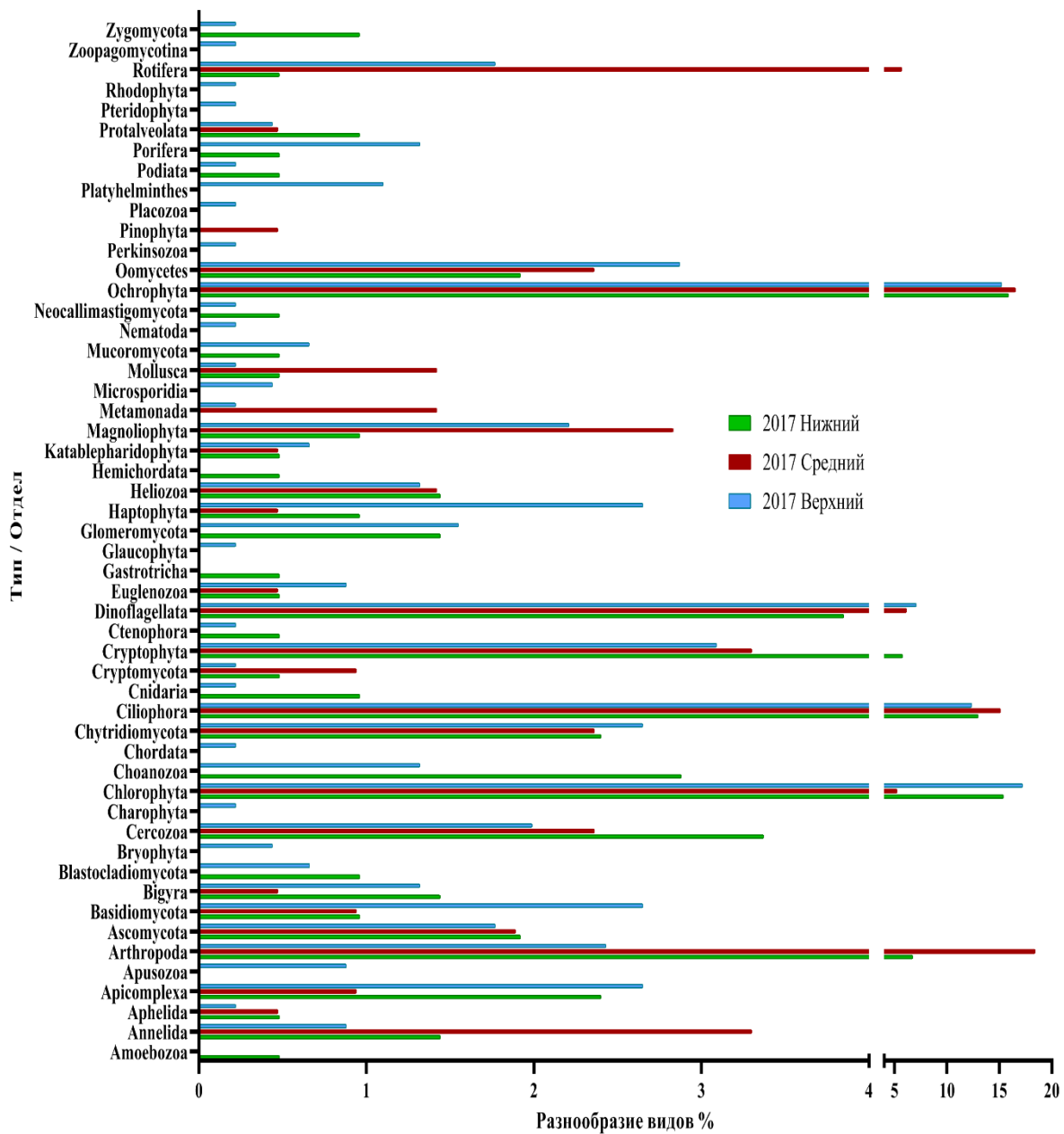


Рис. 3.1.4. Процентное распределение видового разнообразия гидробионтов по типам/отделам (*Phylum*)

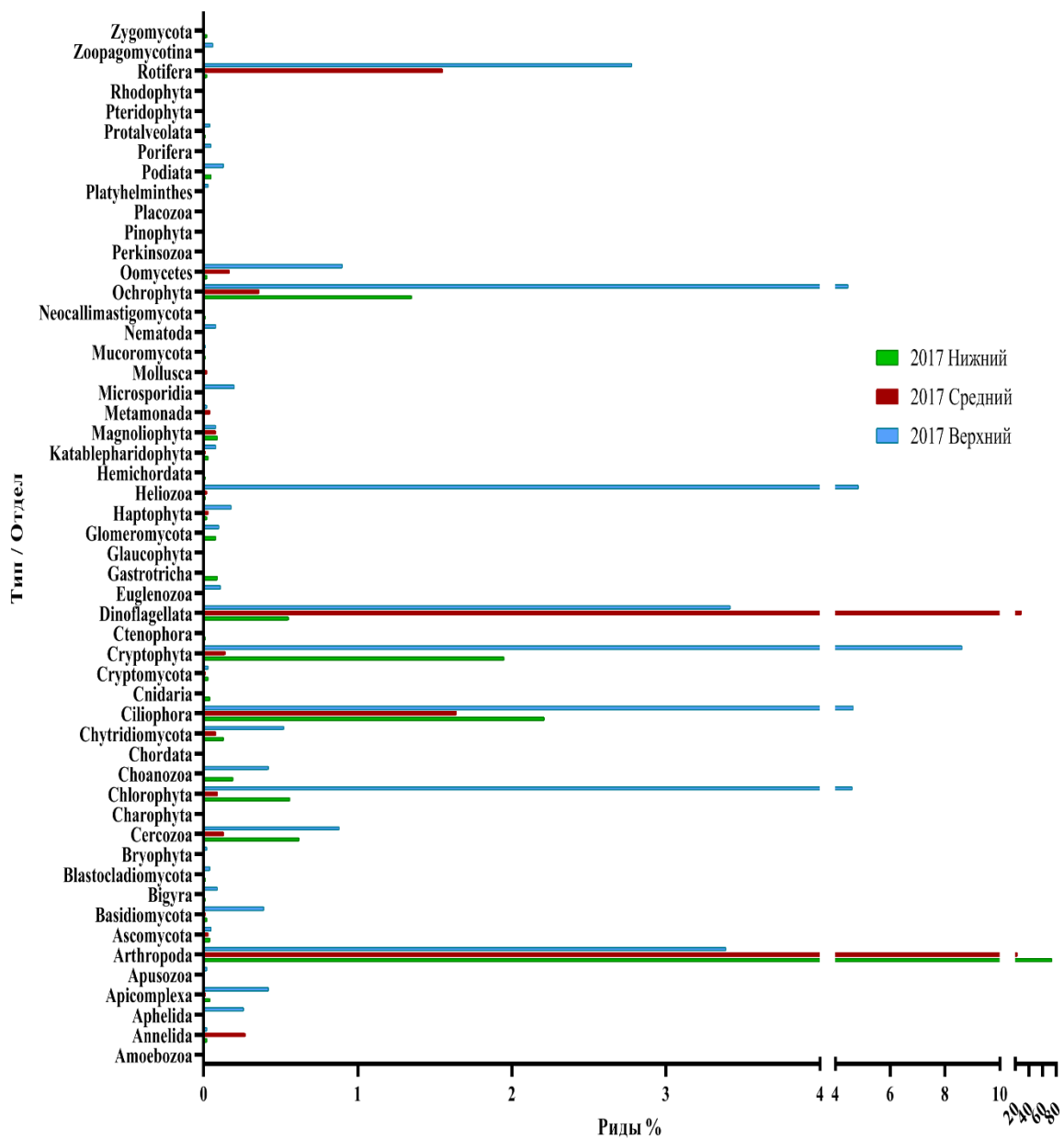


Рис. 3.1.5. Процентное распределение ридов гидробионтов по типам/отделам (*Phylum*)

Процентное распределение видового разнообразия/ридов гидробионтов по классам (Class)

Всего идентифицировано 107 классов гидробионтов и не идентифицировано гидробионтов по классам: Верхний Кабан – 8,39%; Средний Кабан – 10,85%; Нижний Кабан – 12,02%. В табл. 3.1.4 приведены 36 классов из 107 идентифицированных классов, процент которых составляет свыше 1% по видовому разнообразию. Распределение видового разнообразия гидробионтов по классам, процент которых составляет свыше 1%, приведено на рис. 3.1.6, распределение по ридам, процент которых составляет 0,05%, приведено на рис. 3.1.7.

Таблица 3.1.4

Процентное распределение видового разнообразия/ридов гидробионтов по классам (Class)

Класс	Озера Кабан, 2017		
	Разнообразие видов %/ Риды %		
	Верхний	Средний	Нижний
<i>Chlorophyceae</i>	11,92/2,77	3,77/0,05	10,10/0,41
<i>Bacillariophyceae</i>	4,64/0,40	8,49/0,17	4,81/0,10
<i>Branchiopoda</i>	0,22/0,00	8,49/18,69	0,00/0,00
<i>Spirotrichea</i>	3,53/1,30	8,02/1,13	7,69/0,80
<i>Dinophyceae</i>	7,06/3,42	5,66/29,04	3,85/0,55
<i>Monogononta</i>	1,77/2,78	5,66/1,55	0,48/0,02
<i>Maxillopoda</i>	1,55/3,34	2,83/4,41	5,29/74,05
<i>Insecta</i>	0,44/0,03	5,19/0,22	0,96/0,03
<i>Cryptophyceae</i>	2,87/8,12	1,89/0,12	4,81/1,31
<i>Trebouxiophyceae</i>	4,64/0,38	0,47/0,00	3,37/0,07
<i>Oligohymenophorea</i>	4,19/1,58	2,83/0,08	2,88/0,78
<i>Chrysophyceae</i>	3,75/1,67	1,89/0,08	3,85/0,65
<i>Coscinodiscophyceae</i>	1,99/0,91	3,30/0,05	1,92/0,31
<i>Synurophyceae</i>	2,65/0,73	2,83/0,05	2,40/0,17
<i>Haptophyceae</i>	2,65/0,18	0,47/0,03	0,96/0,02
<i>Choanoflagellida</i>	0,44/0,34	0,00/0,00	2,40/0,18

Класс	Озера Кабан, 2017 Разнообразие видов %/ Риды %		
	Верхний	Средний	Нижний
<i>Litostomatea</i>	2,21/0,86	2,36/0,13	0,00/0,00
<i>Chytridiomycetes</i>	2,21/0,24	1,89/0,04	1,92/0,07
<i>Prostomatea</i>	0,88/0,08	1,42/0,19	1,92/0,59
<i>Polychaeta</i>	0,66/0,02	1,89/0,04	0,48/0,01
<i>Bikosea</i>	0,66/0,05	0,47/0,00	1,44/0,01
<i>Centroheliozoa</i>	1,32/4,84	1,42/0,02	1,44/0,01
<i>Conoidasida</i>	1,32/0,07	0,00/0,00	1,44/0,03
<i>Fragilariophyceae</i>	1,32/0,06	0,00/0,00	1,44/0,09
<i>Imbricatea</i>	0,88/0,23	0,94/0,09	1,44/0,04
<i>Sarcomonadea</i>	0,44/0,12	0,00/0,00	1,44/0,06
<i>Bivalvia</i>	0,22/0,01	1,42/0,02	0,48/0,01
<i>Clitellata</i>	0,22/0,00	1,42/0,23	0,48/0,01
<i>Eopharyngia</i>	0,22/0,02	1,42/0,04	0,00/0,00
<i>Liliopsida</i>	0,44/0,04	1,42/0,06	0,48/0,08
<i>Glomeromycetes</i>	1,32/0,03	0,00/0,00	0,48/0,05
<i>Demospongiae</i>	1,10/0,04	0,00/0,00	0,48/0,00
<i>Fabids</i>	1,10/0,02	0,47/0,01	0,00/0,00
<i>Trematoda</i>	1,10/0,03	0,00/0,00	0,00/0,00
<i>Ustilaginomycetes</i>	1,10/0,35	0,47/0,01	0,00/0,00
<i>Zygnemophyceae</i>	1,10/0,04	0,94/0,01	0,96/0,01
Не идентифицировано	8,39/62,81	10,85/43,36	12,02/19,19

Как видно из табл. 3.1.4, наибольший вклад в видовое разнообразие/риды гидробионтов по классам вносят *Chlorophyceae*, *Bacillariophyceae*, *Branchiopoda*, *Spirotrichea*, *Dinophyceae*, *Monogononta*, *Dinophyceae*, *Maxillopoda*, *Insecta*.

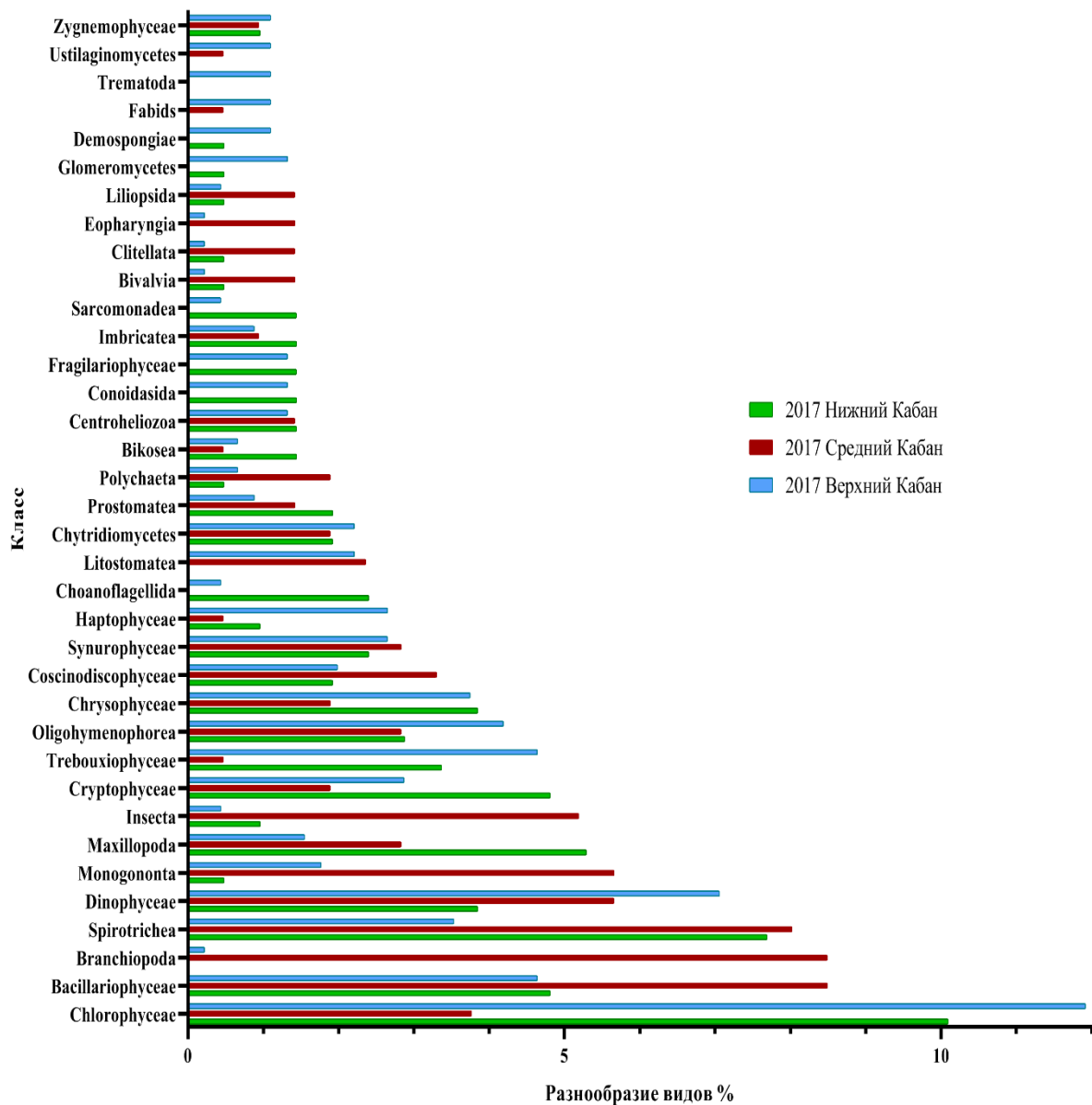


Рис. 3.1.6. Процентное распределение видового разнообразия гидробионтов по классам (>1%)

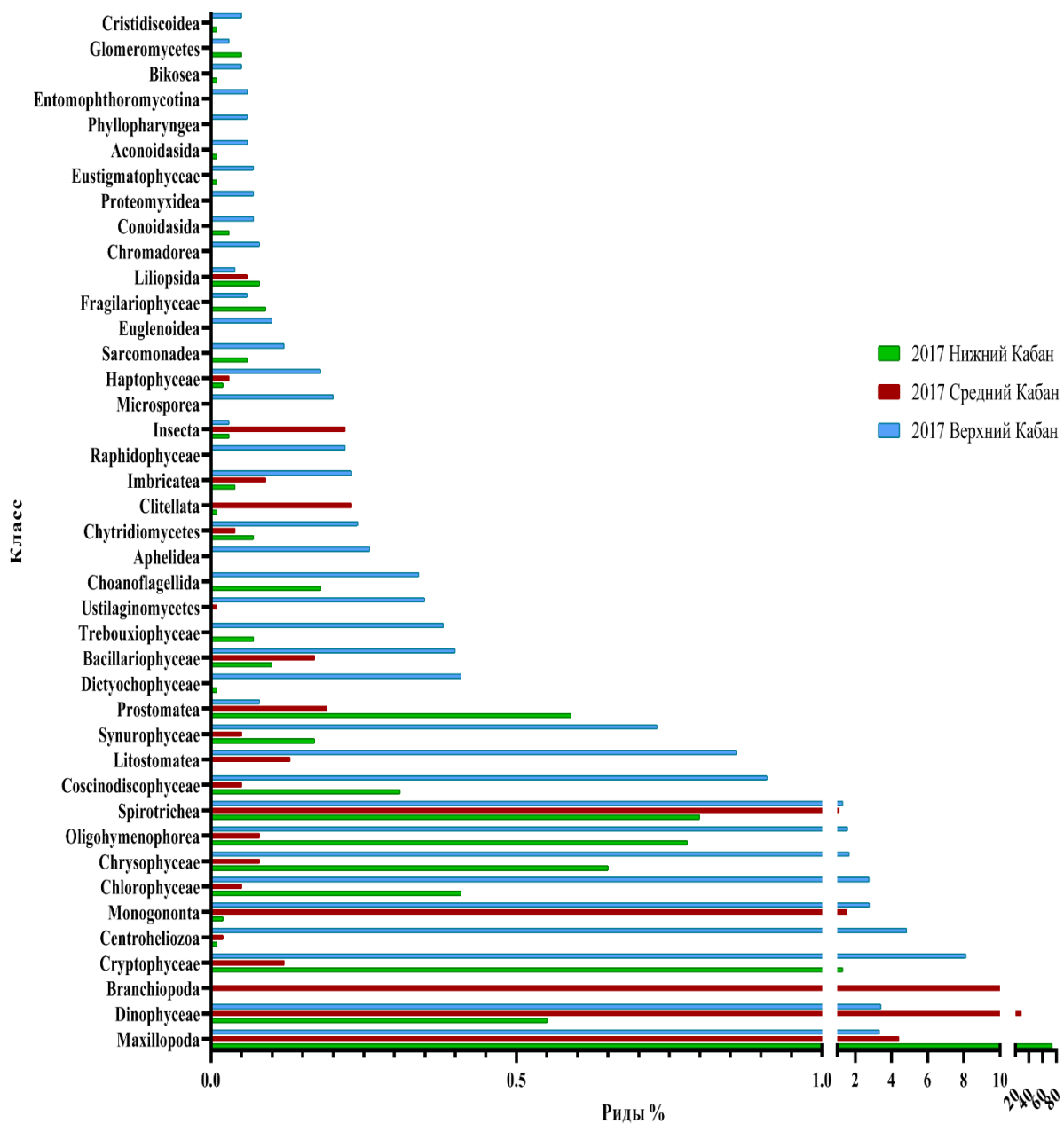


Рис. 3.1.7. Процентное распределение ридов гидробионтов по классам (>0,05%)

Процентное распределение видового разнообразия гидробионтов по порядкам/отрядам (Order)

Процентное распределение видового разнообразия/ридов гидробионтов по порядкам/отрядам (*Order*) приведено в табл. 3.1.5 (рис. 3.1.8-3.1.9).

Всего идентифицировано 198 порядков/отрядов гидробионтов и не идентифицировано гидробионтов по порядкам/отрядам: Верхний Кабан – 12,58%; Средний Кабан – 13,21%; Нижний Кабан – 16,83%. В табл. 1.5 приведены 39 порядков/отрядов из 198 идентифицированных порядков/отрядов, процент которых составляет свыше 1% по видовому разнообразию.

Таблица 3.1.5

Процентное распределение видового разнообразия/ридов гидробионтов по порядкам/отрядам (*Order*)

Порядок/Отряд	Озера Кабан, 2017 Разнообразие видов % / Риды %		
	Верхний	Средний	Нижний
<i>Cladocera</i>	0,22/0,00	8,02/18,69	0,00/0,00
<i>Chlamydomonadales</i>	6,40/2,33	1,42/0,02	6,25/0,32
<i>Chlorellales</i>	3,97/0,33	0,47/0,00	2,40/0,05
<i>Calanoida</i>	0,44/0,01	0,94/0,29	3,37/73,97
<i>Chromulinales</i>	2,65/0,59	1,42/0,02	3,37/0,49
<i>Sphaeropleales</i>	3,09/0,24	1,89/0,02	3,37/0,08
<i>Cymbellales</i>	0,66/0,10	3,30/0,07	0,00/0,00
<i>Flosculariaceae</i>	0,44/0,02	3,30/0,37	0,00/0,00
<i>Cryptomonadales</i>	1,99/7,97	1,89/0,12	2,88/1,29
<i>Coleoptera</i>	0,44/0,03	2,83/0,12	0,00/0,00
<i>Sessilida</i>	2,65/1,01	1,89/0,04	1,92/0,75
<i>Pyramimonadales</i>	1,10/0,17	0,00/0,00	2,40/0,04
<i>Ploima</i>	1,32/2,77	2,36/1,17	0,48/0,02
<i>Synurales</i>	1,99/0,06	2,36/0,04	1,44/0,05
<i>Bacillariales</i>	1,55/0,13	0,94/0,01	1,92/0,01
<i>Craspedida</i>	0,22/0,02	0,00/0,00	1,92/0,08



Порядок/Отряд	Озера Кабан, 2017 Разнообразие видов % / Риды %		
	Верхний	Средний	Нижний
<i>Euplotida</i>	0,00/0,00	0,00/0,00	1,92/0,10
<i>Cyclopoida</i>	1,10/3,34	1,89/4,12	1,44/0,05
<i>Gonyaulacales</i>	0,44/0,07	1,89/28,92	0,00/0,00
<i>Sporadotrichida</i>	0,44/0,01	1,89/0,05	0,48/0,04
<i>Stephanodiscales</i>	0,44/0,02	1,89/0,03	0,48/0,00
<i>Peridinales</i>	1,55/0,46	0,94/0,01	0,00/0,00
<i>Bicosoecida</i>	0,66/0,05	0,47/0,00	1,44/0,01
<i>Blastocladiales</i>	0,66/0,04	0,00/0,00	1,44/0,01
<i>Centrohelida</i>	0,66/0,13	0,94/0,02	1,44/0,01
<i>Cercomonadida</i>	0,44/0,12	0,00/0,00	1,44/0,06
<i>Eucoccidiorida</i>	1,32/0,07	0,00/0,00	1,44/0,03
<i>Prorodontida</i>	0,66/0,01	0,94/0,17	1,44/0,50
<i>Saprolegniales</i>	0,88/0,34	0,47/0,02	1,44/0,01
<i>Stichotrichida</i>	0,44/0,10	1,42/0,04	1,44/0,09
<i>Thalassiosirales</i>	1,32/0,84	1,42/0,03	1,44/0,31
<i>Tintinnida</i>	1,10/0,62	1,42/0,16	1,44/0,24
<i>Diplomonadida</i>	0,22/0,00	1,42/0,00	0,00/0,00
<i>Katablephariales</i>	0,44/0,04	1,42/0,01	0,48/0,03
<i>Prorocentrales</i>	0,44/0,00	1,42/0,05	0,00/0,00
<i>Urostylida</i>	0,66/0,01	1,42/0,01	0,48/0,03
<i>Gymnodiniales</i>	1,32/0,37	0,00/0,00	0,96/0,04
<i>Haptorida</i>	1,32/0,65	0,47/0,03	0,00/0,00
<i>Chaetophorales</i>	1,10/0,00	0,00/0,00	0,00/0,01
Не идентифицировано	12,58/69,87	13,21/43,86	16,83/19,74

Как видно из табл. 3.1.5, наибольший вклад в видовое разнообразие/риды гидробионтов по порядкам/отрядам вносят *Cladocera*, *Chlamydomonadales*, *Chlorellales*, *Calanoida*, *Chromulinales*, *Sphaeropleales*, *Cymbellales*, *Flosculariaceae*, *Cryptomonadales*, *Gonyaulacales*.

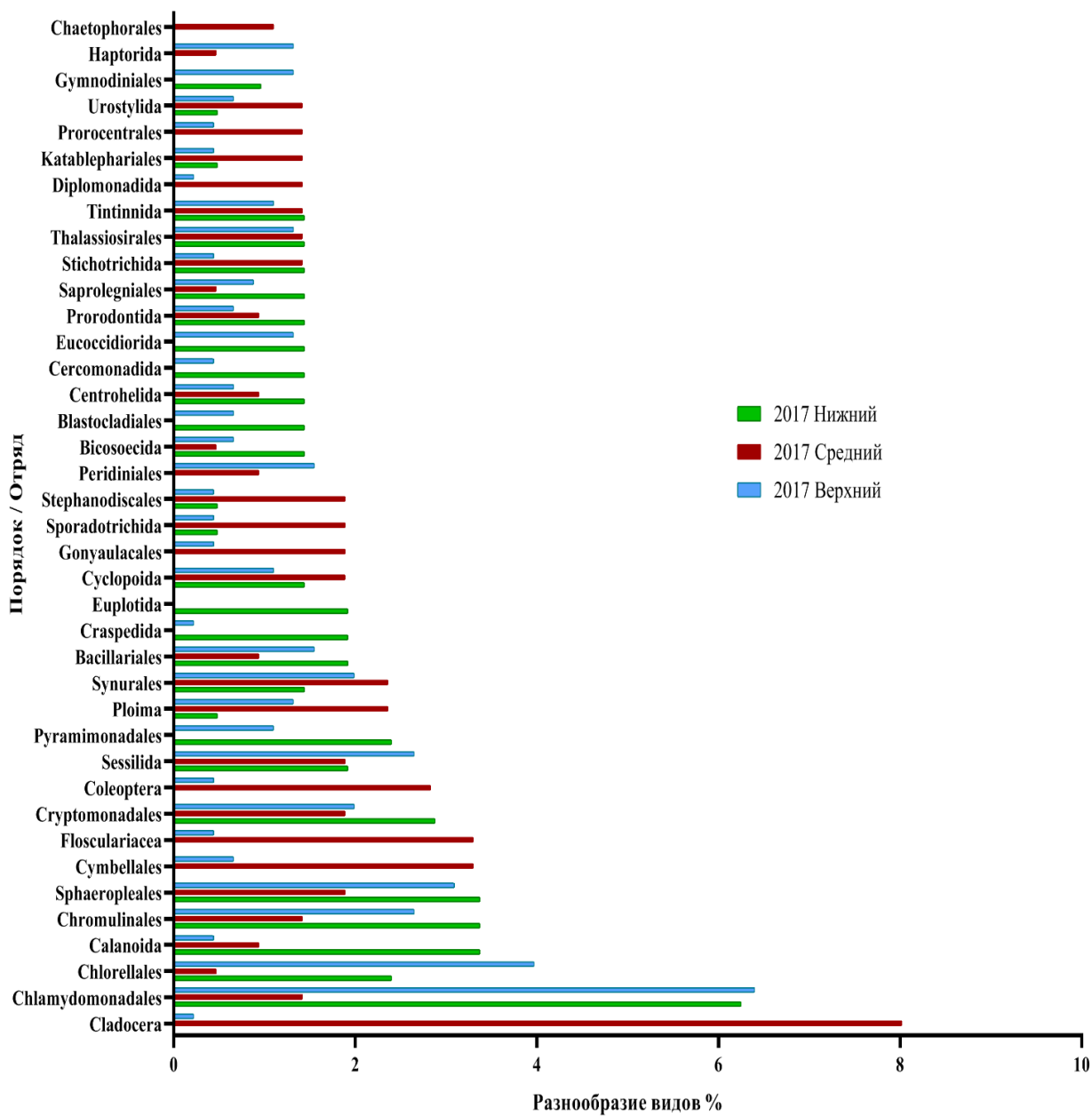


Рис. 3.1.8. Процентное распределение видового разнообразия гидробионтов по порядкам/отрядам (>1%)

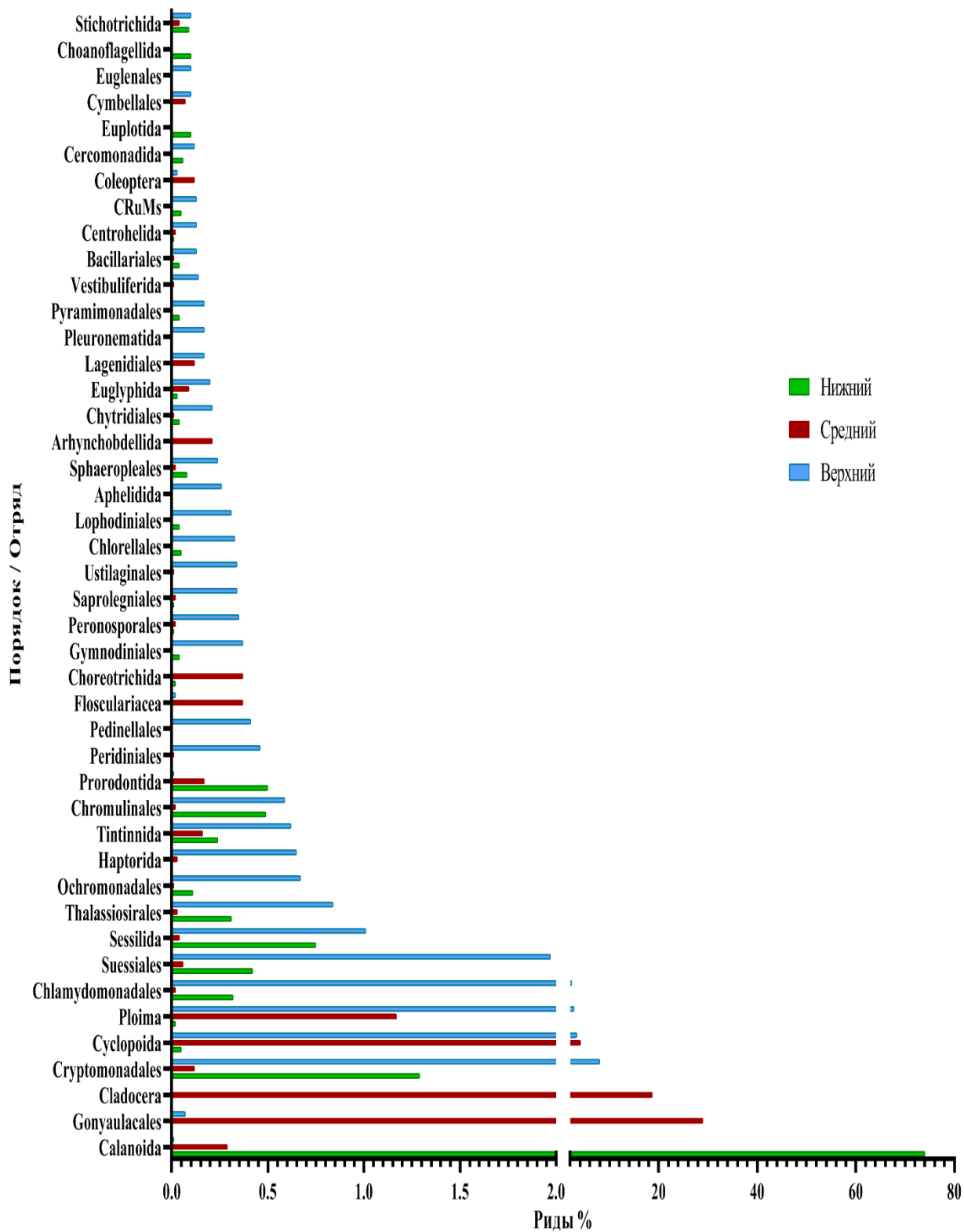


Рис. 3.1.9. Процентное распределение ридов гидробионтов по порядкам/отрядам (>0,1%)

Процентное распределение видового разнообразия гидробионтов и ридов по семействам (Family)

Всего идентифицировано 317 семейств гидробионтов и около не идентифицировано гидробионтов по семействам: Верхний Кабан – 16,34%; Средний Кабан – 16,51%; Нижний Кабан – 22,12%. В табл. 3.1.6 приведено 27 семейств из 317 идентифицированных семейств, процент которых составляет свыше 1% по видовому разнообразию.

Распределение видового разнообразия гидробионтов и ридов по семействам (Family) показано на рис. 3.1.10-3.1.11 для семейств, процент которых составляет свыше 0,5% по видовому разнообразию.

Таблица 3.1.6

Процентное распределение видового разнообразия/ридов гидробионтов по семействам (Family)

Семейство	Озера Кабан 2017, Разнообразие видов % / Риды %		
	Верхний	Средний	Нижний
<i>Chlamydomonadaceae</i>	3,75/1,57	0,94/0,01	3,37/0,24
<i>Chlorellaceae</i>	2,65/0,28	0,00/0,00	2,40/0,05
<i>Diaptomidae</i>	0,44/0,01	0,94/0,30	2,40/73,96
<i>Scenedesmaceae</i>	0,88/0,09	1,42/0,02	2,40/0,07
<i>Chydoridae</i>	0,00/0,00	2,36/1,96	0,00/0,00
<i>Flosculariidae</i>	0,44/0,02	2,36/0,12	0,00/0,00
<i>Stephanodiscaceae</i>	0,88/0,48	2,36/0,03	0,96/0,18
<i>Bacillariaceae</i>	1,55/0,13	0,94/0,01	1,92/0,04
<i>Chromulinaceae</i>	1,55/0,16	0,47/0,00	1,92/0,06
<i>Cryptomonadaceae</i>	1,32/7,94	1,89/0,12	1,92/1,29
<i>Euplotidae</i>	0,00/0,00	0,00/0,00	1,92/0,10
<i>Vorticellidae</i>	1,10/0,67	1,42/0,04	1,92/0,75
<i>Cyclopidae</i>	1,10/3,34	1,89/4,12	1,44/0,05
<i>Cymbellaceae</i>	0,22/0,05	1,89/0,02	0,00/0,00
<i>Mallomonadaceae</i>	1,55/0,04	1,89/0,04	0,96/0,05

Семейство	Озера Кабан 2017, Разнообразие видов % / Риды %		
	Верхний	Средний	Нижний
<i>Cercomonadidae</i>	0,22/0,11	0,00/0,00	1,44/0,006
<i>Colepidae</i>	0,44/0,00	0,94/0,17	1,44/0,50
<i>Geminigeraceae</i>	0,22/0,00	0,00/0,00	1,44/0,01
<i>Heterophryidae</i>	0,44/0,31	0,47/0,01	1,44/0,01
<i>Salpingoecidae</i>	0,22/0,02	0,00/0,00	1,44/0,08
<i>Brachionidae</i>	0,44/2,74	1,42/1,13	0,48/0,02
<i>Daphniidae</i>	0,00/0,00	1,42/0,27	0,00/0,00
<i>Macrotrichidae</i>	0,00/0,00	1,42/0,01	0,00/0,00
<i>Prorocentraceae</i>	0,44/0,01	1,42/0,05	0,00/0,00
<i>Pythiaceae</i>	0,66/0,33	1,42/0,03	0,48/0,01
<i>Oocystaceae</i>	1,32/0,05	0,00/0,00	0,00/0,00
<i>Gymnodiniaceae</i>	1,10/0,36	0,47/0,00	0,96/0,04
Не идентифицировано	16,34/70,61	16,51/43,86	22,12/19,94

Как видно из табл. 3.1.6, наибольший вклад в видовое разнообразие/риды гидробионтов по семействам вносят *Chlamydomonadaceae*, *Chlorellaceae*, *Diaptomidae*, *Scenedesmacae*, *Chydoridae*, *Flosculariidae*, *Stephanodiscaceae*, *Bacillariaceae*, *Chromulinaceae*, *Cryptomonadaceae*, *Euplotidae*, *Vorticellidae*, *Cyclopidae*, *Symbellaceae*, *Mallomonadaceae*.

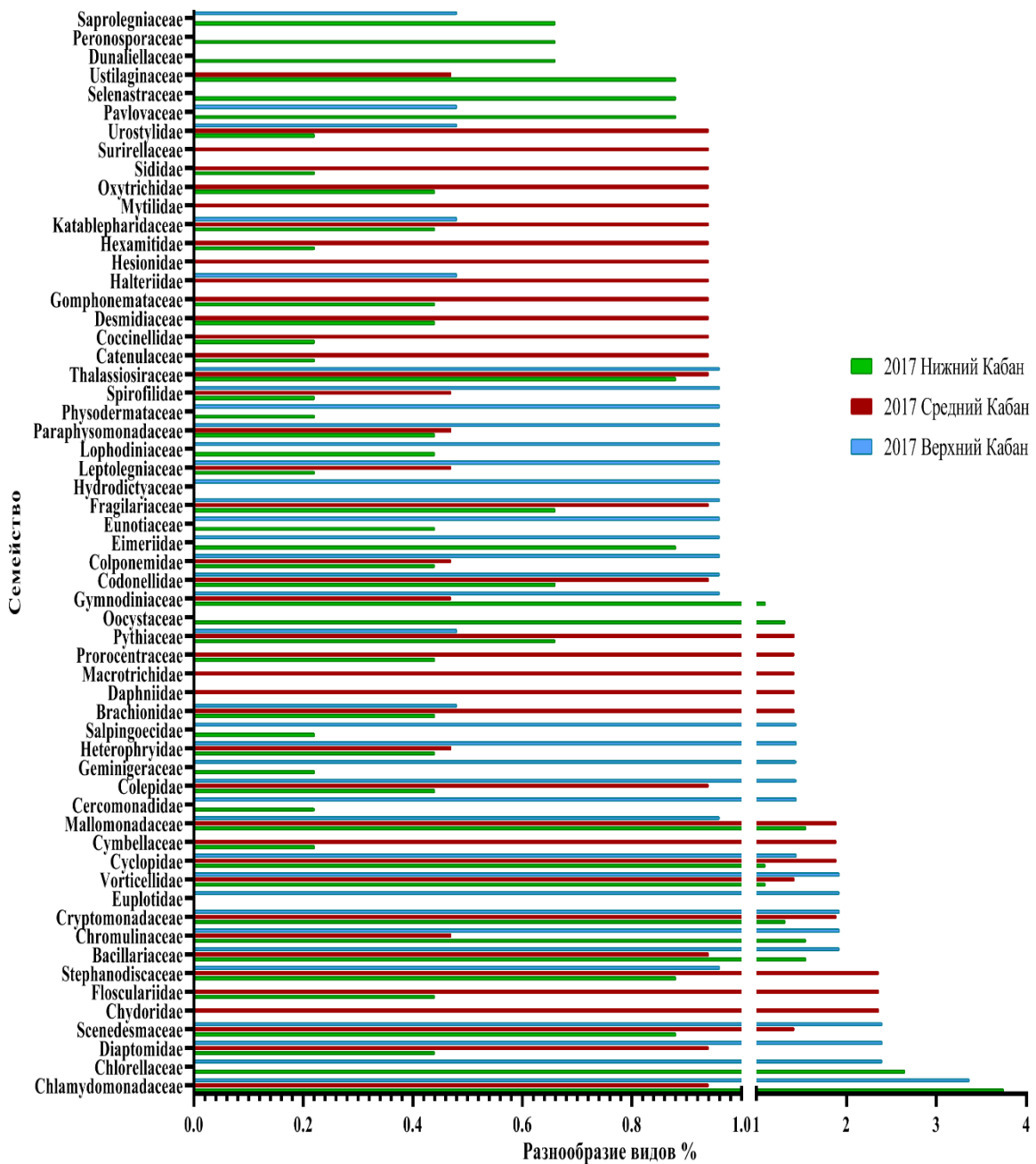


Рис. 3.1.10. Процентное распределение видового разнообразия гидробионтов по семействам (*Family*) (>0,5%)

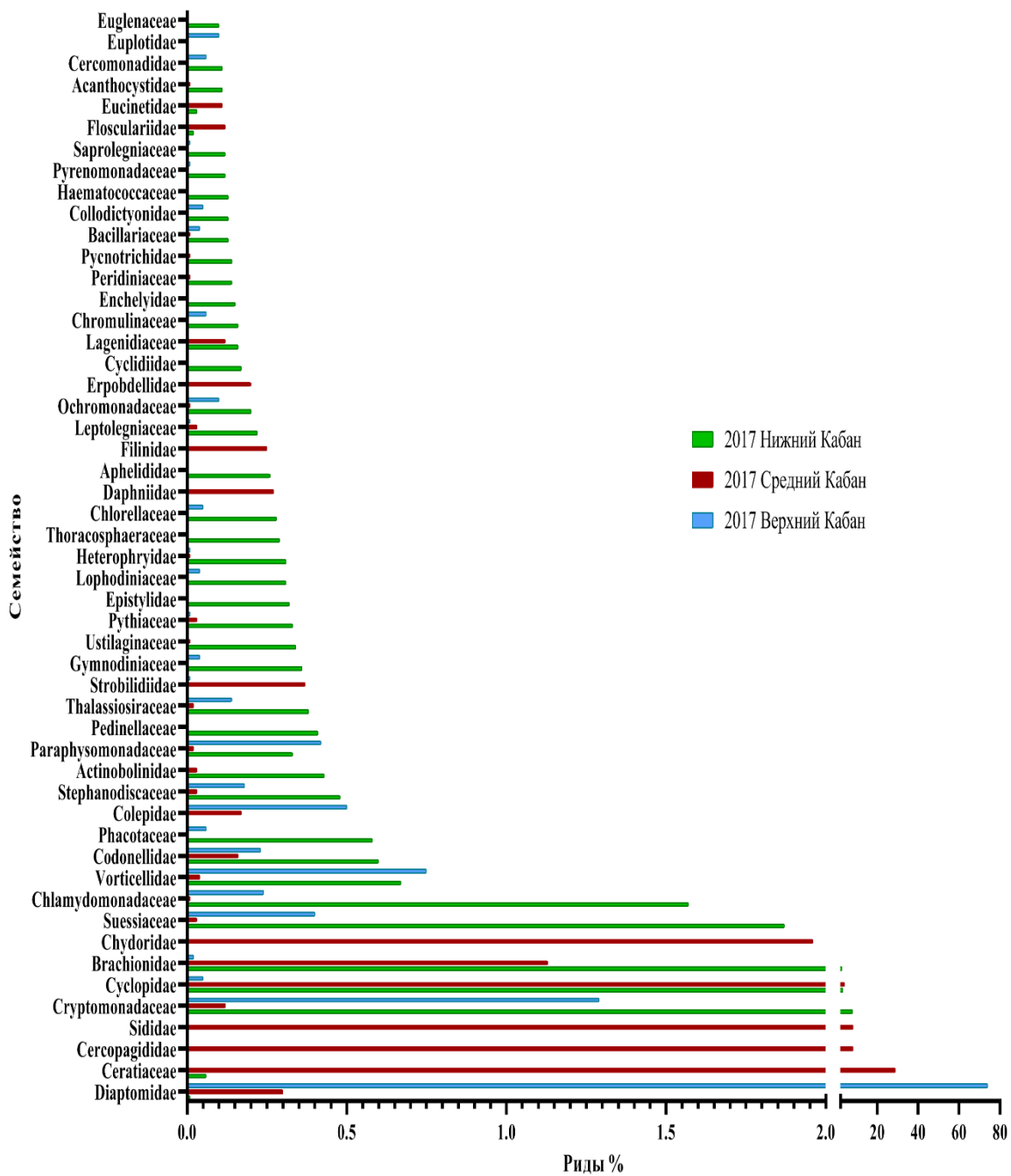


Рис. 3.1.11. Процентное распределение ридов гидробионтов по семействам (Family) (>0,5%)

Процентное распределение видового разнообразия/ридов гидробионтов по родами (*Genus*)

Всего идентифицировано 443 рода гидробионтов и не идентифицировано гидробионтов по родам: Верхний Кабан – 17,66%; Средний Кабан – 70,97%; Нижний Кабан – 16,04%. В табл. 3.1.7 приведено 35 родов из 443 идентифицированных родов, процент которых составляет свыше 0,5% по видовому разнообразию. Распределение видового разнообразия/ридов гидробионтов по родам, процент которых составляет свыше 0,5%, приведено на рис. 3.1.12-3.1.13.

Таблица 3.1.7

Процентное распределение видового разнообразия/ридов гидробионтов по родам (*Genus*)

Род	Озера Кабан 2017		
	Разнообразие видов % / Риды %		
	Верхний	Средний	Нижний
<i>Cryptomonas</i>	0,88/0,11	7,93/1,44	1,42/1,27
<i>Cyclops</i>	0,66/3,24	2,78/0,96	0,94/0,04
<i>Keratella</i>	0,22/1,07	2,68/0,48	0,47/0,02
<i>Mallomonas</i>	0,66/0,04	0,02/0,48	1,89/0,04
<i>Leiocephalum</i>	0,22/0,03	1,87/0,48	0,47/0,40
<i>Amphora</i>	0,22/0,02	0,02/0,00	0,94/0,00
<i>Brachionus</i>	0,22/0,06	0,06/0,00	0,94/0,00
<i>Cyclotella</i>	0,44/0,01	0,02/0,48	0,94/0,00
<i>Cymbella</i>	0,00/0,01	0,00/0,00	0,94/0,00
<i>Daphnia</i>	0,00/0,26	0,00/0,00	0,94/0,00
<i>Gyptis</i>	0,00/0,02	0,00/0,00	0,94/0,00
<i>Halophytophthora</i>	0,44/0,01	0,01/0,00	0,94/0,00
<i>Halteria</i>	0,00/0,04	0,00/0,48	0,94/0,04
<i>Hatena</i>	0,22/0,01	0,04/0,48	0,94/0,03
<i>Hexamita</i>	0,00/0,03	0,00/0,00	0,94/0,00
<i>Lacinularoides</i>	0,00/0,01	0,00/0,00	0,94/0,00



Род	Озера Кабан 2017 Разнообразие видов % / Риды %		
	Верхний	Средний	Нижний
<i>Micrasterias</i>	0,22/0,01	0,01/0,00	0,94/0,00
<i>Paramicrosporidium</i>	0,00/0,01	0,00/0,00	0,94/0,00
<i>Placoneis</i>	0,22/0,01	0,05/0,00	0,94/0,00
<i>Prorocentrum</i>	0,44/0,05	0,00/0,00	0,94/0,00
<i>Ptygura</i>	0,00/0,08	0,00/0,00	0,94/0,00
<i>Scenedesmus</i>	0,44/0,01	0,08/0,96	0,94/0,04
<i>Thalassiosira</i>	0,22/0,02	0,34/0,48	0,94/0,09
<i>Vorticella</i>	0,88/0,04	0,66/0,96	0,94/0,25
<i>Chlamydomonas</i>	0,88/0,01	0,43/0,96	0,47/0,13
<i>Nitzschia</i>	0,88/0,00	0,09/0,96	0,47/0,01
<i>Synura</i>	0,88/0,00	0,01/0,48	0,00/0,01
<i>Carteria</i>	0,66/0,01	0,29/0,48	0,00/0,00
<i>Chlorella</i>	0,66/0,01	0,11/0,96	0,00/0,00
<i>Eimeria</i>	0,66/0,01	0,01/0,48	0,00/0,00
<i>Ochromonas</i>	0,66/0,01	0,07/1,44	0,00/0,00
<i>Gloeomonas</i>	0,44/0,01	0,60/0,01	0,00/0,00
<i>Phacotus</i>	0,22/0,01	0,58/0,48	0,00/0,00
<i>Acanthocyclops</i>	0,22/0,79	0,55/1,48	0,47/0,01
Не идентифицировано	17,66/44,09	70,97/23,56	16,04/20,45

Как видно из табл. 3.1.7, рис. 3.1.12-3.1.13 наибольший вклад в видовое разнообразие/риды гидробионтов по родам вносят *Cryptomonas*, *Cyclops*, *Keratella*, *Mallomonas*, *Leiocephalium*/*Arctodiaptomus*, *Eudiaptomus*, *Ceratium*, *Bythotrephes*, *Sida*, *Cyclops*.

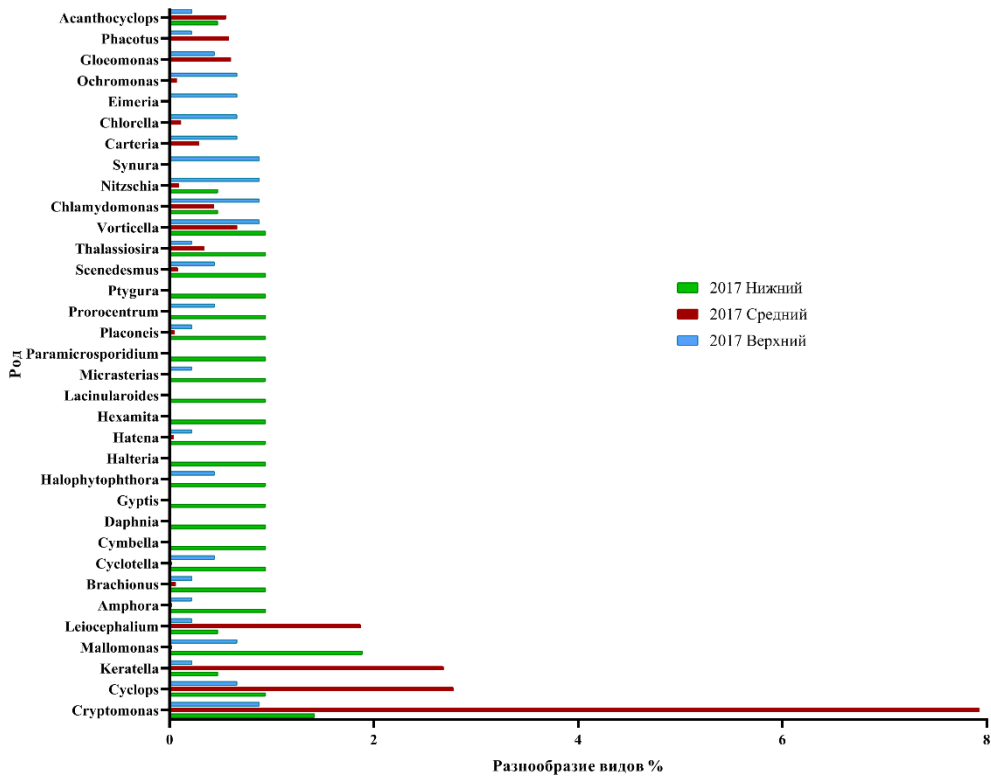


Рис. 3.1.12. Процентное распределение видового разнообразия гидробионтов по родам (>0,5%)

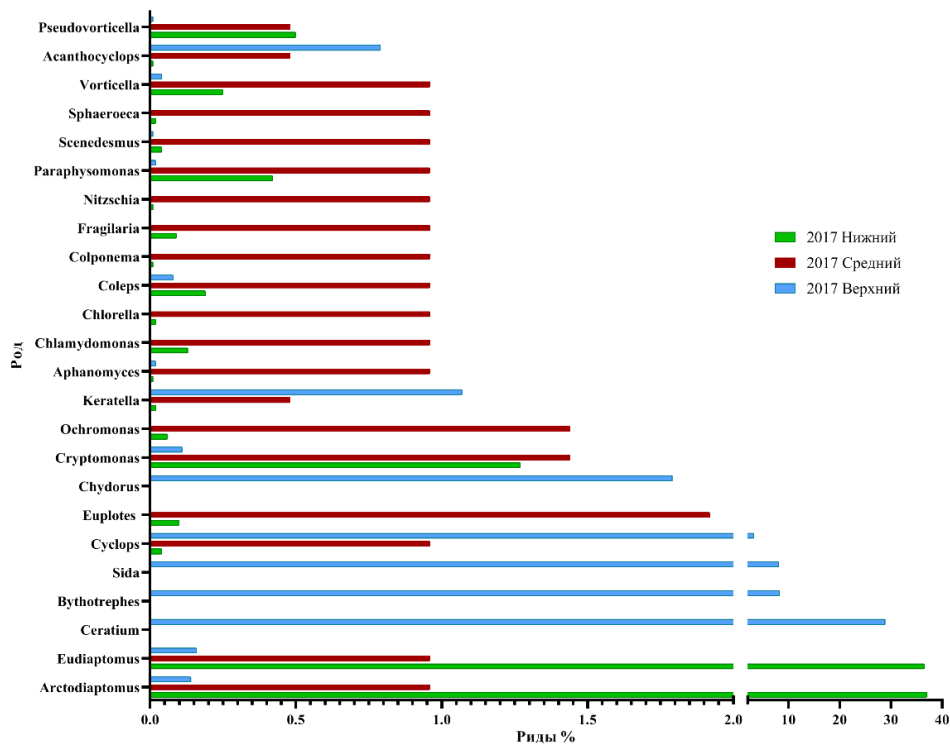


Рис. 3.1.13. Процентное распределение родов гидробионтов по родам (>0,5%)

## Идентификация видов гидробионтов по гену *18S рРНК* (*Species*)

Общий список видов, обитающих в озерах Кабан, идентифицированных по маркерным генам и традиционным методом, с зонами сапробности, выделенными В.Сладечком [86], приведен в главе 4 (табл. 4.4).

Из трех озер Кабан всего идентифицировано 416 видов по маркерному гену *18S рРНК*. Распределение ридов по видам гидробионтов, процент которых свыше 0,1%, приведено на рис. 3.1.14. В табл. 3.1.8 приведены 10 видов, наиболее многочисленных по ридам.

Таблица 3.1.8

Многочисленные виды по ридам

Виды	Озера Кабан 2017		
	Риды %		
	Верхний	Средний	Нижний
<i>Arctodiaptomus cf.stephanidesi</i>	0,01	0,14	37,07
<i>Ceratium hirundinella</i>	0,06	28,86	0,00
<i>Bythotrephes cederstroemi</i>	0,00	8,21	0,00
<i>Sida crystallina</i>	0,01	8,14	0,00
<i>Cryptomonas curvata</i>	7,61	0,09	1,25
<i>Keratella cochlearis</i>	2,68	1,07	0,02
<i>Cyclops insignis</i>	1,75	2,15	0,03
<i>Leiocephalum pseudosanguineum</i>	1,87	0,00	0,40
<i>Chydorus sphaericus</i>	0,00	1,79	0,00
<i>Cyclops kolensis</i>	1,02	1,09	0,01

Как видно из табл. 3.1.8, наиболее многочисленным оказался вид *Arctodiaptomus cf.stephanidesi* из отряда Calanoida, однако в России этот вид не отмечен. Из представителей Calanoida в озерах Кабан обитают гидробионты *Eudiaptomus graciloides*. Вид *Bythotrephes cederstroemi* встречается в Куйбышевском водохранилище, с которым озера Кабан соединены дренами.

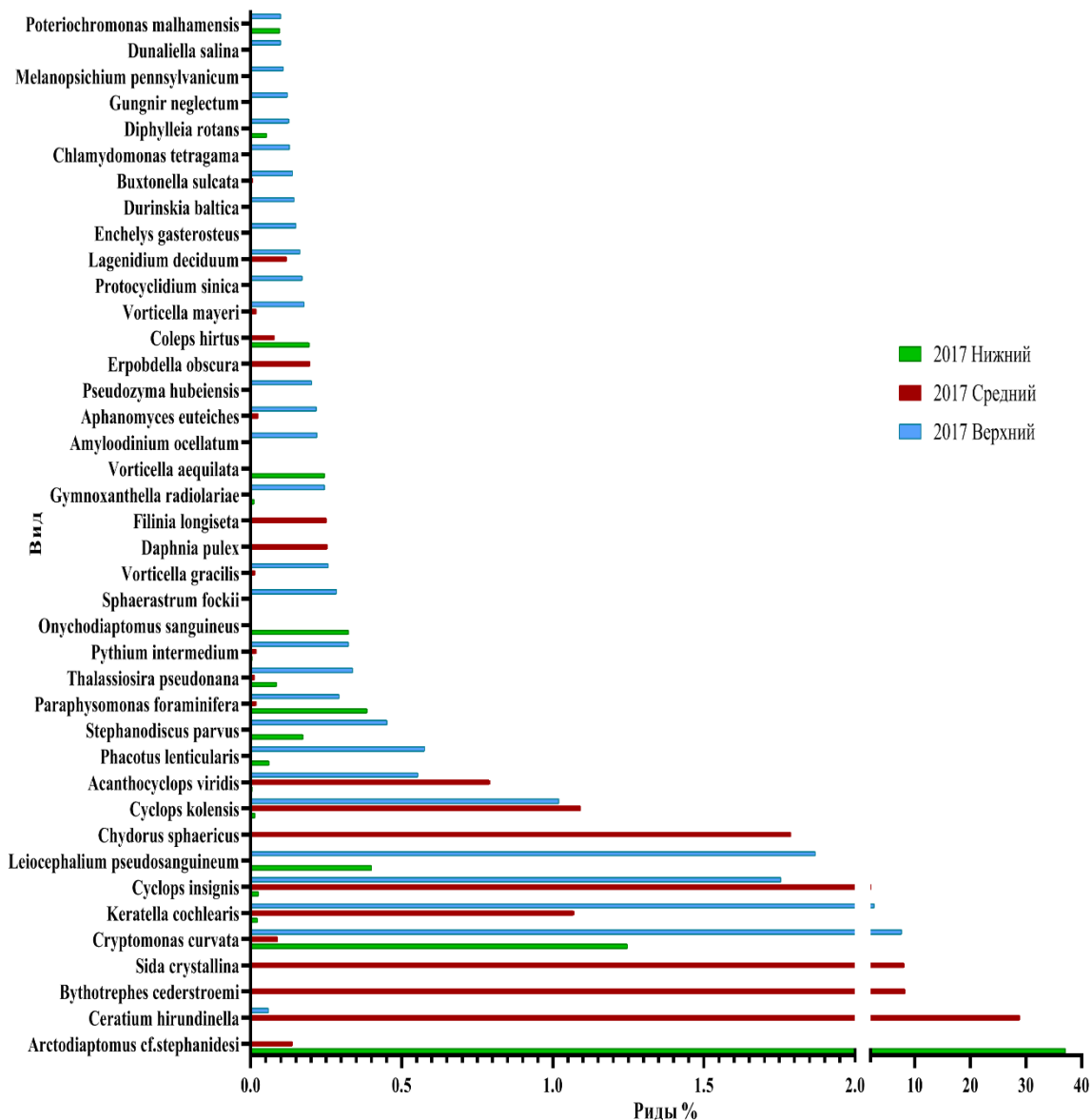


Рис. 3.1.14. Процентное распределение ридов по видам гидробионтов (>0,1%)

В табл. 3.1.9, рис. 3.1.15 представлено процентное распределение видового разнообразия гидробионтов по озерам Кабан.

Таблица 3.1.9

Количество идентифицированных видов и процентное распределение  
видового разнообразия по озерам Кабан

Озера Кабан	Количество видов	Процент
Верхний	185	44,7
Верхний-Средний	31	7,5
Средний	76	18,4
Средний-Нижний	3	0,7
Нижний	52	12,6
Верхний-Нижний	39	9,4
Верхний-Средний-Нижний	28	6,7

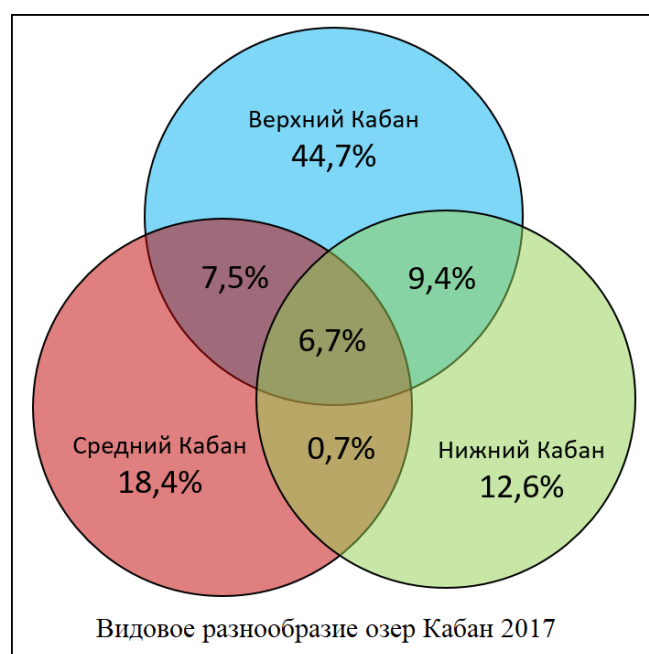


Рис. 3.1.15. Процентное распределение видового разнообразия по озерам Кабан

## Виды-индикаторы из озер Кабан

Общий список видов, обитающих в озерах Кабан, идентифицированных по маркерным генам и традиционным методом, с зонами сапробности, выделенными В.Сладечком [86] приведен в главе 4 (табл. 4.4).

Процентное распределение видов-индикаторов из озер Кабан по зонам сапробности приведено на рис. 3.1.16, процентное распределение ридов видов-индикаторов по зонам сапробности приведено на рис. 3.1.17.

Как видно из рис. 3.1.16-3.1.17 наибольшее количество видов-индикаторов группируется возле *b*-мезосапробной зоны, т.е. характеризуют озера Кабан как загрязненные.

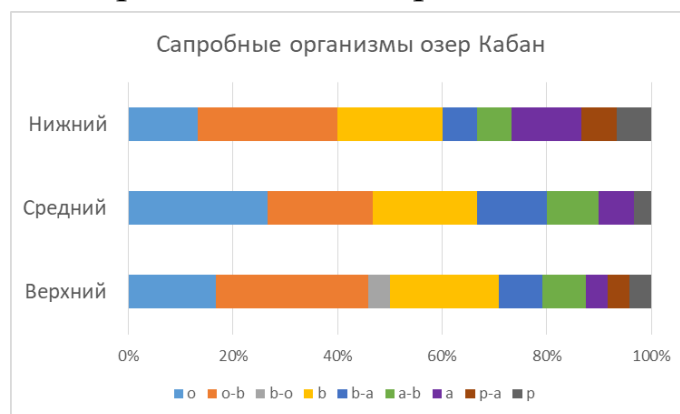


Рис. 3.1.16. Распределение видов-индикаторов из озер Кабан по зонам сапробности

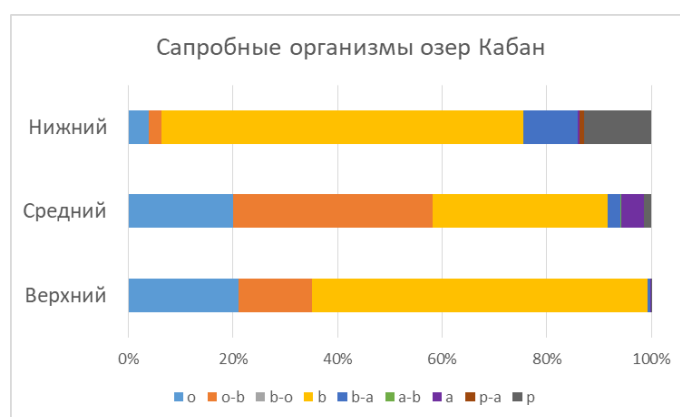


Рис. 3.1.17. Распределение ридов видов-индикаторов из озер Кабан по зонам сапробности

## Заключение по главе

По результатам метагеномного секвенирования гидробионтов трех Казанских озер Кабан по маркерному гену *18S рРНК* идентифицированы следующие таксономические единицы: 5 царств (*Kingdom*), 52 типа/отдела (*Phylum*), 107 классов (*Class*), 198 порядков/отрядов (*Order*), 317 семейств (*Family*), 443 рода (*Genus*), 423 вида (*Species*).

Из 423 видов идентифицировано:

- 15 видов, не обитающих в регионе (РТ, г. Казань): Австралия – *Parastrongyloides trichosuri* (*Nematoda*), Новая Зеландия – *Wlassicsia pannonica* (*Cladocera*), Африка – *Radix natalensis* (*Mollusca*), *Sartidia perrieri* (*Liliopsida*), Северная Америка – *Pleurobema sintoxia* (*Mollusca*), *Glebula rotundata* (*Mollusca*) и др.;

- 21 вид морских гидробионтов, в основном кольчатые черви и двухстворчатые моллюски: *Pettiboneia urciensis*, *Anodonta arcaiformis*, *Porphyra gardneri* и др.;

- 44 вида, не обитающие в воде (в основном наземные растения): *Cucumis melo*, *Viola pedatifida* и др.; грибы: *Mortierella wolfii*, *Pseudogymnoascus destructans* и др.;

- 343 видов гидробионтов обитают в пресных водах.

Из 343 видов идентифицировано 28 грибных организмов, 127 животных организмов и 188 растительных организмов (табл. 4.4).

40 видов из 343 идентифицированных имеют статус индикаторных, из которых 42%/44%/33% соответственно по озерам (Верхний Кабан/Средний Кабан/Нижний Кабан) группируются возле *b*-мезосапробной зоны (от *b-0* до *a-b*-мезосапробной) и характеризуют озера Кабан как загрязненные.

### 3.2. Анализ видового разнообразия гидробионтов по рибосомному гену *16S рРНК*

Рибосомный ген *16S рРНК* используется в качестве маркерного гена для идентификации прокариот (*Bacteria*) [87-89].

#### Процентное распределение видового разнообразия/ридов гидробионтов по типам (*Phylum*)

Процентное распределение по количеству ридов и видовому разнообразию гидробионтов по типам (*Phylum*) приведено на рис. 3.2.1-3.2.2. Всего идентифицировано 17 типов гидробионтов и не идентифицировано гидробионтов по типам: Верхний Кабан – 2,33/3,87%; Средний Кабан – 0,46/3,36%; Нижний Кабан – 1,85/3,03%. В табл. 3.2.1 приведены все идентифицированные группы бактерий на уровне типа.

Таблица 3.2.1

Процентное распределение по количеству ридов и видовому разнообразию гидробионтов на уровне типа (*Phylum*)

Тип	Озера Кабан, 2017		
	Риды % / Разнообразие видов %		
	Нижний	Средний	Верхний
<i>Cyanobacteria</i>	16,79/8,93	44,23/7,72	64,45/8,08
<i>Proteobacteria</i>	33,34/45,54	34,2/44,30	17,62/48,15
<i>Actinobacteria</i>	16,28/8,33	11,82/10,4	3,67/8,75
<i>Bacteroidetes</i>	14,39/11,61	4,89/10,74	6,57/11,45
<i>Verrucomicrobia</i>	8,71/3,27	2,09/6,04	2,27/3,03
<i>Planctomycetes</i>	3,92/2,38	0,42/2,01	1,81/2,36
<i>Chloroflexi</i>	2,13/2,98	0,56/2,68	0,69/2,36
<i>Acidobacteria</i>	0,46/2,38	0,66/4,70	0,08/2,36
<i>Firmicutes</i>	0,58/6,25	0,41/4,36	0,51/7,07
<i>Chlorobi</i>	0,45/0,30	0,15/0,34	0,43/0,34
<i>Armatimonadetes</i>	0,24/0,60	0,02/0,34	0,002/0,67
<i>Chlamydiae</i>	0,22/0,30	0,03/0,67	0,002/0,34



Тип	Озера Кабан, 2017		
	Риды % / Разнообразие видов %		
	Нижний	Средний	Верхний
<i>Fusobacteria</i>	0,08/1,19	0,002/0,34	0,004/0,67
<i>Gemmatimonadetes</i>	0,05/0,89	0,05/1,68	0,01/0,67
<i>Spirochaetes</i>	0,04/0,89	0,01/0,34	0,02/0,34
<i>Tenericutes</i>	0,00/0,00	0,00/0,00	0,01/0,34
<i>Fibrobacteres</i>	0,01/0,30	0,00/0,00	0,00/0,00
Не идентифицировано	2,33/3,87	0,46/3,36	1,85/3,03

Как видно из табл. 3.2.1, преобладающими типами по количеству ридов являются *Cyanobacteria*, *Proteobacteria*, *Actinobacteria*, *Bacteroidetes*, *Verrucomicrobia*.

Наибольший вклад в видовое разнообразие гидробионтов по типам вносят *Proteobacteria*, *Bacteroidetes*, *Cyanobacteria* *Actinobacteria*.

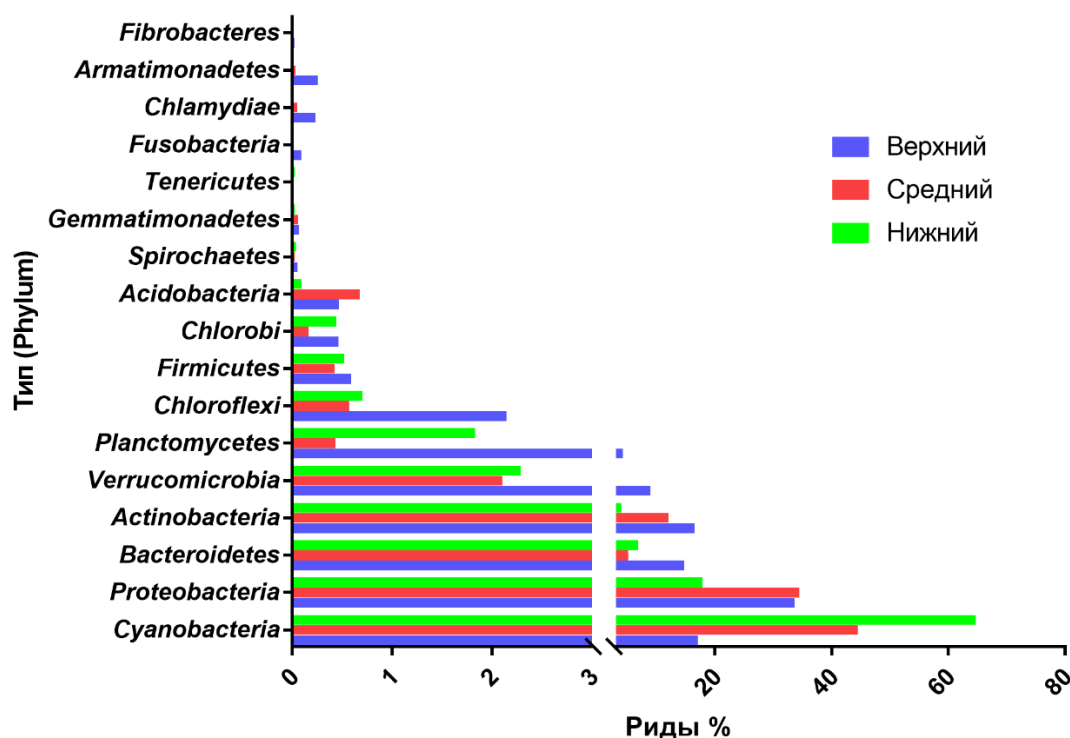


Рис. 3.2.1. Процентное распределение ридов гидробионтов по типам (*Phylum*)

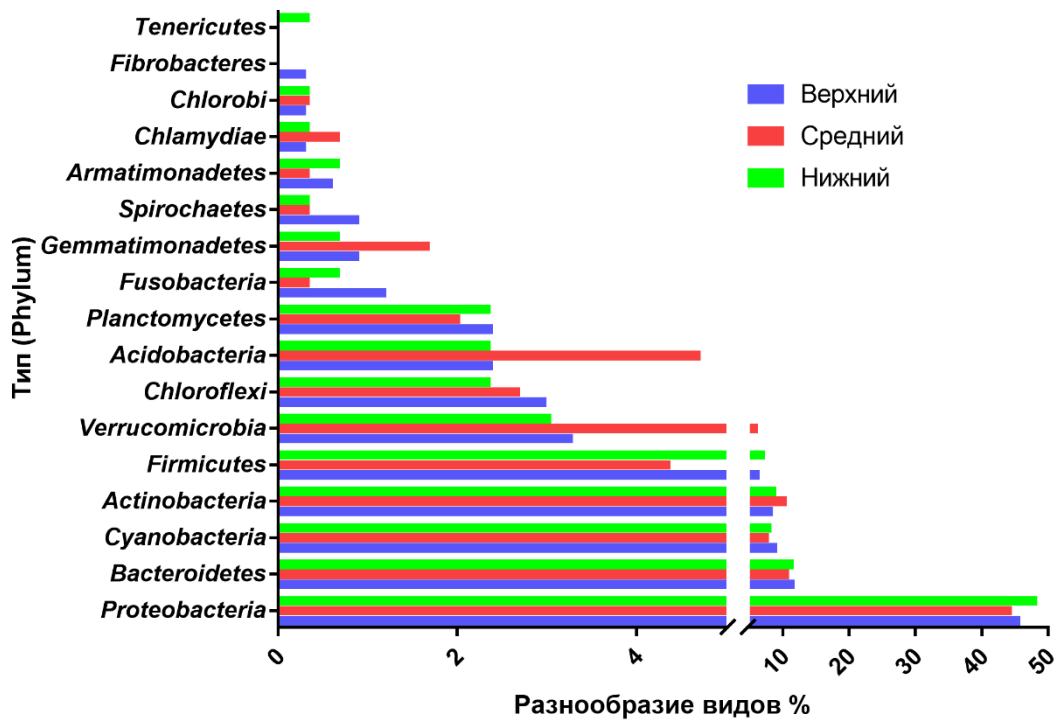


Рис. 3.2.2. Процентное распределение видового разнообразия гидробионтов по типам (*Phylum*)

Процентное распределение видового разнообразия/ридов гидробионтов по классам (Class)

Процентное распределение гидробионтов по количеству ридов на уровне класса (Class) приведено на рис. 3.2.3, распределение видового разнообразия на рис. 3.2.4 (табл. 3.2.2).

Всего идентифицировано 43 класса гидробионтов классов не идентифицировано гидробионтов по классам: Верхний Кабан – 6,53/12,2%; Средний Кабан – 2,03/11,74%; Нижний Кабан – 5,78/11,78%. В табл. 3.2.2 приведены 28 классов из 43 идентифицированных классов, процент которых составляет свыше 1% по ридам и видам.

Таблица 3.2.2

Процентное распределение по количеству ридов и видовому разнообразию гидробионтов на уровне класса (Class)

Класс	Озера Кабан, 2017		
	Риды % / Разнообразие видов %		
	Верхний	Средний	Нижний
<i>Oscillatoriothrix</i>	0,44/1,49	42,42/1,01	56,39/1,68
<i>Alphaproteobacteria</i>	13,28/15,48	9,64/15,77	6,74/16,5
<i>Actinobacteria</i>	12,39/6,55	9,74/7,72	2,86/7,07
<i>Betaproteobacteria</i>	10,29/12,8	9,44/11,74	4,35/12,79
<i>Gammaaproteobacteria</i>	8,66/10,71	14,7/10,4	5,56/12,46
<i>Synechococcophyceae</i>	10,23/1,49	0,55/1,68	5,82/1,35
<i>Flavobacteriia</i>	6,35/2,68	1,57/4,03	1,23/2,36
<i>Spartobacteria</i>	6,31/0,30	1,21/1,01	1,81/0,34
<i>Saprospirae</i>	5,84/2,08	1,42/2,01	2,32/2,02
<i>Acidimicrobiia</i>	3,83/0,89	1,88/1,01	0,76/0,67
<i>Nostocophyceae</i>	3,47/1,79	0,52/1,34	0,01/0,67
<i>Planctomycetia</i>	3,27/1,79	0,40/1,68	1,35/1,35
<i>Anaerolineae</i>	1,15/1,19	0,12/0,67	0,58/0,67
<i>Pedospaerae</i>	1,04/0,60	0,29/1,68	0,15/0,34
<i>Sphingobacteriia</i>	0,90/0,60	0,72/0,67	1,21/1,01
<i>Deltaproteobacteria</i>	0,72/5,36	0,22/4,7	0,91/4,71

Класс	Озера Кабан, 2017		
	Риды % / Разнообразие видов %		
	Верхний	Средний	Нижний
<i>Chloroflexi</i>	0,55/1,19	0,17/0,34	0,07/1,01
<i>Bacteroidia</i>	0,33/3,27	0,07/0,67	0,21/3,37
<i>Opitutae</i>	0,32/0,89	0,13/1,01	0,02/0,34
<i>Solibacteres</i>	0,32/0,60	0,21/1,01	0,003/0,34
<i>Cytophagia</i>	0,28/2,08	0,82/2,35	0,05/1,68
<i>Verrucomicrobiae</i>	0,28/1,19	0,4/1,68	0,29/1,68
<i>Bacilli</i>	0,26/1,79	0,38/2,68	0,26/3,03
<i>Clostridia</i>	0,24/3,57	0,04/1,68	0,23/3,70
<i>Gemmatimonadetes</i>	0,054/0,89	0,05/1,68	0,01/0,67
<i>Thermoleophilia</i>	0,04/0,30	0,20/1,68	0,01/0,34
<i>Epsilonproteobacteria</i>	0,02/0,60	0,06/1,34	0,02/1,01
<i>Acidobacteriia</i>	0,00/0,00	0,22/1,34	0,00/0,00
Не идентифицировано	6,53/12,2	2,03/11,74	5,78/11,78

Как видно из табл. 3.2.2, преобладающими классами по количеству ридов являются *Oscillatoriothrix*, *Alphaproteobacteria*, *Actinobacteria*, *Betaproteobacteria* и *Gammaproteobacteria*.

Наибольший вклад в видовое разнообразие гидробионтов по классам вносят *Alphaproteobacteria*, *Betaproteobacteria*, *Gammaproteobacteria* и *Actinobacteria*.

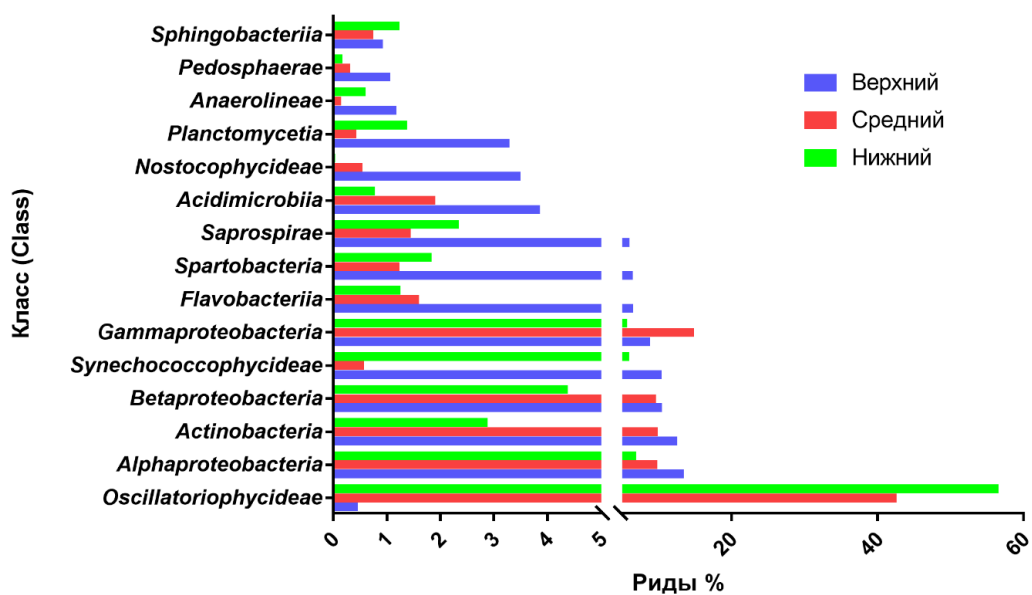


Рис. 3.2.3. Процентное распределение родов гидробионтов по классам (>1%)

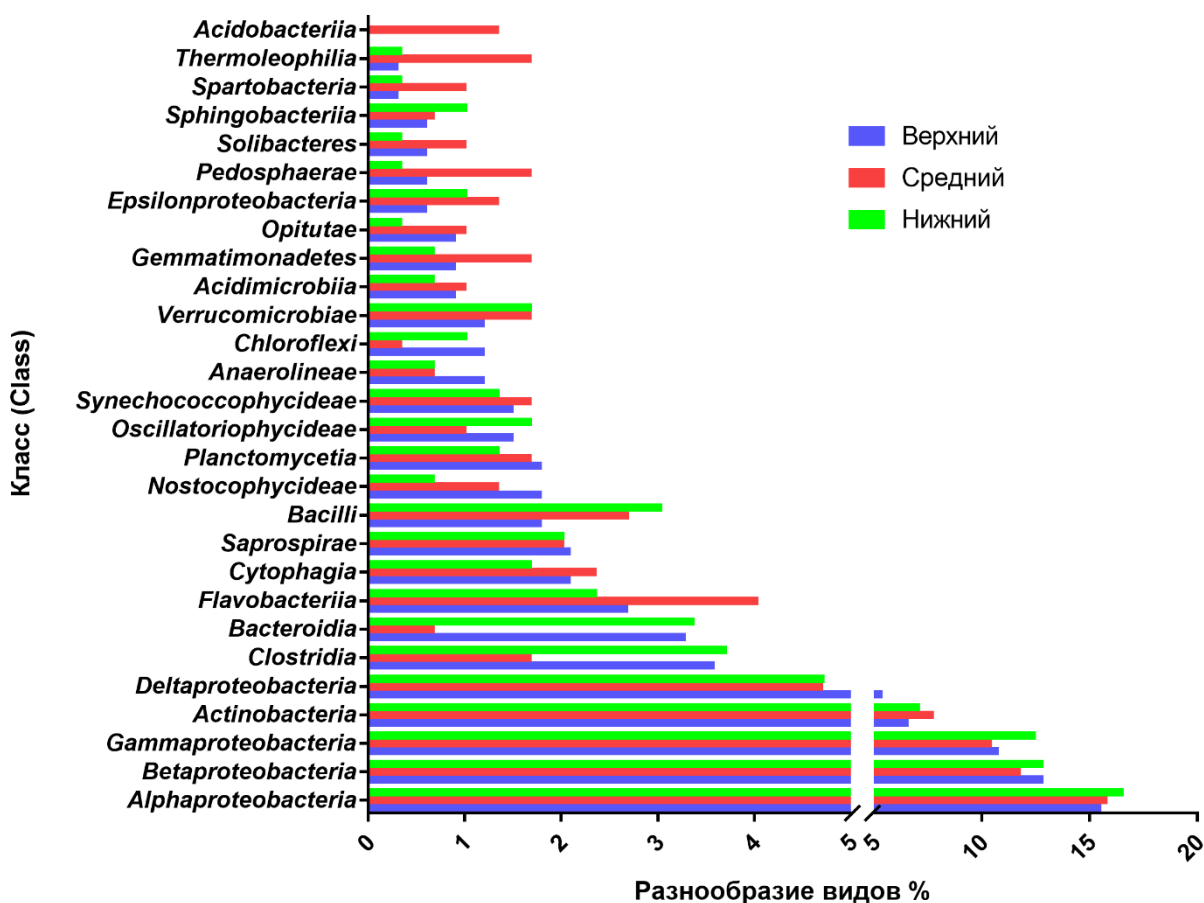


Рис. 3.2.4. Процентное распределение видового разнообразия гидробионтов по классам (>1%)

Процентное распределение видового разнообразия/ридов гидробионтов по порядкам (*Order*)

Процентное распределение по количеству ридов и видовому разнообразию гидробионтов по порядкам (*Order*) приведено в табл. 3.2.3 (рис. 3.2.5-3.2.6).

Всего идентифицировано 72 порядка гидробионтов и  $5,9 \pm 2,9\%$  не идентифицировано. В табл. 3.2.3 приведены 39 порядков из 72 идентифицированных, процент которых составляет свыше 1% по ридам и видам.

Таблица 3.2.3

Процентное распределение по количеству ридов и видовому разнообразию гидробионтов на уровне порядка (*Order*)

Порядок	Озера Кабан, 2017		
	Риды % / Разнообразие видов %		
	Верхний	Средний	Нижний
<i>Oscillatoriales</i>	0,23/0,89	42,4/0,34	55,96/0,7
<i>Actinomycetales</i>	12,39/6,55	9,74/7,72	2,86/7,32
<i>Enterobacteriales</i>	7,31/0,89	9,85/1,34	4,63/1,39
<i>Burkholderiales</i>	8,20/7,14	7,90/6,71	3,70/7,67
<i>Rickettsiales</i>	7,92/1,49	6,20/2,01	5,34/1,74
<i>Flavobacteriales</i>	6,35/2,68	1,57/4,03	1,23/2,44
<i>Chthoniobacterales</i>	6,31/0,30	1,21/1,01	1,81/0,35
<i>Saprospirales</i>	5,84/2,08	1,42/2,01	2,32/2,09
<i>Pseudanabaenales</i>	5,32/0,89	0,08/1,01	5,75/1,05
<i>Synechococcales</i>	4,91/0,60	0,47/0,67	0,07/0,35
<i>Acidimicrobiales</i>	3,83/0,89	1,88/1,01	0,76/0,70
<i>Nostocales</i>	3,47/1,79	0,52/1,34	0,01/0,70
<i>Rhodobacterales</i>	3,12/3,27	1,16/2,68	0,58/4,18
<i>Pirellulales</i>	2,86/0,30	0,34/0,67	1,03/0,35
<i>Methylophilales</i>	1,18/0,30	1,05/0,34	0,34/0,35
<i>Caldilineales</i>	1,14/0,60	0,12/0,67	0,58/0,70
<i>Pedosphaerales</i>	1,04/0,60	0,29/1,68	0,15/0,35
<i>Sphingobacteriales</i>	0,90/0,60	0,72/0,67	1,21/1,05

Порядок	Озера Кабан, 2017		
	Риды % / Разнообразие видов %		
	Верхний	Средний	Нижний
<i>Rhizobiales</i>	0,77/5,06	1,45/5,37	0,44/5,92
<i>Sphingomonadales</i>	0,77/3,27	0,57/3,36	0,18/2,79
<i>Xanthomonadales</i>	0,49/1,49	0,59/1,34	0,42/2,09
<i>Legionellales</i>	0,38/1,49	0,47/1,01	0,07/1,05
<i>Solibacterales</i>	0,32/0,60	0,21/1,01	0,003/0,35
<i>Cytophagales</i>	0,28/2,08	0,82/2,35	0,05/1,74
<i>Pseudomonadales</i>	0,28/1,79	3,38/1,68	0,28/2,79
<i>Verrucomicrobiales</i>	0,28/1,19	0,40/1,68	0,29/1,74
<i>Myxococcales</i>	0,25/1,49	0,07/1,01	0,16/0,70
<i>Clostridiales</i>	0,24/3,57	0,04/1,68	0,23/3,83
<i>Chroococcales</i>	0,21/0,60	0,02/0,67	0,43/1,05
<i>Rhodocyclales</i>	0,20/2,08	0,20/2,35	0,06/1,74
<i>Caulobacterales</i>	0,20/1,19	0,09/1,01	0,12/1,74
<i>Bacillales</i>	0,13/0,89	0,35/2,35	0,24/2,79
<i>Alteromonadales</i>	0,09/2,08	0,32/3,02	0,12/3,14
<i>Fusobacteriales</i>	0,08/1,19	0,002/0,34	0,004/0,7
<i>Neisseriales</i>	0,05/1,79	0,03/1,01	0,05/1,74
<i>Methylococcales</i>	0,04/1,49	0,00/0,00	0,02/0,70
<i>Solirubrobacterales</i>	0,04/0,30	0,09/1,01	0,01/0,35
<i>Campylobacterales</i>	0,02/0,60	0,06/1,34	0,02/1,05
<i>Acidobacteriales</i>	0,00/0,00	0,22/1,34	0,00/0,00
Не идентифицировано	8,40/18,45	2,72/18,46	6,67/18,12

Как видно из табл. 3.2.3, преобладающими порядками по количеству ридов являются *Oscillatoriales* (Верхний Кабан – 0,23%; Средний Кабан – 42,4%; Нижний Кабан – 56%), *Actinomycetales* (Верхний Кабан – 12,4%; Средний Кабан – 9,7%; Нижний Кабан – 2,9%), *Burkholderiales* (Верхний Кабан – 8,2%; Средний Кабан – 8%; Нижний Кабан – 3,7%), *Rickettsiales* (Верхний Кабан – 7,9%; Средний Кабан – 6,2%; Нижний Кабан – 5,3%) и *Enterobacteriales* (Верхний Кабан – 7,3%; Средний Кабан – 9,9%; Нижний Кабан – 4,6%).

Наибольший вклад в видовое разнообразие гидробионтов по порядками вносят *Burkholderiales* (Верхний Кабан – 8,76%; Средний Кабан – 8,2%; Нижний Кабан – 9,4%), *Actinomycetales* (Верхний Кабан – 8%; Средний Кабан – 9,47%; Нижний Кабан – 8,94%) и *Rhizobiales* (Верхний Кабан – 6,2%; Средний Кабан – 6,58%; Нижний Кабан – 7,23%).

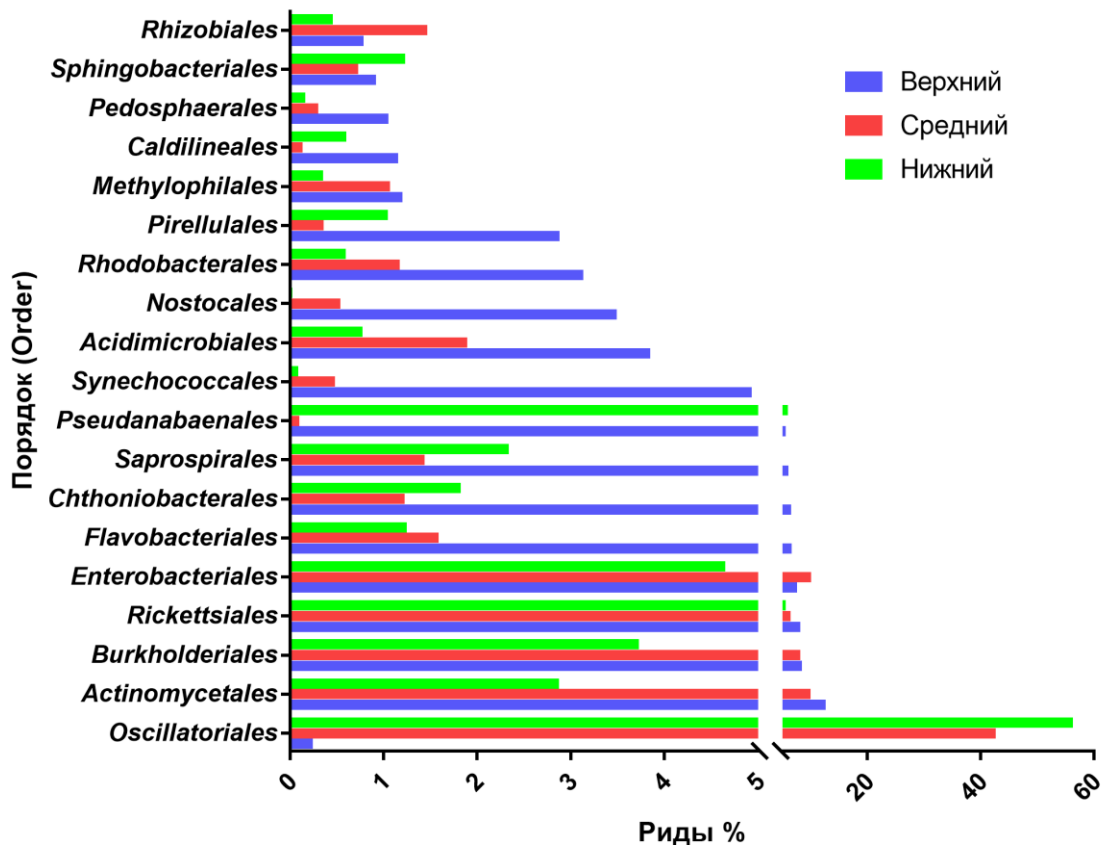


Рис. 3.2.5. Процентное распределение ридов гидробионтов по порядкам (>1%)



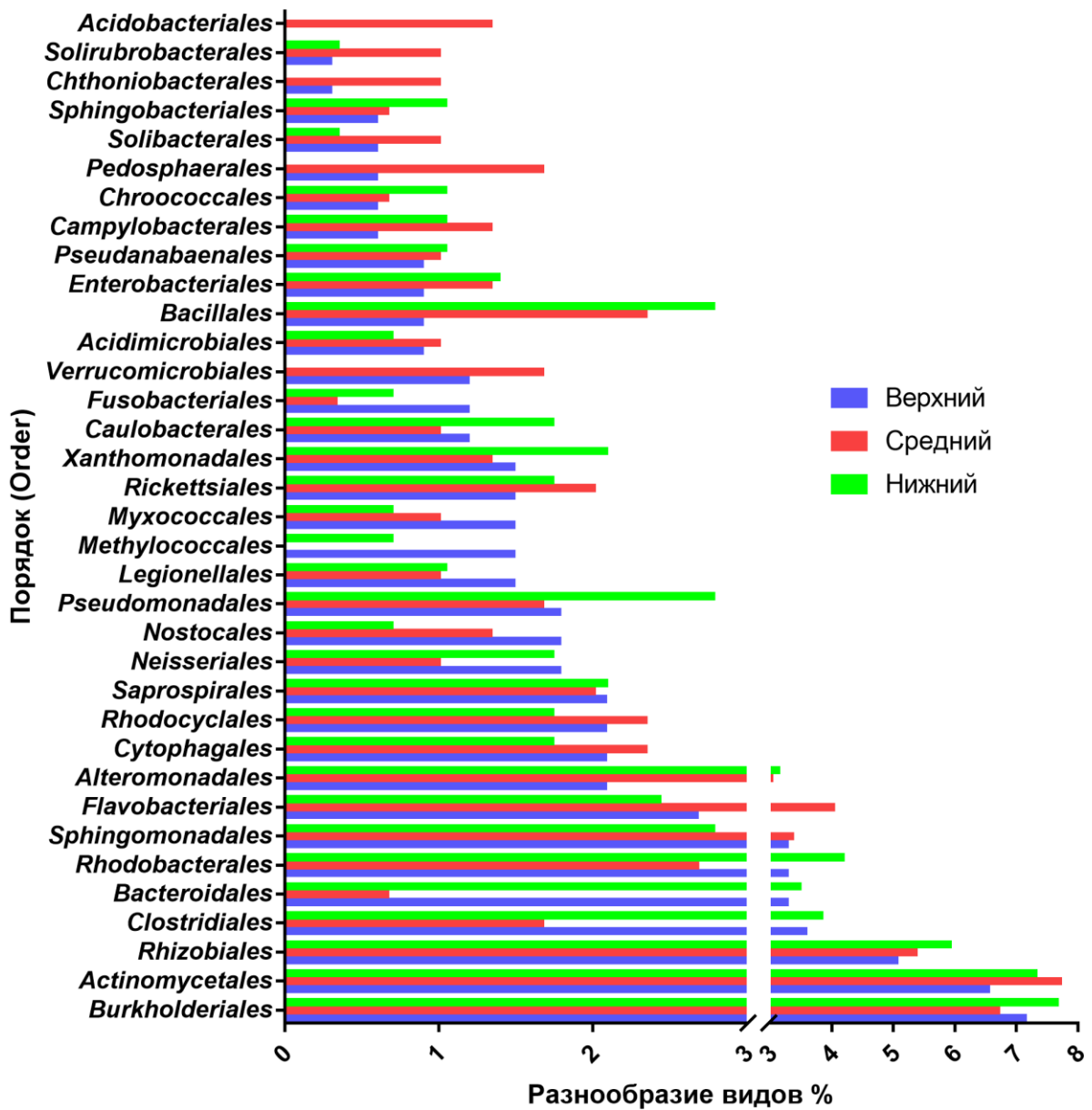


Рис. 3.2.6. Процентное распределение видового разнообразия гидробионтов по порядкам (>1%)

Процентное распределение видового разнообразия гидробионтов и ридов по семействам (*Family*)

Процентное распределение по количеству ридов и видовому разнообразию гидробионтов по семействам (*Family*) приведено на рис. 3.2.7-3.2.8. Всего идентифицировано 123 семейства гидробионтов и  $47,9 \pm 19\%$  не идентифицировано. В табл. 3.2.4 приведено 41 семейство из 123 идентифицированных, процент которых составляет свыше 1% по ридам и видам.

Таблица 3.2.4

Процентное распределение по количеству ридов и видовому разнообразию гидробионтов на уровне семейства (*Family*)

Семейство	Озера Кабан 2017		
	Риды % / Разнообразие видов %		
	Верхний	Средний	Нижний
<i>Phormidiaceae</i>	0,23/0,89	42,4/0,34	55,96/0,68
<i>Pelagibacteraceae</i>	7,42/0,30	5,68/0,34	4,95/0,34
<i>Enterobacteriaceae</i>	7,31/0,89	9,85/1,34	4,63/1,35
<i>Chthoniobacteraceae</i>	6,31/0,30	1,21/1,01	1,81/0,34
<i>Comamonadaceae</i>	5,57/3,27	5,54/3,02	2,81/3,38
<i>Pseudanabaenaceae</i>	5,31/0,60	0,082/1,01	5,75/1,01
<i>Chitinophagaceae</i>	4,92/0,89	1,08/0,67	0,55/0,68
<i>Flavobacteriaceae</i>	4,63/1,19	0,82/1,68	0,55/1,01
<i>Nostocaceae</i>	3,47/1,79	0,52/1,34	0,01/0,68
<i>Pirellulaceae</i>	2,86/0,30	0,34/0,67	1,03/0,34
<i>Acetobacteraceae</i>	1,94/0,89	0,11/0,67	0,17/1,01
<i>Cryomorphaceae</i>	1,70/1,19	0,68/1,34	0,67/1,01
<i>Oxalobacteraceae</i>	1,56/1,49	1,30/2,01	0,50/1,69
<i>Methylophilaceae</i>	1,18/0,30	1,05/0,34	0,34/0,34
<i>Caldilineaceae</i>	1,14/0,60	0,12/0,67	0,58/0,68
<i>Xanthomonadaceae</i>	0,90/0,89	0,31/1,01	0,19/1,69
<i>Saprospiraceae</i>	0,89/0,89	0,33/0,67	1,76/1,01
<i>Sphingomonadaceae</i>	0,65/2,38	0,20/2,35	0,05/1,69

Семейство	Озера Кабан 2017		
	Риды % / Разнообразие видов %		
	Верхний	Средний	Нижний
<i>Rhodobacteraceae</i>	0,52/1,19	0,69/1,34	0,30/1,69
<i>Legionellaceae</i>	0,37/1,19	0,47/0,67	0,06/0,68
<i>Microbacteriaceae</i>	0,29/2,38	0,65/3,02	0,28/2,70
<i>Verrucomicrobiaceae</i>	0,28/1,19	0,40/1,68	0,29/1,69
<i>Cyclobacteriaceae</i>	0,22/1,49	0,82/2,35	0,03/1,35
<i>Rhodocyclaceae</i>	0,20/2,08	0,12/2,35	0,06/1,69
<i>Caulobacteraceae</i>	0,20/1,19	0,09/1,01	0,12/1,69
<i>Pseudomonadaceae</i>	0,17/0,89	0,19/0,67	0,17/1,35
<i>Bacillaceae</i>	0,13/0,89	0,28/1,01	0,17/1,01
<i>Moraxellaceae</i>	0,11/0,89	3,19/1,01	0,10/1,01
<i>Bradyrhizobiaceae</i>	0,10/0,89	0,29/1,01	0,07/1,01
<i>Burkholderiaceae</i>	0,10/0,89	0,01/0,67	0,02/1,01
<i>Rickettsiaceae</i>	0,09/0,89	0,30/1,01	0,17/1,01
<i>Ruminococcaceae</i>	0,08/0,89	0,02/0,67	0,15/1,01
<i>Porphyromonadaceae</i>	0,07/0,60	0,00/0,00	0,02/1,01
<i>Neisseriaceae</i>	0,05/1,79	0,03/1,01	0,05/1,69
<i>Chromatiaceae</i>	0,05/1,19	0,15/1,34	0,05/1,35
<i>Lachnospiraceae</i>	0,03/0,89	0,005/0,34	0,04/1,01
<i>Hyphomicrobiaceae</i>	0,02/1,19	0,22/1,01	0,06/1,69
<i>Micrococcaceae</i>	0,02/0,89	0,01/1,01	0,01/1,01
<i>Rhizobiaceae</i>	0,01/0,60	0,02/0,67	0,06/1,01
<i>Bacteroidaceae</i>	0,01/0,30	0,00/0,00	0,058/1,01
<i>Paenibacillaceae</i>	0,00/0,00	0,04/0,67	0,06/1,01
Не идентифицировано	30,72/31,55	17,02/32,21	13,28/30,41

Как видно из табл. 3.2.4, преобладающими семействами по количеству ридов являются *Phormidiaceae* (Верхний Кабан – 0,23%; Средний Кабан – 42,4%; Нижний Кабан – 56%), *Pelagibacteraceae* (Верхний Кабан – 7,4%; Средний Кабан – 5,7%; Нижний Кабан – 4,9%), *Enterobacteriaceae* (Верхний Кабан – 7,3%; Средний Кабан – 9,9%; Нижний Кабан – 4,6%), *Chthoniobacteraceae* (Верхний Кабан – 6,3%; Средний Кабан – 1,2%; Нижний Кабан – 1,8%).

Наибольший вклад в видовое разнообразие гидробионтов по семействам вносят *Comamonadaceae* (Верхний Кабан – 4,8%; Средний Кабан – 4,5%; Нижний Кабан – 4,9%), *Microbacteriaceae* (Верхний Кабан – 3,48%; Средний Кабан – 4,46%; Нижний Кабан – 3,9%), *Sphingomonadaceae* (Верхний Кабан – 3,48%; Средний Кабан – 3,47%; Нижний Кабан – 2,4%), *Rhodocyclaceae* (Верхний Кабан – 3%; Средний Кабан – 3,5%; Нижний Кабан – 2,4%).

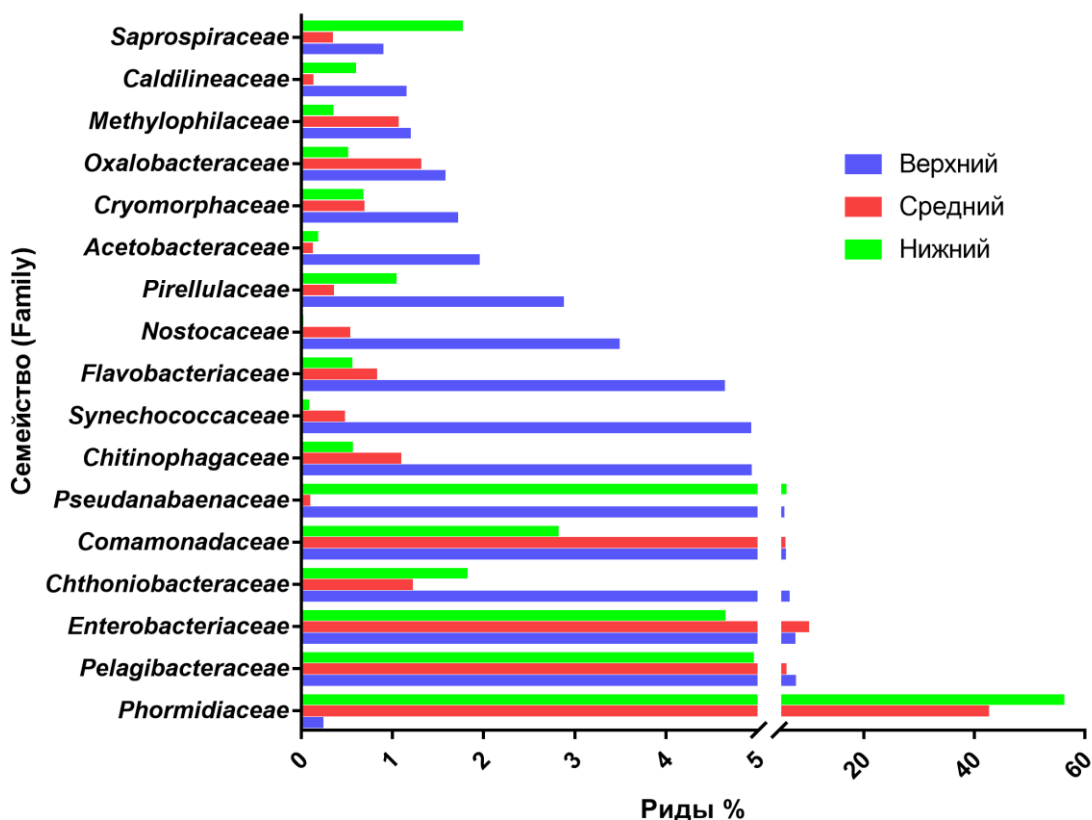


Рис. 3.2.7. Процентное распределение ридов гидробионтов по семействам (Family) (>1%)

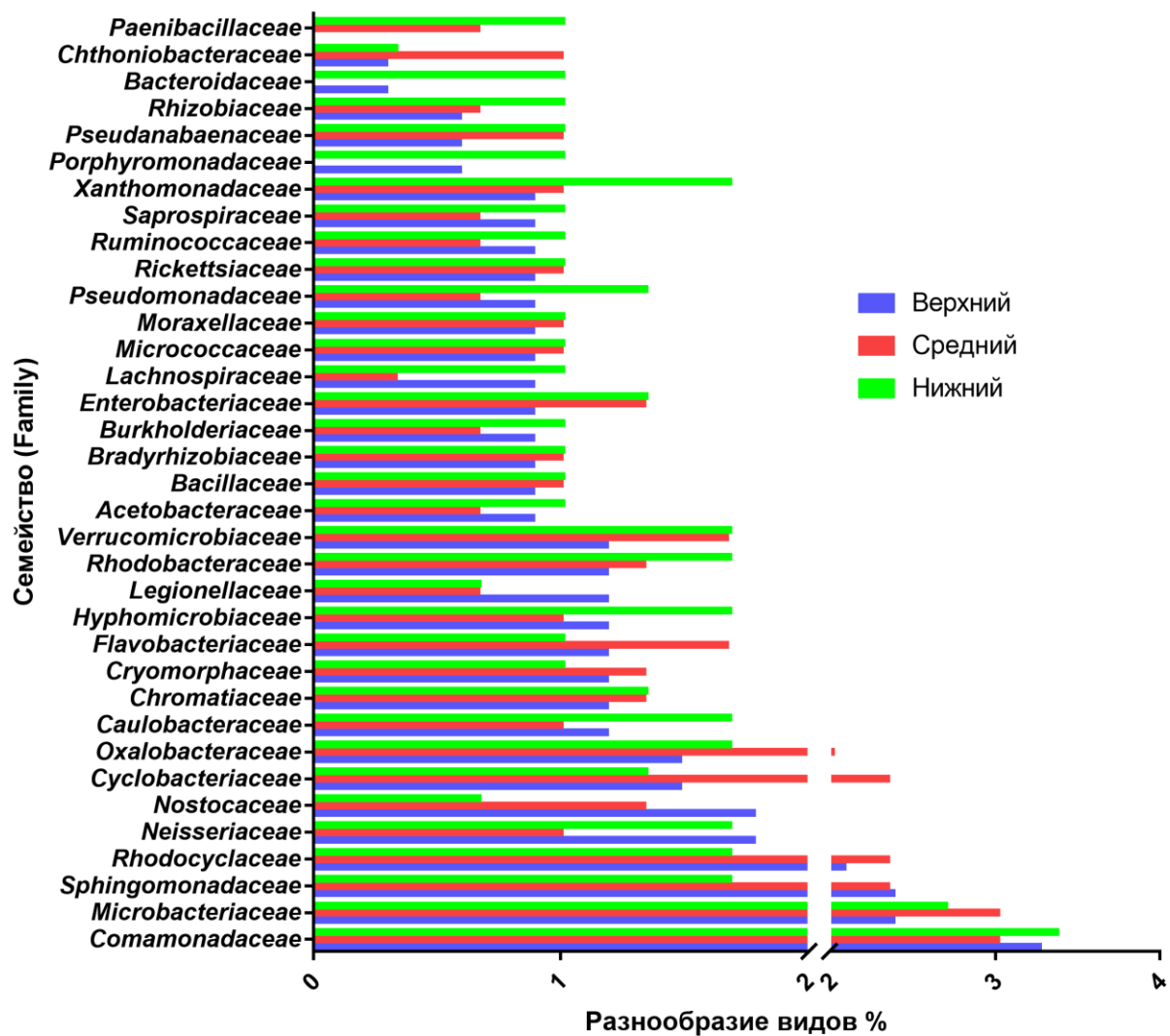


Рис. 3.2.8. Процентное распределение видового разнообразия гидробионтов по семействам (Family) (>1%)

Процентное распределение видового разнообразия гидробионтов и ридам по родами (Genus)

Процентное распределение по количеству ридов и видовому разнообразию гидробионтов по родам (*Genus*) приведено на рис. 3.2.9-3.2.10. Всего идентифицировано 159 родов гидробионтов и 47,9±19% не идентифицировано. В табл. 3.2.5 приведено 25 родов из 159 идентифицированных, процент которых составляет свыше 0,5%.

Таблица 3.2.5

Процентное распределение количества ридов и видового разнообразия гидробионтов по родам (*Genus*)

Род	Озера Кабан 2017		
	Риды % / Разнообразие видов %		
	Верхний	Средний	Нижний
<i>Planktothrix</i>	0,22/0,30	42,4/0,34	55,96/0,34
<i>Candidatus Xiphinematobacter</i>	6,31/0,30	1,02/0,34	1,81/0,34
<i>Synechococcus</i>	4,89/0,30	0,46/0,34	0,07/0,34
<i>Flavobacterium</i>	4,56/0,60	0,65/0,68	0,51/0,34
<i>Sediminibacterium</i>	4,21/0,30	0,63/0,34	0,09/0,34
<i>Pseudanabaena</i>	2,70/0,30	0,06/0,34	5,49/0,34
<i>Dolichospermum</i>	0,80/0,30	0,10/0,34	0,001/0,34
<i>Fluviicola</i>	0,72/0,30	0,42/0,34	0,57/0,34
<i>Caldilinea</i>	0,64/0,30	0,03/0,34	0,21/0,34
<i>Comamonas</i>	0,53/0,30	0,69/0,34	0,43/0,34
<i>Lewinella</i>	0,37/0,30	0,30/0,34	1,50/0,34
<i>Cylindrospermopsis</i>	0,25/0,60	0,002/0,34	0,00/0,00
<i>Sphingomonas</i>	0,20/0,90	0,07/0,68	0,04/0,67
<i>Acinetobacter</i>	0,11/0,90	3,17/0,68	0,09/0,67
<i>Agromyces</i>	0,10/0,60	0,10/0,68	0,08/0,67
<i>Dechloromonas</i>	0,10/0,60	0,10/0,68	0,04/0,34
<i>Legionella</i>	0,08/0,60	0,19/0,34	0,003/0,34
<i>Prevotella</i>	0,07/1,19	0,03/0,34	0,07/0,34

Род	Озера Кабан 2017		
	Риды % / Разнообразие видов %		
	Верхний	Средний	Нижний
<i>Parabacteroides</i>	0,02/0,30	0,00/0,00	0,01/0,67
<i>Crenothrix</i>	0,01/0,60	0,00/0,00	0,01/0,34
<i>Streptococcus</i>	0,01/0,60	0,03/0,34	0,02/0,34
<i>Bacteroides</i>	0,01/0,30	0,00/0,00	0,06/1,01
<i>Arcobacter</i>	0,004/0,30	0,05/0,68	0,02/0,67
<i>Prostheco bacter</i>	0,00/0,00	0,03/1,01	0,04/1,01
<i>Staphylococcus</i>	0,00/0,00	0,02/0,68	0,01/0,67
Не идентифицировано	67,94/60,3	45,65/62,5	30,15/58,92

Как видно из табл. 3.2.5, преобладающими родами по количеству ридов являются *Planktothrix* (Верхний Кабан – 0,22%; Средний Кабан – 42,4%; Нижний Кабан – 56%), *Candidatus Xiphinematobacter* (Верхний Кабан – 6,3%; Средний Кабан – 1%; Нижний Кабан – 1,8%), *Synechococcus* (Верхний Кабан – 4,9%; Средний Кабан – 0,46%; Нижний Кабан – 0,07%), *Flavobacterium* (Верхний Кабан – 4,6%; Средний Кабан – 0,65%; Нижний Кабан – 0,5%), *Sediminibacterium* (Верхний Кабан – 4,2%; Средний Кабан – 0,63%; Нижний Кабан – 0,09%), *Pseudanabaena* (Верхний Кабан – 2,7%; Средний Кабан – 0,06%; Нижний Кабан – 5,5%).

Наибольший вклад в видовое разнообразие гидробионтов по родам вносят *Prevotella* (Верхний Кабан – 3%; Средний Кабан – 0,9%; Нижний Кабан – 0,82%), *Sphingomonas* (Верхний Кабан – 2,26%; Средний Кабан – 1,8%; Нижний Кабан – 1,64%), *Acinetobacter* (Верхний Кабан – 2,26%; Средний Кабан – 1,8%; Нижний Кабан – 1,64%), *Prostheco bacter* (Верхний Кабан – 0%; Средний Кабан – 2,7%; Нижний Кабан – 2,46%), *Bacteroides* (Верхний Кабан – 0,75%; Средний Кабан – 0%; Нижний Кабан – 2,46%).

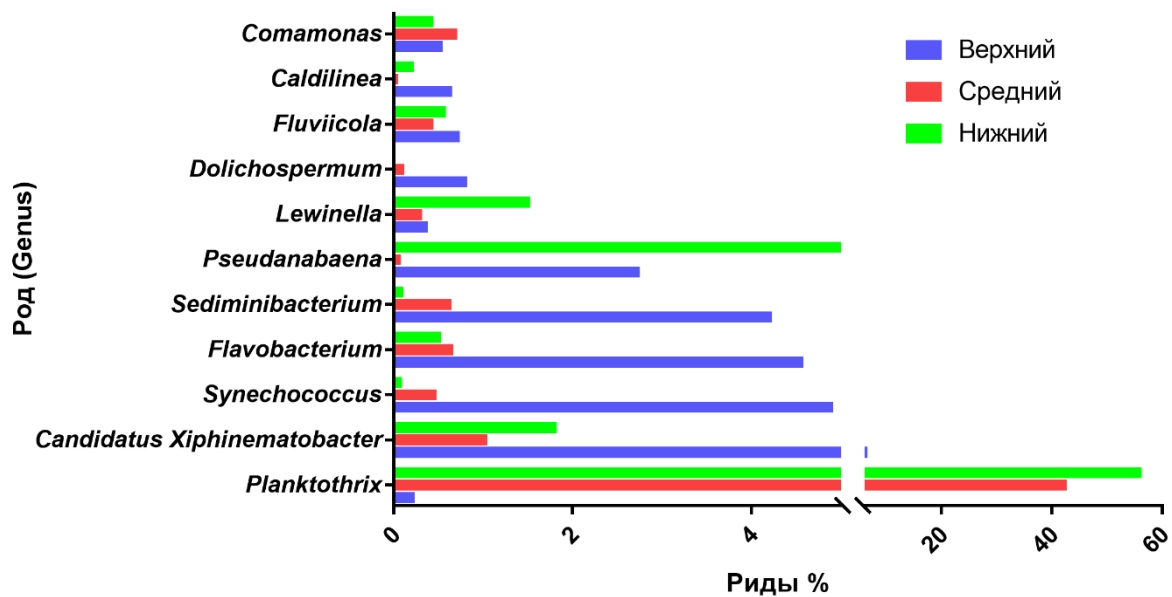


Рис. 3.2.9. Процентное распределение родов гидробионтов по родам (>0.5%)

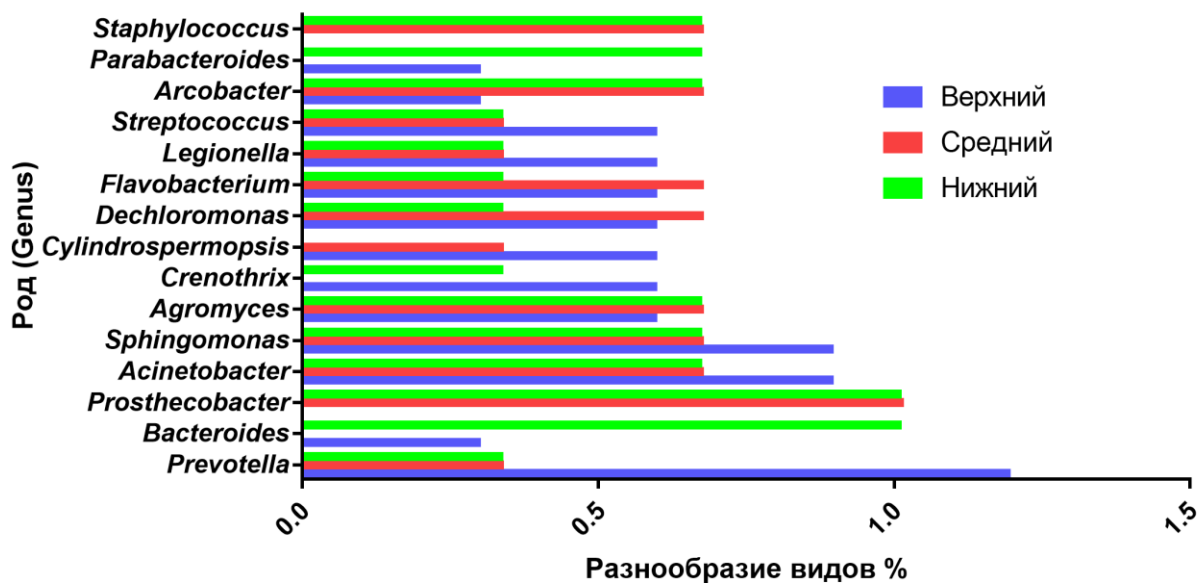


Рис. 3.2.10 Процентное распределение видового разнообразия гидробионтов по родам (>0.5%)



## Идентификация видов гидробионтов по гену *16S pPHK* (*Species*)

Общий список видов, обитающих в озерах Кабан, идентифицированных по маркерным генам и традиционным методом, приведен в главе 4 (табл. 4.4).

Из трех озер Кабан всего идентифицировано 33 вида по маркерному гену *16S pPHK* и 95,6±2,3% не идентифицировано. Процентное распределение ридов по видам гидробионтов приведено на рис. 3.2.11.

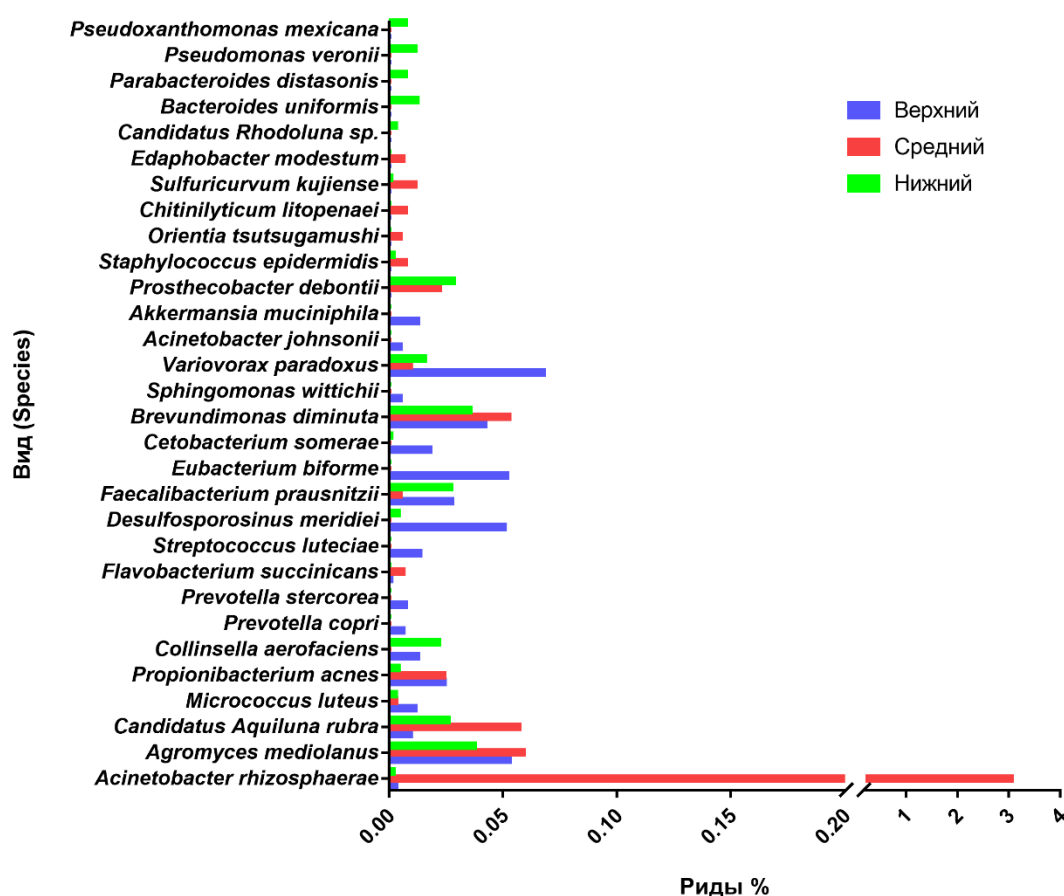


Рис. 3.2.11. Процентное распределение ридов по видам гидробионтов

Процентное распределение видового разнообразия по озерам Кабан приведено на рис. 3.2.12.

Общими для трех озер Кабан являются 9 видов: *Agromyces mediolanus*, *Candidatus Aquiluna rubra*, *Micrococcus luteus*,

*Propionibacterium acnes*, *Faecalibacterium prausnitzii*, *Brevundimonas diminuta*, *Variovorax paradoxus*, *Acinetobacter rhizosphaerae*, *Candidatus Xiphinematobacter sp.*

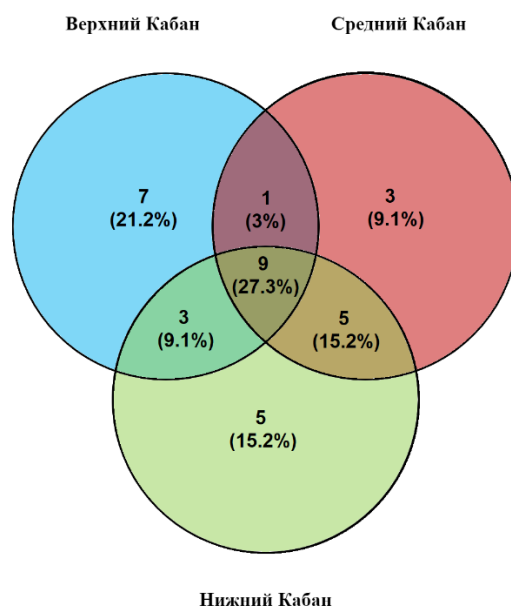


Рис. 3.2.12. Процентное распределение видового разнообразия по озерам Кабан

7 видов идентифицировано только для озера Верхний Кабан: *Prevotella copri*, *Prevotella stercorea*, *Streptococcus luteciae*, *Eubacterium bifforme*, *Sphingomonas wittichii*, *Acinetobacter johnsonii* и *Akkermansia muciniphila*; 3 вида – только для озера Средний Кабан: *Chitinilyticum litopenaei*, *Edaphobacter modestum* и *Orientia tsutsugamushi*; 5 видов – только для озера Нижний Кабан: *Bacteroides uniformis*, *Pseudomonas veronii*, *Parabacteroides distasonis*, *Pseudoxanthomonas mexicana* и *Candidatus Rhodoluna sp.*

После фильтрации данных в списке бактериального разнообразия осталось 28 видов, 7 видов из которых обитают в водной среде.

В табл. 3.2.6 приведен список бактерий из озер Кабан, идентифицированных по гену *16S рРНК*, с указанием номера в базе данных нуклеотидных последовательностей GenBank. Под табл. 3.2.6 приведена аннотация к каждому бактериальному виду.

Таблица 3.2.6

## Бактериальный видовой состав озер Кабан

Озера Кабан	Phylum	Class	Order	Family	Genus + Species	Номер NCBI
VSN*	Actinobacteria	Actinobacteria	Actinomycetales	Microbacteriaceae	<i>Agromyces mediolanus</i> <sup>1</sup>	NR_117879
VSN	Actinobacteria	Actinobacteria	Actinomycetales	Micrococcaceae	<i>Micrococcus luteus</i> <sup>2</sup>	NR_037113
VSN	Actinobacteria	Actinobacteria	Actinomycetales	Propionibacteriaceae	<i>Propionibacterium acnes</i> <sup>3</sup>	KU726657
VN	Actinobacteria	Coriobacteriia	Coriobacteriales	Coriobacteriaceae	<i>Collinsella aerofaciens</i> <sup>4</sup>	NR_028604
V	Bacteroidetes	Bacteroidia	Bacteroidales	Prevotellaceae	<i>Prevotella copri</i> <sup>5</sup>	NR_040877
V	Bacteroidetes	Bacteroidia	Bacteroidales	Prevotellaceae	<i>Prevotella stercorea</i> <sup>6</sup>	NR_041364
VS	Bacteroidetes	Flavobacteriia	Flavobacteriales	Flavobacteriaceae	<i>Flavobacterium succinicans</i> <sup>7</sup>	NR_042498
V	Firmicutes	Bacilli	Lactobacillales	Streptococcaceae	<i>Streptococcus luteciae</i> <sup>8</sup>	AJ297218
VN	Firmicutes	Clostridia	Clostridiales	Peptococcaceae	<i>Desulfosporosinus meridiei</i> <sup>9</sup>	NR_024933
VSN	Firmicutes	Clostridia	Clostridiales	Ruminococcaceae	<i>Faecalibacterium prausnitzii</i> <sup>10</sup>	NR_028961
V	Firmicutes	Erysipelotrichi	Erysipelotrichales	Erysipelotrichaceae	<i>Eubacterium bifforme</i> <sup>11</sup>	JF298897
VN	Fusobacteria	Fusobacteriia	Fusobacteriales	Fusobacteriaceae	<i>Cetobacterium somerae</i> <sup>12</sup>	NR_025533

Озера Кабан	Phylum	Class	Order	Family	Genus + Species	Homep NCBI
VSN	Proteobacteria	Alphaproteobacteria	Caulobacterales	Caulobacteraceae	<i>Brevundimonas diminuta</i> <sup>13</sup>	NR_040805
V	Proteobacteria	Alphaproteobacteria	Sphingomonadales	Sphingomonadaceae	<i>Sphingomonas wittichii</i> <sup>14</sup>	NR_027525
VSN	Proteobacteria	Betaproteobacteria	Burkholderiales	Comamonadaceae	<i>Variovorax paradoxus</i> <sup>15</sup>	NR_036930
VSN	Proteobacteria	Gammaproteobacteria	Pseudomonadales	Moraxellaceae	<i>Acinetobacter rhizosphaerae</i> <sup>16</sup>	EU131164
V	Proteobacteria	Gammaproteobacteria	Pseudomonadales	Moraxellaceae	<i>Acinetobacter johnsonii</i> <sup>17</sup>	NR_044975
V	Verrucomicrobia	Verrucomicrobiae	Verrucomicrobiales	Verrucomicrobiaceae	<i>Akkermansia muciniphila</i> <sup>18</sup>	NR_042817
SN	Verrucomicrobia	Verrucomicrobiae	Verrucomicrobiales	Verrucomicrobiaceae	<i>Prostheco bacter debontii</i> <sup>19</sup>	NR_026023
SN	Firmicutes	Bacilli	Bacillales	Staphylococcaceae	<i>Staphylococcus epidermidis</i> <sup>20</sup>	NR_036904
S	Proteobacteria	Alphaproteobacteria	Rickettsiales	Rickettsiaceae	<i>Orientia tsutsugamushi</i> <sup>21</sup>	NR_025860
S	Proteobacteria	Betaproteobacteria	Neisseriales	Neisseriaceae	<i>Chitinilyticum litopenaei</i> <sup>22</sup>	NR_116413
SN	Proteobacteria	Epsilonproteobacteria	Campylobacterales	Helicobacteraceae	<i>Sulfuricurvum kujiense</i> <sup>23</sup>	NR_074398
S	Acidobacteria	Acidobacteriia	Acidobacteriales	Acidobacteriaceae	<i>Edaphobacter modestum</i> <sup>24</sup>	NR_115813

Озера Кабан	Phylum	Class	Order	Family	Genus + Species	Номер NCBI
N	Bacteroidetes	Bacteroidia	Bacteroidales	Bacteroidaceae	<i>Bacteroides uniformis</i> <sup>25</sup>	NR_040866
N	Bacteroidetes	Bacteroidia	Bacteroidales	Porphyromonadaceae	<i>Parabacteroides distasonis</i> <sup>26</sup>	NR_041342
N	Proteobacteria	Gammaproteobacteria	Pseudomonadales	Pseudomonadaceae	<i>Pseudomonas veronii</i> <sup>27</sup>	NR_028706
N	Proteobacteria	Gammaproteobacteria	Xanthomonadales	Xanthomonadaceae	<i>Pseudoxanthomonas mexicana</i> <sup>28</sup>	NR_025105
*VSN – Верхний Кабан, Средний Кабан, Нижний Кабан						

Аннотация к табл. 3.2.6:

- 1 Анилин-ассимилирующие бактерии. Встречаются в почве, известны случаи заражения человека [90].
- 2 Облигатный аэроб, широко распространён в окружающей среде. Встречается в почвах, пыли, воде и воздухе. Также является частью нормальной микрофлоры поверхности кожи человека и млекопитающих [91].
- 3 Встречается на коже и в желудочно-кишечном тракте человека и животных; может вызывать заболевания кожи [92].
- 4 Наиболее распространенная актинобактерия в желудочно-кишечном тракте здоровых людей [93].
- 5 Встречается в желудочно-кишечном тракте человека [94].
- 6 Встречается в желудочно-кишечном тракте человека [95].
- 7 Фосфит-ассимилирующие бактерии, выделенные из кишечника зоопланктона *Daphnia magna* [96].
- 8 Встречаются в желудочно-кишечном тракте животных [97].
- 9 Впервые выделен из загрязненных бензином подземных вод [98].
- 10 Одна из наиболее распространенных и важных комменсальных бактерий кишечной микробиоты человека [99].
- 11 Встречается в желудочно-кишечном тракте человека [100] и птиц [101].
- 12 Встречается в желудочно-кишечном тракте человека [102] и пресноводных рыб [103].
- 13 Выделен из клинических образцов пациентов с муковисцидозом. Используется в качестве потенциального биоремедиатора загрязнения морской нефти [104].

- 14 Впервые выделен из пресной воды [105].
- 15 Встречается повсеместно. В избытке присутствует в средах, которые загрязнены органическими соединениями или тяжелыми металлами [106].
- 16 Впервые выделен из ризосферы, стимулирует рост растений [107].
- 17 Встречается в окружающей среде, а также в микробиоме животных. Может колонизировать кожу человека и вызывать клинические инфекции [108].
- 18 Вид кишечной бактерии человека, разлагает муцин [109].
- 19 Встречаются в пресноводных средах, в лесной почве и на сельскохозяйственных полях [110].
- 20 Относится к нормальной микрофлоре человеческой кожи и, реже, слизистой микрофлоре [111]. Хотя *S. epidermidis* обычно не является патогенным, пациенты с ослабленной иммунной системой и после хирургических вмешательств подвержены риску развития инфекции, смертельно опасной для человека [112-113].
- 21 Переносимая клещами бактерия, ответственная за болезнь, называемую кустарниковым тифом у людей, широко распространенное в северо-восточной части Азии заболевание [114].
- 22 Впервые выделен из поверхностных пресноводных вод [115].
- 23 Факультативно анаэробная, хемолитоавтотрофная, сероокисляющая бактерия, была выделена из подземной полости для хранения сырой нефти в Кудзи в Ивате, Япония [116].
- 24 Типичный вид рода *Edaphobacter*, впервые был выделен из альпийской почвы, богатой карбонатом кальция [117].
- 25 Встречается в толстом и тонком отделах кишечника человека. Обладают широкой гликолитической способностью по сравнению с другими видами *Bacteroides* [118].
- 26 Относится к основной микробиоте кишечника здоровых людей. В то же время, эти бактерии могут быть причиной некоторых инфекций, в частности, они выделены (чаще всего в комплексе с другими видами бактерий) при абдоминальных инфекциях (за исключением аппендицита), раневых инфекциях, абсцессах, в том числе абсцессах перианальной области, респираторного тракта. Также есть данные, что *P. distasonis* может способствовать ВЗК [119].
- 27 Может использоваться для биоремедиации загрязненных почв, так как разлагает различные простые ароматические соединения [120].
- 28 Выделен из мочи человека, прибрежной городской почвы и анаэробного реактора [121].

## Заключение по главе

По результатам метагеномного секвенирования гидробионтов трех Казанских озер Кабан по маркерному гену *16S рРНК* идентифицированы следующие таксономические единицы: 17 типов (*Phylum*), 43 класса (*Class*), 72 порядка (*Order*), 123 семейства (*Family*), 159 родов (*Genus*), 28 видов (*Species*).

Из 28 видов домена *Bacteria* идентифицировано 7 фил (*Acidobacteria*, *Actinobacteria*, *Bacteroidetes*, *Firmicutes*, *Fusobacteria*, *Proteobacteria* и *Verrucomicrobia*), 14 классов (*Acidobacteriia*, *Actinobacteria*, *Coriobacteriia*, *Bacteroidia*, *Flavobacteriia*, *Bacilli*, *Clostridia*, *Erysipelotrichi*, *Fusobacteriia*, *Alphaproteobacteria*, *Betaproteobacteria*, *Gammaaproteobacteria*, *Epsilonproteobacteria* и *Verrucomicrobiae*), 20 порядков (*Acidobacteriales*, *Actinomycetales*, *Coriobacteriales*, *Bacteroidales*, *Flavobacteriales*, *Lactobacillales*, *Clostridiales*, *Erysipelotrichales*, *Fusobacteriales*, *Caulobacterales*, *Sphingomonadales*, *Burkholderiales*, *Pseudomonadales*, *Verrucomicrobiales*, *Bacillales*, *Rickettsiales*, *Neisseriales*, *Campylobacterales*, *Pseudomonadales* и *Xanthomonadales*) и 28 семейств (*Acidobacteriaceae*, *Microbacteriaceae*, *Micrococcaceae*, *Propionibacteriaceae*, *Coriobacteriaceae*, *Prevotellaceae*, *Flavobacteriaceae*, *Streptococcaceae*, *Peptococcaceae*, *Ruminococcaceae*, *Erysipelotrichaceae*, *Fusobacteriaceae*, *Caulobacteraceae*, *Sphingomonadaceae*, *Comamonadaceae*, *Moraxellaceae*, *Verrucomicrobiaceae*, *Staphylococcaceae*, *Rickettsiaceae*, *Neisseriaceae*, *Helicobacteraceae*, *Bacteroidaceae*, *Porphyromonadaceae*, *Pseudomonadaceae* и *Xanthomonadaceae*).

Среди идентифицированных бактерий наибольшую опасность представляет широко известный патоген *Orientia tsutsugamushi*, который не распространен в нашей местности. Известны случаи заражения человека бактериями – *Agromyces mediolanus*, *Propionibacterium acnes*, *Acinetobacter johnsonii*, *Staphylococcus epidermidis*, *Parabacteroides distasonis*.

### 3.3. Анализ видového разнообразия гидробионтов по митохондриальному гену *COI*

Митохондриальный ген *COI* используется в качестве маркерного гена для идентификации животных организмов [61, 122-124].

#### Процентное распределение гидробионтов по таксономическим единицам и рядам

Процентное распределение гидробионтов по таксономическим единицам и рядам приведено в табл. 3.3.1, показано на рис. 3.3.1.

Таблица 3.3.1

Процентное распределение гидробионтов по таксономическим единицам и рядам

Taxon	Озера Кабан, 2017, ряды %		
	Верхний	Средний	Нижний
<i>Kingdom</i>	99,95	99,93	99,73
<i>Phylum</i>	96,32	95,68	90,75
<i>Class</i>	96,93	95,46	91,04
<i>Order</i>	92,83	94,99	90,50
<i>Family</i>	97,02	95,17	91,29
<i>Genus</i>	96,32	92,06	90,18
<i>Species</i>	78,76	33,90	73,75

Как видно из табл. 3.3.1 большинство организмов на всех таксономических уровнях идентифицировано по рядам для всех озер Кабан.



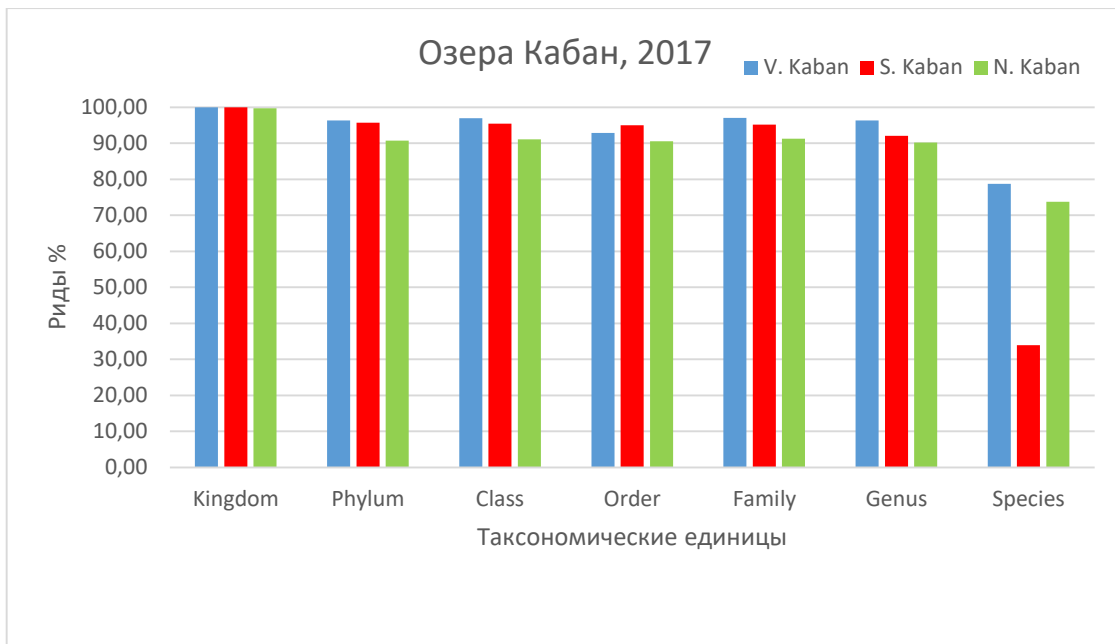


Рис. 3.3.1. Процентное распределение гидробионтов по таксономическим единицам и ридам

Процентное распределение видового разнообразия гидробионтов и ридов по царствам (Kingdom)

Процентное распределение по царствам (Kingdom) видового разнообразия гидробионтов и ридам приведено в табл. 3.3.2 (рис. 3.3.2-3.3.3).

Таблица 3.3.2

Процентное распределение видового разнообразия гидробионтов и ридов по царствам (Kingdom)

Царство	Озера Кабан, 2017 Разнообразие видов % / Риды%		
	Верхний	Средний	Нижний
<i>Archaea</i>	0,00/0,00	0,40/0,01	0,00/0,00
<i>Bacteria</i>	10,43/31,70	18,65/11,43	8,22/11,75
<i>Chromista</i>	7,22/4,85	3,57/0,49	9,87/7,76
<i>Fungi</i>	0,53/0,03	0,79/0,07	1,48/0,84
<i>Metazoa</i>	73,26/58,96	72,22/87,91	69,08/48,32
<i>Plantae</i>	6,15/3,72	0,79/0,02	6,41/30,61
<i>Protozoa</i>	1,34/0,69	0,00/0,00	1,32/0,45
Не идентифицировано	1,07/0,05	3,57/0,07	3,62/0,27

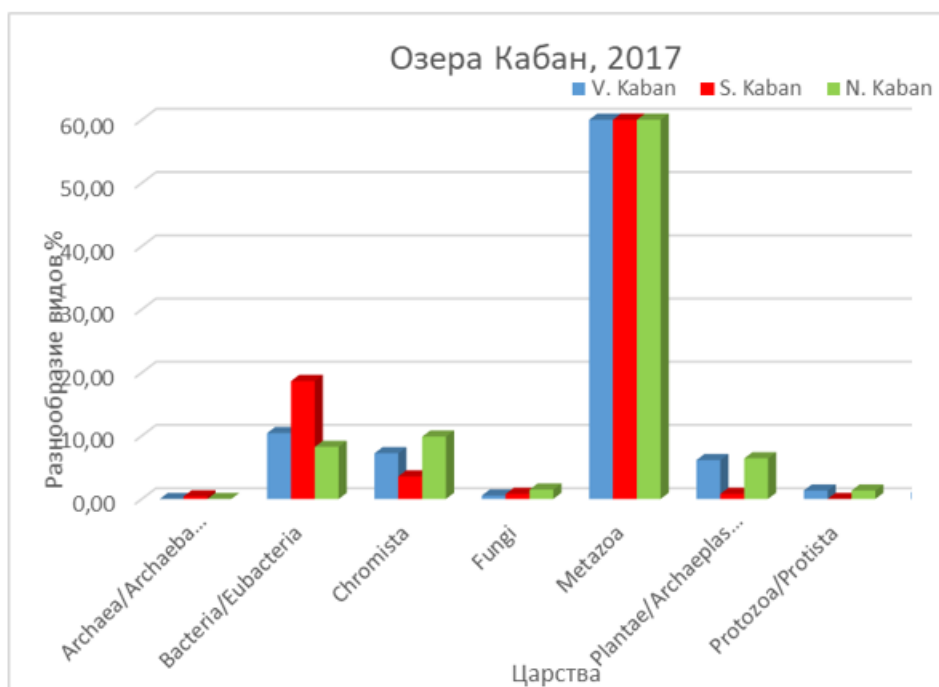


Рис. 3.3.2. Процентное распределение видового разнообразия гидробионтов по царствам (Kingdom)

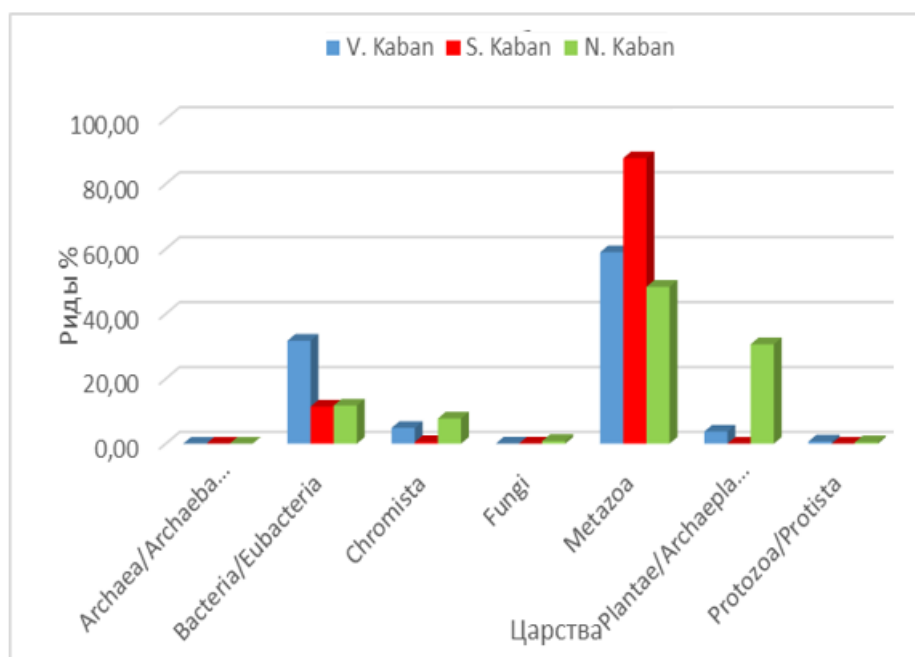


Рис. 3.3.3. Процентное распределение родов гидробионтов по царствам (Kingdom)

Процентное распределение видового разнообразия гидробионтов и ридов по типам (Phylum) царства Metazoa

Процентное распределение видового разнообразия гидробионтов и ридов по типам (Phylum) приведено на рис. 3.3.4-3.3.5. Всего идентифицировано 15 типов гидробионтов и не идентифицировано по типу: Верхний Кабан – 2,80%; Средний Кабан – 1,07%; Нижний Кабан – 1,62% (табл. 3.3.3).

Таблица 3.3.3

Разнообразие идентифицированных видов и ридов по типам (Phylum)

Тип	Озера Кабан, 2017		
	Разнообразие видов % / Риды %		
	Верхний	Средний	Нижний
<i>Annelida</i>	0,00/0,09	1,60/0,07	1,16/0,29
<i>Arthropoda</i>	57,69/50,98	47,59/23,89	66,59/60,71
<i>Brachiopoda</i>	0,00/0,00	0,00/0,00	0,23/0,02
<i>Chordata</i>	11,54/4,69	18,18/2,67	8,35/9,58
<i>Cnidaria</i>	2,80/2,13	2,67/0,44	5,80/4,83
<i>Echinodermata</i>	1,40/0,23	1,07/0,28	1,86/0,91
<i>Mollusca</i>	15,38/7,40	14,44/3,14	10,44/15,41
<i>Nematoda</i>	1,05/0,27	1,07/0,08	0,23/0,02
<i>Nemertea</i>	1,40/1,36	1,07/3,47	0,00/0,02
<i>Onychophora</i>	0,70/0,05	0,00/0,00	0,00/0,09
<i>Platyhelminthes</i>	1,05/0,45	2,14/0,08	0,93/1,09
<i>Porifera</i>	1,05/0,48	0,53/0,03	1,39/0,34
<i>Priapulida</i>	0,00/0,00	0,53/0,01	0,23/0,02
<i>Rotifera</i>	2,80/28,21	8,02/64,64	0,93/1,38
<i>Tardigrada</i>	0,35/0,02	0,00/0,00	0,23/0,02
Не идентифицировано	2,80/3,65	1,07/1,20	1,62/5,28

Как видно из табл. 3.3.3, наибольший вклад по типам вносят:

по видовому разнообразию гидробионтов – *Arthropoda* (Нижний Кабан – 66,59%; Верхний Кабан – 57,69%; Средний Кабан – 47,59%), *Chordata* (Средний Кабан – 18,18%; Верхний Кабан – 11,54%; Нижний

Кабан – 8,35%), *Mollusca* (Верхний Кабан – 15,38%; Средний Кабан – 14,44%; Нижний Кабан – 10,44%;), *Rotifera* (Средний Кабан – 8,02%; Верхний Кабан – 2,80%);

по ридам – *Rotifera* (Средний Кабан – 64,64%; Верхний Кабан – 28,21%; Нижний Кабан – 1,38%), *Arthropoda* (Нижний Кабан – 60,71%; Верхний Кабан – 50,98%; Средний Кабан – 23,89%) *Mollusca* (Нижний Кабан – 15,41%; Верхний Кабан – 7,40%; Средний Кабан – 3,14%).

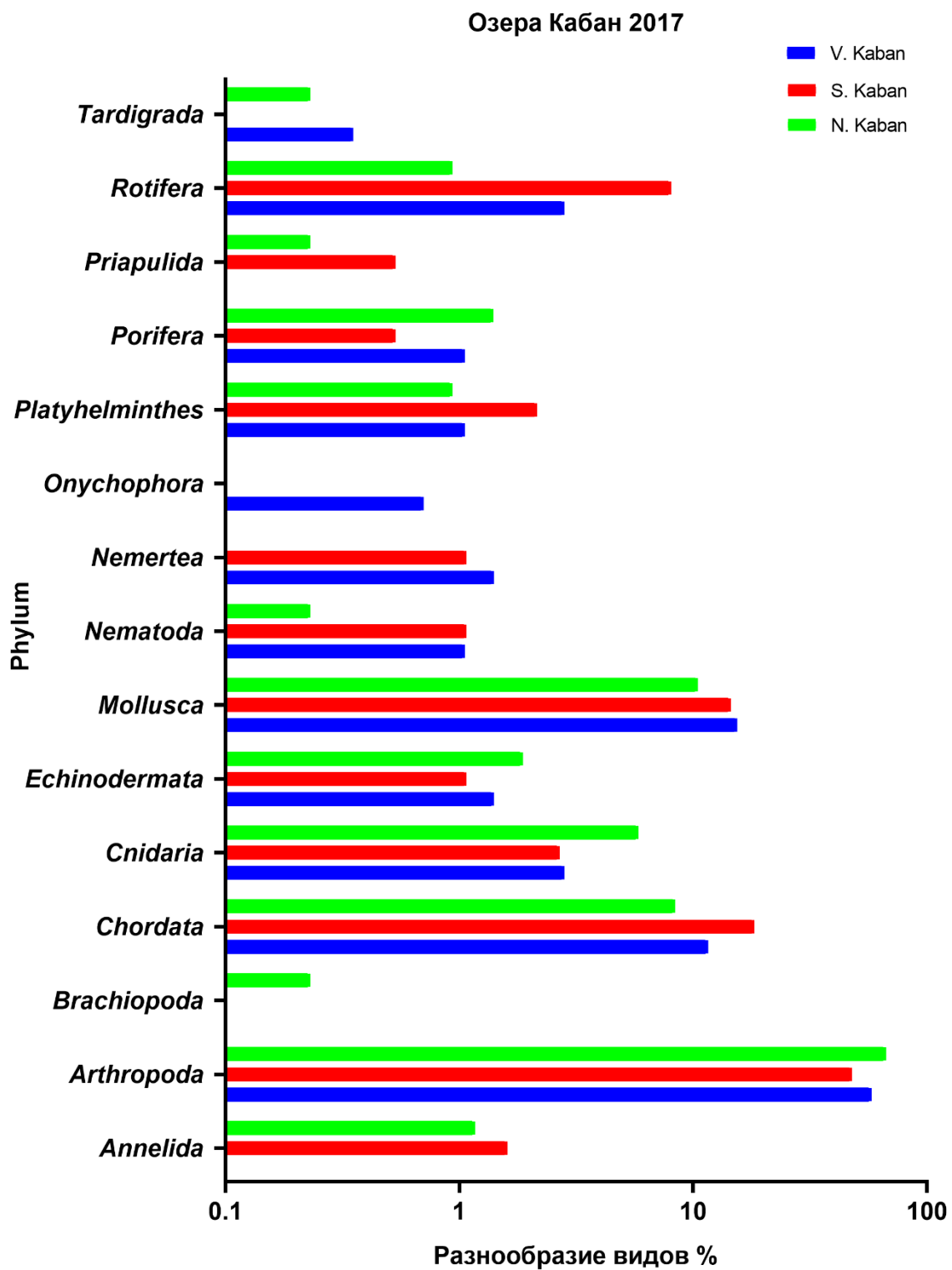


Рис. 3.3.4. Процентное распределение видового разнообразия гидробионтов по типам (Phylum)

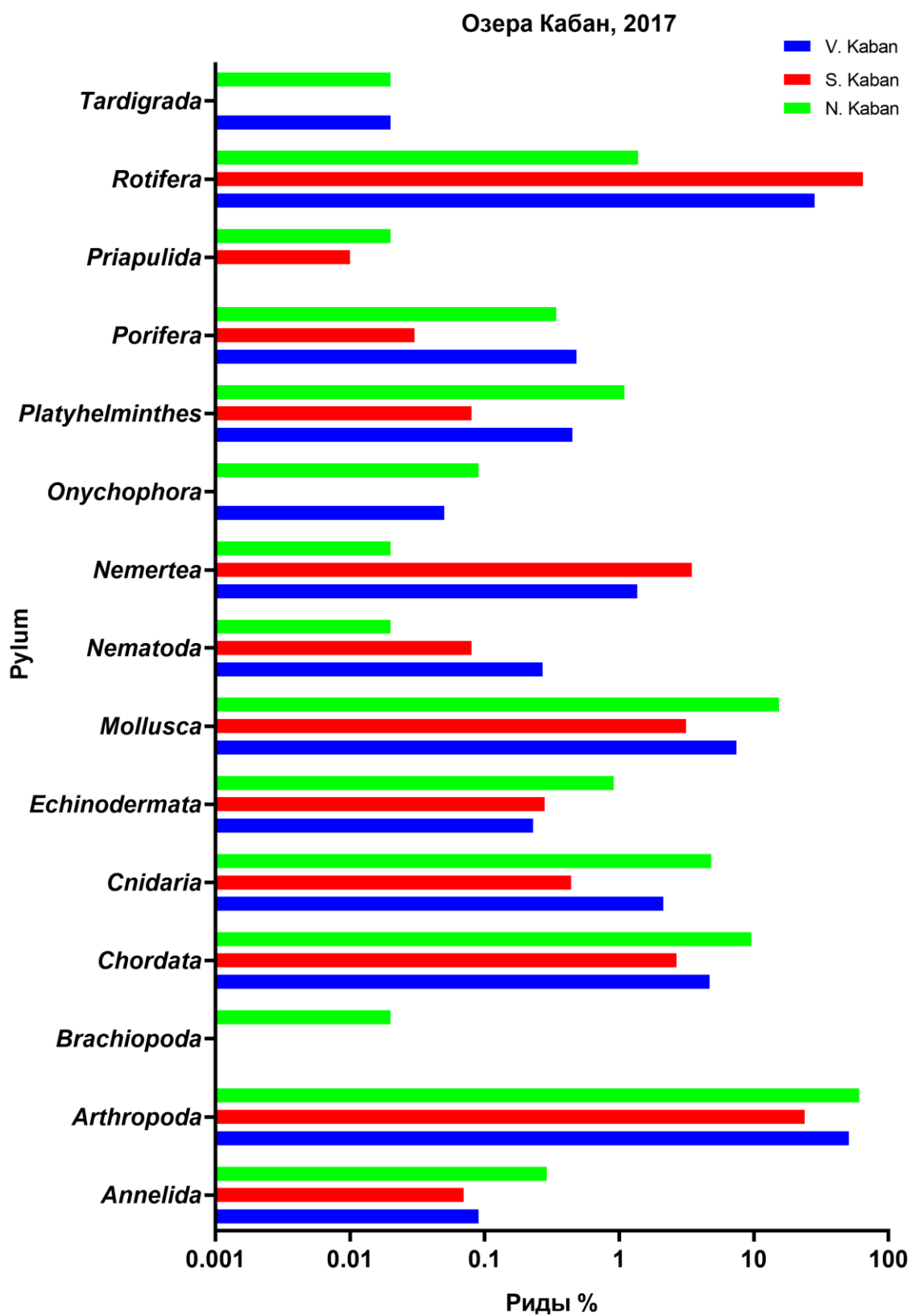


Рис. 3.3.5. Процентное распределение ридов гидробионтов по типам (Phylum)

Процентное распределение видового разнообразия гидробионтов и ридов по классам (Class)

Всего идентифицировано 48 классов гидробионтов и не идентифицировано гидробионтов по классу: Верхний Кабан – 3,16%; Средний Кабан – 2,66%; Нижний Кабан – 1,84% (табл. 3.3.4). Процентное распределение видового разнообразия показано на рис. 3.3.6, по ридам на рис. 3.3.7.

Таблица 3.3.4

Процентное распределение видового разнообразия гидробионтов и ридов по классам (Class)

Класс	Озера Кабан, 2017		
	Разнообразие видов %/ Риды %		
	Верхний	Средний	Нижний
<i>Insecta</i>	34,04/31,71	28,19/3,24	47,47/47,16
<i>Arachnida</i>	12,98/11,83	9,04/0,89	10,14/5,24
<i>Gastropoda</i>	12,63/6,35	9,57/0,99	7,60/14,19
<i>Malacostraca</i>	6,67/3,22	5,32/1,49	4,84/3,58
<i>Mammalia</i>	3,86/2,58	4,79/1,36	2,07/3,85
<i>Monogononta</i>	3,16/28,24	7,98/64,64	0,92/1,38
<i>Actinopterygii</i>	3,16/0,63	5,85/0,91	3,23/1,50
<i>Hydrozoa</i>	2,46/2,02	2,13/0,43	3,46/4,49
<i>Aves</i>	2,11/0,20	4,79/0,33	0,92/0,54
<i>Cephalopoda</i>	1,40/0,59	0,53/0,09	0,23/0,09
<i>Maxillopoda</i>	1,05/0,73	3,19/16,74	1,84/0,91
<i>Demospongiae</i>	1,05/0,48	0,53/0,03	1,38/0,34
<i>Bivalvia</i>	1,05/0,36	4,26/2,01	2,30/1,11
<i>Chromadorea</i>	1,05/0,27	1,06/0,08	0,23/0,02
<i>Chondrichthyes</i>	1,05/0,18	0,00/0,00	0,23/0,54
<i>Entognatha</i>	1,05/0,11	1,06/0,25	0,69/0,82
<i>Enopla</i>	1,05/0,11	0,00/3,45	0,00/0,02
<i>Amphibia</i>	0,70/1,07	1,06/0,02	1,61/3,06
<i>Eleutherozoa</i>	0,70/0,16	0,00/0,00	0,92/0,50
<i>Chilopoda</i>	0,70/0,05	0,00/0,00	1,15/0,84



Класс	Озера Кабан, 2017		
	Разнообразие видов %/ Риды %		
	Верхний	Средний	Нижний
<i>Udeonychophora</i>	0,70/0,05	0,00/0,00	0,00/0,09
<i>Branchiopoda</i>	0,35/3,29	0,00/1,26	0,46/2,13
<i>Pilidiophora</i>	0,35/1,22	0,00/0,00	0,00/0,00
<i>Rhabditophora</i>	0,35/0,41	0,00/0,00	0,00/0,02
<i>Aplacophora</i>	0,35/0,11	0,00/0,00	0,00/0,00
<i>Cubozoa</i>	0,35/0,09	0,00/0,00	0,23/0,02
<i>Diplopoda</i>	0,35/0,05	0,00/0,00	0,23/0,02
<i>Reptilia</i>	0,35/0,02	1,06/0,03	0,46/0,09
<i>Ostracoda</i>	0,35/0,02	0,53/0,02	0,00/0,00
<i>Asteroidea</i>	0,35/0,02	0,53/0,01	0,69/0,18
<i>Cestoda</i>	0,35/0,02	0,00/0,00	0,23/0,09
<i>Heterotardigrada</i>	0,35/0,02	0,00/0,00	0,23/0,02
<i>Cephalocarida</i>	0,35/0,02	0,00/0,00	0,00/0,00
<i>Crinoidea</i>	0,00/0,05	0,53/0,27	0,00/0,00
<i>Polychaeta</i>	0,00/0,02	1,06/0,06	0,46/0,13
<i>Scyphozoa</i>	0,00/0,02	0,00/0,00	0,46/0,18
<i>Scaphopoda</i>	0,00/0,00	0,53/0,05	0,23/0,02
<i>Trematoda</i>	0,00/0,00	0,53/0,05	0,00/0,00
<i>Hyperotreti</i>	0,00/0,00	0,53/0,02	0,00/0,00
<i>Anthozoa</i>	0,00/0,00	0,53/0,01	1,38/0,14
<i>Clitellata</i>	0,00/0,00	0,53/0,01	0,69/0,16
<i>Priapulimorpha</i>	0,00/0,00	0,53/0,01	0,23/0,02
<i>Anopla</i>	0,00/0,00	0,53/0,01	0,00/0,00
<i>Palaeonemertea</i>	0,00/0,00	0,53/0,01	0,00/0,00
<i>Monogenea</i>	0,00/0,00	0,00/0,00	0,46/0,97
<i>Ophiuroidea</i>	0,00/0,00	0,00/0,00	0,23/0,23
<i>Rhynchonellata</i>	0,00/0,00	0,00/0,00	0,23/0,02
Не идентифицировано	3,16/3,67	2,66/1,23	1,84/5,30

Как видно из табл. 3.3.4, наибольший вклад в видовое разнообразие гидробионтов по классам вносят *Insecta*, *Arachnida*, *Gastropoda*, *Monogononta*, *Malacostraca*.

Озера Кабан 2017

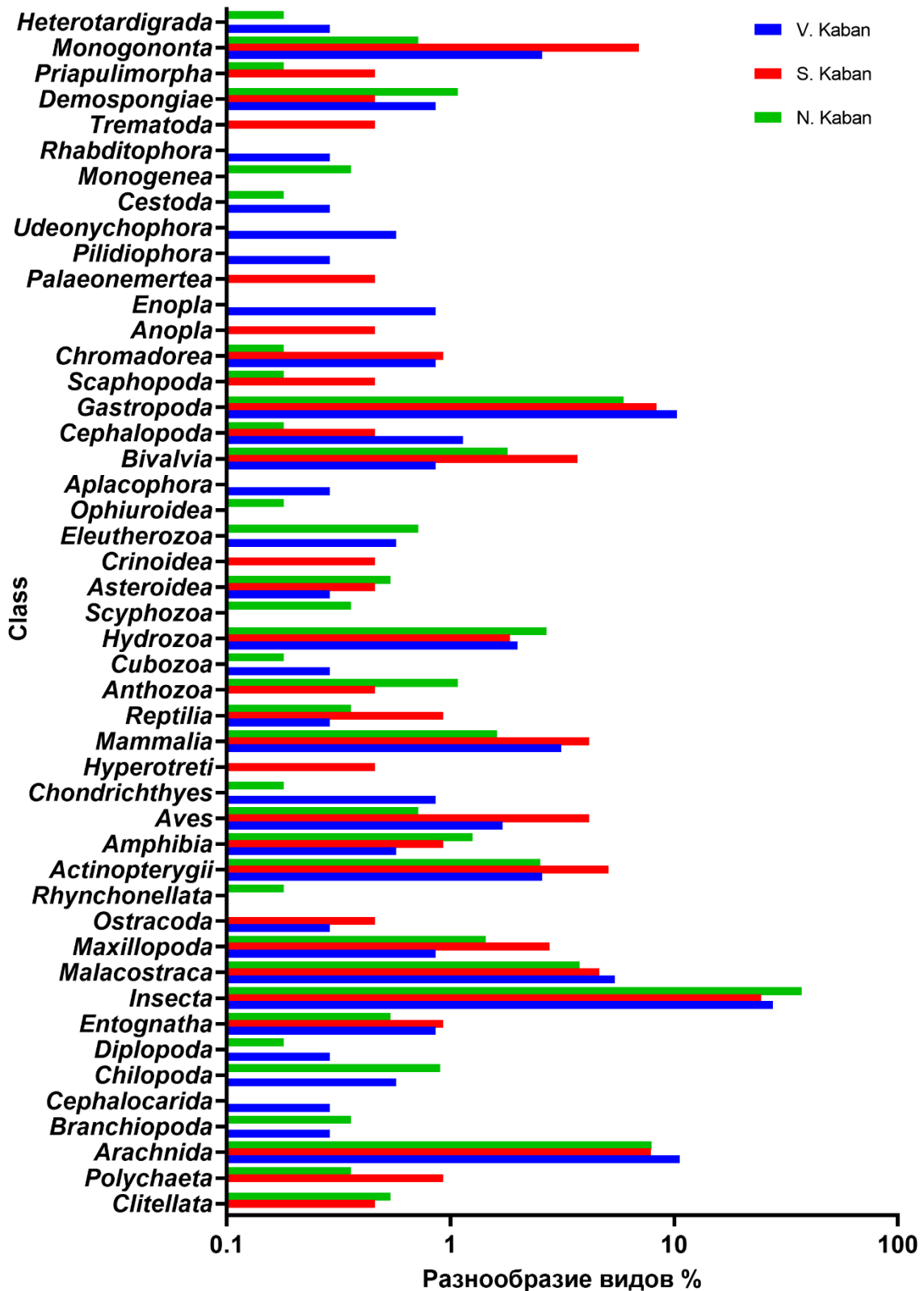


Рис. 3.3.6. Процентное распределение видового разнообразия гидробионтов по классам

Озера Кабан 2017

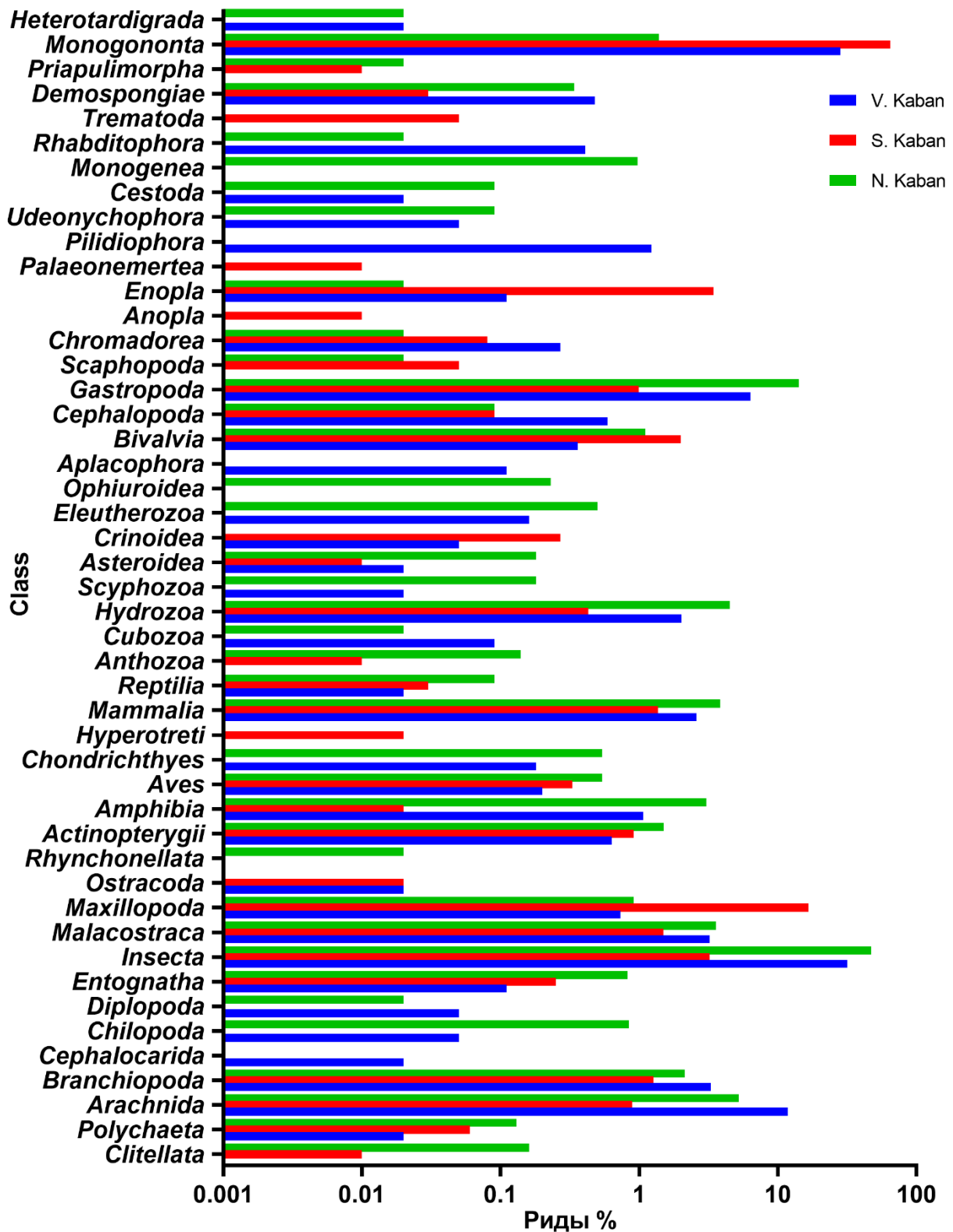


Рис. 3.3.7. Процентное распределение родов гидробионтов по классам

Процентное распределение видового разнообразия гидробионтов по отрядам (Order)

Процентное распределение видового разнообразия гидробионтов и ридов по отрядам (Order) приведено в табл. 3.3.5 (рис. 3.3.8-3.3.9).

Всего идентифицировано 169 отрядов гидробионтов и около 4% гидробионтов отряд которых не идентифицирован. В табл. 3.3.5 приведены 35 отрядов из 169 идентифицированных, процент которых составляет свыше 1% по разнообразию видов. 102 отряда процент которых составляет свыше 0,5% из идентифицированных.

Таблица 3.3.5

Процентное распределение видового разнообразия гидробионтов и ридов по отрядам (Order)

Отряд	Озера Кабан, 2017 Разнообразие видов % / Риды %		
	Верхний	Средний	Нижний
<i>Mecoptera</i>	33,72/0,90	1,08/0,04	0,68/0,13
<i>Rhynchobdellida</i>	3,49/0,00	0,00/0,00	0,23/0,13
<i>Decapoda</i>	2,62/3,29	3,76/0,88	3,16/1,80
<i>Passeriformes</i>	2,33/0,15	2,69/0,25	0,45/0,49
<i>Ploima</i>	1,74/23,32	3,76/63,90	0,68/0,52
<i>Perciformes</i>	1,74/0,34	0,54/0,01	0,00/0,00
<i>Anura</i>	1,74/0,00	1,08/0,02	0,45/0,04
<i>Solifugae</i>	1,74/0,00	0,54/0,03	0,00/0,00
<i>Orthoptera</i>	1,45/1,48	2,69/0,49	1,58/0,22
<i>Brachypoda</i>	1,45/0,02	0,00/0,00	0,45/0,00
<i>Unionoida</i>	1,16/0,10	0,54/0,02	1,35/0,76
<i>Siphonophorae</i>	1,16/0,07	0,54/0,40	0,90/0,95
<i>Anthoathecata</i>	0,87/0,99	0,00/0,00	1,13/1,98
<i>Coleoptera</i>	0,58/4,16	5,38/0,63	7,22/3,24
<i>Rodentia</i>	0,58/2,03	1,61/0,32	0,23/0,05
<i>Araneae</i>	0,58/11,13	6,45/0,69	7,45/4,53
<i>Urodela</i>	0,58/1,14	0,00/0,00	1,13/3,04
<i>Primates</i>	0,58/0,44	1,61/1,02	0,90/3,65

Отряд	Озера Кабан, 2017 Разнообразие видов % / Риды %		
	Верхний	Средний	Нижний
<i>Collembola</i>	0,58/0,10	1,08/0,25	0,68/0,83
<i>Littorinimorpha</i>	0,29/3,46	1,08/0,15	0,68/0,23
<i>Diptera</i>	0,29/2,15	3,76/0,66	8,80/6,38
<i>Hymenoptera</i>	0,29/19,59	2,15/0,43	8,58/19,83
<i>Lepidoptera</i>	0,29/1,86	9,68/0,79	14,45/15,05
<i>Hemiptera</i>	0,29/1,45	1,61/0,04	3,84/1,42
<i>Leptothecata</i>	0,29/0,97	0,00/0,00	1,13/1,46
<i>Scolopendromorpha</i>	0,29/0,02	0,00/0,00	1,13/0,85
<i>Ostreoida</i>	0,29/0,00	1,08/0,05	0,45/0,14
<i>Stylommatophora</i>	0,00/1,14	2,69/0,42	2,93/10,36
<i>Cyclopoidea</i>	0,00/0,73	1,61/16,57	0,00/0,00
<i>Bdelloidea</i>	0,00/0,02	3,23/0,72	0,00/0,02
<i>Tricladida</i>	0,00/0,02	1,61/0,02	0,23/0,02
<i>Clupeiformes</i>	0,00/0,00	1,08/0,69	0,23/0,02
<i>Architaenioglossa</i>	0,00/0,00	1,08/0,02	0,23/0,04
<i>Antipatharia</i>	0,00/0,00	1,08/0,02	0,23/0,02
Не идентифицировано	5,81/4,98	4,30/1,48	5,19/7,48

Как видно из табл. 3.3.5, наибольший вклад по отрядам вносят: в видовое разнообразие гидробионтов *Mecoptera*, *Lepidoptera*, *Diptera*, *Hymenoptera*, *Araneae*; по ридам: *Ploima*, *Hymenoptera*, *Cyclopoidea*, *Lepidoptera*, *Araneae*.

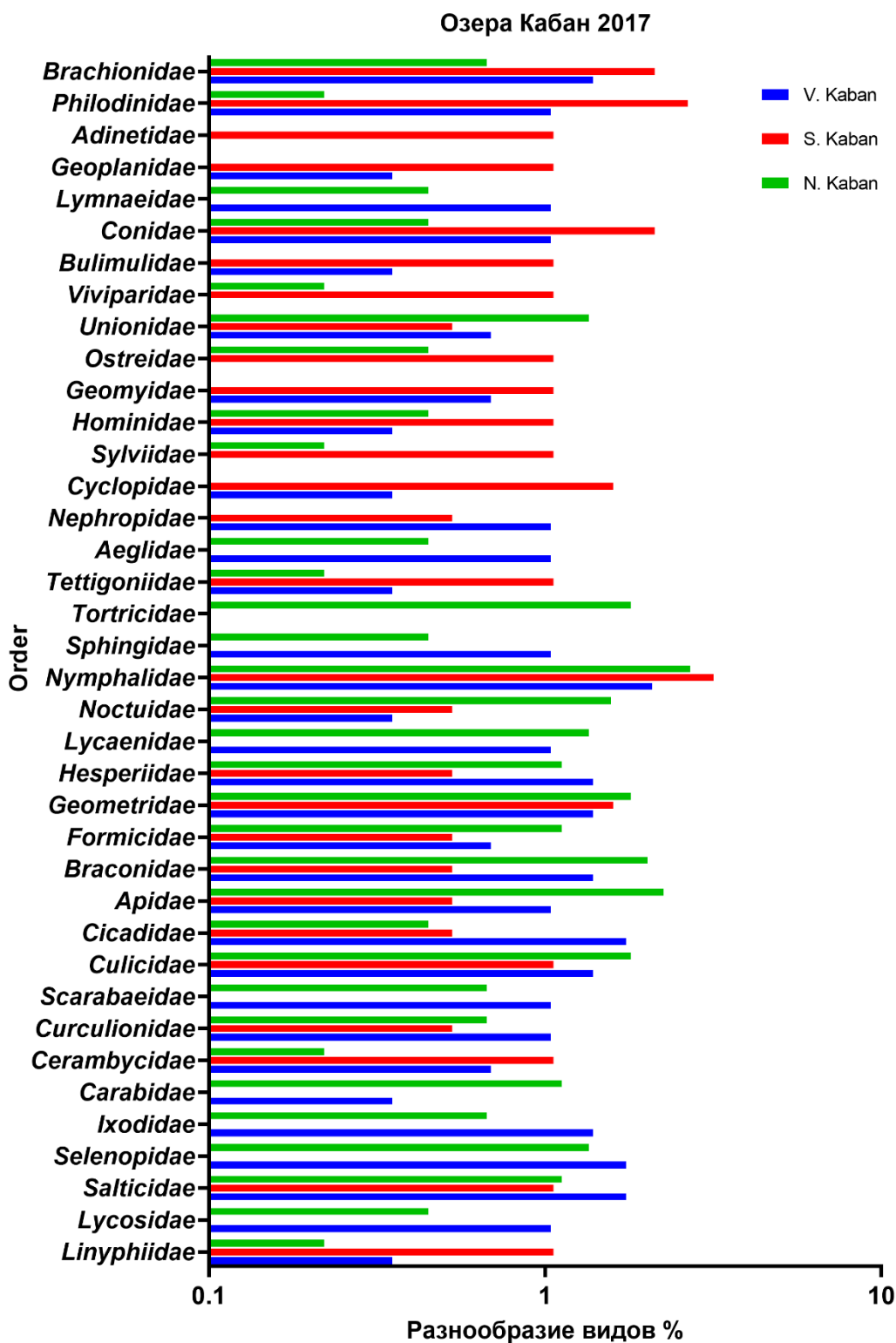


Рис. 3.3.8. Процентное распределение видового разнообразия гидробионтов по отрядам (> 1%)

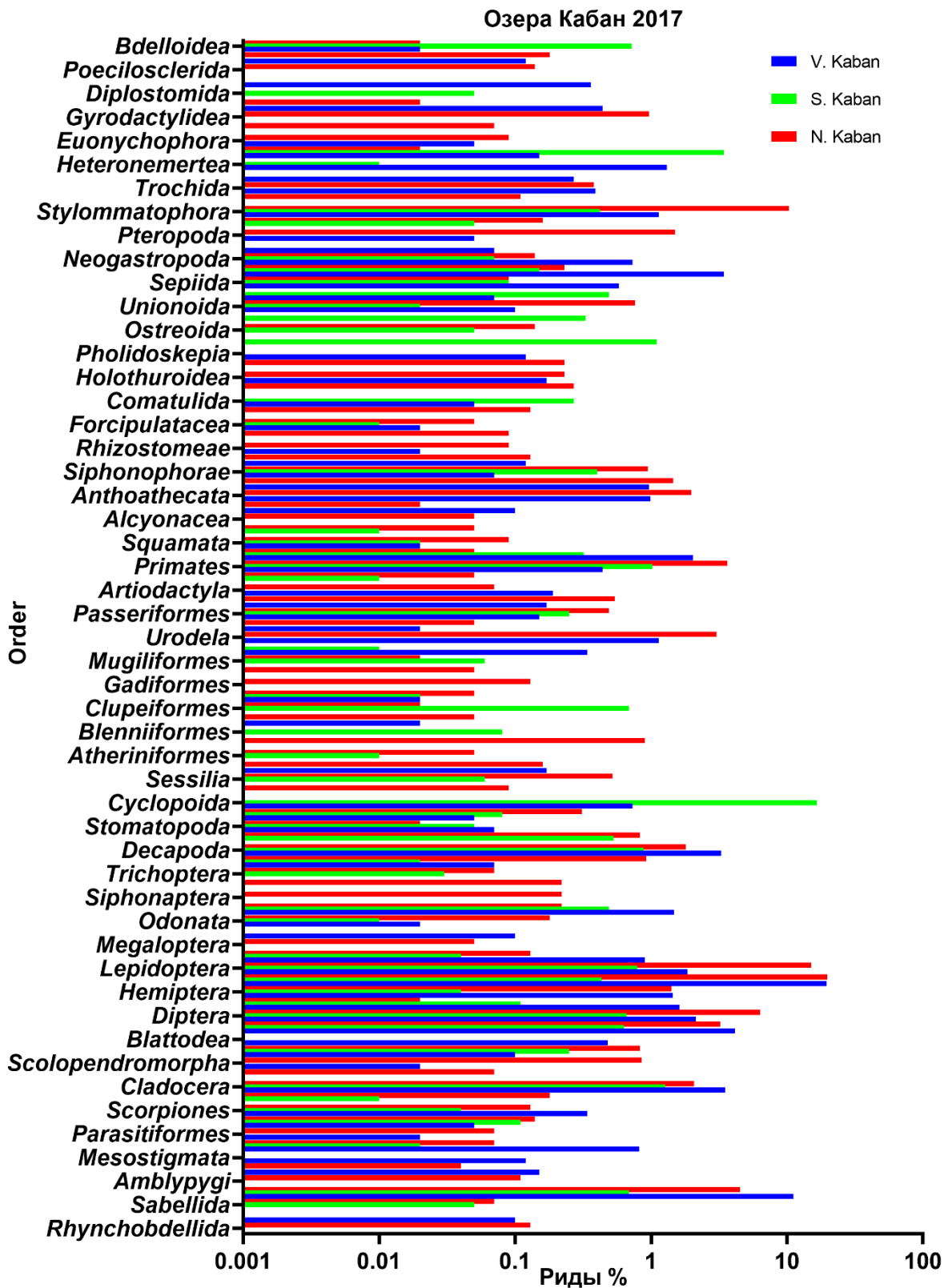


Рис. 3.3.9. Процентное распределение ридов гидробионтов по отрядам (> 0,5%)

Процентное распределение видового разнообразия гидробионтов и ридов по семействам (Family)

Всего идентифицировано 467 семейств *Metazoa* и не идентифицировано гидробионтов по семейству: Верхний Кабан – 3,82%; Средний Кабан – 2,12%; Нижний Кабан – 3,60%. В табл. 3.3.6 приведено 39 семейств из 467 идентифицированных, процент которых составляет свыше 1% по разнообразию видов. 190 семейство имеют процент свыше 0,5% по разнообразию видов из идентифицированных.

Распределение видового разнообразия и ридов гидробионтов по семействам (Family) процент которых составляет свыше 1% показано на рис. 3.3.10-3.3.11.

Таблица 3.3.6

Процентное распределение видового разнообразия гидробионтов и ридов по семействам (Family)

Семейство	Озера Кабан, 2017 Разнообразие видов % / Риды %		
	Верхний	Средний	Нижний
<i>Nymphalidae</i>	2,08/0,32	3,17/0,18	2,70/0,43
<i>Selenopidae</i>	1,74/0,89	0,00/0,00	1,35/1,22
<i>Cicadidae</i>	1,74/0,69	0,53/0,02	0,45/0,20
<i>Salticidae</i>	1,74/0,53	1,06/0,16	1,12/0,32
<i>Brachionidae</i>	1,39/17,45	2,12/0,16	0,67/0,48
<i>Braconidae</i>	1,39/11,35	0,53/0,34	2,02/16,66
<i>Culicidae</i>	1,39/0,94	1,06/0,05	1,80/0,34
<i>Geometridae</i>	1,39/0,23	1,59/0,31	1,80/2,26
<i>Ixodidae</i>	1,39/0,16	0,00/0,00	0,67/0,11
<i>Hesperiidae</i>	1,39/0,14	0,53/0,07	1,12/0,86
<i>Philodinidae</i>	1,04/6,44	2,65/0,46	0,22/0,84
<i>Curculionidae</i>	1,04/0,55	0,53/0,07	0,67/0,25
<i>Lycosidae</i>	1,04/0,48	0,00/0,00	0,45/0,29
<i>Conidae</i>	1,04/0,21	2,12/0,26	0,45/0,05
<i>Apidae</i>	1,04/0,21	0,53/0,01	2,25/1,02
<i>Lycaenidae</i>	1,04/0,21	0,00/0,00	1,35/0,29
<i>Aeglidae</i>	1,04/0,21	0,00/0,00	0,45/0,20



Семейство	Озера Кабан, 2017		
	Разнообразие видов % / Риды %		
	Верхний	Средний	Нижний
<i>Lymnaeidae</i>	1,04/0,16	0,00/0,00	0,45/0,95
<i>Sphingidae</i>	1,04/0,14	0,00/0,00	0,45/2,72
<i>Nephropidae</i>	1,04/0,07	0,53/0,01	0,00/0,00
<i>Scarabaeidae</i>	1,04/0,07	0,00/0,00	0,67/0,23
<i>Formicidae</i>	0,69/6,49	0,53/0,07	1,12/0,63
<i>Geomyidae</i>	0,69/0,34	1,06/0,32	0,00/0,00
<i>Cerambycidae</i>	0,69/0,21	1,06/0,15	0,22/0,02
<i>Unionidae</i>	0,69/0,09	0,53/0,02	1,35/0,75
<i>Cyclopidae</i>	0,35/0,69	1,59/17,03	0,00/0,00
<i>Carabidae</i>	0,35/0,18	0,00/0,00	1,12/0,38
<i>Linyphiidae</i>	0,35/0,09	1,06/0,03	0,22/0,04
<i>Tettigoniidae</i>	0,35/0,05	1,06/0,16	0,22/0,09
<i>Hominidae</i>	0,35/0,02	1,06/1,04	0,45/3,56
<i>Bulimulidae</i>	0,35/0,02	1,06/0,04	0,00/0,00
<i>Geoplanidae</i>	0,35/0,02	1,06/0,02	0,00/0,00
<i>Noctuidae</i>	0,35/0,02	0,53/0,03	1,57/0,59
<i>Adinetidae</i>	0,00/0,00	1,06/0,34	0,00/0,00
<i>Sylviidae</i>	0,00/0,00	1,06/0,18	0,22/0,04
<i>Ostreidae</i>	0,00/0,00	1,06/0,05	0,45/0,14
<i>Viviparidae</i>	0,00/0,00	1,06/0,02	0,22/0,04
<i>Tortricidae</i>	0,00/0,00	0,00/0,00	1,80/0,36
Не идентифицировано	3,82/3,93	2,12/1,28	3,60/6,07

Как видно из табл. 3.3.6, наибольший вклад в видовое разнообразие гидробионтов по семействам вносят *Nymphalidae*, *Philodinidae*, *Apidae*, *Brachionidae*, *Conidae*; по ридам – *Synchaetidae*, *Brachionidae*, *Cyclopidae*, *Braconidae*, *Clausiliidae*.

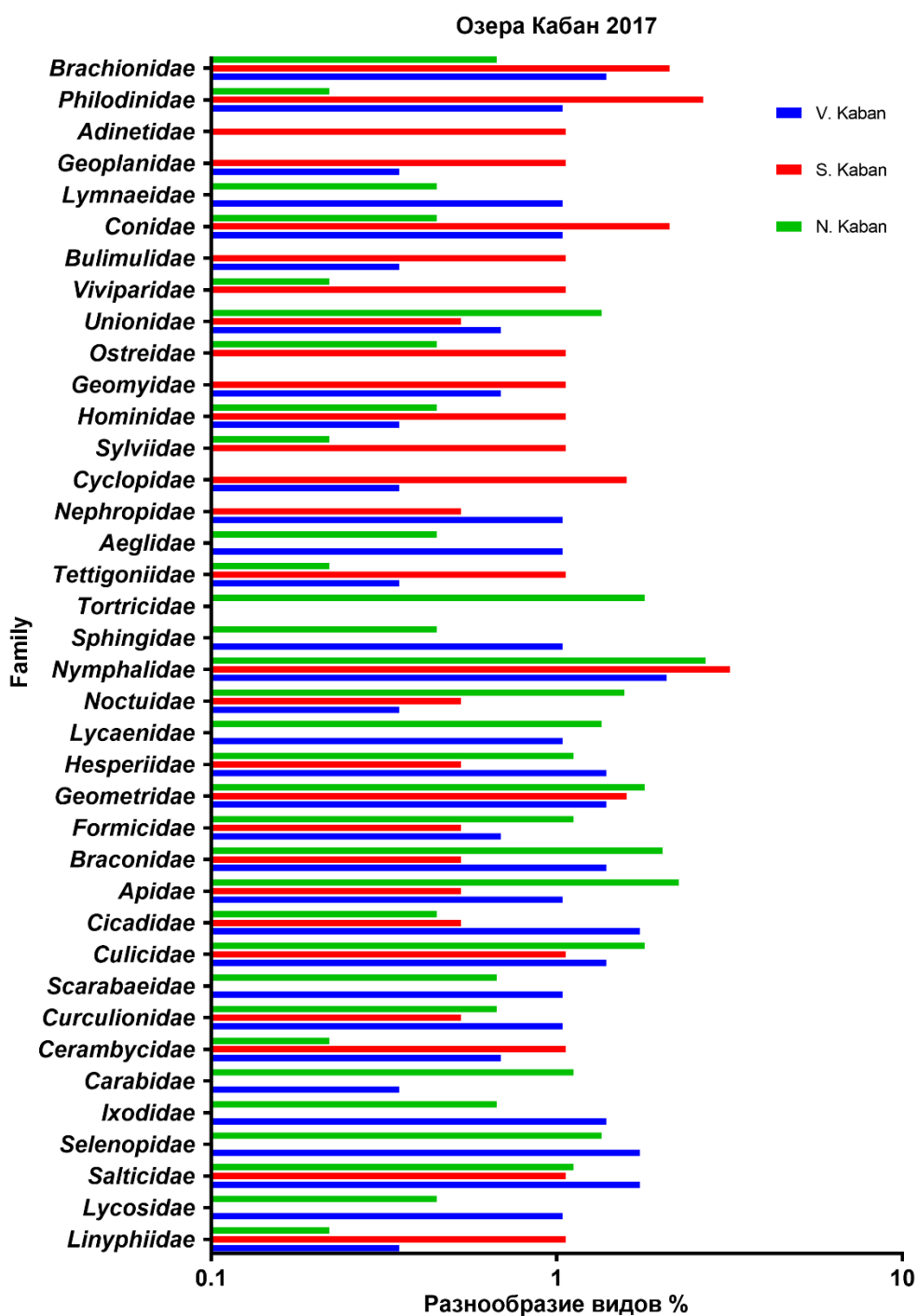


Рис. 3.3.10. Процентное распределение видового разнообразия гидробионтов по семействам (Family) (>1%)

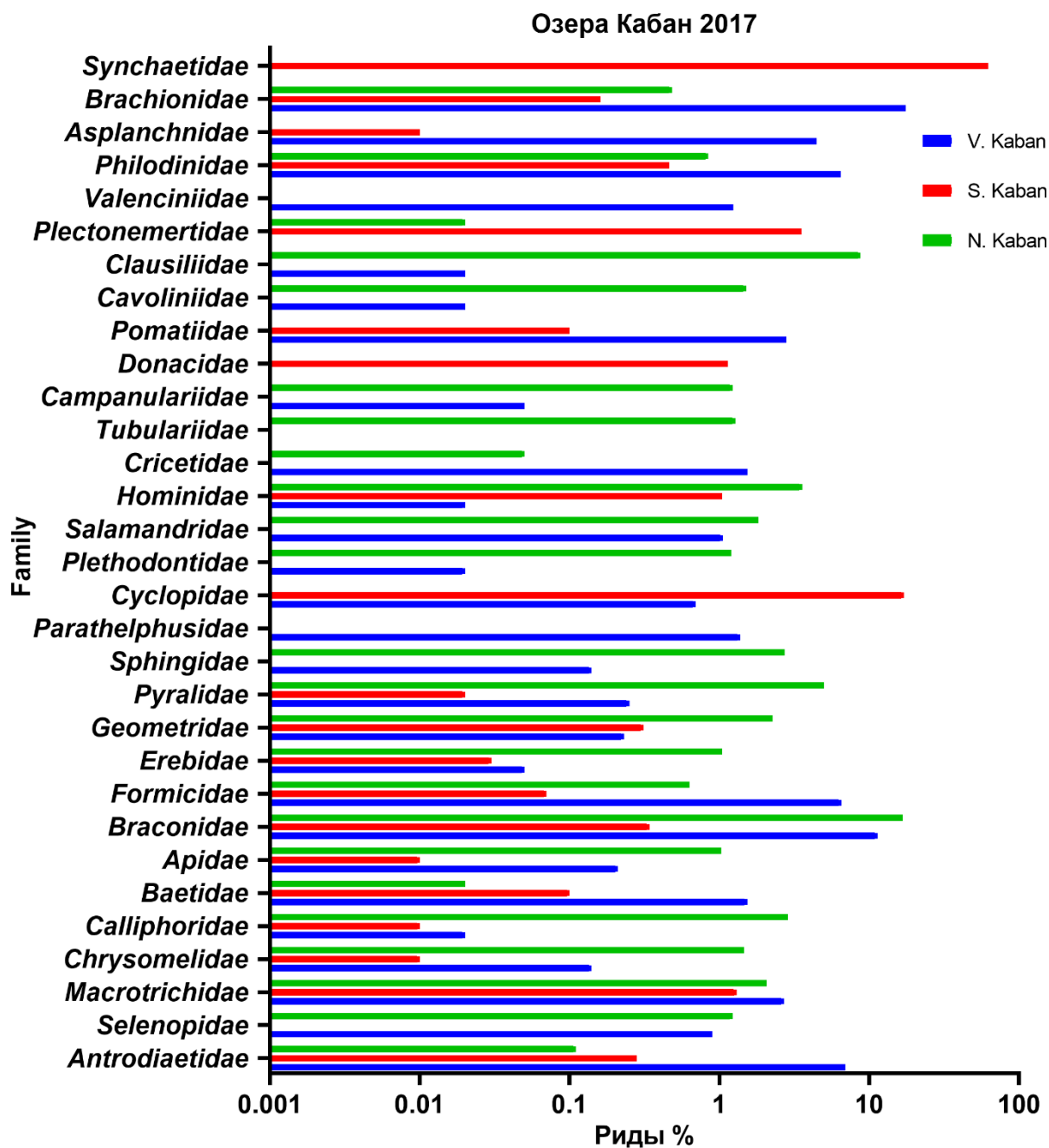


Рис. 3.3.11. Процентное распределение родов гидробионтов по семействам (Family) (>1%)

Процентное распределение видового разнообразия гидробионтов и ридов по родами (Genus)

Всего идентифицировано 770 родов гидробионтов и не идентифицировано гидробионтов по родам: Верхний Кабан – 9,12%; Средний Кабан – 4,15%; Нижний Кабан – 9,47%. В табл. 3.3.7 приведены 10 родов из 467 идентифицированных, процент которых составляет свыше 1% по разнообразию видов. 185 родов имеют процент свыше 0,5% по разнообразию видов из идентифицированных.

Распределение видового разнообразия гидробионтов по родам (Genus) процент которых составляет свыше 1% показано на рис. 3.3.12 и распределение по ридам процент которых составляет свыше 0,5% показано на рис. 3.3.13.

Таблица 3.3.7

Процентное распределение видового разнообразия гидробионтов по родам

Род	Озера Кабан 2017		
	Разнообразие видов % / Риды %		
	Верхний	Средний	Нижний
<i>Anopheles</i>	1,30/0,93	1,04/0,05	1,47/0,32
<i>Selenops</i>	1,30/0,86	0,00/0,00	1,26/1,22
<i>Brachionus</i>	0,98/16,74	1,55/0,15	0,63/0,48
<i>Conus</i>	0,98/0,20	2,07/0,25	0,42/0,05
<i>Thomomys</i>	0,33/0,02	1,04/0,31	0,00/0,00
<i>Macrotrachela</i>	0,33/0,02	1,04/0,17	0,00/0,00
<i>Bulimulus</i>	0,33/0,02	1,04/0,04	0,00/0,00
<i>Euglossa</i>	0,33/0,02	0,52/0,01	1,05/0,91
<i>Acrocephalus</i>	0,00/0,00	1,04/0,17	0,00/0,00
<i>Crassostrea</i>	0,00/0,00	1,04/0,05	0,21/0,04
Не идентифицировано	9,12/5,07	4,15/4,73	9,47/7,97

Как видно из табл. 3.3.7, наибольший вклад в видовое разнообразие гидробионтов по родам вносят – *Anopheles*, *Selenops*, *Brachionus*, *Conus*; по ридам – *Polyarthra* (Средний Кабан – 60,71%), *Brachionus* (Верхний Кабан – 16,74%), *Mesocyclops* (Средний Кабан –

15,58%), *Ascogaster* (Нижний Кабан – 15,37%; Верхний Кабан – 6,58%), *Agathylla* (Нижний Кабан – 8,74%).

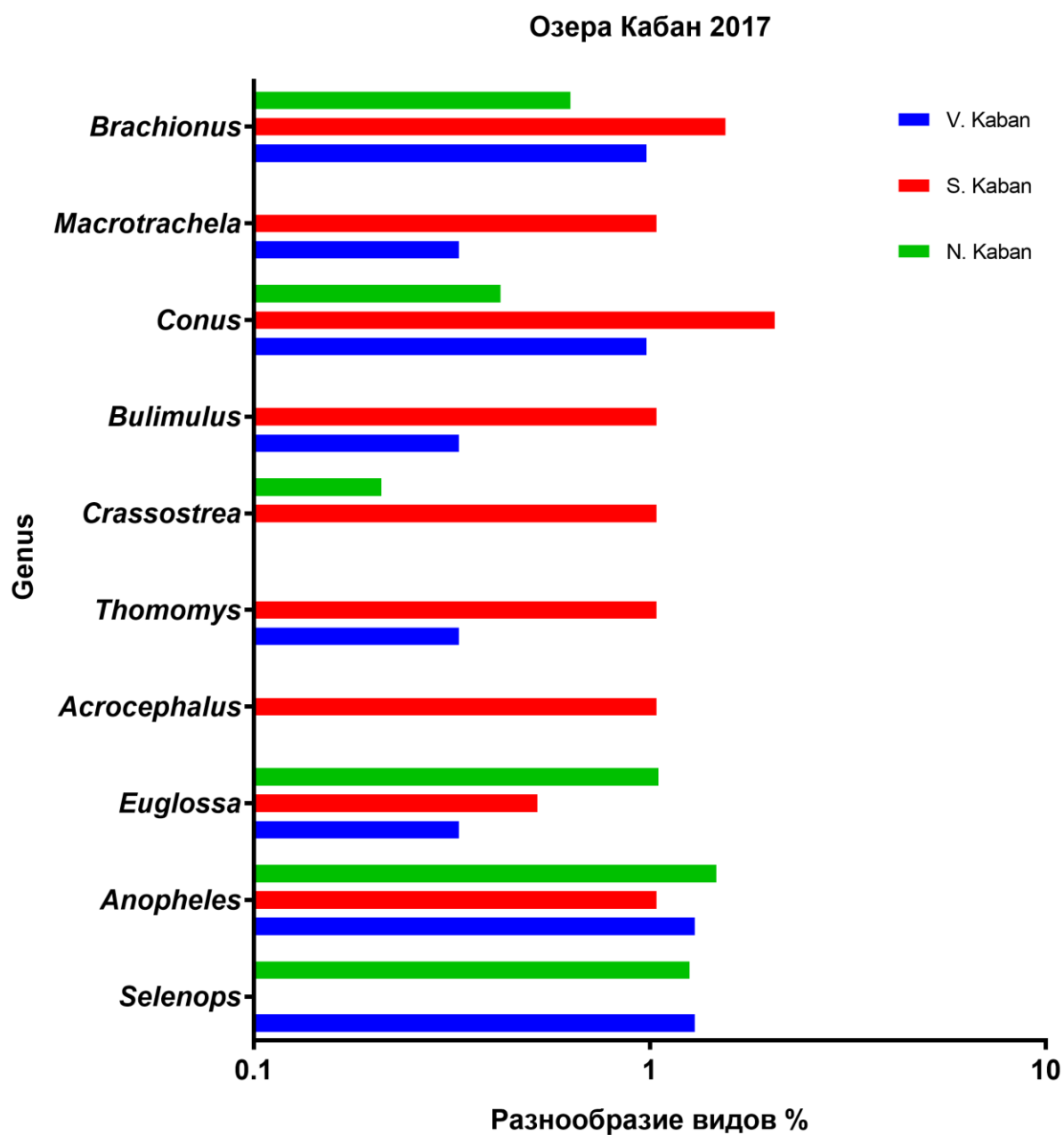


Рис. 3.3.12. Процентное распределение видового разнообразия гидробионтов по родам (>1%)

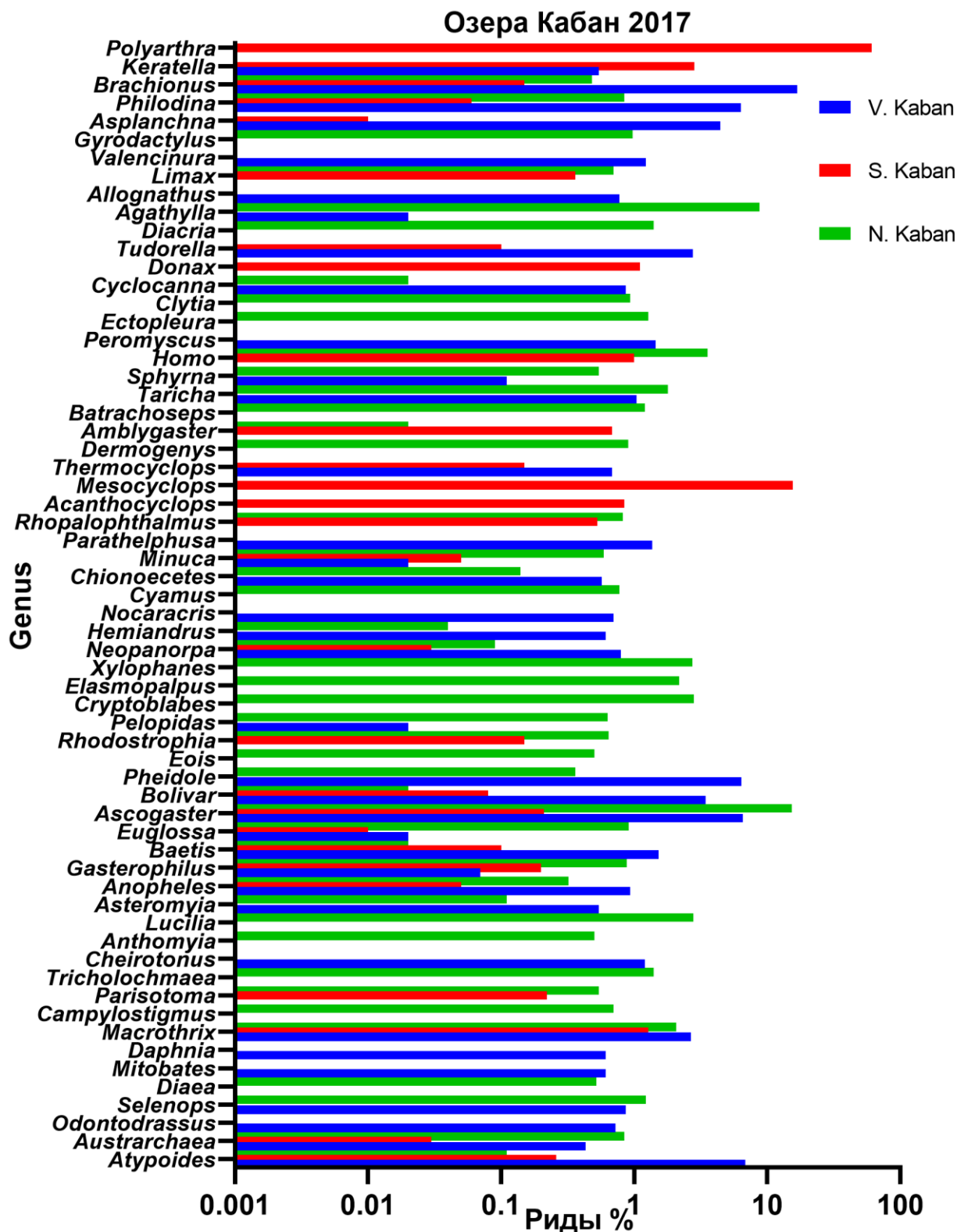


Рис. 3.3.13. Процентное распределение ридов гидробионтов по родам (Genus) (>0,5%)

## Идентификация видов гидробионтов по гену *COI* (Species)

Общий список видов, обитающих в озерах Кабан, идентифицированных по маркерным генам и традиционным методом, с зонами сапробности, выделенными В.Сладечком [84] приведен в главе 4 (табл. 4.4).

Из трех озер Кабан всего идентифицировано 792 вида *Metazoa* по маркерному гену *COI*.

Процентное распределение родов по видам гидробионтов, процент которых превышает 1%, приведено на рис. 3.3.14.

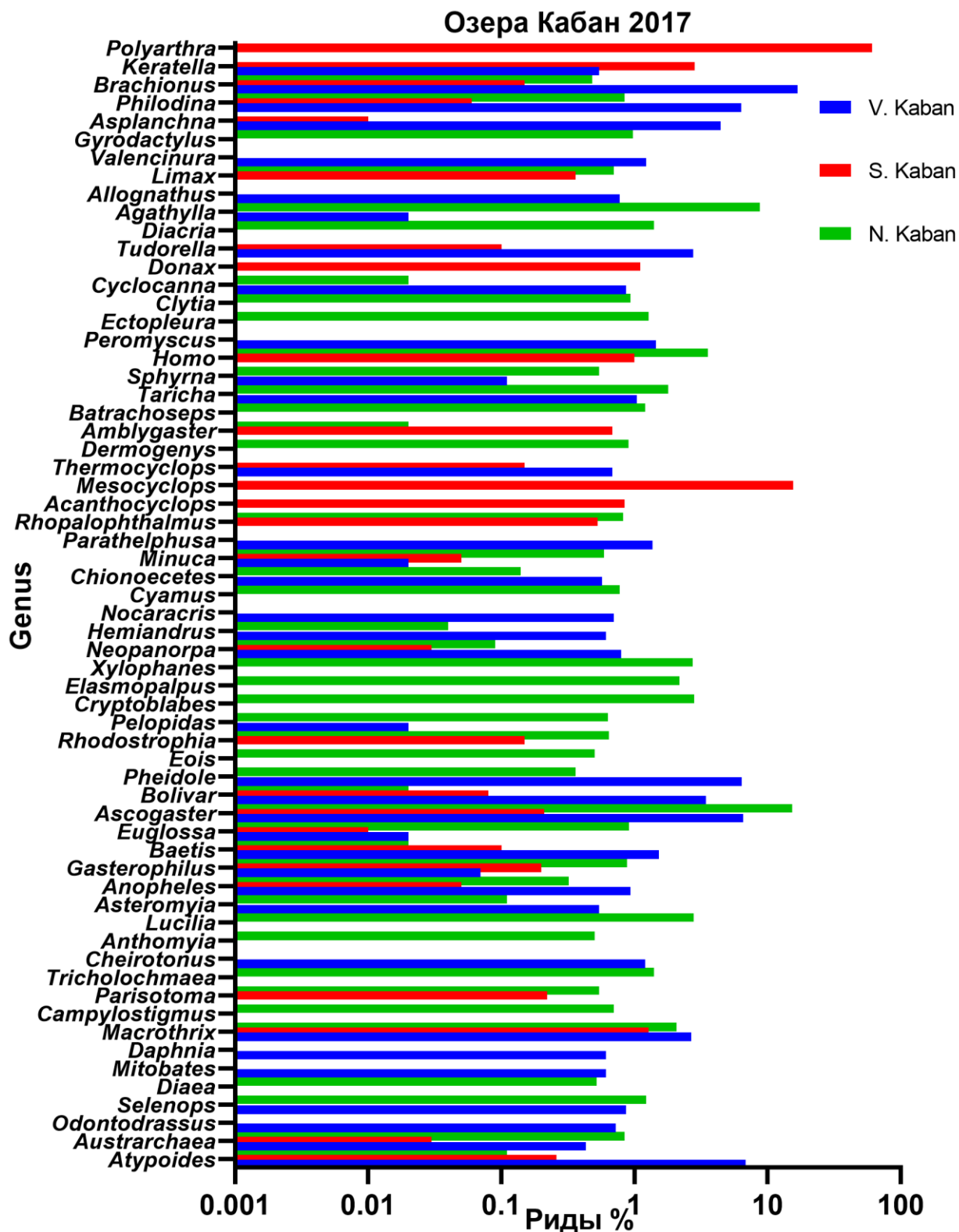


Рис. 3.3.14. Процентное распределение ридов по видам гидробионтов



Как видно из рис. 3.3.14 наиболее многочисленными видами являются *Mesocyclops leuckarti* (Нижний Кабан – 31,22%), *Brachionus calyciflorus* (Верхний Кабан – 6,81%), *Atypoides riversi* (Верхний Кабан – 6,76%), *Pheidole fuscula* (Верхний Кабан – 6,27%), *Philodina megalotrocha* (Верхний Кабан – 6,25%).

В табл. 3.3.8 (рис. 3.3.15) представлено процентное распределение видового разнообразия гидробионтов по озерам Кабан.

Таблица 3.3.8

Количество идентифицированных видов и процентное распределение видового разнообразия по озерам Кабан

Озера Кабан	Количество видов	Процент
Верхний	215	27,08
Верхний-Средний	39	4,91
Средний	355	44,71
Средний-Нижний	23	2,90
Нижний	138	17,38
Верхний-Нижний	11	1,39
Верхний-Средний-Нижний	13	1,64

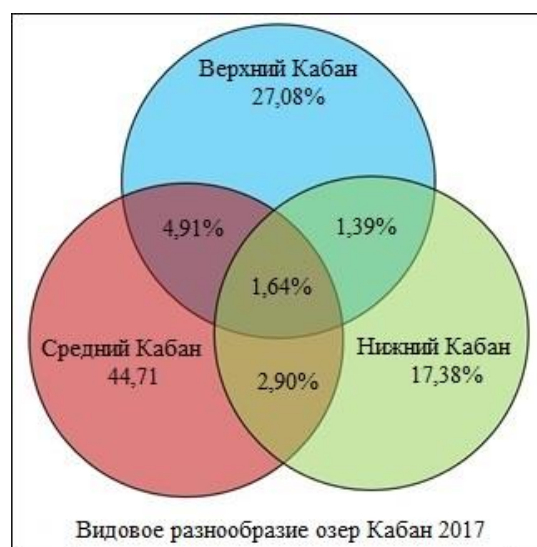


Рис. 3.3.15. Процентное распределение видового разнообразия по озерам Кабан

Процентное распределение видов-индикаторов из озер Кабан по зонам сапробности приведено на рис. 3.3.16, по рядам – на рис. 3.3.17. Как видно из рис. 3.3.16-3.3.17 наибольшее количество видов-индикаторов группируется возле *o-b*-мезосапробной зоны, т.е. характеризуют озера Кабан как загрязненные.

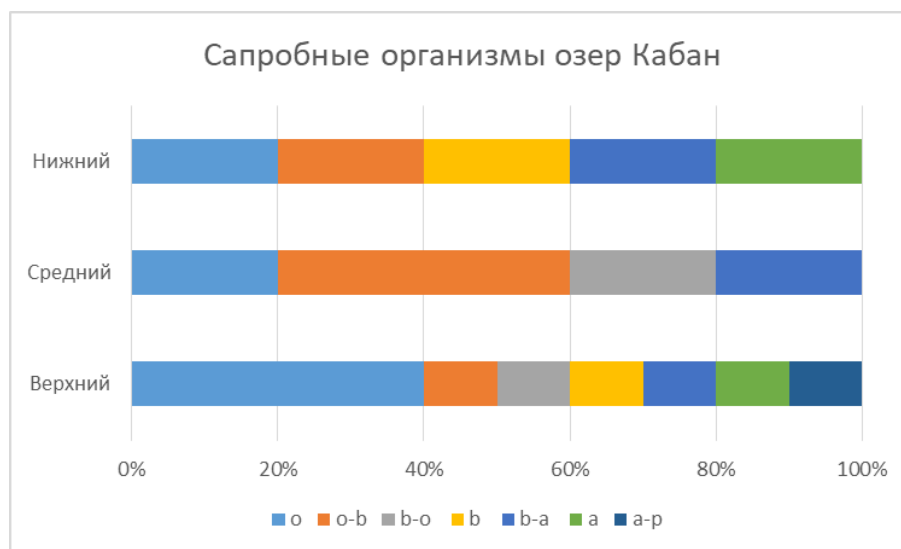


Рис. 3.3.16. Распределение видов-индикаторов из озер Кабан по зонам сапробности

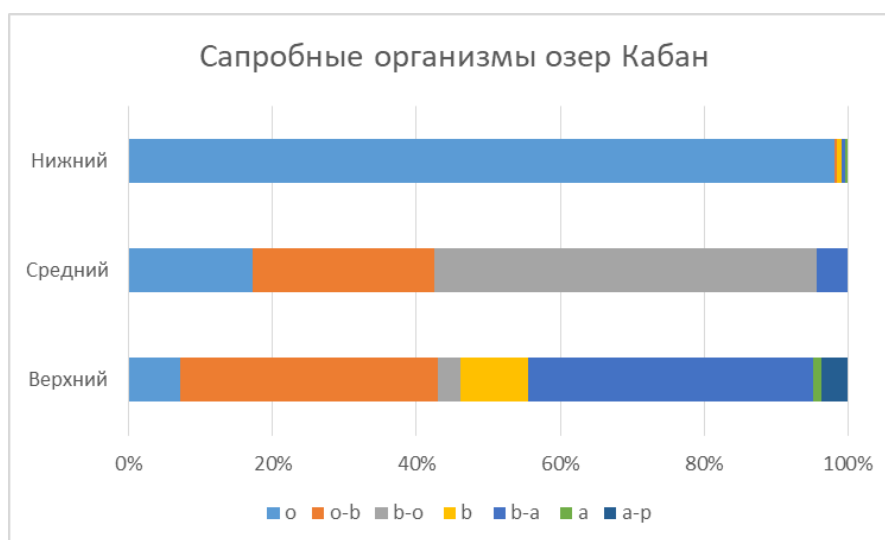


Рис. 3.3.17. Распределение рядов видов-индикаторов из озер Кабан по зонам сапробности

## Заключение по главе

По результатам метагеномного секвенирования гидробионтов трех Казанских озер Кабан по маркерному гену *COI Metazoa* идентифицированы следующие таксономические единицы: 15 типов (*Phylum*), 48 классов (*Class*), 172 отряда (*Order*), 467 семейств (*Family*), 770 родов (*Genus*), 792 вида (*Species*).

Из 792 видов идентифицировано:

- 381 вид, не обитающих в регионе (РТ, г. Казань), в том числе эндемики различных стран (Австралия – *Argiope keyserlingi* (аранеоморфный паук *Araneae*), Новая Зеландия – *Dolomedes aquaticus* (паук-рыболов *Araneae*), Китай – *Pelodiscus axenaria* (*Testudines*), Япония – *Issikiomartyria plicata* (*Lepidoptera*)); обитатели тропиков (в том числе неотропиков) – *Hectopsylla cypha* (*Siphonaptera*), субтропиков – *Athyma cama* (*Lepidoptera*); виды характерные для Африки – *Chrysoritis lyncurium* (*Lepidoptera*), Среднего Востока – *Anopheles stephensi* (*Diptera*) и Юго-Восточной Азии – *Cyrestis thyodamas* (*Lepidoptera*) и др.;

- 192 вида морских гидробионтов, в основном обитателей теплых вод, в том числе медузы и полипы – *Chironex flecker*, *Cyclocanna welshi*, акулы - *Carcharhinus brevipinna*, *Sphyrna mokarran* и др.;

- 160 видов, не обитающие в воде (в том числе и их личинки) – *Amyntas gracilis* (*Annelida*), *Harmonia axyridis* (*Coleoptera*), *Muscina stabulans* (*Diptera*) и др.;

- 59 видов гидробионтов обитают в пресных водах. Среди них 14 видов имеют статус индикаторных, 30%/60%/40% соответственно по озерам (Верхний Кабан/Средний Кабан/Нижний Кабан) являются индикаторами от *o-b*- до *b*-мезосапробных условий и характеризуют озера Кабан как загрязненные.

### **3.4. Анализ видового разнообразия гидробионтов по гену *rbcL***

Ген *rbcL* используется в качестве маркерного гена для идентификации фотосинтезирующих организмов [123].

Пара праймеров *rbcL\_AB* использована для идентификации гидробионтов по типам (*Phylum*) – *Cyanobacteria*, *Chlorophyta* и *Proteobacteria*.

Пара праймеров *rbcL\_D* – для идентификации гидробионтов по классам (*Class*) – *Bacillariophyceae*, *Coscinodiscophyceae*, *Fragilariophyceae*, *Mediophyceae*, *Dinophyceae*, *Cryptophyceae*, *Haptophyceae*.

#### **3.4.1. Анализ видового разнообразия гидробионтов по гену *rbcL* для идентификации гидробионтов *Cyanobacteria*, *Chlorophyta*, *Proteobacteria***

##### Процентное распределение гидробионтов по таксономическим единицам и рядам

Процентное распределение гидробионтов по таксономическим единицам и рядам приведено в табл. 3.4.1.1, показано на рис. 3.4.1.1.

Таблица 3.4.1.1

Процентное распределение гидробионтов по таксономическим единицам и рядам

Taxon	Озера Кабан, Риды %		
	Верхний	Средний	Нижний
<i>Domain</i>	54,26	99,19	87,429
<i>Kingdom</i>	53,50	99,09	87,416
<i>Phylum</i>	42,16	98,19	64,277
<i>Class</i>	16,93	98,18	64,065
<i>Order</i>	16,27	98,18	64,057
<i>Family</i>	16,21	98,18	64,049
<i>Genus</i>	16,39	98,18	64,053
<i>Species</i>	9,11	95,42	62,952

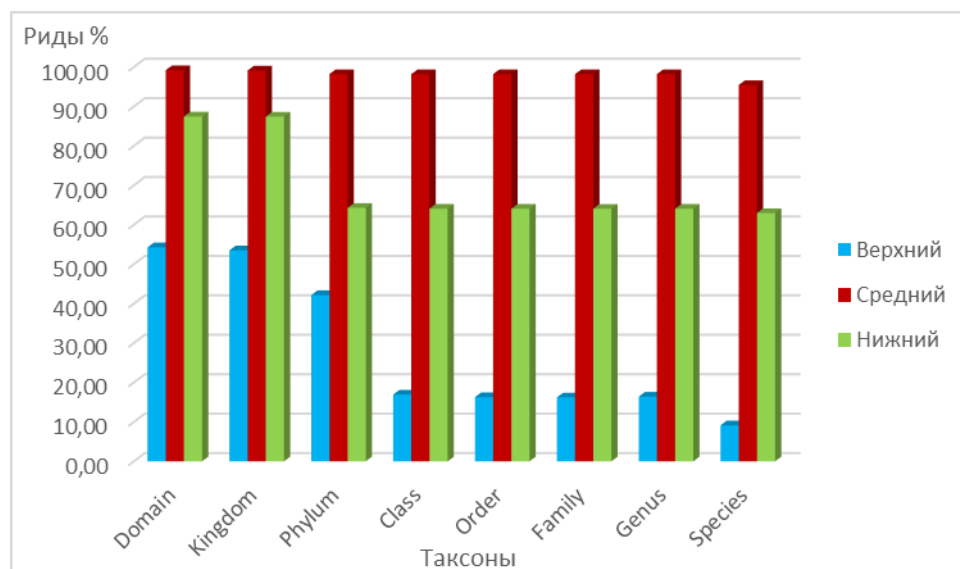


Рис. 3.4.1.1. Процентное распределение гидробионтов по таксономическим единицам и рядам

Процентное распределение видового разнообразия гидробионтов и ридов по царствам (*Kingdom*)

Процентное распределение по царствам (*Kingdom*) видового разнообразия гидробионтов и ридов приведено в табл. 3.4.1.2 (рис. 3.4.1.2-3.4.1.3).

Таблица 3.4.1.2

Процентное распределение видового разнообразия/ридов гидробионтов по царствам (*Kingdom*)

Царство	Озера Кабан, 2017 Разнообразие видов % / Риды%		
	Верхний	Средний	Нижний
<i>Bacteria</i>	48,66/46,41	60,24/96,72	29,75/85,56
<i>Chromista</i>	0,67/0,10	0,00/0,00	1,65/0,03
<i>Fungi</i>	0,00/0,00	0,00/0,00	0,83/0,01
<i>Plantae</i>	34,56/7,00	20,48/2,09	48,76/1,80
<i>Protozoa</i>	0,34/0,02	1,20/0,29	0,83/0,02
Не идентифицировано	15,77/46,48	18,07/0,91	18,18/12,59

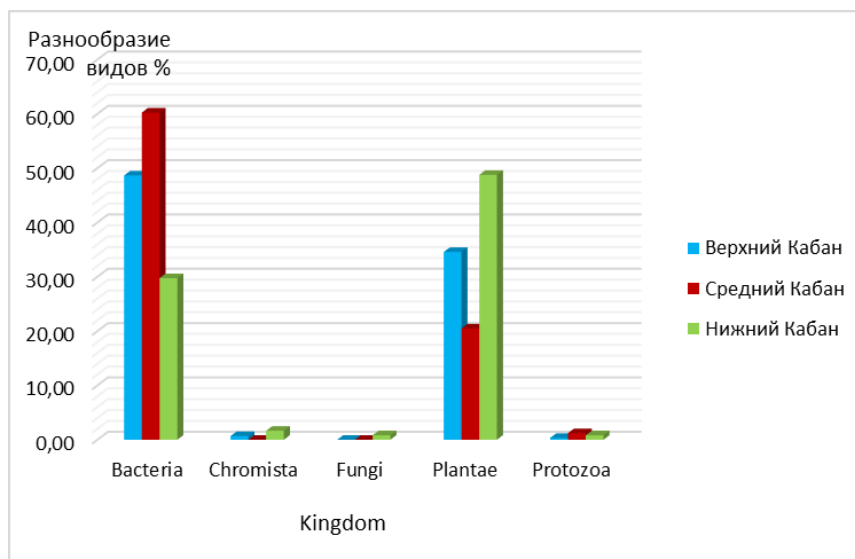


Рис. 3.4.1.2. Процентное распределение видового разнообразия гидробионтов по царствам (*Kingdom*)

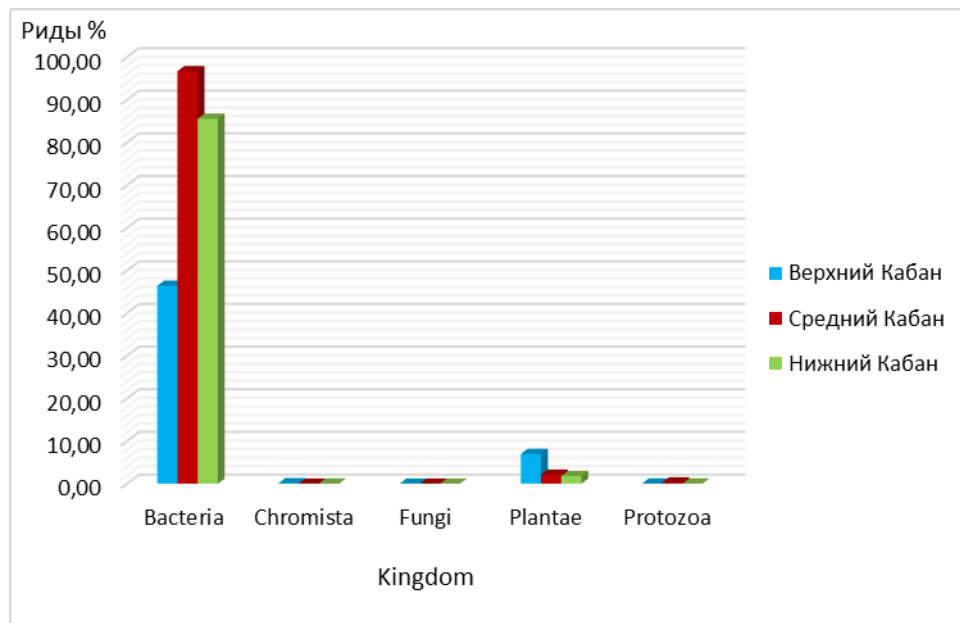


Рис. 3.4.1.3. Процентное распределение ридов гидробионтов по царствам (*Kingdom*)

Как видно из рис. 3.4.1.2-3.4.1.3 наибольшее значение в видовое разнообразие/риды вносят царства *Bacteria* и *Plantae*, которые включают *Cyanobacteria*, *Chlorophyta*, *Proteobacteria*. Остальные таксоны гидробионтов далее не анализируются, так как используемые праймеры позволяют идентифицировать гидробионты с точностью до вида только по таксонам *Cyanobacteria*, *Chlorophyta*, *Proteobacteria*.

Процентное распределение видового разнообразия/ридов гидробионтов по типам / отделам (*Phylum*) царства *Bacteria* и *Plantae*

Процентное распределение видового разнообразия/ридов гидробионтов по типам (*Phylum*) приведено на рис. 3.4.1.4-3.4.1.5 (табл. 3.4.1.3).

Таблица 3.4.1.3

Процентное распределение видового разнообразия/ридов гидробионтов по типам (*Phylum*)

Тип	Озера Кабан, 2017		
	Разнообразие видов % / Риды %		
	Верхний	Средний	Нижний
<i>Chlorophyta</i>	58,93/16,56	31,71/1,58	73,68/2,63
<i>Cyanobacteria</i>	38,10/82,68	43,90/97,92	21,05/97,20
<i>Proteobacteria</i>	2,98/0,76	24,39/0,50	5,26/0,16

Как видно из табл. 3.4.1.3, наибольший вклад по типам/отделам вносят:

по видовому разнообразию гидробионтов – *Chlorophyta* (Верхний Кабан – 58,93%; Средний Кабан – 31,71%; Нижний Кабан – 73,68%), *Cyanobacteria* (Верхний Кабан – 38,10%; Средний Кабан – 43,90%; Нижний Кабан – 21/05%);

по ридам – *Cyanobacteria* (Верхний Кабан – 82,68%; Средний Кабан – 97,92%; Нижний Кабан – 97,20%).



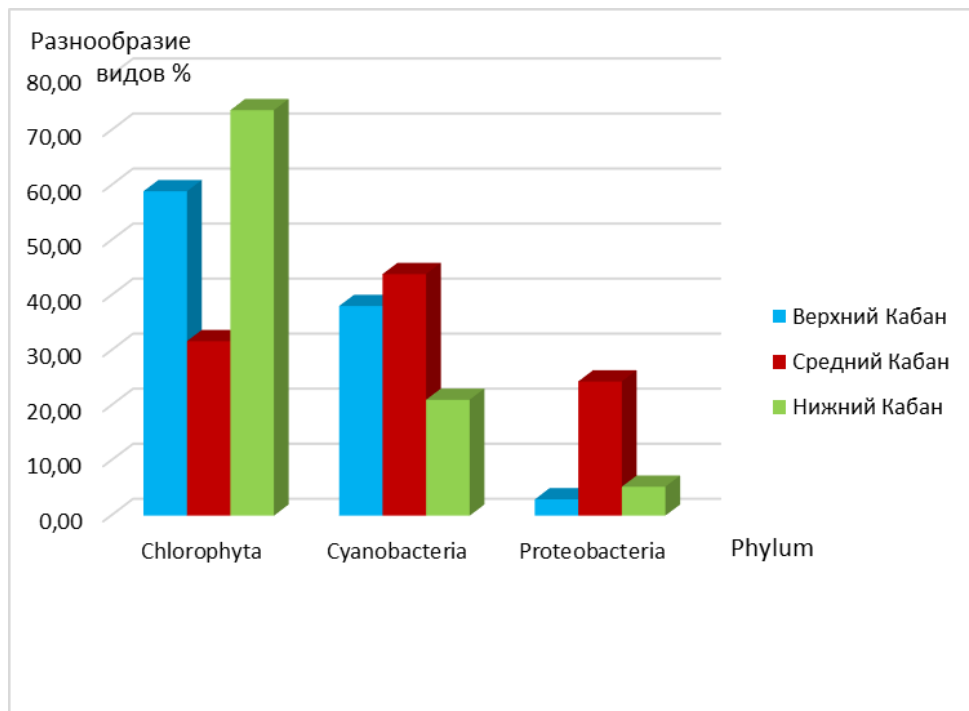


Рис. 3.4.1.4. Процентное распределение видового разнообразия гидробионтов по типам (*Phylum*)

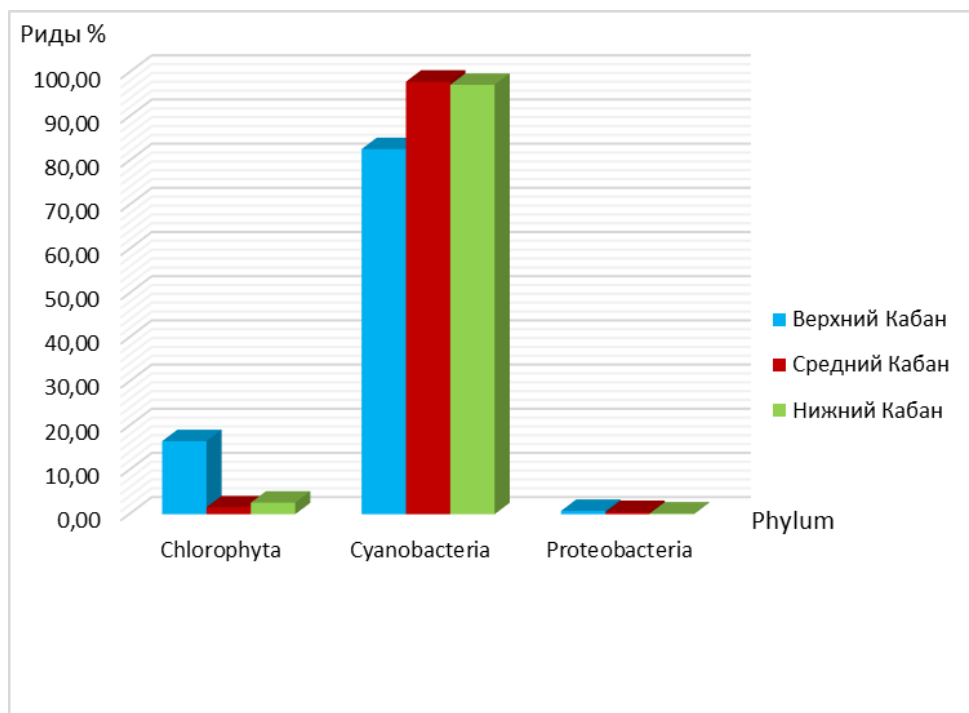


Рис. 3.4.1.5. Процентное распределение ридов гидробионтов по типам (*Phylum*)

Процентное распределение видового разнообразия/ридов гидробионтов и по классам (Class)

Всего идентифицировано 10 классов гидробионтов и не идентифицировано гидробионтов по классам: Верхний Кабан – 12,50%; Нижний Кабан – 5,26% (табл. 3.4.1.4). Процентное распределение видового разнообразия/ридов по классам показано на рис. 3.4.1.6-3.4.1.7.

Таблица 3.4.1.4

Процентное распределение видового разнообразия/ридов гидробионтов по классам (Class)

Класс	Озера Кабан, 2017		
	Разнообразие видов %/ Риды %		
	Верхний	Средний	Нижний
<i>Cyanophyceae</i>	27,98/23,39	45,00/97,93	21,05/97,20
<i>Chlorophyceae</i>	32,14/9,51	10,00/0,32	38,16/1,98
<i>Trebouxiophyceae</i>	21,43/5,95	20,00/1,26	25,00/0,37
<i>Betaproteobacteria</i>	1,19/0,61	15,00/0,38	5,26/0,17
<i>Gammaaproteobacteria</i>	1,79/0,15	10,00/0,13	0,00/0,00
<i>Ulvophyceae</i>	1,79/0,20	0,00/0,00	1,32/0,03
<i>Chloropicophyceae</i>	0,00/0,00	0,00/0,00	1,32/0,07
<i>Mamiellophyceae</i>	0,00/0,00	0,00/0,00	1,32/0,01
<i>Pedinophyceae</i>	0,60/0,02	0,00/0,00	1,32/0,03
<i>Chlorodendrophyceae</i>	0,60/0,02	0,0/0,00	0,00/0,00
Не идентифицировано	12,50/60,14	0,00/0,00	5,26/0,17

Как видно из табл. 3.4.1.4, наибольший вклад по классам вносят: в видовое разнообразие гидробионтов – *Cyanophyceae* (Верхний Кабан – 27,98%; Средний Кабан – 45,00%), Нижний Кабан – 21,05%); *Chlorophyceae* (Верхний Кабан – 32,14%; Средний Кабан – 10,00%; Нижний Кабан – 38,16%), *Trebouxiophyceae* (Верхний Кабан – 21,43%; Средний Кабан – 20,00%; Нижний Кабан – 25,00%); по ридам – *Cyanophyceae* (Верхний Кабан – 23,39%; Средний Кабан – 97,93%; Нижний Кабан – 97,20%).

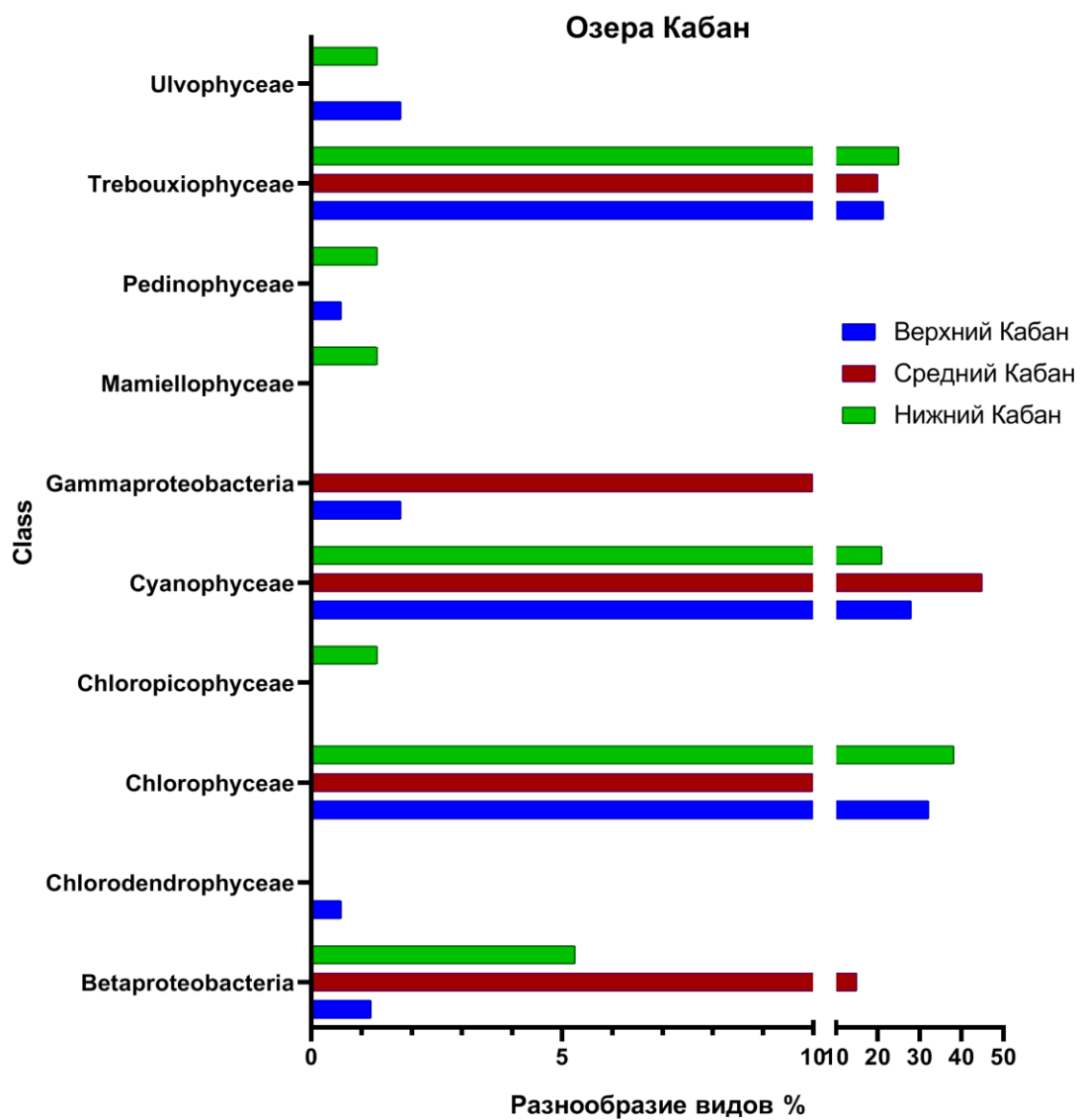


Рис. 3.4.1.6. Процентное распределение видового разнообразия гидробионтов по классам

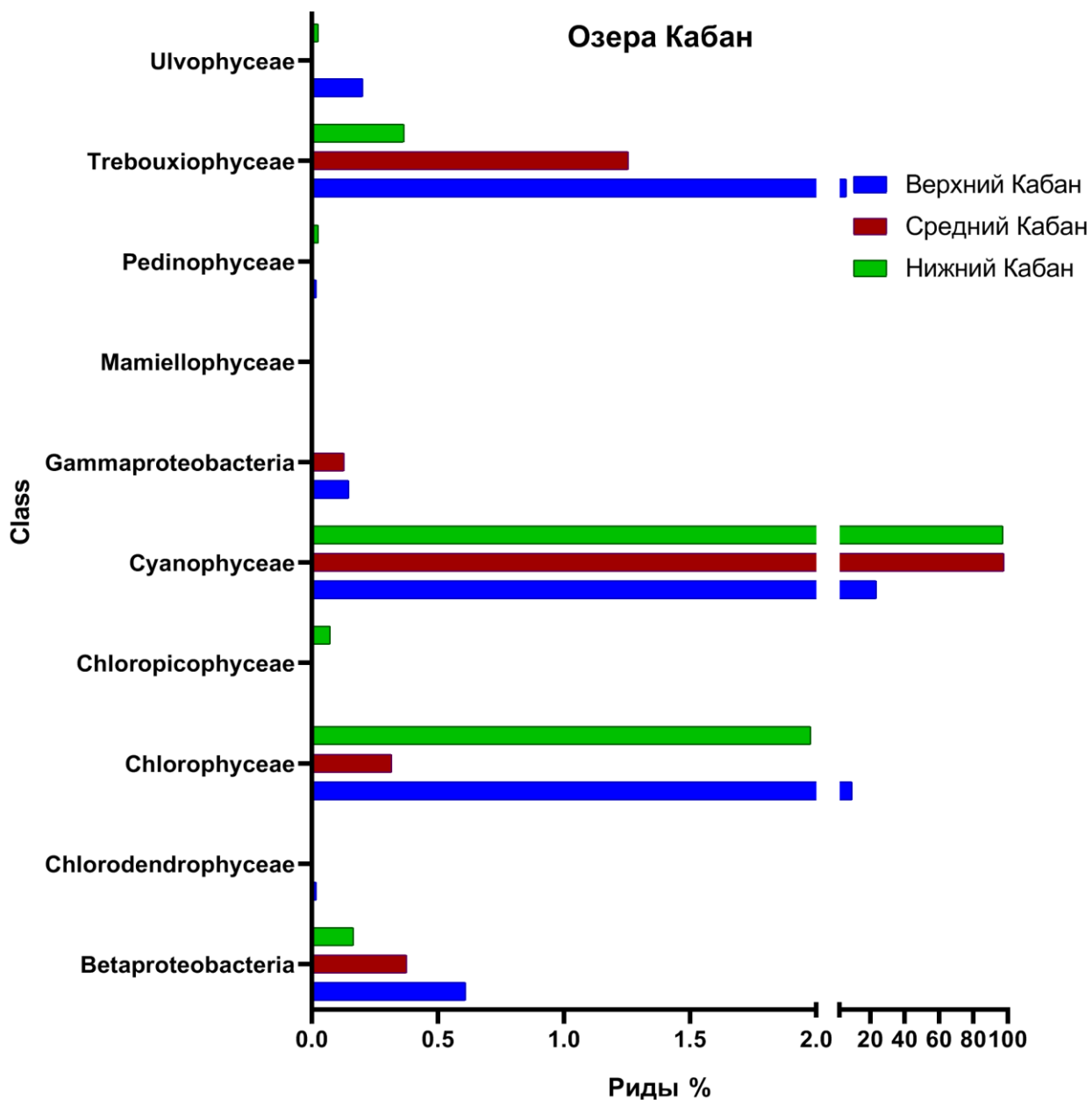


Рис. 3.4.1.7. Процентное распределение ридов гидробионтов по классам

Процентное распределение видового разнообразия гидробионтов по порядкам / отрядам (Order)

Процентное распределение видового разнообразия/ридов гидробионтов по отрядам (Order) приведено в табл. 3.4.1.5 (рис. 3.4.1.8-3.4.1.9).

Всего идентифицировано 26 отряда гидробионтов и не идентифицировано гидробионтов по порядкам/отрядам: Верхний Кабан – 16,07%; Нижний Кабан – 7,89% (табл. 3.4.1.5). Процентное распределение видового разнообразия/ридов гидробионтов по порядкам/отрядам показано на рис. 3.4.1.8-3.4.1.9.

Таблица 3.4.1.5

Процентное распределение видового разнообразия/ридов гидробионтов по отрядам (Order)

Класс	Озера Кабан, 2017		
	Разнообразие видов %/ Риды %		
	Верхний	Средний	Нижний
<i>Chlamydomonadales</i>	18,45/6,32	5,00/0,10	23,68/1,51
<i>Chlorellales</i>	12,5/3,51	20,00/1,26	21,05/0,34
<i>Oscillatoriales</i>	4,17/6,71	17,50/96,35	10,53/96,32
<i>Nostocales</i>	14,88/14,52	15,00/1,17	0,00/0,00
<i>Sphaeropleales</i>	13,10/2,94	2,50/0,15	13,16/0,46
<i>Burkholderiales</i>	1,19/0,61	10,00/0,29	5,26/0,17
<i>Synechococcales</i>	7,74/2,07	5,00/0,26	3,95/0,02
<i>Chroococcales</i>	0,59/0,02	7,50/0,15	6,58/0,85
<i>Enterobacterales</i>	0,00/0,00	5,00/0,08	0,00/0,00
<i>Nitrosomonadales</i>	0,00/0,00	5,00/0,08	0,00/0,00
<i>Trebouxiales</i>	2,98/0,37	0,00/0,00	1,32/0,01
<i>Chromatiales</i>	1,19/0,06	2,50/0,02	0,00/0,00
<i>Pasteurellales</i>	0,59/0,09	2,50/0,02	0,00/0,00
<i>Volvocales</i>	0,00/0,00	2,50/0,07	1,32/0,01
<i>Prasiolales</i>	1,79/0,20	0,00/0,00	0,00/0,00

Класс	Озера Кабан, 2017		
	Разнообразие видов %/ Риды %		
	Верхний	Средний	Нижний
<i>Chloropicales</i>	0,00/0,00	0,00/0,00	1,32/0,07
<i>Mamiellales</i>	0,00/0,00	0,00/0,00	1,32/0,01
<i>Oltmannsiellopsidales</i>	0,59/0,13	0,00/0,00	1,32/0,03
<i>Pedinomonadales</i>	0,00/0,00	0,00/0,00	1,32/0,03
<i>Bryopsidales</i>	0,59/0,02	0,00/0,00	0,00/0,00
<i>Chlorodendrales</i>	0,59/0,02	0,00/0,00	0,00/0,00
<i>Chroococcidiopsidales</i>	0,59/0,08	0,00/0,00	0,00/0,00
<i>Marsupiomonadales</i>	0,59/0,02	0,00/0,00	0,00/0,00
<i>Microthamniales</i>	0,59/0,31	0,00/0,00	0,00/0,00
<i>Oedogoniales</i>	0,59/0,26	0,00/0,00	0,00/0,00
<i>Ulotrichales</i>	0,59/0,06	0,00/0,00	0,00/0,00
Не идентифицировано	16,07/61,69	0,00/0,00	7,89/0,19

Как видно из табл. 3.4.1.5, наибольший вклад по отрядам вносят: в видовое разнообразие гидробионтов – *Chlamydomonadales*, *Chlorellales*, *Oscillatoriales*, *Nostocales*, *Sphaeropleales*, *Burkholderiales*, *Synechococcales*, *Chroococcales*, *Enterobacterales*, *Nitrosomonadales*; по ридам – *Oscillatoriales*, *Nostocales*, *Chlamydomonadales*.

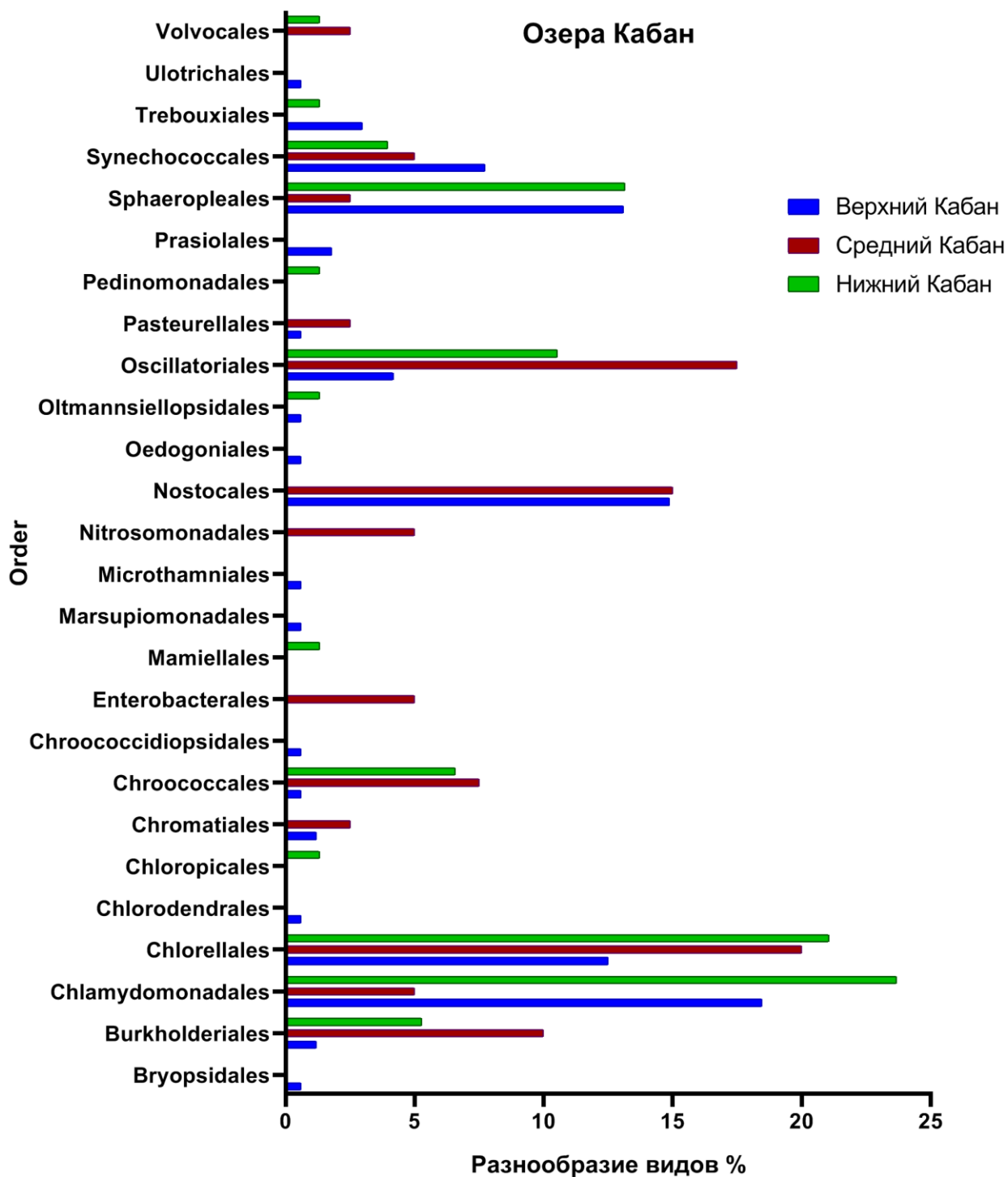


Рис. 3.4.1.8. Процентное распределение видового разнообразия гидробионтов по отрядам

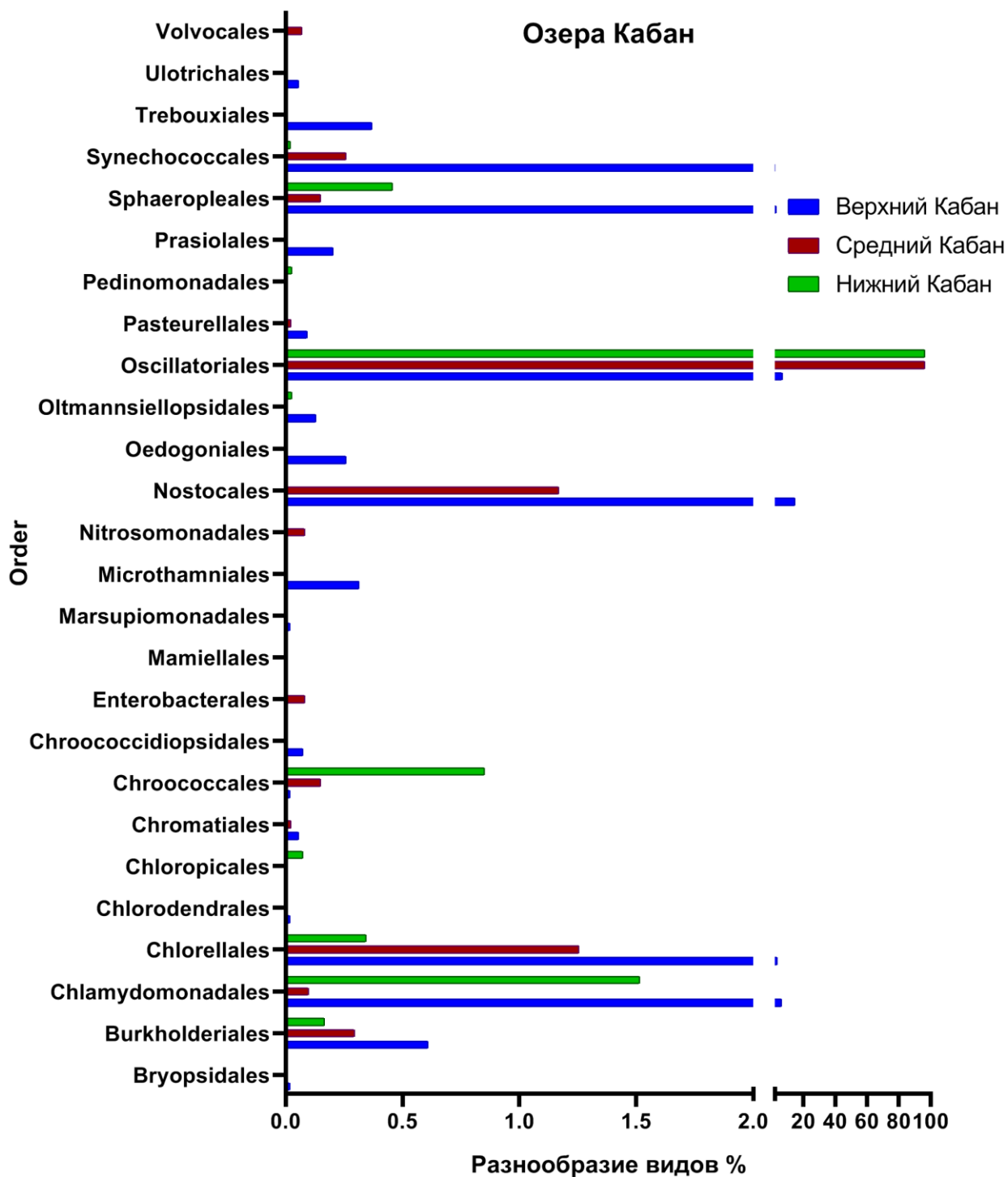


Рис. 3.4.1.9. Процентное распределение ридов гидробионтов по отрядам



Процентное распределение видового разнообразия/ридов гидробионтов по семействам (*Family*)

Всего идентифицировано 59 семейств *Cyanobacteria*, *Chlorophyta* и *Proteobacteria* и не идентифицировано гидробионтов по семействам: Верхний Кабан – 16,67%; Нижний Кабан – 9,21% (табл. 3.4.1.6). Распределение видового разнообразия/ридов гидробионтов по семействам (*Family*) приведены на рис. 3.4.1.10-3.4.1.11.

Таблица 3.4.1.6

Процентное распределение видового разнообразия/ридов гидробионтов по семействам (*Family*)

Семейство	Озера Кабан 2017, Разнообразие видов % / Риды %		
	Верхний	Средний	Нижний
<i>Chlorellaceae</i>	10,71/2,75	20,00/1,26	21,05/0,34
<i>Nostocaceae</i>	9,52/12,79	12,50/1,13	0,00/0,00
<i>Chlamydomonadaceae</i>	8,33/3,66	2,50/0,09	11,84/0,46
<i>Oscillatoriaceae</i>	1,79/0,15	10,00/1,28	6,58/0,83
<i>Microcoleaceae</i>	1,79/6,52	7,50/95,07	3,95/95,49
<i>Scenedesmaceae</i>	7,14/0,74	0,00/0,00	6,58/0,29
<i>Microcystaceae</i>	0,00/0,00	5,00/0,14	6,58/0,85
<i>Synechococcaceae</i>	5,95/0,52	2,50/0,25	0,00/0,00
<i>Burkholderiaceae</i>	0,59/0,59	5,00/0,25	1,32/0,09
<i>Comamonadaceae</i>	0,59/0,02	5,00/0,04	3,95/0,07
<i>Enterobacteriaceae</i>	0,00/0,00	5,00/0,08	0,00/0,00
<i>Nitrosomonadaceae</i>	0,00/0,00	5,00/0,08	0,00/0,00
<i>Volvocaceae</i>	2,98/0,37	0,00/0,00	3,95/0,06
<i>Trebouxiaceae</i>	2,98/0,37	0,00/0,00	1,32/0,01
<i>Haematococcaceae</i>	1,19/0,09	0,00/0,00	2,63/0,02
<i>Merismopediaceae</i>	0,00/0,00	2,50/0,01	2,63/0,01
<i>Aphanizomenonaceae</i>	2,38/1,59	2,50/0,04	0,00/0,00
<i>Chromatiaceae</i>	0,00/0,00	2,5/0,023	0,00/0,00
<i>Chroococcaceae</i>	0,59/0,02	2,50/0,01	0,00/0,00
<i>Dunaliellaceae</i>	0,00/0,00	2,50/0,07	1,32/0,01

Семейство	Озера Кабан 2017, Разнообразие видов % / Риды %		
	Верхний	Средний	Нижний
<i>Pasteurellaceae</i>	0,59/0,09	2,50/0,02	0,00/0,00
<i>Phacotaceae</i>	0,59/1,49	2,50/0,01	1,32/0,93
<i>Selenastraceae</i>	1,19/0,70	2,50/0,15	1,32/0,02
<i>Halosiphonaceae</i>	2,38/0,13	0,00/0,00	0,00/0,00
<i>Koliellaceae</i>	1,79/0,20	0,00/0,00	0,00/0,00
<i>Bracteacoccaceae</i>	1,19/0,11	0,00/0,00	1,32/0,09
<i>Chloropicaceae</i>	0,00/0,00	0,00/0,00	1,32/0,07
<i>Chlorosarcinaceae</i>	0,59/0,11	0,00/0,00	1,32/0,01
<i>Mamiellaceae</i>	0,00/0,00	0,00/0,00	1,32/0,01
<i>Mychonastaceae</i>	0,59/0,11	0,00/0,00	1,32/0,03
<i>Oltmannsiellopsidaceae</i>	0,59/0,13	0,00/0,00	1,32/0,03
<i>Pedinomonadaceae</i>	0,00/0,00	0,00/0,00	1,32/0,03
<i>Pleurastraceae</i>	0,59/0,02	0,00/0,00	1,32/0,01
<i>Protosiphonaceae</i>	0,00/0,00	0,00/0,00	1,31/0,03
<i>Pseudanabaenaceae</i>	0,59/1,33	0,00/0,00	1,32/0,01
<i>Pseudomuriellaceae</i>	0,00/0,00	0,00/0,00	1,32/0,01
<i>Chlorellales incertae sedis</i>	1,19/0,11	0,00/0,00	0,00/0,00
<i>Ectothiorhodospiraceae</i>	1,19/0,06	0,00/0,00	0,00/0,00
<i>Hydrodictyaceae</i>	1,19/0,44	0,00/0,00	0,00/0,00
<i>Rotundellaceae</i>	1,19/0,48	0,00/0,00	0,00/0,00
<i>Bryopsidaceae</i>	0,59/0,02	0,00/0,00	0,00/0,00
<i>Characiochloridaceae</i>	0,59/0,07	0,00/0,00	0,00/0,00
<i>Characiosiphonaceae</i>	0,59/0,02	0,00/0,00	0,00/0,00
<i>Chlamydomonadales incertae sedis</i>	0,59/0,02	0,00/0,00	0,00/0,00
<i>Chlorochytriaceae</i>	0,59/0,04	0,00/0,00	0,00/0,00
<i>Chlorodendraceae</i>	0,59/0,02	0,00/0,00	0,00/0,00
<i>Chlorogloeopsidaceae</i>	0,59/0,01	0,00/0,00	0,00/0,00
<i>Chroococciopsidaceae</i>	0,59/0,07	0,00/0,00	0,00/0,00
<i>Coleofasciculaceae</i>	0,59/0,04	0,00/0,00	0,00/0,00
<i>Leptolyngbyaceae</i>	0,59/0,19	0,00/0,00	0,00/0,00
<i>Microthamniaceae</i>	0,59/0,31	0,00/0,00	0,00/0,00
<i>Oculatellaceae</i>	0,59/0,04	0,00/0,00	0,00/0,00

Семейство	Озера Кабан 2017, Разнообразие видов % / Риды %		
	Верхний	Средний	Нижний
<i>Oedogoniaceae</i>	0,59/0,26	0,00/0,00	0,00/0,00
<i>Oocystaceae</i>	0,59/0,65	0,00/0,00	0,00/0,00
<i>Palmellopsidaceae</i>	0,59/0,24	0,00/0,00	0,00/0,00
<i>Radiococcaceae</i>	0,59/0,35	0,00/0,00	0,00/0,00
<i>Resultomonadaceae</i>	0,59/0,02	0,00/0,00	0,00/0,00
<i>Spondylomoraceae</i>	0,59/0,06	0,00/0,00	0,00/0,00
<i>Ulotrichaceae</i>	0,59/0,06	0,00/0,00	0,00/0,00
Не идентифицировано	16,67/61,82	0,00/0,00	9,21/0,20

Как видно из табл. 3.4.1.6, наибольший вклад по семействам вносят:

в видовое разнообразие гидробионтов – *Chlorellaceae*, *Nostocaceae*, *Chlamydomonadaceae*, *Oscillatoriaceae*, *Microcoleaceae*, *Scenedesmaceae*, *Microcystaceae*, *Synechococcaceae*, *Burkholderiaceae*, *Comamonadaceae*, *Enterobacteriaceae*, *Nitrosomonadaceae*, *Volvocaceae*, *Trebouxiaceae*;

по ридам – *Microcoleaceae*.

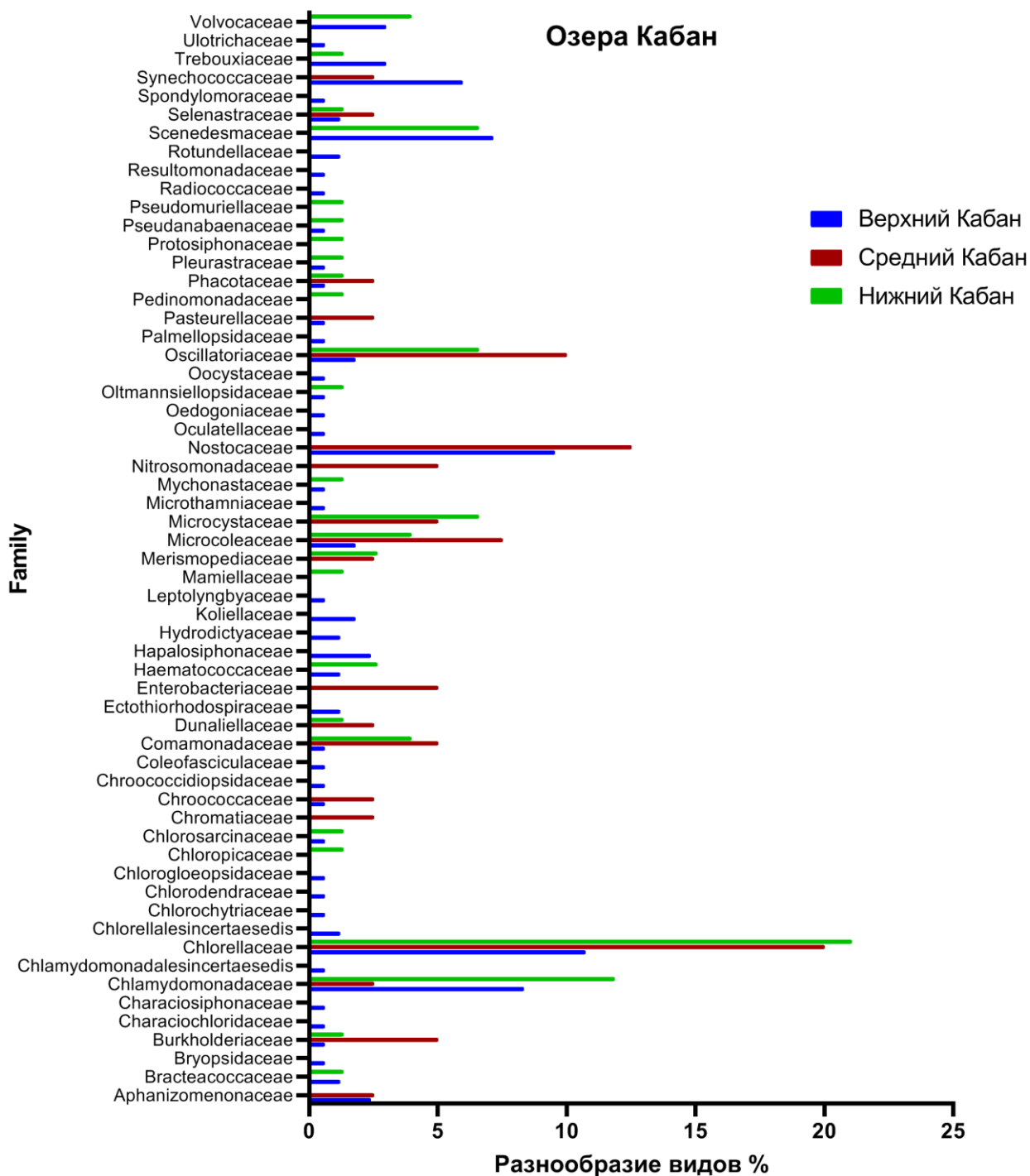


Рис. 3.4.1.10. Процентное распределение видового разнообразия гидробионтов по семействам (*Family*)

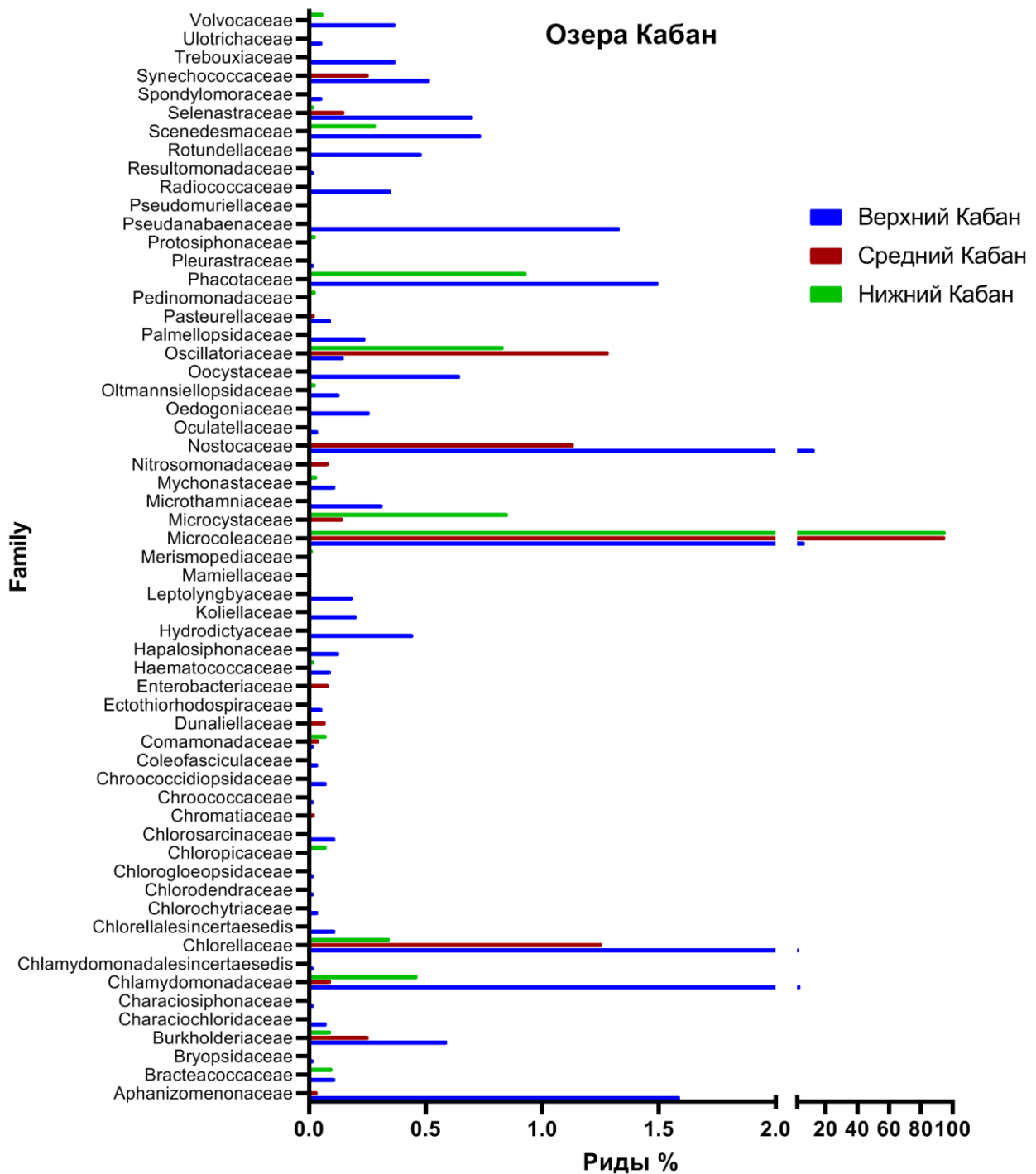


Рис. 3.4.1.11. Процентное распределение ридов гидробионтов по семействам (*Family*)

Процентное распределение видового разнообразия/ридов гидробионтов по родами (*Genus*)

Всего идентифицировано 111 родов гидробионтов и не идентифицировано гидробионтов по родам: Верхний Кабан – 15,48%; Нижний Кабан – 7,89%. В таблице 3.4.1.7 приведены 36 родов из 111 идентифицированных родов, процент которых составляет свыше 2% по разнообразию видов. Распределение видового разнообразия гидробионтов по родам (*Genus*), процент которых составляет свыше 1%, приведено на рис. 3.4.1.12; распределение по ридам, процент которых составляет свыше 0,1% приведено на рис. 3.4.1.13.

Таблица 3.4.1.7

Процентное распределение видового разнообразия/ридов гидробионтов по родам (*Genus*)

Род	Озера Кабан 2017		
	Разнообразие видов % / Риды %		
	Верхний	Средний	Нижний
<i>Chlorella</i>	2,97/0,68	15,00/1,22	10,52/0,18
<i>Chlamydomonas</i>	3,57/0,68	2,50/0,09	7,89/0,17
<i>Microcystis</i>	0,00/0,00	5,00/0,14	6,57/0,85
<i>Anabaena</i>	5,95/11,27	5,00/0,83	0,00/0,00
<i>Nitrosomonas</i>	0,00/0,00	5,00/0,08	0,00/0,00
<i>Nostoc</i>	2,97/0,90	5,00/0,16	0,00/0,00
<i>Oscillatoria</i>	0,59/0,02	5,00/1,01	1,31/0,69
<i>Ralstonia</i>	0,59/0,59	5,00/0,25	1,31/0,09
<i>Synechococcus</i>	4,76/0,29	0,00/0,00	1,31/0,00
<i>Scenedesmus</i>	2,97/0,33	0,00/0,00	2,63/0,06
<i>Auxenochlorella</i>	1,78/0,49	0,00/0,00	2,63/0,03
<i>Desmodesmus</i>	1,78/0,05	0,00/0,00	2,63/0,04
<i>Phormidium</i>	0,59/0,01	0,00/0,00	2,63/0,01
<i>Vitreochlamys</i>	1,19/1,07	0,00/0,00	2,63/0,01
<i>Ankistrodesmus</i>	1,19/0,70	2,50/0,15	0,00/0,00
<i>Arthrospira</i>	0,00/0,00	2,50/0,01	1,31/0,01
<i>Comamonas</i>	0,59/0,01	2,50/0,03	1,31/0,03

Род	Озера Кабан 2017 Разнообразие видов % / Риды %		
	Верхний	Средний	Нижний
<i>Cyanobium</i>	0,59/0,18	2,50/0,25	0,00/0,00
<i>Delftia</i>	0,00/0,00	2,50/0,01	1,31/0,01
<i>Desmonostoc</i>	0,59/0,61	2,50/0,13	0,00/0,00
<i>Dolichospermum</i>	1,78/1,07	2,50/0,03	0,00/0,00
<i>Dunaliella</i>	0,00/0,00	2,50/0,06	1,31/0,01
<i>Escherichia</i>	0,00/0,00	2,50/0,04	0,00/0,00
<i>Haemophilus</i>	0,59/0,09	2,50/0,02	0,00/0,00
<i>Limnoraphis</i>	0,00/0,00	2,50/0,01	1,31/0,02
<i>Lyngbya</i>	0,59/0,03	2,50/0,24	1,31/0,10
<i>Marvania</i>	0,59/0,01	2,50/0,02	1,31/0,01
<i>Meyerella</i>	1,19/0,11	2,50/0,01	0,00/0,00
<i>Microcoleus</i>	0,59/0,16	2,50/1,01	1,31/1,10
<i>Oophila</i>	0,59/0,01	2,50/0,01	0,00/0,00
<i>Phacotus</i>	0,59/1,49	2,50/0,01	1,31/0,93
<i>Planktothrix</i>	0,59/6,33	2,50/94,04	1,31/94,38
<i>Shigella</i>	0,00/0,00	2,50/0,03	0,00/0,00
<i>Synechocystis</i>	0,00/0,00	2,50/0,01	1,31/0,01
<i>Thiocystis</i>	0,00/0,00	2,5/0,023	0,00/0,00
<i>Carteria</i>	2,38/1,57	0,00/0,00	1,31/0,27
Не идентифицировано	15,47/61,41	0,00/0,00	7,89/0,19

Как видно из табл. 3.4.1.7, наибольший вклад по родам вносят:  
в видовое разнообразие гидробионтов – *Chlorella*,  
*Chlamydomonas*, *Microcystis*, *Anabaena*, *Nitrosomonas*, *Oscillatoria*,  
*Ralstonia*, *Synechococcus*;  
по ридам – *Planktothrix*, *Anabaena*.

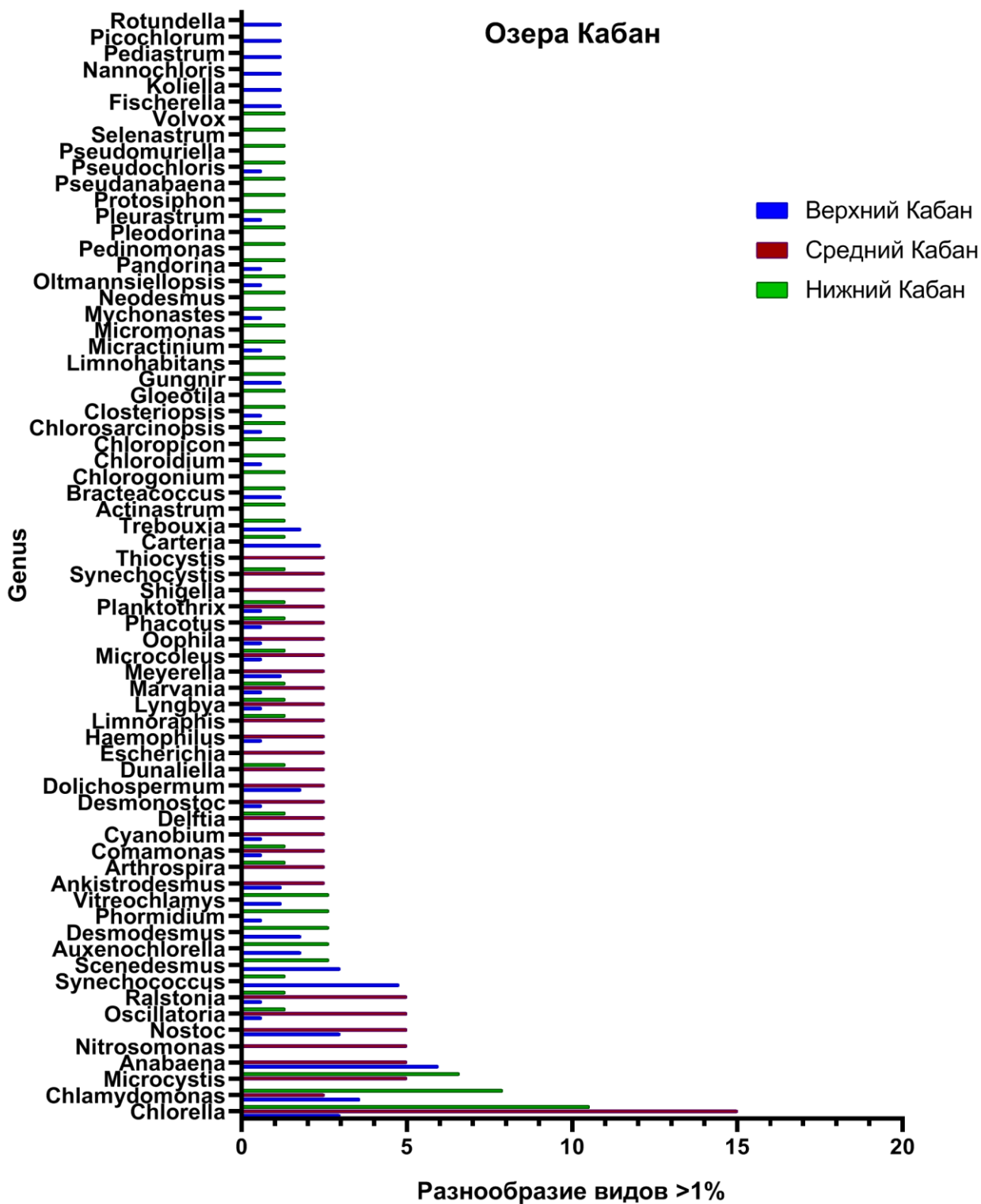


Рис. 3.4.1.12. Процентное распределение видового разнообразия гидробионтов по родам (>1%)



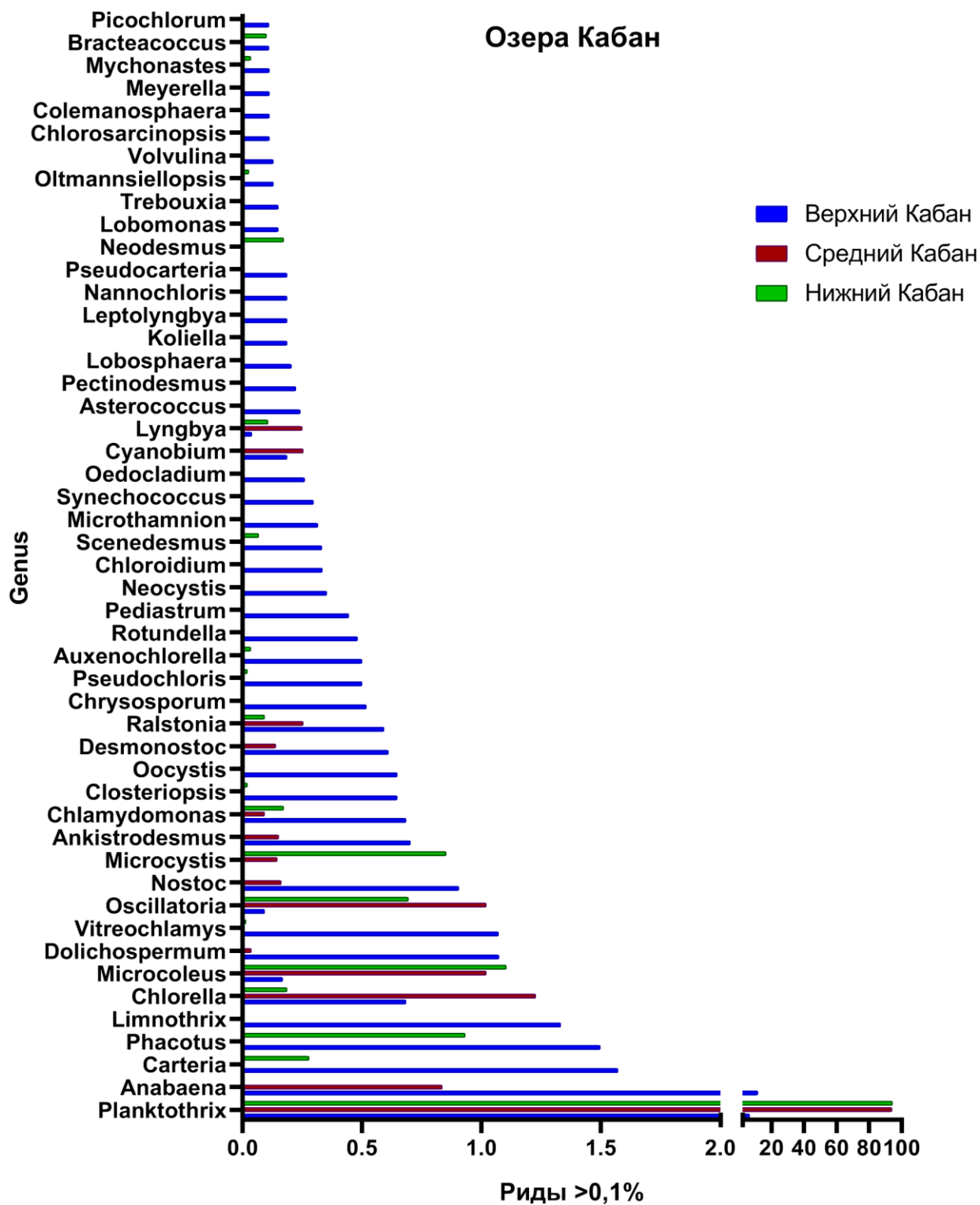


Рис. 3.4.1.13. Процентное распределение ридов гидробионтов по родам (Genus) (>0,1%)

## Идентификация видов гидробионтов (*Species*)

Общий список видов, обитающих в озерах Кабан, идентифицированных по маркерным генам и традиционным методом, с зонами сапробности, выделенными В.Сладечком [86] и С.Бариновой [135] приведен в главе 4 (табл. 4.4).

Из трех озер Кабан всего идентифицировано 132 вида *Cyanobacteria*, *Chlorophyta* and *Proteobacteria* по маркерному гену *rbcL*. Список всех видов и сапробных видов приведен ниже в гл. 4-5.

Распределение ридов по видам гидробионтов, процент которых превышает 0,1%, приведено на рис. 3.4.1.14.

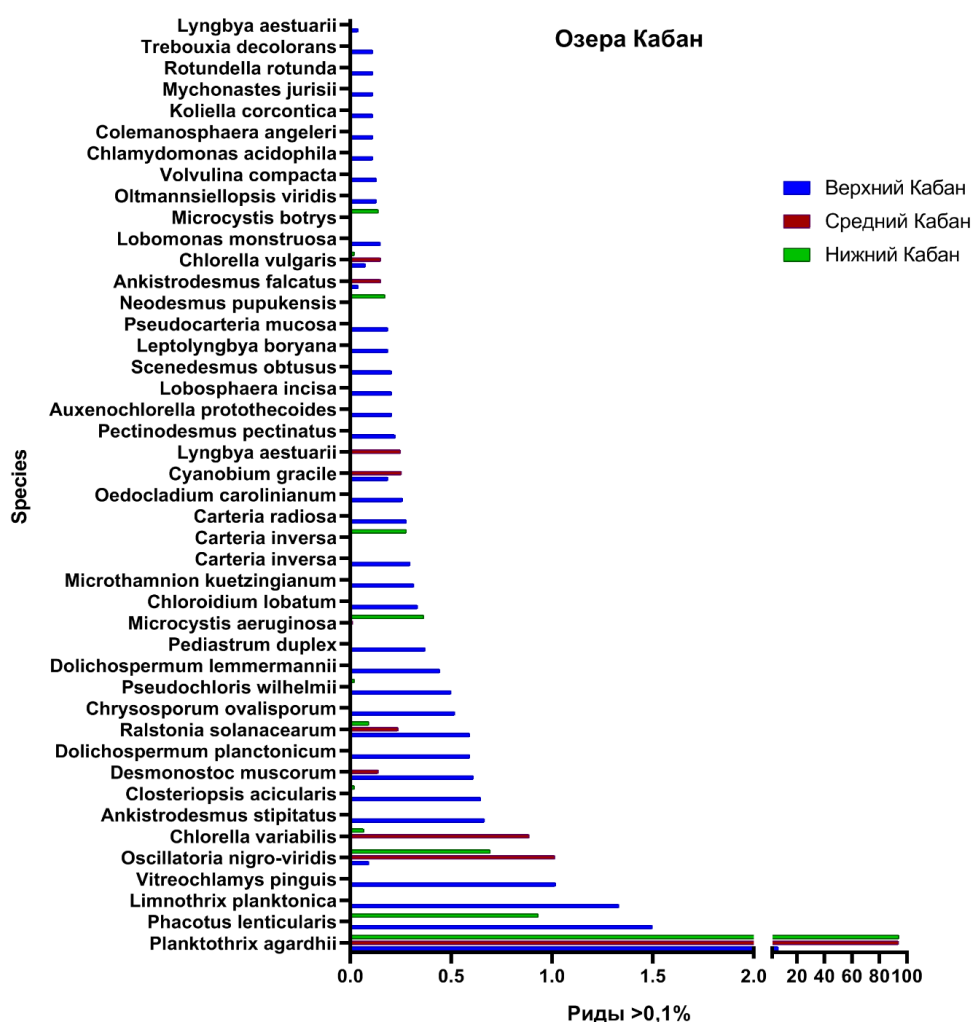


Рис. 3.4.1.14. Процентное распределение ридов по видам гидробионтов

Как видно из рис. 3.4.1.14 наиболее многочисленными видами являются *Planktothrix agardhii* (Верхний Кабан – 6,3%; Средний Кабан

– 94,04%; Нижний Кабан – 94,38%), *Phacotus lenticularis* (Верхний Кабан – 1,5%), *Limnothrix planktonica* (Верхний Кабан – 1,3%), *Vitreochlamys pinguis* (Верхний Кабан – 1,0%), *Oscillatoria nigro-viridis* (Средний Кабан – 1,0%).

В табл. 3.4.1.8, рис. 3.4.1.15 представлено процентное распределение видового разнообразия гидробионтов по озерам Кабан.

Таблица 3.4.1.8

Количество идентифицированных видов и процентное распределение видового разнообразия по озерам Кабан

Озера Кабан	Количество видов	Процент
Верхний	68	51,13
Верхний-Средний	4	3,01
Средний	10	7,52
Средний-Нижний	5	3,76
Нижний	27	20,30
Верхний-Нижний	12	9,02
Верхний-Средний-Нижний	7	5,26

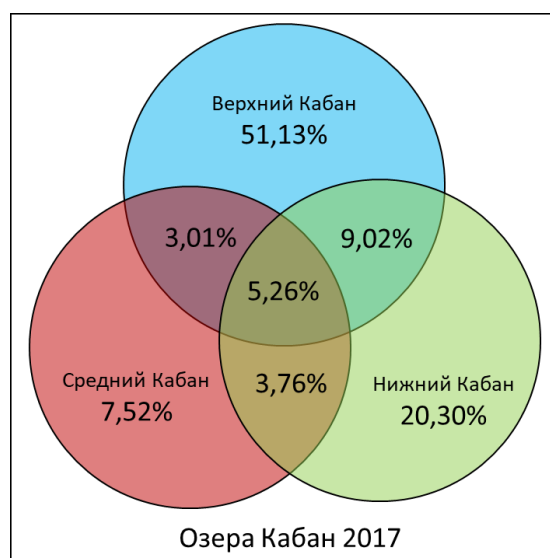


Рис. 3.4.1.15. Процентное распределение видового разнообразия по озерам Кабан

Процентное распределение видов-индикаторов из озер Кабан по зонам сапробности приведено на рис. 3.4.1.16, процентное распределение ридов видов-индикаторов по зонам сапробности приведено на рис. 3.4.1.17.

Как видно из рис. 3.4.1.16-3.4.1.17 наибольшее количество видов-индикаторов группируется возле *b*-мезосапробной зоны, т.е. характеризуют озера Кабан как загрязненные.

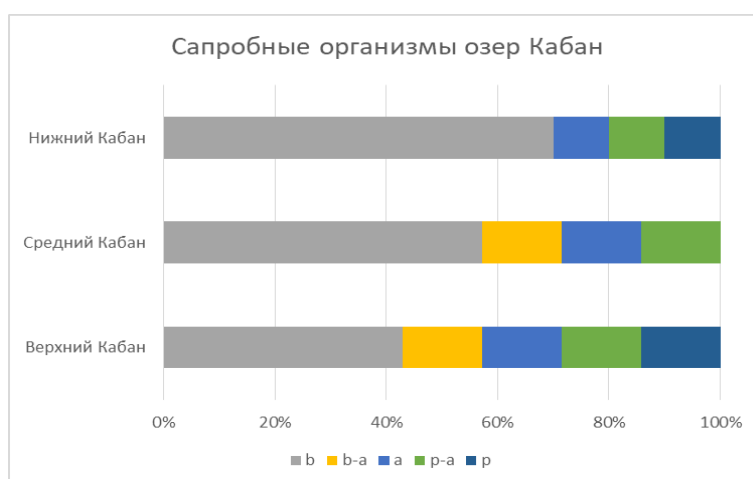


Рис. 3.4.1.16. Распределение видов-индикаторов из озер Кабан по зонам сапробности

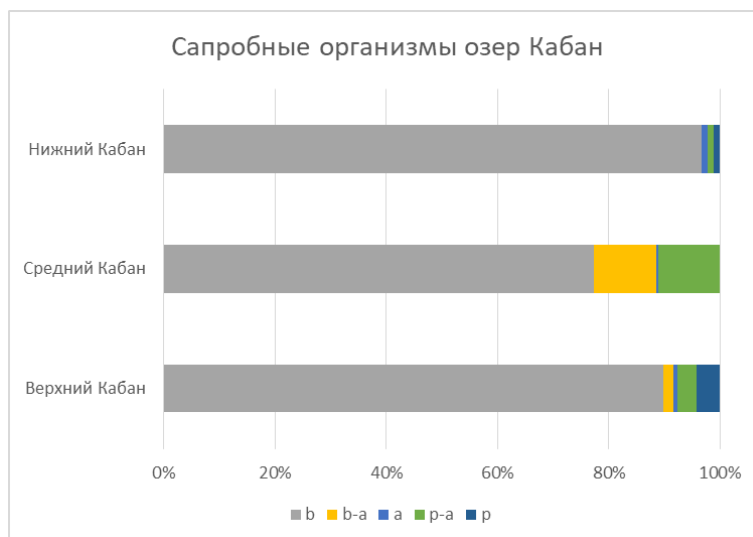


Рис. 3.4.1.17. Распределение ридов видов-индикаторов из озер Кабан по зонам сапробности

## Заключение по главе

По результатам метагеномного секвенирования гидробионтов трех Казанских озер Кабан по маркерному гену *rbcL* *Cyanobacteria*, *Chlorophyta*, *Proteobacteria* идентифицированы следующие таксономические единицы: 10 классов (*Class*), 26 порядков/отрядов (*Order*), 59 семейств (*Family*), 111 родов (*Genus*), 132 вида (*Species*) *Cyanobacteria*, *Proteobacteria*, *Chlorophyta*.

Из 132 видов идентифицировано 32 *Cyanobacteria*, 11 *Proteobacteria* и 89 *Chlorophyta*.

15 видов из 132 идентифицированных видов имеют статус индикаторных, из которых 89,8%/77,3%/96,6% соответственно по озерам (Верхний Кабан/Средний Кабан/Нижний Кабан) принадлежат к *b*-мезосапробной зоне и характеризуют озера Кабан как загрязненные.

**3.4.2. Анализ видового разнообразия гидробионтов по гену *rbcL* для идентификации гидробионтов *Bacillariophyceae*, *Coscinodiscophyceae*, *Fragilariophyceae*, *Mediophyceae*, *Dinophyceae*, *Cryptophyceae*, *Haptophyceae***

Процентное распределение гидробионтов по таксономическим единицам и рядам

Процентное распределение гидробионтов по таксономическим единицам и рядам приведено в табл. 3.4.2.1, рис. 3.4.2.1.

Таблица 3.4.2.1

Процентное распределение гидробионтов по таксономическим единицам и рядам

Taxon	Озера Кабан; Риды %		
	Верхний	Средний	Нижний
<i>Domain</i>	62,16	83,38	63,22
<i>Kingdom</i>	37,67	30,55	24,53
<i>Phylum</i>	37,67	30,55	24,52
<i>Class</i>	36,66	30,08	24,41
<i>Order</i>	36,66	30,07	24,40
<i>Family</i>	36,66	30,07	24,40
<i>Genus</i>	36,66	30,07	24,40
<i>Species</i>	14,41	23,08	24,39

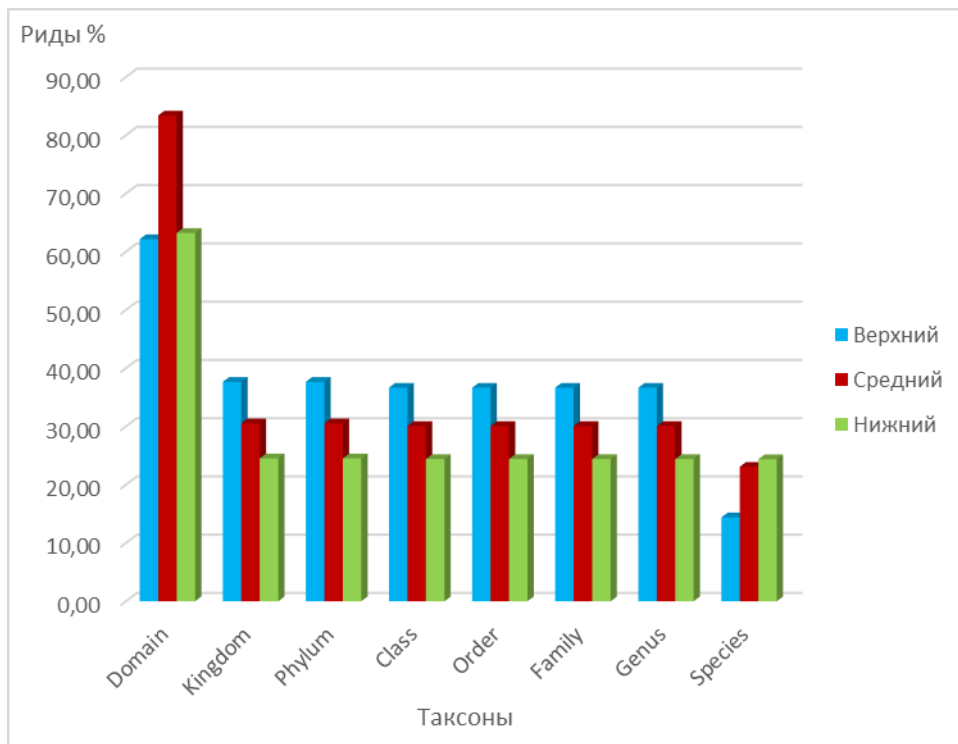


Рис. 3.4.2.1. Процентное распределение гидробионтов по таксономическим единицам и рядам

Процентное распределение видового разнообразия/ридов гидробионтов по царствам (*Kingdom*)

Процентное распределение по царствам (*Kingdom*) видового разнообразия/ридов гидробионтов приведено в табл. 3.4.2.2 (рис. 3.4.2.2-3.4.2.3).

Таблица 3.4.2.2

Процентное распределение видового разнообразия/ридов гидробионтов по царствам (*Kingdom*)

Царство	Озера Кабан, 2017 Разнообразие видов % / Риды%		
	Верхний	Средний	Нижний
<i>Chromista</i>	25,68/36,57	34,12/30,46	31,39/24,51
<i>Plantae</i>	0,49/0,96	1,42/0,04	0,51/0,01
Не идентифицировано	73,81/62,33	64,45/69,49	68,10/75,47

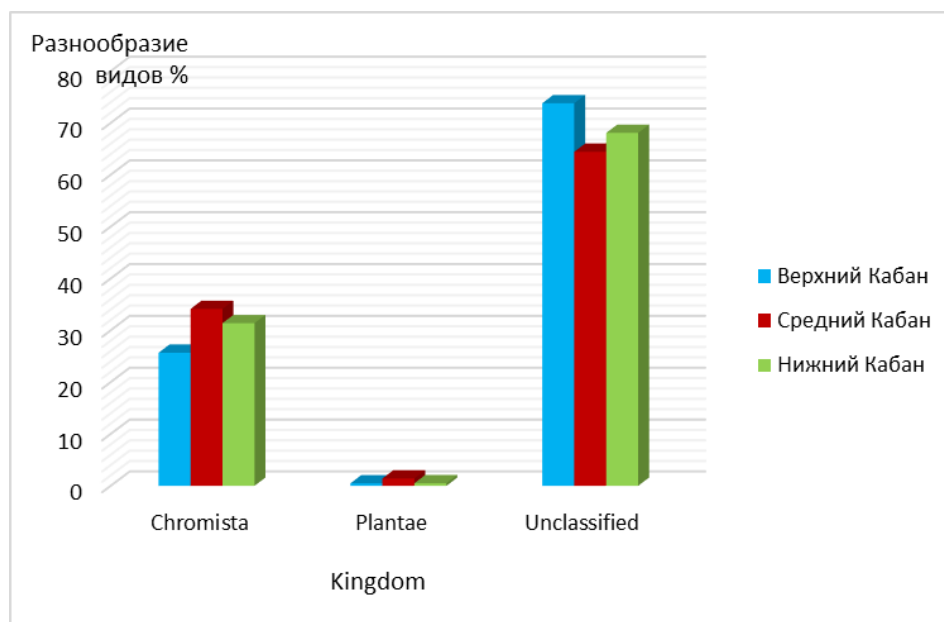


Рис. 3.4.2.2. Процентное распределение видового разнообразия гидробионтов по царствам (*Kingdom*)



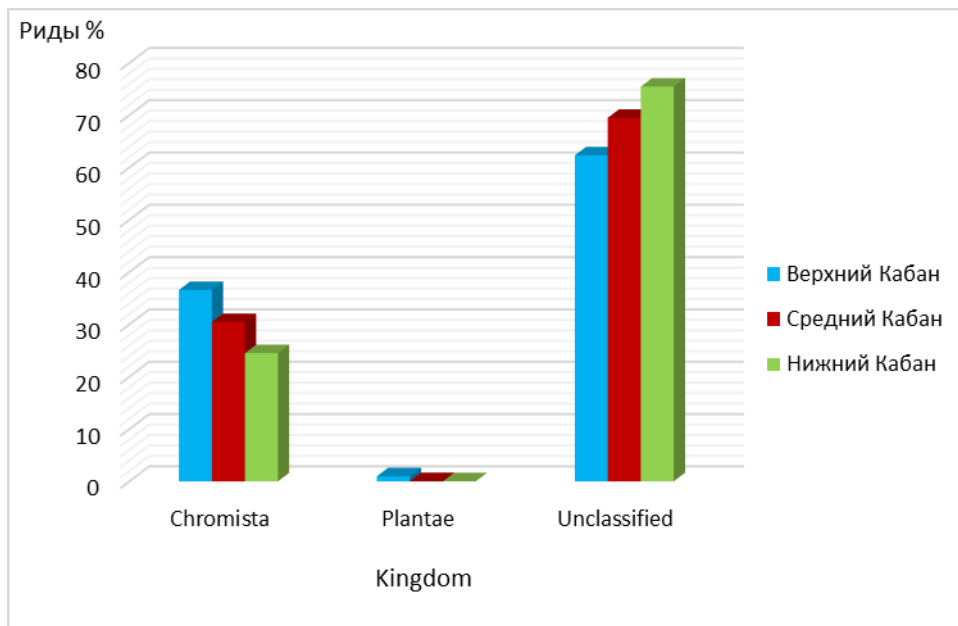


Рис. 3.4.2.3. Процентное распределение ридов гидробионтов по царствам (*Kingdom*)

Как видно из рис. 3.4.2.2-3.4.2.3 наибольшее значение в видовое разнообразие/риды вносит царство *Chromista*.

Процентное распределение видового разнообразия/ридов гидробионтов по типам /отделам (*Phylum*) царства *Chromista* и *Plantae*

Процентное распределение видового разнообразия/ридов гидробионтов по типам (*Phylum*) приведено на рис. 3.4.2.4-3.4.2.5 (табл. 3.4.2.3).

Таблица 3.4.2.3

Процентное распределение видового разнообразия/ридов гидробионтов и по типам (*Phylum*)

Тип	Озера Кабан, 2017		
	Разнообразие видов % / Риды %		
	Верхний	Средний	Нижний
<i>Ochrophyta</i>	22,69 /32,42	31,27/24,76	28,86/19,71
<i>Cryptophyta</i>	2,74/4,14	1,89/2,24	1,77/4,78
<i>Rhodophyta</i>	0,49/0,96	0,94/0,03	0,25/0,01
<i>Haptophyta</i>	0,00/0,00	0,47/3,44	0,00/0,00
<i>Streptophyta</i>	0,00/0,00	0,47/0,01	0,00/0,00
<i>Alveolata</i>	0,24/0,01	0,47/0,01	0,25/0,01
<i>Marchantiophyta</i>	0,00/0,00	0,00/0,00	0,25/0,01
Не идентифицировано	73,81/62,32	64,45/69,49	68,60/75,47

Как видно из табл. 3.4.2.3, наибольший вклад по типам/отделам вносят по видовому разнообразию/ридам гидробионтов – *Ochrophyta*, *Cryptophyta*.

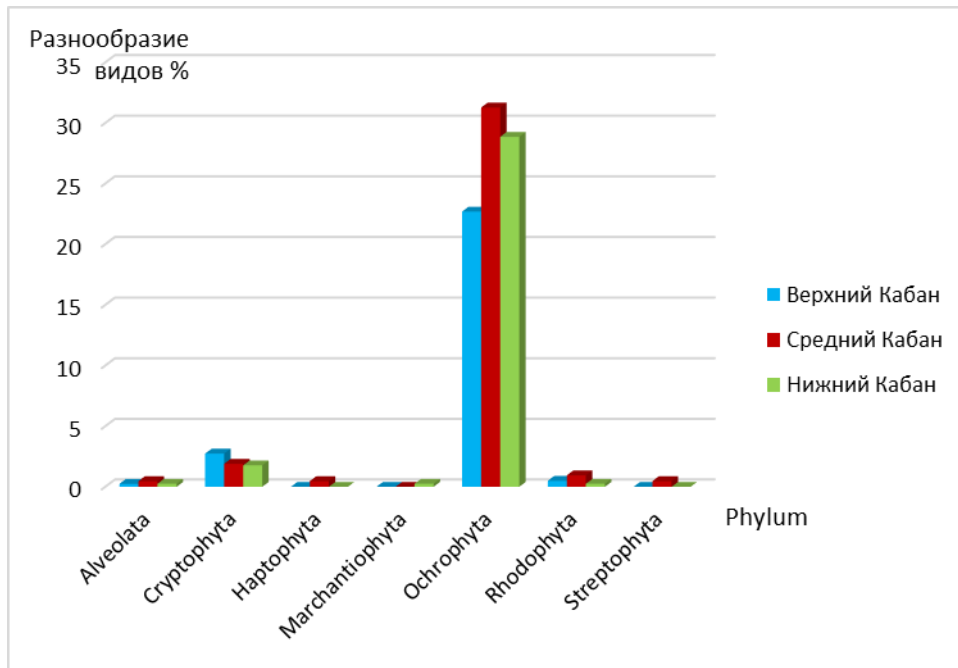


Рис. 3.4.2.4. Процентное распределение видового разнообразия гидробионтов по типам

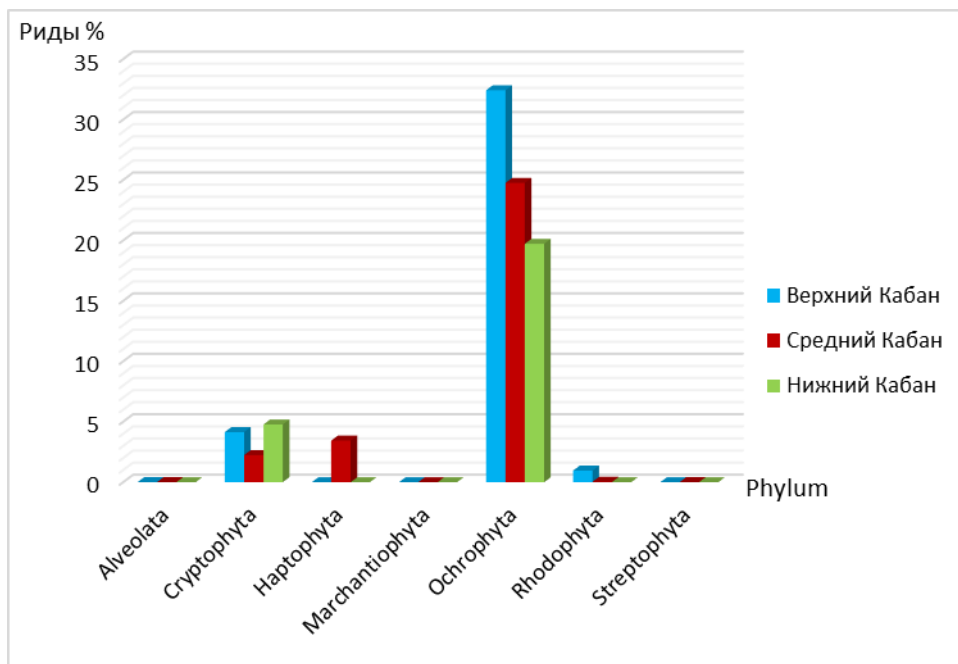


Рис. 3.4.2.5. Процентное распределение ридов гидробионтов по типам

Процентное распределение видового разнообразия/ридов гидробионтов по классам (Class)

Всего идентифицировано 9 классов гидробионтов (табл. 3.4.2.4). Процентное распределение видового разнообразия/ридов гидробионтов по классам показано на рис. 3.4.2.6-3.4.2.7. Далее приведен анализ идентификации гидробионтов по классам; остальные таксоны гидробионтов не анализируются, так как используемые праймеры позволяют идентифицировать гидробионты с точностью до вида только по указанным в классам, приведенным ниже в таблице.

Таблица 3.4.2.4

Процентное распределение видового разнообразия гидробионтов и ридов по классам (Class)

Класс	Озера Кабан, 2017		
	Разнообразие видов %/ Риды %		
	Верхний	Средний	Нижний
<i>Bacillariophyceae</i>	38,20/15,09	40,98/25,69	47,05/18,02
<i>Coscinodiscophyceae</i>	34,83/21,35	32,78/36,17	35,29/35,95
<i>Cryptophyceae</i>	12,35/11,14	6,55/7,91	6,86/20,99
<i>Fragilariophyceae</i>	0,00/0,00	9,83/5,23	0,00/0,00
<i>Mediophyceae</i>	3,37/0,03	6,55/12,83	0,98/0,03
<i>Fragillariophyceae</i>	3,37/2,08	0,00/0,00	4,90/13,63
<i>Haptophyceae</i>	4,49/47,68	1,63/12,13	2,94/11,32
<i>Rhodophytina</i>	2,24/2,59	0,00/0,00	0,98/0,01
<i>Dinophyceae</i>	1,12/0,02	1,63/0,02	0,98/0,01

Как видно из табл. 3.4.2.4, наибольший вклад по классам вносят в видовое разнообразие/риды гидробионтов – *Bacillariophyceae*, *Coscinodiscophyceae*, *Cryptophyceae*, *Fragilariophyceae*, *Mediophyceae*, *Haptophyceae*.

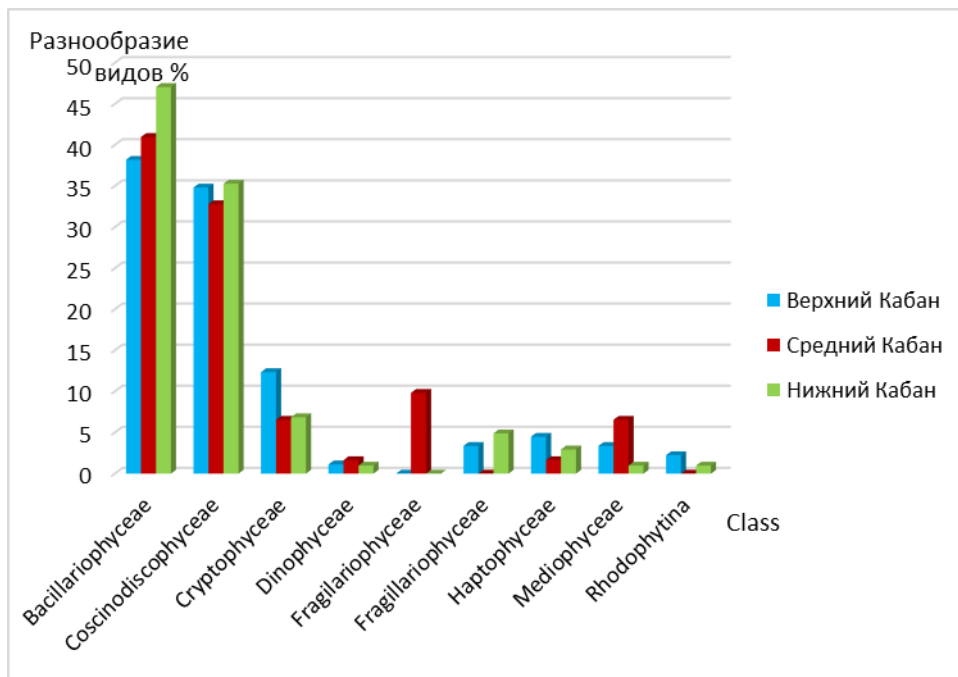


Рис. 3.4.2.6. Процентное распределение видового разнообразия гидробионтов по классам

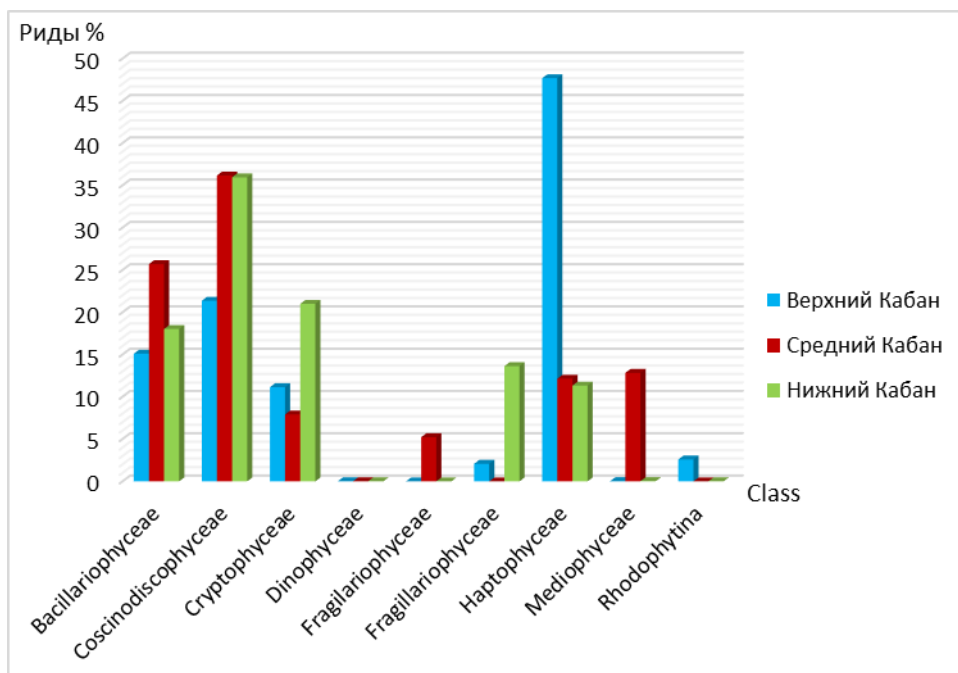


Рис. 3.4.2.7. Процентное распределение ридов гидробионтов по классам

Процентное распределение видового разнообразия/ридов гидробионтов по порядкам / отрядам (*Order*)

Процентное распределение видового разнообразия/ридов гидробионтов по отрядам (*Order*) приведено в табл. 3.4.2.5 (рис. 3.4.2.8-3.4.2.9).

Всего идентифицирован 31 отряд гидробионтов и не идентифицировано гидробионтов по порядкам/отрядам: Верхний Кабан – 3,37%; Нижний Кабан – 0,98% (табл. 3.4.2.5).

Процентное распределение видового разнообразия/ридов гидробионтов по порядкам/отрядам приведено на рис. 3.4.2.8-3.4.2.9.

Таблица 3.4.2.5

Процентное распределение видового разнообразия/ридов гидробионтов по отрядам (*Order*)

Отряд	Озера Кабан, 2017		
	Разнообразие видов %/ Риды %		
	Верхний	Средний	Нижний
<i>Thalassiosirales</i>	24,71/18,17	26,22/46,11	29,41/35,26
<i>Bacillariales</i>	17,97/12,37	6,55/1,78	7,84/5,95
<i>Naviculales</i>	10,11/2,36	6,55/0,93	15,68/1,49
<i>Cymbellales</i>	1,12/0,06	11,47/11,55	9,80/2,04
<i>Thalassiosiphysales</i>	4,49/0,18	11,47/11,33	9,80/7,92
<i>Cryptomonadales</i>	11,23/10,83	4,91/7,88	4,90/20,90
<i>Fragilariales</i>	3,37/2,08	9,83/5,23	4,90/13,63
<i>Coscinodiscales</i>	5,61/0,43	1,63/0,02	2,94/0,57
<i>Rhizosoleniales</i>	1,12/0,43	3,27/0,24	1,96/0,05
<i>Striatellales</i>	0,00/0,00	3,27/0,06	0,00/0,00
<i>Plagiogrammales</i>	2,24/0,02	0,00/0,00	0,98/0,55
<i>Pyrenomonadales</i>	1,12/0,31	1,63/0,02	1,96/0,09
<i>Chaetocerotales</i>	0,00/0,00	1,63/0,95	0,00/0,00
<i>Cymatosirales</i>	1,12/0,01	1,63/0,04	0,00/0,00

Отряд	Озера Кабан, 2017		
	Разнообразие видов %/ Риды %		
	Верхний	Средний	Нижний
<i>Gonyaulacales</i>	1,12/0,02	1,63/0,02	0,98/0,01
<i>Hemiaulales</i>	0,00/0,00	1,63/0,04	0,00/0,00
<i>Melosirales</i>	1,12/2,15	1,639/1,46	0,00/0,00
<i>Prymnesiales</i>	1,12/47,59	1,63/12,13	0,98/11,27
<i>Rhaphoneidales</i>	1,12/0,01	1,63/0,02	0,98/0,01
<i>Triceratiales</i>	0,00/0,00	1,63/0,13	0,00/0,00
<i>Anaulales</i>	1,12/0,01	0,00/0,00	0,00/0,00
<i>Aulacoseirales</i>	1,12/0,20	0,00/0,00	0,98/0,05
<i>Briggerales</i>	1,12/0,01	0,00/0,00	0,00/0,00
<i>Coccolithales</i>	1,12/0,01	0,00/0,00	0,00/0,00
<i>Rhodachlyales</i>	1,12/0,09	0,00/0,00	0,98/0,01
<i>Stellarimales</i>	1,12/0,01	0,00/0,00	0,00/0,00
<i>Stephanopyxales</i>	1,12/0,02	0,00/0,00	0,00/0,00
<i>Climacospheniales</i>	0,00/0,00	0,00/0,00	0,98/0,01
<i>Eupodiscales</i>	0,00/0,00	0,00/0,00	0,98/0,03
<i>Rhopalodiales</i>	0,00/0,00	0,00/0,00	0,98/0,01
<i>Zygodiscales</i>	0,00/0,00	0,00/0,00	0,98/0,01
Не идентифицировано	3,37/2,56	0,00/0,00	0,98/0,03

Как видно из табл. 3.4.2.5, наибольший вклад по отрядам вносят: в видовое разнообразие гидробионтов – *Thalassiosirales*, *Bacillariales*, *Naviculales*, *Cymbellales*, *Thalassiophysales*, *Burkholderiales*, *Cryptomonadales*, *Fragilariales*, *Coscinodiscales*, *Rhizosoleniales*, *Striatellales*, *Plagiogrammales*;  
по ридам – *Thalassiosirales*, *Bacillariales*, *Cymbellales*, *Thalassiophysales*, *Cryptomonadales*, *Fragilariales*, *Prymnesiales*.

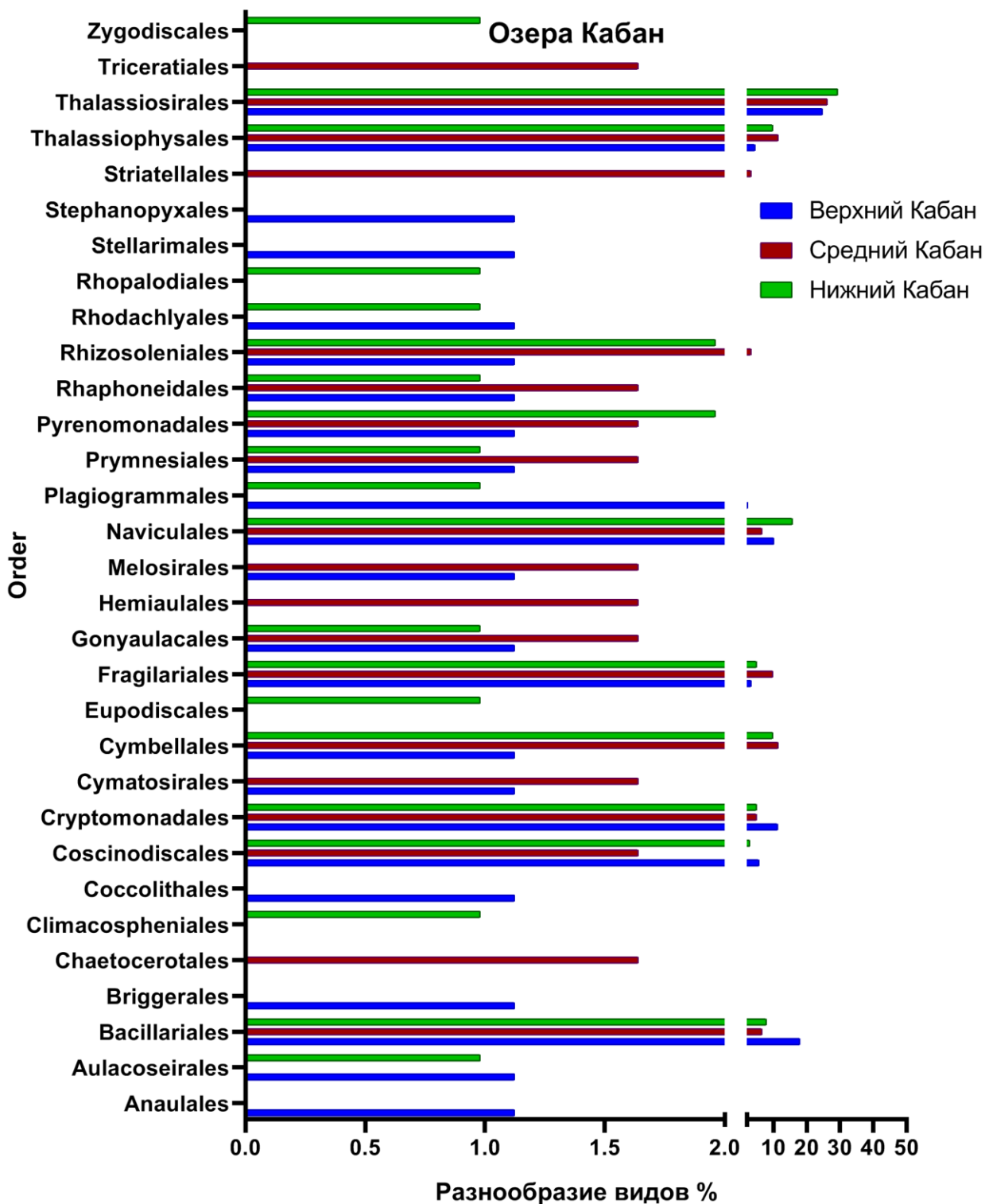


Рис. 3.4.2.8. Процентное распределение видового разнообразия гидробионтов по отрядам



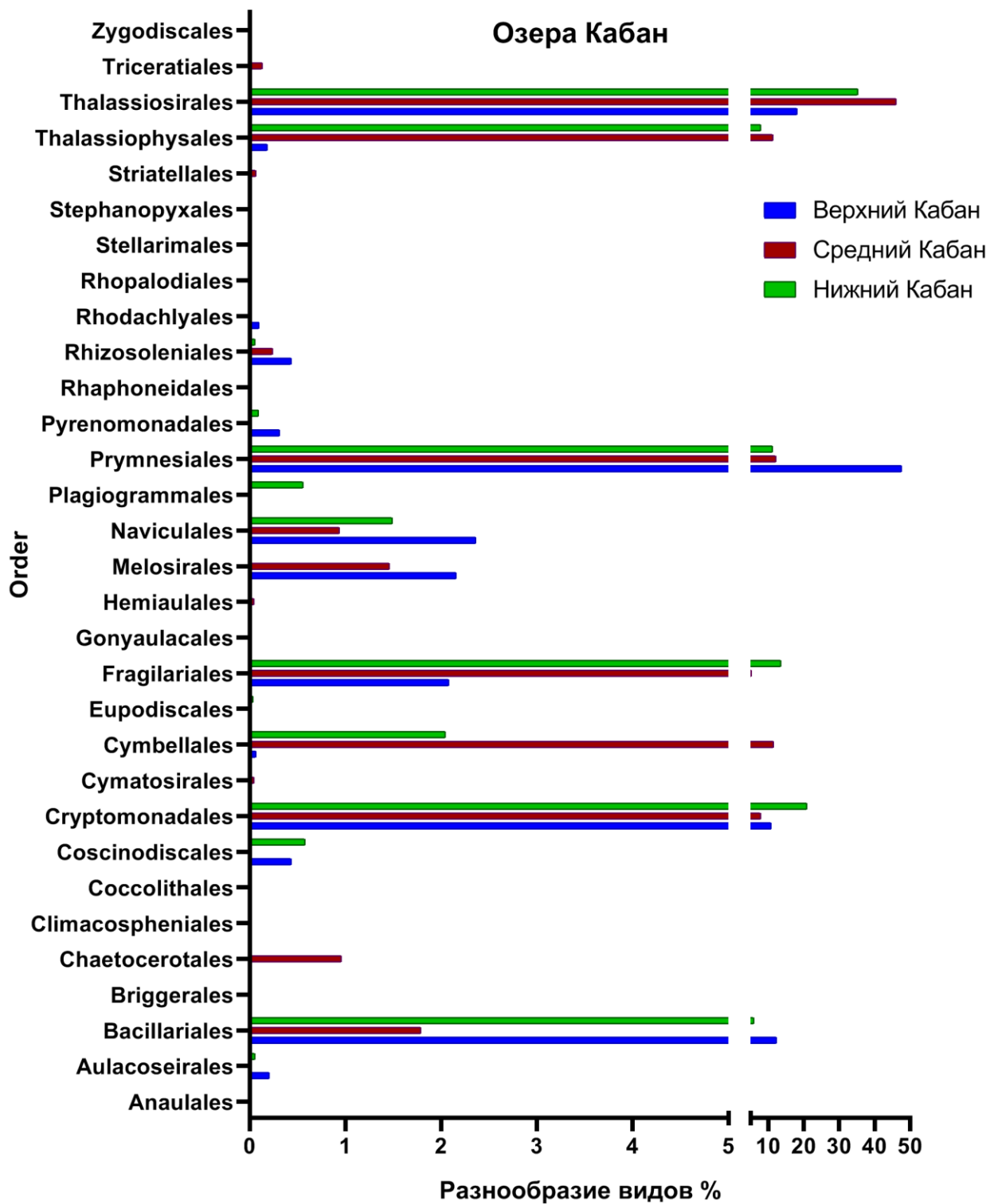


Рис. 3.4.2.9. Процентное распределение рядов гидробионтов по отрядам

Процентное распределение видового разнообразия/ридов гидробионтов по семействам (Family)

Всего идентифицировано 43 семейства и не идентифицировано гидробионтов по семействам: Верхний Кабан – 3,37%; Нижний Кабан – 0,98% (табл. 3.4.2.6). Распределение видового разнообразия/ридов гидробионтов по семействам (Family) приведены на рис. 3.4.2.10-3.4.2.11.

Таблица 3.4.2.6

Процентное распределение видового разнообразия/ридов гидробионтов по семействам (Family)

Семейство	Озера Кабан 2017, Разнообразие видов % / Риды %		
	Верхний	Средний	Нижний
<i>Stephanodiscaceae</i>	13,48/16,63	19,67/33,27	15,68/31,11
<i>Bacillariaceae</i>	17,97/12,37	6,55/1,78	7,84/5,95
<i>Thalassiosiraceae</i>	7,86/1,34	6,55/12,83	11,76/3,85
<i>Catenulaceae</i>	4,49/0,18	11,47/11,33	9,80/7,92
<i>Cryptomonadaceae</i>	10,11/10,82	4,91/7,88	4,90/20,90
<i>Fragilariaceae</i>	3,37/2,08	9,83/5,23	3,92/13,61
<i>Pinnulariaceae</i>	5,61/1,63	1,63/0,85	8,82/0,74
<i>Cymbellaceae</i>	1,12/0,06	6,55/4,20	3,92/0,46
<i>Gomphonemataceae</i>	0,00/0,00	3,27/0,04	5,88/1,58
<i>Skeletonemataceae</i>	3,37/0,19	0,00/0,00	1,96/0,29
<i>Rhizosoleniaceae</i>	1,12/0,43	3,27/0,24	1,96/0,05
<i>Striatellaceae</i>	0,00/0,00	3,27/0,06	0,00/0,00
<i>Naviculaceae</i>	1,12/0,04	3,27/0,04	0,98/0,01
<i>Coscinodiscaceae</i>	2,24/0,28	1,63/0,02	1,96/0,55
<i>Plagiogrammaceae</i>	2,24/0,02	1,63/0,13	0,98/0,55
<i>Hemidiscaceae</i>	2,24/0,03	0,00/0,00	0,00/0,00
<i>Berkeleyaceae</i>	1,12/0,01	1,63/0,04	1,96/0,42
<i>Geminigeraceae</i>	1,12/0,31	1,63/0,02	1,96/0,09
<i>Stauroneidaceae</i>	1,12/0,13	0,00/0,00	1,96/0,26
<i>Chrysochromulinaceae</i>	1,12/47,59	1,63/12,13	0,98/11,27
<i>Rhoicospheniaceae</i>	0,00/0,00	1,63/7,30	0,00/0,00
<i>Stephanopyxidaceae</i>	1,12/2,15	1,63/1,46	0,00/0,00

Семейство	Озера Кабан 2017, Разнообразие видов % / Риды %		
	Верхний	Средний	Нижний
<i>Acanthocerataceae</i>	0,00/0,00	1,63/0,95	0,00/0,00
<i>Bellerocheaceae</i>	0,00/0,00	1,63/0,04	0,00/0,00
<i>Cymatosiraceae</i>	1,12/0,01	1,63/0,04	0,00/0,00
<i>Ceratiaceae</i>	1,12/0,02	1,63/0,02	0,98/0,01
<i>Rhaphoneidaceae</i>	1,12/0,01	1,63/0,02	0,98/0,01
<i>Amphipleuraceae</i>	1,12/0,54	0,00/0,00	0,98/0,01
<i>Aulacoseiraceae</i>	1,12/0,20	0,00/0,00	0,98/0,05
<i>Heliopeltaceae</i>	1,12/0,11	0,00/0,00	0,98/0,01
<i>Rhodachlyaceae</i>	1,12/0,09	0,00/0,00	0,98/0,01
<i>Endictyaceae</i>	1,12/0,02	0,00/0,00	0,00/0,00
<i>Anaulaceae</i>	1,12/0,01	0,00/0,00	0,00/0,00
<i>Calyptrorphaeraceae</i>	1,12/0,01	0,00/0,00	0,00/0,00
<i>Hemiselmidaceae</i>	1,12/0,01	0,00/0,00	0,00/0,00
<i>Stellarimaceae</i>	1,12/0,01	0,00/0,00	0,00/0,00
<i>Streptothecaceae</i>	1,12/0,01	0,00/0,00	0,00/0,00
<i>Odontellaceae</i>	0,00/0,00	0,00/0,00	0,98/0,03
<i>Climacospheniaceae</i>	0,00/0,00	0,00/0,00	0,98/0,01
<i>Helicosphaeraceae</i>	0,00/0,00	0,00/0,00	0,98/0,01
<i>Rhopalodiaceae</i>	0,00/0,00	0,00/0,00	0,98/0,01
<i>Sellaphoraceae</i>	0,00/0,00	0,00/0,00	0,98/0,01
<i>Staurosiraceae</i>	0,00/0,00	0,00/0,00	0,98/0,09
Не идентифицировано	3,37/2,56	0,00/0,00	0,98/0,03

Как видно из табл. 3.4.2.6, наибольший вклад в видовое разнообразие/риды гидробионтов по семействам вносят *Stephanodiscaceae*, *Bacillariaceae*, *Thalassiosiraceae*, *Catenulaceae*, *Cryptomonadaceae*, *Fragilariaceae*, *Pinnulariaceae*, *Cymbellaceae*, *Gomphonemataceae*, *Skeletonemataceae*, *Rhizosoleniaceae*, *Striatellaceae*, *Naviculaceae*, *Coscinodiscaceae*, *Plagiogrammaceae*, *Hemidiscaceae*, *Chrysochromulinaceae*.

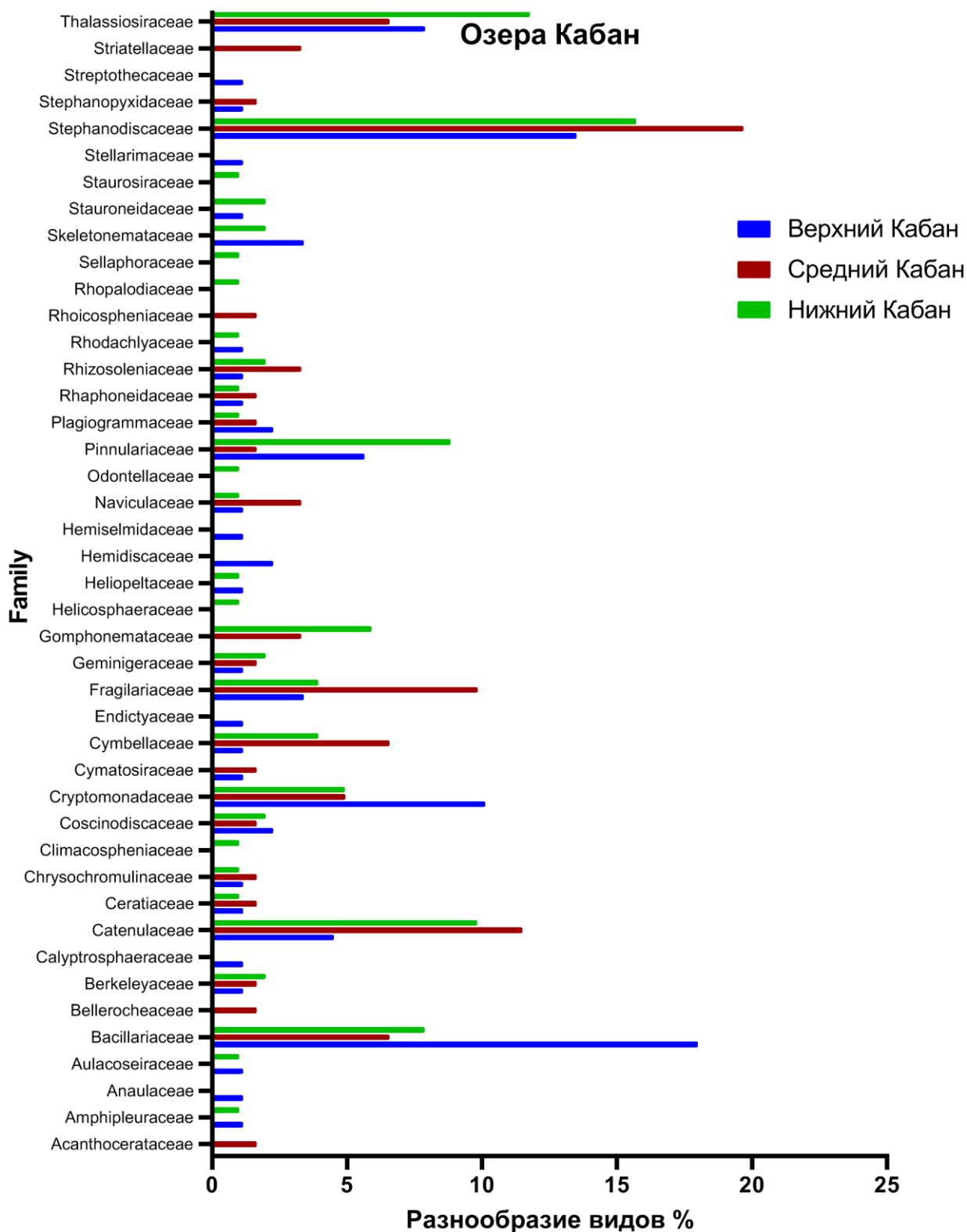


Рис. 3.4.2.10. Процентное распределение видового разнообразия гидробионтов по семействам (Family)

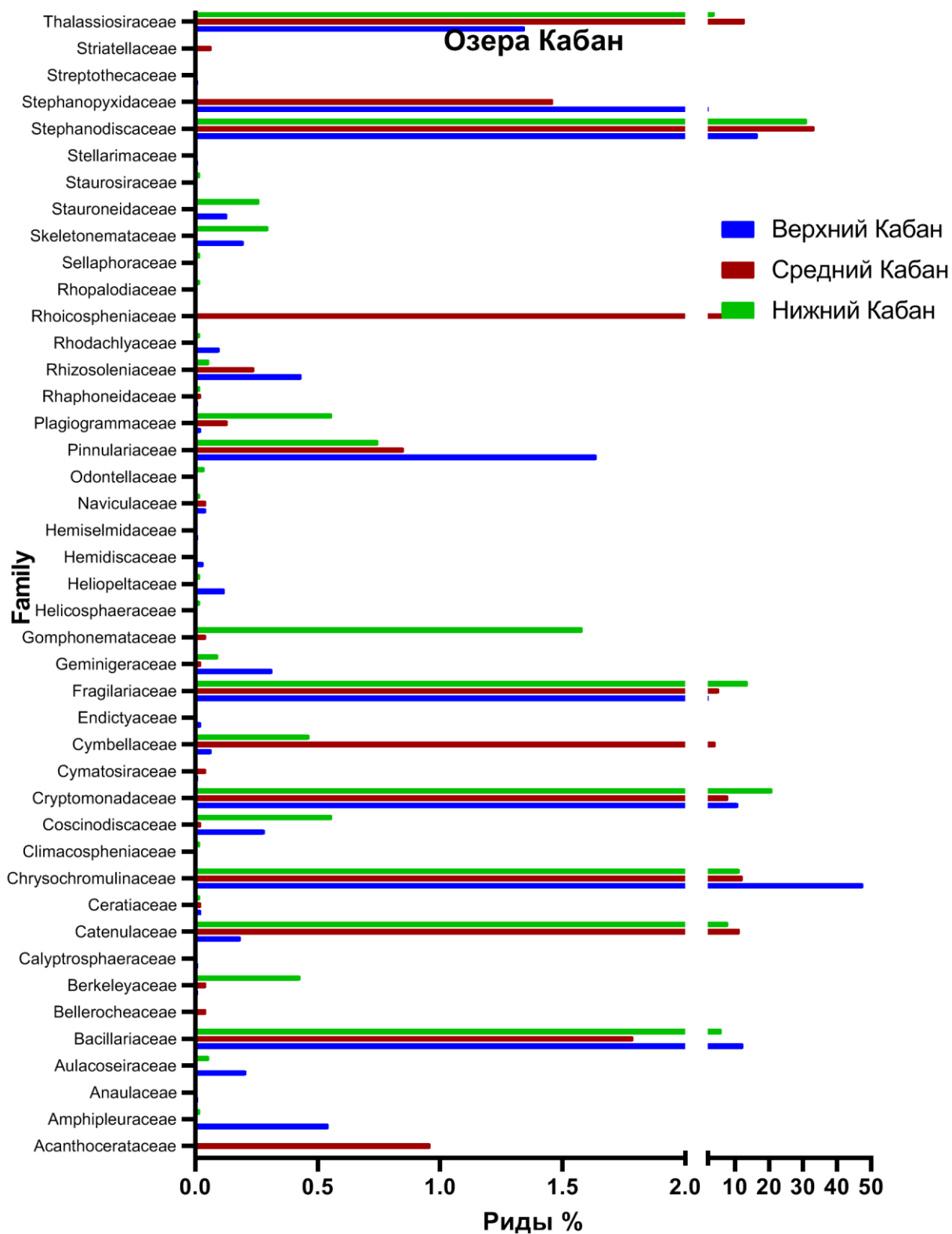


Рис. 3.4.2.11. Процентное распределение ридов гидробионтов по семействам (Family)

Процентное распределение видового разнообразия/ридов гидробионтов по родами (Genus)

Всего идентифицировано 74 рода гидробионтов и не идентифицировано гидробионтов по родам: Верхний Кабан – 3,37%; Нижний Кабан – 0,98%. В таблице 3.4.2.7 приведены 44 рода из 74 идентифицированных родов, процент которых составляет свыше 1,5% по разнообразию видов. Распределение видового разнообразия гидробионтов по родам (Genus), процент которых составляет свыше 1,5%, приведено на рис. 3.4.2.12; распределение по ридам, процент которых составляет свыше 0,1% приведено на рис. 3.4.2.13.

Таблица 3.4.2.7

Процентное распределение видового разнообразия/ридов гидробионтов по родам (Genus)

Род	Озера Кабан 2017		
	Разнообразие видов % / Риды %		
	Верхний	Средний	Нижний
<i>Cyclotella</i>	7,86/6,60	13,11/31,92	8,82/8,53
<i>Nitzschia</i>	12,35/11,86	6,55/1,78	5,88/5,87
<i>Amphora</i>	3,37/0,16	11,47/11,33	9,80/7,92
<i>Cryptomonas</i>	10,11/10,82	4,91/7,88	4,90/20,90
<i>Pinnularia</i>	5,61/1,63	1,63/0,85	8,82/0,74
<i>Thalassiosira</i>	2,24/0,02	3,27/0,19	5,88/2,60
<i>Gomphonema</i>	0,00/0,00	3,27/0,04	3,92/0,70
<i>Cyclostephanos</i>	3,37/9,89	3,27/1,30	2,94/13,40
<i>Skeletonema</i>	3,37/0,19	0,00/0,00	1,96/0,29
<i>Fragilaria</i>	1,12/1,56	3,27/1,30	2,94/13,39
<i>Guinardia</i>	1,12/0,43	3,27/0,24	0,98/0,03
<i>Synedra</i>	1,12/0,01	3,27/0,37	0,00/0,00
<i>Stephanodiscus</i>	1,12/0,07	1,63/0,02	2,94/2,43
<i>Actinocyclus</i>	2,24/0,03	0,00/0,00	0,00/0,00
<i>Halamphora</i>	2,24/0,56	0,00/0,00	0,98/0,01
<i>Pseudo-nitzschia</i>	2,24/0,19	0,00/0,00	0,00/0,00
<i>Shionodiscus</i>	2,24/1,01	1,63/0,02	0,98/0,01

Род	Озера Кабан 2017 Разнообразие видов % / Риды %		
	Верхний	Средний	Нижний
<i>Bacterosira</i>	1,12/0,28	1,63/12,61	1,96/1,17
<i>Climaconeis</i>	0,00/0,00	1,63/0,04	1,96/0,42
<i>Conticribra</i>	1,12/0,01	0,00/0,00	1,96/0,03
<i>Cymbopleura</i>	0,00/0,00	1,63/0,13	1,96/0,20
<i>Gomphoneis</i>	0,00/0,00	0,00/0,00	1,96/0,87
<i>Stauroneis</i>	1,12/0,13	0,00/0,00	1,96/0,26
<i>Acanthoceras</i>	0,00/0,00	1,63/0,95	0,00/0,00
<i>Bellerochea</i>	0,00/0,00	1,63/0,04	0,00/0,00
<i>Brockmanniella</i>	0,00/0,00	1,63/0,04	0,00/0,00
<i>Ceratium</i>	1,12/0,02	1,63/0,02	0,98/0,01
<i>Chrysochromulina</i>	1,12/47,59	1,63/12,13	0,98/11,27
<i>Coscinodiscus</i>	1,12/0,02	1,63/0,02	0,98/0,01
<i>Cymbella</i>	0,00/0,00	1,63/0,02	0,98/0,07
<i>Discostella</i>	1,12/0,05	1,63/0,02	0,98/6,73
<i>Encyonema</i>	0,00/0,00	1,63/3,98	0,00/0,00
<i>Geissleria</i>	0,00/0,00	1,63/0,02	0,00/0,00
<i>Grammonema</i>	0,00/0,00	1,63/0,02	0,00/0,00
<i>Hyalosira</i>	0,00/0,00	1,63/0,02	0,00/0,00
<i>Navicula</i>	1,12/0,04	1,63/0,02	0,00/0,00
<i>Neodelphineis</i>	1,12/0,01	1,63/0,02	0,98/0,01
<i>Placoneis</i>	1,12/0,06	1,63/0,06	0,98/0,18
<i>Plagiogramma</i>	1,12/0,01	1,63/0,13	0,00/0,00
<i>Rhoicosphenia</i>	0,00/0,00	1,63/7,30	0,00/0,00
<i>Stephanopyxis</i>	1,12/2,15	1,63/1,46	0,00/0,00
<i>Striatella</i>	0,00/0,00	1,63/0,04	0,00/0,00
<i>Teleaulax</i>	0,00/0,00	1,63/0,02	0,98/0,05
<i>Ulnaria</i>	0,00/0,00	1,63/3,53	0,00/0,00
Не идентифицировано	3,37/2,56	0,00/0,00	0,98/0,03

Как видно из табл. 3.4.2.7, наибольший вклад по родам вносят: в видовое разнообразие гидробионтов *Cyclotella*, *Nitzschia*, *Amphora*, *Cryptomonas*, *Pinnularia*, *Thalassiosira*, *Gomphonema*, *Cyclostephanos*, *Skeletonema*, *Fragilaria*, *Guinardia*, *Synedra*, *Stephanodiscus*,

*Actinocyclus*, *Halamphora*, *Pseudo-nitzschia*, *Shionodiscus*; по рядам – *Cyclotella*, *Nitzschia*, *Amphora*, *Cryptomonas*, *Cyclostephanos*, *Fragilaria*, *Bacterosira*, *Chrysochromulina*, *Discostella*.

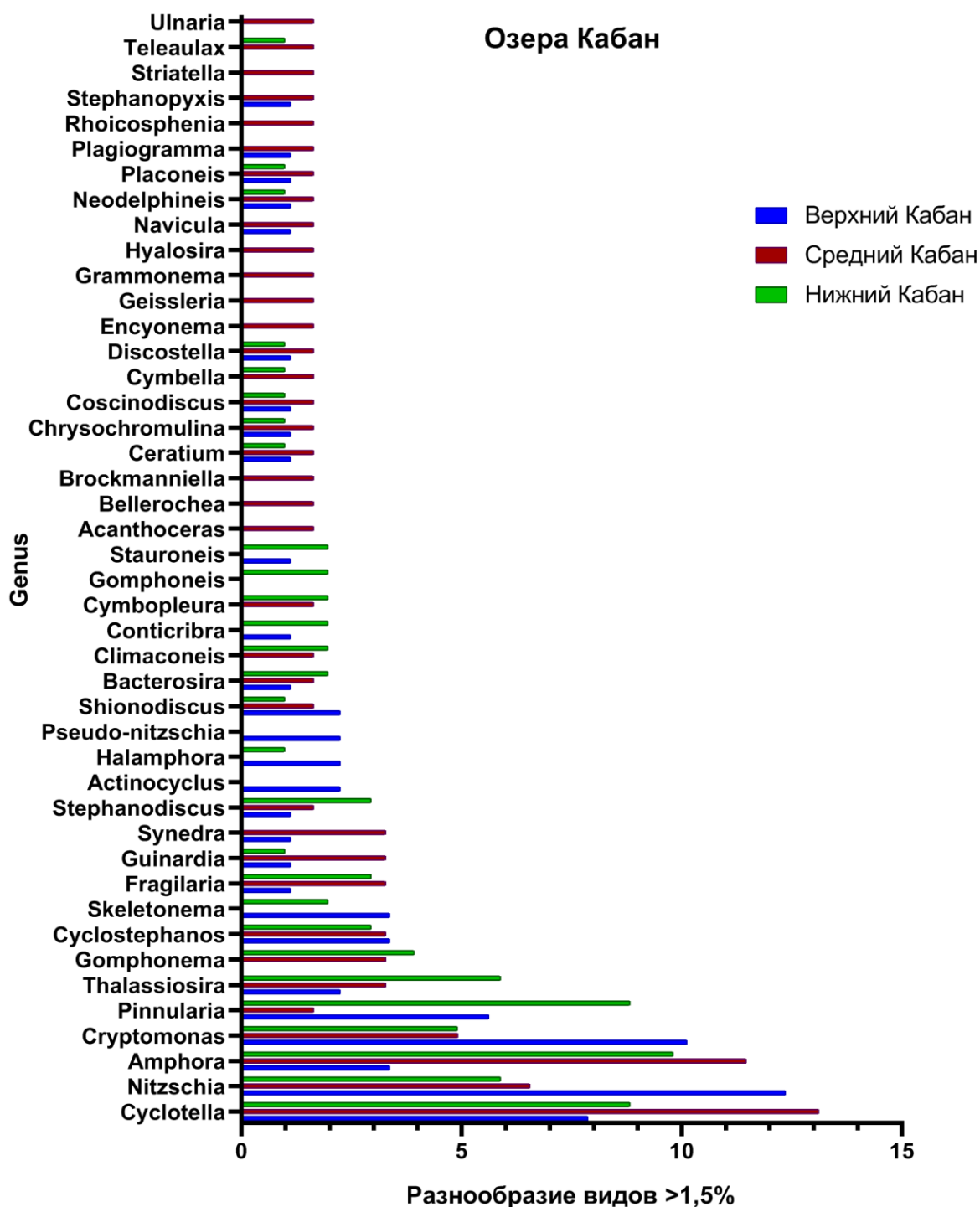


Рис. 3.4.2.12. Процентное распределение видового разнообразия гидробионтов по родам (>1,5%)



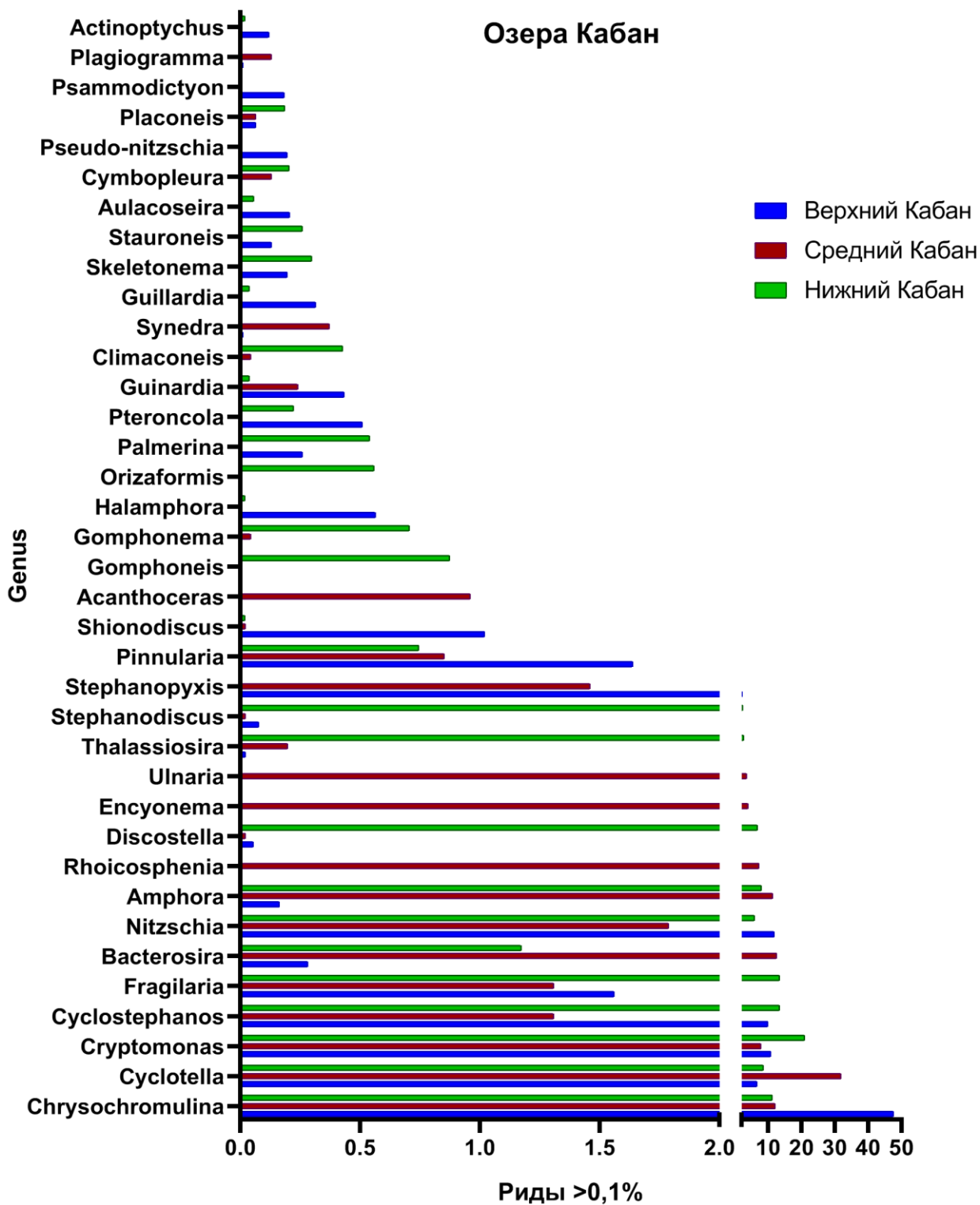


Рис. 3.4.2.13. Процентное распределение ридов гидробионтов по родам (Genus) (>0,1%)

## Идентификация видов гидробионтов (Species)

Общий список видов, обитающих в озерах Кабан, идентифицированных по маркерным генам и традиционным методом, с зонами сапробности, выделенными В. Сладечком [84] и С. Бариновой [133] приведен в главе 4 (табл. 4.4).

Из трех озер Кабан всего идентифицировано 129 видов. Распределение ридов по видам гидробионтов, процент которых превышает 0,1%, приведено на рис. 3.4.2.14. В табл. 3.4.2.8 приведены 16 видов из 129 идентифицированных видов, наиболее многочисленных по ридам.

Таблица 3.4.2.8

### Многочисленные виды по ридам

Виды	Озера Кабан 2017		
	Риды %		
	Верхний	Средний	Нижний
<i>Cyclotella meneghiniana</i>	6,33	30,79	3,36
<i>Cryptomonas curvata</i>	3,79	4,70	16,58
<i>Bacterosira constricta</i>	0,28	12,61	1,15
<i>Fragilaria rumpens</i>	0,00	0,04	12,46
<i>Chrysochromulina</i>	0,00	12,13	0,00
<i>Rhoicosphenia abbreviata</i>	0,00	7,30	0,00
<i>Cyclostephanos dubius</i>	0,06	0,52	6,86
<i>Amphora waldeniana</i>	0,00	5,18	1,22
<i>Amphora affinis</i>	0,00	4,77	0,59
<i>Cryptomonas pyrenoidifera</i>	4,75	2,68	3,42
<i>Encyonema muelleri</i>	0,00	3,98	0,00
<i>Nitzschia palea</i>	3,74	0,00	1,17
<i>Amphora pediculus</i>	0,00	0,04	3,31
<i>Nitzschia fonticola</i>	3,19	1,76	0,00
<i>Nitzschia inconspicua</i>	0,63	0,00	2,80
<i>Stephanopyxis palmeriana</i>	2,15	1,46	0,00

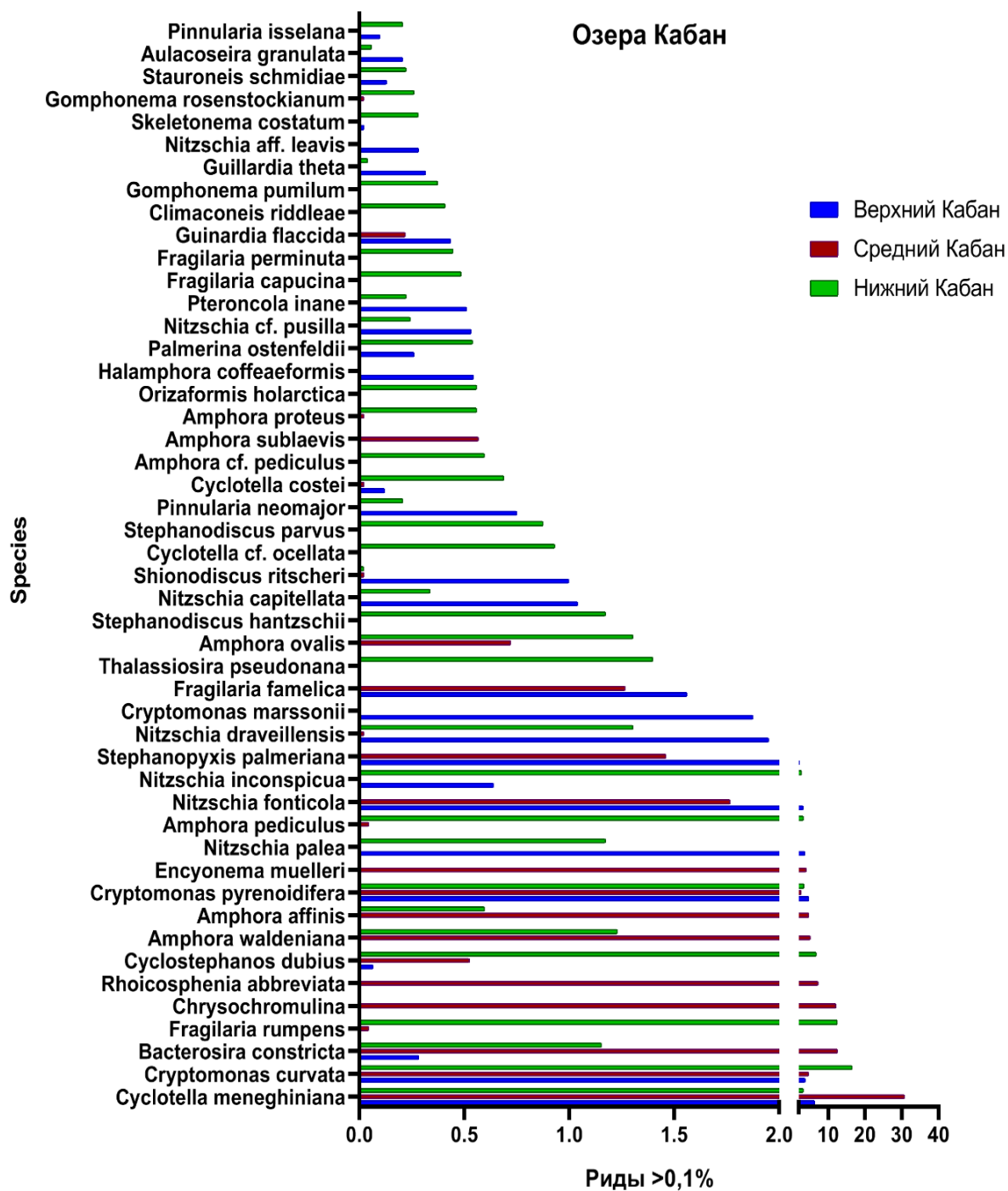


Рис. 3.4.2.14. Процентное распределение ридов по видам гидробионтов

В табл. 3.4.2.9 (рис. 3.4.2.15) представлено процентное распределение видового разнообразия гидробионтов по озерам Кабан.

Таблица 3.4.2.9

Количество идентифицированных видов и процентное распределение  
видового разнообразия по озерам Кабан

Озера Кабан	Количество видов	Процент
Верхний	30	23,26
Верхний-Средний	5	3,88
Средний	16	12,40
Средний-Нижний	11	8,53
Нижний	37	28,68
Верхний-Нижний	19	14,73
Верхний-Средний-Нижний	11	8,53

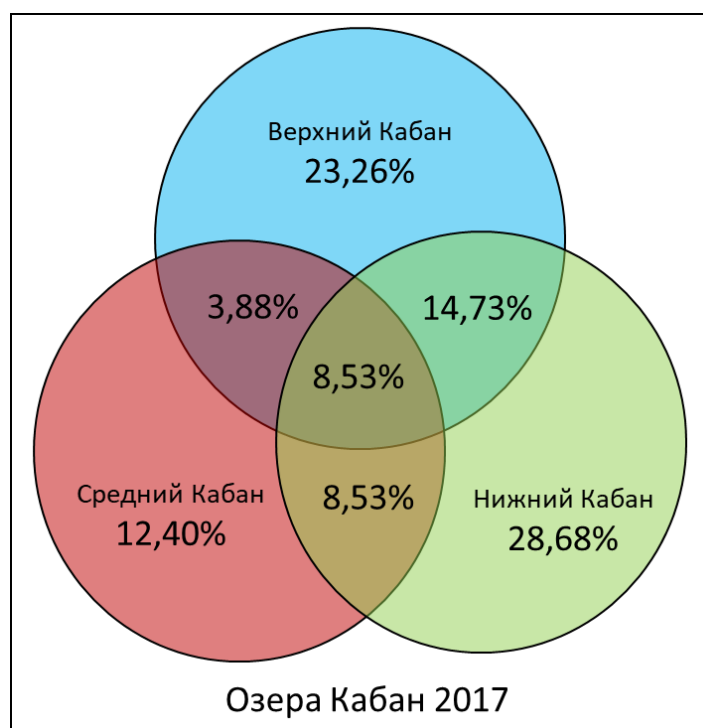


Рис. 3.4.2.15. Процентное распределение видового разнообразия по озерам Кабан

Процентное распределение видов-индикаторов из озер Кабан по зонам сапробности приведено на рис. 3.4.2.16, процентное распределение видов-индикаторов по зонам сапробности приведено на рис. 3.4.2.17.

Как видно из рис. 3.4.2.16-3.4.2.17 наибольшее количество гидробионтов группируется возле *b*-мезосапробной зоны, т.е. характеризуют озера Кабан как загрязненные.

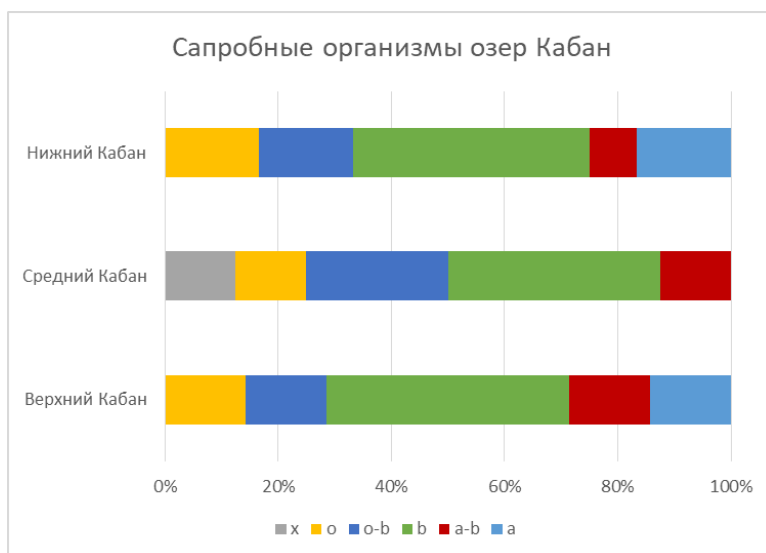


Рис. 3.4.2.16. Распределение видов-индикаторов из озер Кабан по зонам сапробности

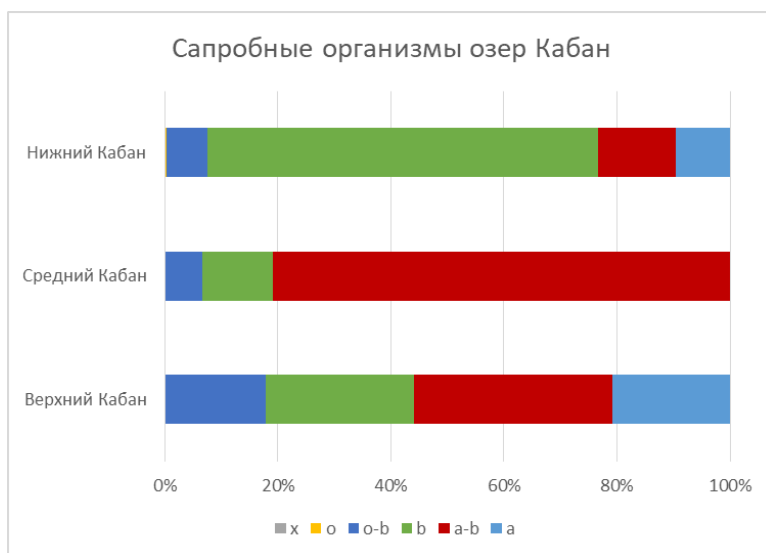


Рис. 3.4.2.17. Распределение родов видов-индикаторов из озер Кабан по зонам сапробности

## Заключение по главе

По результатам метагеномного секвенирования гидробионтов трех Казанских озер Кабан по маркерному гену *rbcL* *Bacillariophyceae*, *Coscinodiscophyceae*, *Fragilariophyceae*, *Mediophyceae*, *Dinophyceae*, *Cryptophyceae*, *Haptophyceae* идентифицированы следующие таксономические единицы: 9 классов (*Class*), 31 порядок/отряд (*Order*), 43 семейства (*Family*), 74 рода (*Genus*), 129 видов (*Species*).

Из 129 видов идентифицировано 60 видов *Bacillariophyceae*, 43 вида *Coscinodiscophyceae*, 9 видов *Fragilariophyceae*, 5 видов *Mediophyceae*, 1 вид *Dinophyceae*, 9 видов *Cryptophyceae*, 2 вида *Haptophyceae*.

16 видов из 129 идентифицированных видов имеют статус индикаторных, из которых 43%/38%/42% соответственно по озерам (Верхний Кабан/Средний Кабан/Нижний Кабан) являются индикаторами *b*-мезосапробных условий и характеризуют озера Кабан как загрязненные.

#### 4. ВИДОВОЙ СОСТАВ ГИДРОБИОНТОВ ОЗЕР КАБАН

Распределение гидробионтов трех озер Кабан, идентифицированных по генам *18S рРНК*, *16S рРНК*, *COI*, *rbcL* и традиционным методом исследования, приведено в табл. 4.1 (рис.4.1).

Таблица 4.1

Распределение гидробионтов трех озер Кабан

Гидробионты	Идентификация гидробионтов по генам 2017					Традиционные исследования	
	<i>18S рРНК</i>	<i>16S рРНК</i>	<i>COI</i>	<i>rbcL_AB</i>	<i>rbcL_D</i>	2017	1989-2014*
Зоопланктон	118	0	39	0	0	8	132
Фитопланктон	187	0	0	131	129	19	193
Бактерии	0	28	0	0	0	0	0
Зообентос	9	0	20	0	0	0	55
Рыбы	0	0	0	0	0	0	18
Макрофиты	1	0	0	0	0	0	16
Грибы	28	0	0	0	0	0	0
Всего	343	28	59	131	129	28	414

\*Примечание: Исследования проводились: фитопланктон (1989-2000; 2007); зоопланктон (1989, 1991-1997, 2001-2002, 2009-2010, 2013-2014); зообентос (2000-2003, 2007, 2013); макрофиты (2005-2007); ихтиофауна (2007).

Как видно из табл. 4.1 (рис. 4.1) наибольшее количество гидробионтов трех озер Кабан идентифицировано по генам *18S рРНК* (эукариоты) и *rbcL* (фитопланктон). Количество видов зоопланктона и фитопланктона, идентифицированных по генам, значительно превышает количество видов, идентифицированных традиционным методом по результатам однократных пробоотборов 2017г., и сопоставимо с результатами традиционного метода идентификации гидробионтов, выполненных в многолетней и сезонной динамике (1989-2014). При этом, за период 1989-2014гг. исследования бактериального состава и грибных организмов озер Кабан

не проводились. Некоторые виды зообентоса, ихтиофауны, макрофитов были выявлены только традиционным методом.

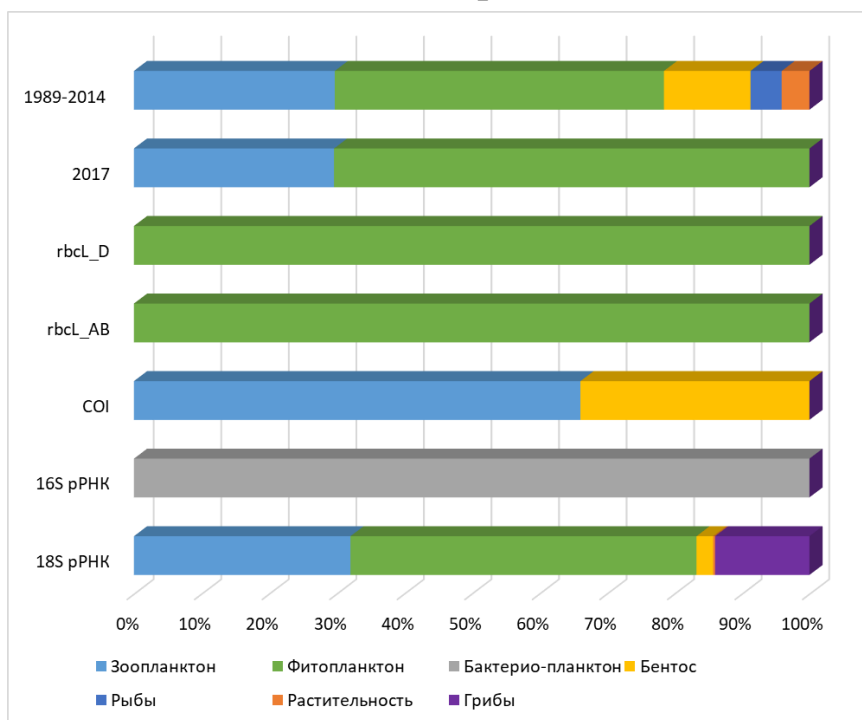


Рис. 4.1. Распределение гидробионтов трех озер Кабан, идентифицированных по маркерным генам и традиционным методом

Количество видов гидробионтов по озерам Кабан, идентифицированных по маркерным генам (метагеном 2017), традиционным методом в ходе многолетних исследований (1989-2014), и однократных пробоотборов, выполненных в 2017г., представлены в табл. 4.2 (рис. 4.2).

Таблица 4.2

Количество видов гидробионтов по озерам Кабан

Озера Кабан	Нижний	Средний	Средний Нижний	Верхний	Верхний Нижний	Верхний Средний	Верхний Средний Нижний
Гены 2017	108	82	25	254	72	40	71
2017	0	2	0	4	2	0	19
1989-2014	57	54	27	83	29	25	125



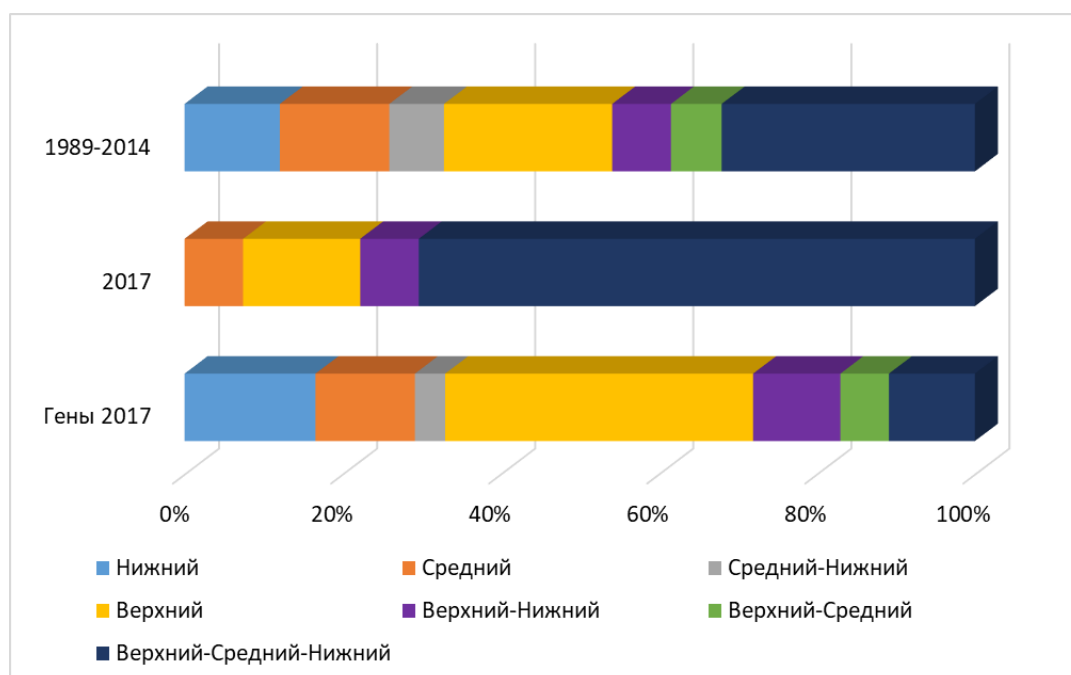


Рис. 4.2. Количество видов гидробионтов по озерам Кабан

Распределение гидробионтов по озерам Кабан, идентифицированных по маркерным генам, приведено в табл. 4.3 (рис. 4.3).

Таблица 4.3

Распределение гидробионтов по озерам Кабан, идентифицированных по маркерным генам

Гидробионты	Гены	N*	S	SN	V	VN	VS	VSN
Эукариоты	<i>18S</i>	40	42	8	151	43	29	52
Бактерии	<i>16S pPHK</i>	4	3	3	7	3	1	7
Зоопланктон	<i>COI</i>	11	4	1	5	1	4	13
Зообентос	<i>COI</i>	5	11	1	3	0	0	0
Фитопланктон	<i>rbcL_AB</i>	20	8	4	62	19	6	12
Фитопланктон	<i>rbcL_D</i>	32	15	12	30	17	4	19

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

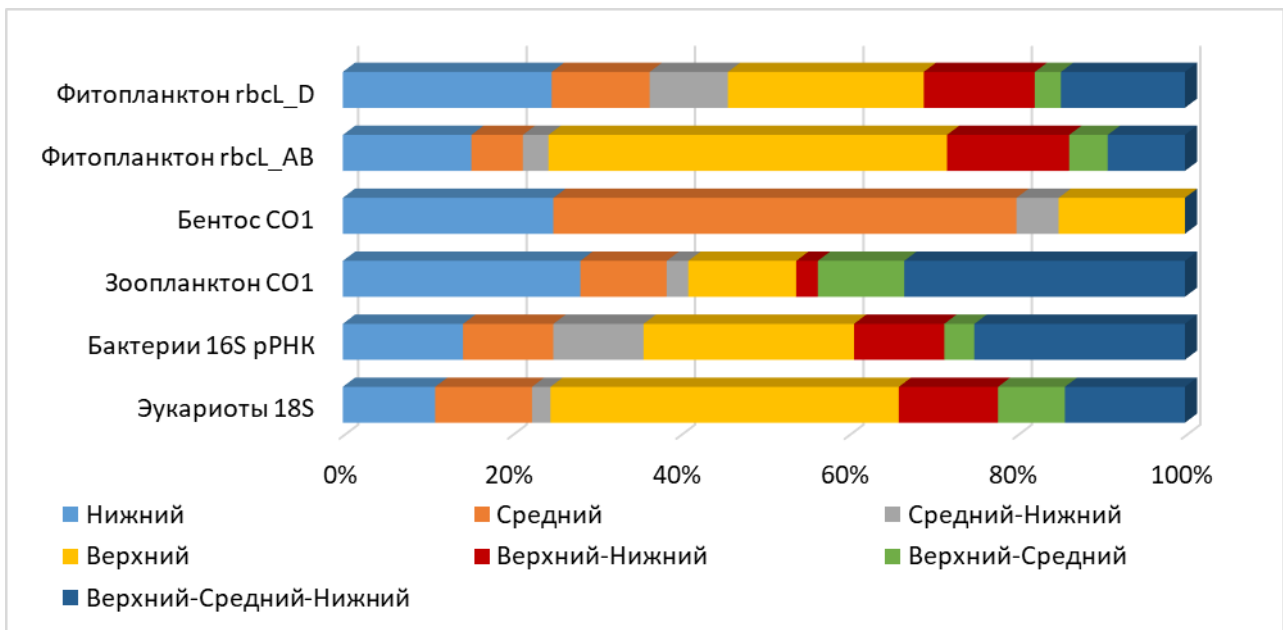


Рис. 4.3. Распределение гидробионтов по озерам Кабан, идентифицированных по маркерным генам

Распределение видов гидробионтов по озерам Кабан, идентифицированных по маркерным генам (метагеном 2017) и традиционным методом по результатам многолетних исследований (1989-2014), а также по зоопланктону и фитопланктону за 2017г., приведено на рис. 4.4.

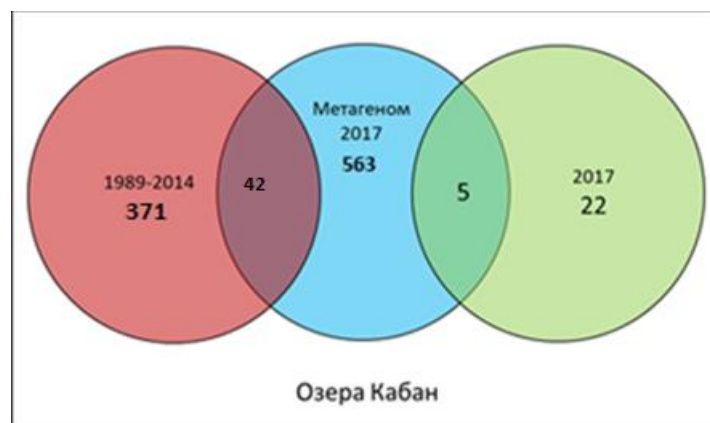


Рис. 4.4. Идентифицированное количество видов гидробионтов из трех озер Кабан

Как видно из рис. 4.4 – 5 идентифицированных видов являются общими для трех озер Кабан по результатам исследования за 2017г.,

как по маркерным генам, так и традиционным методом: *Anabaena flos-aquae*, *Chydorus sphaericus*, *Thermocyclops crassus*, *Keratella cochlearis*, *Trichocerca elongata*; 42 вида являются общими для трех озер Кабан по результатам идентификации гидробионтов по маркерным генам за 2017г. и традиционным методом за многолетний период исследования (1989-2014): *Microcystis aeruginosa*, *Anabaena flos-aquae*, *Acroperus harpae*, *Alonopsis elongata*, *Chydorus sphaericus*, *Daphnia magna*, *Daphnia pulex*, *Simocephalus vetulus*, *Leptodora kindtii*, *Eudiaptomus graciloides*, *Cyclops insignis*, *Cyclops kolensis*, *Mesocyclops leuckarti*, *Thermocyclops crassus*, *Thermocyclops oithonoides*, *Testudinella patinadendradena*, *Brachionus calyciflorus*, *Brachionus rubens*, *Keratella cochlearis*, *Ceratium hirundinella*, *Cocconeis placentula*, *Navicula cryptotenelloides*, *Amphora ovalis*, *Dinobryon divergens*, *Cyclostephanos dubius*, *Cyclotella meneghiniana*, *Stephanodiscus hantzschii*, *Asterionella formosa*, *Synedra ulna*, *Fragilaria capucina*, *Phacotus lenticularis*, *Pandorina morum*, *Pediastrum duplex*, *Schroederia setigera*, *Kirchneriella lunaris*, *Monoraphidium griffithii*, *Actinastrum hantzschii*, *Chlorella vulgaris*, *Micractinium pusillum*, *Koliella longiseta*, *Tintinnidium fluviatile*, *Coleps hirtus*.

Количество гидробионтов озер Кабан, идентифицированных по метагеному 2017г. составляет 612 видов; за многолетний период (1989-2014) – 399 видов; из них 42 вида идентифицировано двумя методами; за однократный пробоотбор 2017г. – 27 видов; из них 19 видов идентифицировано только за однократный пробоотбор 2017г. Общее количество идентифицированных видов по метагеному 2017 г. составляет 609 видов, за многолетний период – 414 вида, за однократный пробоотбор 2017г. – 27 видов. Общее количество составляет 987 видов по озерам Кабан (табл.4.4).

Распределение видов гидробионтов трех озер Кабан по маркерным генам приведено на рис. 4.5.

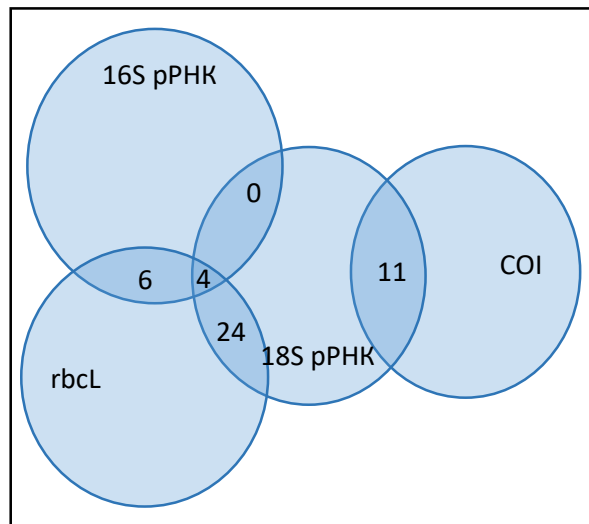


Рис. 4.5. Распределение видов гидробионтов трех озер Кабан по маркерным генам

Как видно из рис. 4.5 при идентификации гидробионтов озер Кабан по маркерным генам были выделены общие виды:

- *18S pPHK – COI*

11 видов: *Chydorus sphaericus*, *Simocephalus vetulus*, *Leptodora kindtii*, *Arctodiaptomus cf.stephanidesi*, *Eudiaptomus graciloides*, *Cyclops insignis*, *Cyclops kolensis*, *Mesocyclops leuckarti*, *Thermocyclops crassus*, *Brachionus calyciflorus*, *Keratella cochlearis*

- *18S pPHK – rbcL*

24 вида: *Cryptomonas curvata*, *Cryptomonas pyrenoidifera*, *Ceratium hirundinella*, *Cylindrotheca closterium*, *Nitzschia draveillensis*, *Nitzschia fonticola*, *Nitzschia palea*, *Cocconeis placentula*, *Placoneis lginensis*, *Aulacoseira granulata*, *Cyclostephanos dubius*, *Cyclotella meneghiniana*, *Stephanodiscus hantzschii*, *Stephanodiscus parvus*, *Bacterosira constricta*, *Thalassiosira pseudonana*, *Synedra ulna*, *Phacotus lenticularis*, *Pandorina morum*, *Schroederia setigera*, *Monoraphidium griffithii*, *Actinastrum hantzschii*, *Chlorella vulgaris*, *Koliella longiseta*.

- *18S pPHK – 16S pPHK – rbcL*

4 вида: *Schroederia setigera*, *Actinastrum hantzschii*, *Chlorella vulgaris*, *Koliella longiseta*.

- 16S pPHK – rbcL

6 видов: *Microcystis aeruginosa*, *Anabaena flos-aquae*, *Schroederia setigera*, *Actinastrum hantzschii*, *Chlorella vulgaris*, *Koliella longiseta*.

Список видов гидробионтов по озерам Кабан, идентифицированных по маркерным генам (метагеном 2017г.), многолетних исследований (1989-2014), и однократных пробоотборов (2017г.) с указанием номеров в базе данных нуклеотидных последовательностей GenBank и видов-индикаторов по зонам сапробности, приведен в табл. 4.4.

### Заключение по главе

По результатам метагеномного анализа гидробионтов (2017г.) по маркерным генам идентифицировано 612 видов. За период 25 лет (1989-2014) идентифицировано 399 видов, однократный пробоотбор 2017г. – 27 видов.

Общее количество идентифицированных гидробионтов озер Кабан составляет 987 видов, как по маркерным генам, так и традиционным методом.

Авторы выражают благодарность доценту кафедры природообустройства и водопользования ИУЭиФ КФУ, к.б.н. Палагушкиной О.В. за помощь в редактировании списка видов озер Кабан по фитопланктону и макрофитам, а также определении видового состава фитопланктона озер Кабан (2016-2017).

Таблица 4.4.

Список видов гидробионтов по озерам Кабан, идентифицированных по маркерным генам (метагеном 2017г.), многолетних исследований (1989-2014) и однократного пробоотбора (2017г.)

Озера Кабан	Таксономия						Наличие видов*			Сап-робн ость	Гены / Номер GenBank				
	Kingdom	Phylum	Class	Order	Family	Genus + Species	Гены 2017	2017	1989- 2014		18S рPHK	16S рPHK	COI	rbcL	
VSN	Bacteria	Actinobacteria	Actinobacteria	Actinomycetales	Micrococcaceae	Micrococcus luteus	*						NR_037113		
N	Bacteria	Bacteroidetes	Bacteroidia	Bacteroidales	Porphyromonadaceae	Parabacteroides distasonis	*						NR_041342		
V	Bacteria	Cyanobacteria	Cyanophyceae	Chroococcales	Chroococcaceae	Gloeocapsa dvorzhakii			*						
VN	Bacteria	Cyanobacteria	Cyanophyceae	Chroococcales	Chroococcaceae	Gloeocapsa limnetica			*	o-b					
SN	Bacteria	Cyanobacteria	Cyanophyceae	Chroococcales	Chroococcaceae	Gloeocapsa minuta			*	o					
VSN	Bacteria	Cyanobacteria	Cyanophyceae	Chroococcales	Chroococcaceae	Gloeocapsa turgida			*	o-b	1061272683	667668718			
VSN	Bacteria	Cyanobacteria	Cyanophyceae	Chroococcales	Gomphosphaeriaceae	Gomphosphaeria lacustris			*	o-b					
VSN	Bacteria	Cyanobacteria	Cyanophyceae	Chroococcales	Microcystaceae	Microcystis aeruginosa	*		*	b		844176679		896561757	
N	Bacteria	Cyanobacteria	Cyanophyceae	Chroococcales	Microcystaceae	Microcystis botrys	*							896561761	
VSN	Bacteria	Cyanobacteria	Cyanophyceae	Chroococcales	Microcystaceae	Microcystis firma			*						
VSN	Bacteria	Cyanobacteria	Cyanophyceae	Chroococcales	Microcystaceae	Microcystis ichtioblade			*						
N	Bacteria	Cyanobacteria	Cyanophyceae	Chroococcales	Microcystaceae	Microcystis panniformis	*								914397586
VSN	Bacteria	Cyanobacteria	Cyanophyceae	Chroococcales	Microcystaceae	Microcystis pulvereae			*	o-b					
N	Bacteria	Cyanobacteria	Cyanophyceae	Chroococcales	Microcystaceae	Microcystis viridis	*								159154315
N	Bacteria	Cyanobacteria	Cyanophyceae	Chroococcales	Microcystaceae	Microcystis wesenbergii			*	b					
VSN	Bacteria	Cyanobacteria	Cyanophyceae	Nostocales	Aphanizomenonaceae	Aphanizomenon flos-aquae		*	*	a-b		1694421615			164597921
V	Bacteria	Cyanobacteria	Cyanophyceae	Nostocales	Aphanizomenonaceae	Chrysochloris ovalisporum	*								896561684
V	Bacteria	Cyanobacteria	Cyanophyceae	Nostocales	Aphanizomenonaceae	Dolichospermum circinale	*								226347304
VS	Bacteria	Cyanobacteria	Cyanophyceae	Nostocales	Aphanizomenonaceae	Dolichospermum crassum	*								226347316
V	Bacteria	Cyanobacteria	Cyanophyceae	Nostocales	Aphanizomenonaceae	Dolichospermum lemmermannii	*								159154305
V	Bacteria	Cyanobacteria	Cyanophyceae	Nostocales	Aphanizomenonaceae	Dolichospermum planctonicum	*								226347322
V	Bacteria	Cyanobacteria	Cyanophyceae	Nostocales	Chlorogloeopsidaceae	Chlorogloeopsis fritschii	*								89241969
V	Bacteria	Cyanobacteria	Cyanophyceae	Nostocales	Hapalosiphonaceae	Fischerella muscicola	*								89241975
V	Bacteria	Cyanobacteria	Cyanophyceae	Nostocales	Hapalosiphonaceae	Mastigocladus laminosus	*								384255068
SN	Bacteria	Cyanobacteria	Cyanophyceae	Nostocales	Nostocaceae	Anabaena affinis			*	b	8896057				299782242
V	Bacteria	Cyanobacteria	Cyanophyceae	Nostocales	Nostocaceae	Anabaena augstmalis			*			55162859			55650808
V	Bacteria	Cyanobacteria	Cyanophyceae	Nostocales	Nostocaceae	Anabaena cylindrica	*								428676849
VSN	Bacteria	Cyanobacteria	Cyanophyceae	Nostocales	Nostocaceae	Anabaena flos-aquae	*	*	*	b-o		1021482749			299782248
VS	Bacteria	Cyanobacteria	Cyanophyceae	Nostocales	Nostocaceae	Anabaena shermantzevi			*			16944865			15282233
V	Bacteria	Cyanobacteria	Cyanophyceae	Nostocales	Nostocaceae	Anabaena variabilis			*			896688313			734652038
VS	Bacteria	Cyanobacteria	Cyanophyceae	Nostocales	Nostocaceae	Desmonostoc muscorum	*								705806777
V	Bacteria	Cyanobacteria	Cyanophyceae	Nostocales	Nostocaceae	Nostoc spongiaeforme	*								410809684
SN	Bacteria	Cyanobacteria	Cyanophyceae	Oscillatoriales	Microcoleaceae	Arthrospira platensis	*			b					557668307
VSN	Bacteria	Cyanobacteria	Cyanophyceae	Oscillatoriales	Microcoleaceae	Planktothrix agardhii	*								159154313
V	Bacteria	Cyanobacteria	Cyanophyceae	Oscillatoriales	Microcoleaceae	Symploca atlantica	*								89241997
SN	Bacteria	Cyanobacteria	Cyanophyceae	Oscillatoriales	Oscillatoriaceae	Limnoraphis robusta	*								371909899
VSN	Bacteria	Cyanobacteria	Cyanophyceae	Oscillatoriales	Oscillatoriaceae	Lyngbya aestuarii	*								89241983
N	Bacteria	Cyanobacteria	Cyanophyceae	Oscillatoriales	Oscillatoriaceae	Lyngbya epiphytica			*						
V	Bacteria	Cyanobacteria	Cyanophyceae	Oscillatoriales	Oscillatoriaceae	Lyngbya kossinkajae			*						
VSN	Bacteria	Cyanobacteria	Cyanophyceae	Oscillatoriales	Oscillatoriaceae	Lyngbya limnetica		*	*	o-b					
VN	Bacteria	Cyanobacteria	Cyanophyceae	Oscillatoriales	Oscillatoriaceae	Oscillatoria chlorina			*	p					
VS	Bacteria	Cyanobacteria	Cyanophyceae	Oscillatoriales	Oscillatoriaceae	Oscillatoria lacustris			*						
VSN	Bacteria	Cyanobacteria	Cyanophyceae	Oscillatoriales	Oscillatoriaceae	Oscillatoria limnetica			*	o-b		3336898			

Озера Кабан	Таксономия						Наличие видов*			Сам- робн ость	Гены / Номер GenBank			
	Kingdom	Phylum	Class	Order	Family	Genus + Species	Гены 2017	2017	1989- 2014		18S рPHK	16S рPHK	COI	rbcL
	Bacteria	Cyanobacteria	Cyanophyceae	Oscillatoriales	Oscillatoriaceae	Oscillatoria limosa			*	a-b	664803848			
VSN	Bacteria	Cyanobacteria	Cyanophyceae	Oscillatoriales	Oscillatoriaceae	Oscillatoria nigro-viridis	*			x			428238862	
N	Bacteria	Cyanobacteria	Cyanophyceae	Oscillatoriales	Oscillatoriaceae	Oscillatoria planctonica			*		33327321			
V	Bacteria	Cyanobacteria	Cyanophyceae	Oscillatoriales	Oscillatoriaceae	Oscillatoria setigera			*					
SN	Bacteria	Cyanobacteria	Cyanophyceae	Oscillatoriales	Oscillatoriaceae	Oscillatoria splendida			*	a				
S	Bacteria	Cyanobacteria	Cyanophyceae	Oscillatoriales	Oscillatoriaceae	Oscillatoria tenuis	*			a			371909897	
N	Bacteria	Cyanobacteria	Cyanophyceae	Oscillatoriales	Oscillatoriaceae	Phormidium ambiguum	*						371909891	
N	Bacteria	Cyanobacteria	Cyanophyceae	Oscillatoriales	Oscillatoriaceae	Phormidium irriguum f. minor	*						371909887	
V	Bacteria	Cyanobacteria	Cyanophyceae	Oscillatoriales	Oscillatoriaceae	Phormidium laminosum	*						157064950	
SN	Bacteria	Cyanobacteria	Cyanophyceae	Oscillatoriales	Oscillatoriaceae	Phormidium mucicola			*	o-b	2760615			
S	Bacteria	Cyanobacteria	Cyanophyceae	Oscillatoriales	Oscillatoriaceae	Spirulina tenuissima			*					
S	Bacteria	Cyanobacteria	Cyanophyceae	Synechococcales	Coelosphaeriaceae	Snowella rosea			*	b-o	AJ781042			
V	Bacteria	Cyanobacteria	Cyanophyceae	Synechococcales	Leptolyngbyaceae	Leptolyngbya boryana	*						757114190	
V	Bacteria	Cyanobacteria	Cyanophyceae	Synechococcales	Merismopediaceae	Merismopedia glauca			*	b-a	498424976			
VSN	Bacteria	Cyanobacteria	Cyanophyceae	Synechococcales	Merismopediaceae	Merismopedia tenuissima			*	a-b	1233260287			
V	Bacteria	Cyanobacteria	Cyanophyceae	Synechococcales	Oculatellaceae	Thermoleptolyngbya albertanoe	*						283483105	
V	Bacteria	Cyanobacteria	Cyanophyceae	Synechococcales	Pseudanabaenaceae	Limnothrix planktonica	*						896561736	
VS	Bacteria	Cyanobacteria	Cyanophyceae	Synechococcales	Synechococcaceae	Cyanobium gracile	*						427344508	
V	Bacteria	Cyanobacteria	Cyanophyceae	Synechococcales	Synechococcaceae	Synechococcus rubescens	*						146740623	
V	Bacteria	Cyanobacteria	Cyanophyceae	Synechococcales	Synechococcaceae	Thermosynechococcus elongatus	*						47118315	
VN	Bacteria	Firmicutes	Clostridia	Clostridiales	Peptococcaceae	Desulfosporosinus meridiei	*				NR_024933			
VN	Bacteria	Fusobacteria	Fusobacteriia	Fusobacteriales	Fusobacteriaceae	Cetobacterium somerae	*				NR_025533			
V	Bacteria	Proteobacteria	Alphaproteobacteria	Sphingomonadales	Sphingomonadaceae	Sphingomonas wittichii	*				NR_027525			
S	Bacteria	Proteobacteria	Betaproteobacteria	Burkholderiales	Burkholderiaceae	Ralstonia pickettii	*						240863652	
VSN	Bacteria	Proteobacteria	Betaproteobacteria	Burkholderiales	Burkholderiaceae	Ralstonia solanacearum	*						959672264	
SN	Bacteria	Proteobacteria	Betaproteobacteria	Burkholderiales	Comamonadaceae	Comamonas testosteroni	*						589630713	
V	Bacteria	Proteobacteria	Betaproteobacteria	Burkholderiales	Comamonadaceae	Comamonas thiooxydans	*						589630713	
VSN	Bacteria	Proteobacteria	Betaproteobacteria	Burkholderiales	Comamonadaceae	Variovorax paradoxus	*				NR_036930			
S	Bacteria	Proteobacteria	Betaproteobacteria	Neisseriales	Neisseriaceae	Chitinilyticum litopenaei	*				NR_116413			
S	Bacteria	Proteobacteria	Betaproteobacteria	Nitrosomonadales	Nitrosomonadaceae	Nitrosomonas communis	*						821346337	
S	Bacteria	Proteobacteria	Betaproteobacteria	Nitrosomonadales	Nitrosomonadaceae	Nitrosomonas europaea	*						30407130	
S	Bacteria	Proteobacteria	Gammaproteobacteria	Chromatiales	Chromatiaceae	Thiocystis violascens	*						390425027	
V	Bacteria	Proteobacteria	Gammaproteobacteria	Chromatiales	Ectothiorhodospiraceae	Ectothiorhodospira shaposhnikovii	*						124389550	
V	Bacteria	Proteobacteria	Gammaproteobacteria	Chromatiales	Ectothiorhodospiraceae	Thiohalospira halophila	*						260751792	
S	Bacteria	Proteobacteria	Gammaproteobacteria	Enterobacteriales	Enterobacteriaceae	Escherichia coli	*						1001621979	
S	Bacteria	Proteobacteria	Gammaproteobacteria	Pasteurellales	Pasteurellaceae	Haemophilus ducreyi	*						857120193	
N	Bacteria	Proteobacteria	Gammaproteobacteria	Pseudomonadales	Pseudomonadaceae	Pseudomonas veronii	*				NR_028706			
N	Bacteria	Proteobacteria	Gammaproteobacteria	Xanthomonadales	Xanthomonadaceae	Pseudoxanthomonas mexicana	*				NR_025105			
SN	Bacteria	Verrucomicrobi a	Verrucomicrobiae	Verrucomicrobiales	Verrucomicrobiaceae	Prostheco bacter debontii	*				NR_026023			
S	Animalia	Annelida	Clitellata	Arhynchobdellida	Erpobdellidae	Erpobdella obscura	*				406820911			
S	Animalia	Annelida	Clitellata	Arhynchobdellida	Salifidae	Odontobdella blanchardi	*				371501286			
SN	Animalia	Annelida	Clitellata	Haplotaxida	Aelosomatidae	Rheomorpha neiswestonovae	*				46487598			
V	Animalia	Annelida	Clitellata	Haplotaxida	Naididae	Aulodrilus pigueti			*					
N	Animalia	Annelida	Clitellata	Haplotaxida	Naididae	Aulodrilus plurisetia			*		306850227		307695966	
V	Animalia	Annelida	Clitellata	Haplotaxida	Naididae	Limnodrilus helveticus			*					
V	Animalia	Annelida	Clitellata	Haplotaxida	Naididae	Limnodrilus hoffmeisteri			*		22651959		33330161	
V	Animalia	Annelida	Clitellata	Haplotaxida	Naididae	Rhynchelmis limosella			*					
V	Animalia	Annelida	Clitellata	Haplotaxida	Naididae	Spirosperma ferox			*					
VS	Animalia	Annelida	Clitellata	Haplotaxida	Naididae	Tubifex tubifex			*		22085792		33330163	

Озера Кабан	Таксономия						Наличие видов*			Сам- робн ость	Гены / Номер GenBank			
	Kingdom	Phylum	Class	Order	Family	Genus + Species	Гены 2017	2017	1989- 2014		18S рPHK	16S рPHK	COI	rbcL
S	Animalia	Annelida	Clitellata	Haplotaxida	Tubificidae	Dero obtusa	*					AF534838		
VSN	Animalia	Annelida	Clitellata	Hirudinida	Erpobdellidae	Erpobdella nigricolis			*			309252788		
V	Animalia	Annelida	Clitellata	Hirudinida	Erpobdellidae	Erpobdella octoculata			*		3851681	2352335		
V	Animalia	Annelida	Clitellata	Hirudinida	Glossiphoniidae	Hemiclepsis marginata			*			5791568	745672459	
VS	Animalia	Annelida	Clitellata	Hirudinida	Haemopidae	Haemopsis sanguisuga			*		3851673	18448705		
V	Animalia	Annelida	Clitellata	Lumbriculida	Lumbriculidae	Lumbriculus variegatus		*			9437495	294845833		
N	Animalia	Annelida	Clitellata	Rhynchobdellida	Glossiphoniidae	Helobdella stagnalis	*			a		AF329041		
V	Animalia	Annelida	Clitellata	Rhynchobdellida	Glossiphoniidae	Placobdella multilineata	*				62083845			
S	Animalia	Arthropoda	Branchiopoda	Anomopoda	Bosminidae	Bosmina cf. coregoni			*		18958076	19071736		
S	Animalia	Arthropoda	Branchiopoda	Anomopoda	Bosminidae	Bosmina cf. crassicornis			*					
VS	Animalia	Arthropoda	Branchiopoda	Anomopoda	Bosminidae	Bosmina cf. longispina			*					
VSN	Animalia	Arthropoda	Branchiopoda	Anomopoda	Bosminidae	Bosmina longirostris		*	*		157154074	1368663149		
S	Animalia	Arthropoda	Branchiopoda	Anomopoda	Chydoridae	Acroperus harpae	*		*	o-b	157154186	83742942		
N	Animalia	Arthropoda	Branchiopoda	Anomopoda	Chydoridae	Acroperus costata			*					
S	Animalia	Arthropoda	Branchiopoda	Anomopoda	Chydoridae	Alona costata		*						
S	Animalia	Arthropoda	Branchiopoda	Anomopoda	Chydoridae	Alona guttata			*				KY091151	
SN	Animalia	Arthropoda	Branchiopoda	Anomopoda	Chydoridae	Alona intermedia			*					
VN	Animalia	Arthropoda	Branchiopoda	Anomopoda	Chydoridae	Alona quadrangularis			*					
VSN	Animalia	Arthropoda	Branchiopoda	Anomopoda	Chydoridae	Alona rectangula			*					
VS	Animalia	Arthropoda	Branchiopoda	Anomopoda	Chydoridae	Alonopsis elongata	*		*	o	157154072			
V	Animalia	Arthropoda	Branchiopoda	Anomopoda	Chydoridae	Camptocercus rectirostris			*		83742877	83742940		
SN	Animalia	Arthropoda	Branchiopoda	Anomopoda	Chydoridae	Chydorus latus			*					
SN	Animalia	Arthropoda	Branchiopoda	Anomopoda	Chydoridae	Chydorus ovalis			*					
VSN	Animalia	Arthropoda	Branchiopoda	Anomopoda	Chydoridae	Chydorus sphaericus	*	*	*	b	157154076	343210032		
VSN	Animalia	Arthropoda	Branchiopoda	Anomopoda	Chydoridae	Disparalona rostrata			*			KY091184		
VSN	Animalia	Arthropoda	Branchiopoda	Anomopoda	Chydoridae	Graptoleberis testudinaria			*		83742879	83742944		
SN	Animalia	Arthropoda	Branchiopoda	Anomopoda	Chydoridae	Leydigia acanthocercoides			*			MG449244		
SN	Animalia	Arthropoda	Branchiopoda	Anomopoda	Chydoridae	Leydigia leidigii			*			1368661521		
S	Animalia	Arthropoda	Branchiopoda	Anomopoda	Chydoridae	Leydigopsis curvirostris	*				157154081			
VN	Animalia	Arthropoda	Branchiopoda	Anomopoda	Chydoridae	Monospilus dispar		*	*					
S	Animalia	Arthropoda	Branchiopoda	Anomopoda	Chydoridae	Pleuroxus aduncus			*		157154089	1465189264		
S	Animalia	Arthropoda	Branchiopoda	Anomopoda	Chydoridae	Pleuroxus trigonellus			*			KY091212		
SN	Animalia	Arthropoda	Branchiopoda	Anomopoda	Chydoridae	Pleuroxus truncatus	*				157154090			
VSN	Animalia	Arthropoda	Branchiopoda	Anomopoda	Chydoridae	Pleuroxus uncinatus		*	*			KY091212		
VSN	Animalia	Arthropoda	Branchiopoda	Anomopoda	Chydoridae	Pseudochydorus globosus			*		127951235	127951373		
VSN	Animalia	Arthropoda	Branchiopoda	Anomopoda	Daphniidae	Ceriodaphnia laticaudata			*			189304264		
VSN	Animalia	Arthropoda	Branchiopoda	Anomopoda	Daphniidae	Ceriodaphnia pulchella			*					
VSN	Animalia	Arthropoda	Branchiopoda	Anomopoda	Daphniidae	Ceriodaphnia quadrangula			*			1189355067		
VSN	Animalia	Arthropoda	Branchiopoda	Anomopoda	Daphniidae	Ceriodaphnia reticulata			*					
N	Animalia	Arthropoda	Branchiopoda	Anomopoda	Daphniidae	Daphnia cristata			*		1716795856			
VSN	Animalia	Arthropoda	Branchiopoda	Anomopoda	Daphniidae	Daphnia cucullata		*	*		1655374781	332001789		
S	Animalia	Arthropoda	Branchiopoda	Anomopoda	Daphniidae	Daphnia galeata			*					
VSN	Animalia	Arthropoda	Branchiopoda	Anomopoda	Daphniidae	Daphnia longispina			*			1381323631		
VN	Animalia	Arthropoda	Branchiopoda	Anomopoda	Daphniidae	Daphnia magna	*		*	a-p	157154077	KP296147		
S	Animalia	Arthropoda	Branchiopoda	Anomopoda	Daphniidae	Daphnia parvula	*				75706711			
VS	Animalia	Arthropoda	Branchiopoda	Anomopoda	Daphniidae	Daphnia pulex	*		*	a	928196323	1381323653		
VSN	Animalia	Arthropoda	Branchiopoda	Anomopoda	Daphniidae	Scapholeberis mucronata		*	*		157154092	127951375		
VSN	Animalia	Arthropoda	Branchiopoda	Anomopoda	Daphniidae	Simocephalus vetulus	*		*	o-b	157154094	1388591231		
V	Animalia	Arthropoda	Branchiopoda	Anomopoda	Euryceridae	Eurycerus lamellatus			*		157154079	379046283		
VS	Animalia	Arthropoda	Branchiopoda	Anomopoda	Macrotrichidae	Macrotrich hirsuticomis			*					



Озера Кабан	Таксономия						Наличие видов*			Сам- робн ость	Гены / Номер GenBank			
	Kingdom	Phylum	Class	Order	Family	Genus + Species	Гены 2017	2017	1989- 2014		18S рPHK	16S рPHK	COI	rbcL
VN	Animalia	Arthropoda	Branchiopoda	Anomopoda	Macrotrichidae	Macrotrix laticornis			*					
S	Animalia	Arthropoda	Branchiopoda	Anomopoda	Macrotrichidae	Acantholeberis curvirostris	*			o	157154071			
S	Animalia	Arthropoda	Branchiopoda	Anomopoda	Moinidae	Moina brachiata			*			374351578		
N	Animalia	Arthropoda	Branchiopoda	Anomopoda	Moinidae	Moina macrocopa			*			300885394		
SN	Animalia	Arthropoda	Branchiopoda	Anomopoda	Moinidae	Moina micrura			*			1067280279		
S	Animalia	Arthropoda	Branchiopoda	Cladocera		Rhynchotalona rostrata		*						
VSN	Animalia	Arthropoda	Branchiopoda	Ctenopoda	Sididae	Diaphanosoma brachyurum		*				127951355		
S	Animalia	Arthropoda	Branchiopoda	Ctenopoda	Sididae	Diaphanosoma mongolianum			*			1355425969		
VSN	Animalia	Arthropoda	Branchiopoda	Ctenopoda	Sididae	Diaphanosoma orghidani			*			1355426065		
VS	Animalia	Arthropoda	Branchiopoda	Ctenopoda	Sididae	Sida crystallina	*			o	157154093	1502977497		
VSN	Animalia	Arthropoda	Branchiopoda	Haplopoda	Leptodoridae	Leptodora kindtii	*		*	o-b	7208202	315620059		
V	Animalia	Arthropoda	Branchiopoda	Haplopoda	Polyphemidae	Polyphemus pediculus		*	*		127951234	284807250		
S	Animalia	Arthropoda	Branchiopoda	Notostraca	Triopsidae	Triops cancriformis	*				172072967			
S	Animalia	Arthropoda	Branchiopoda	Spinicaudata	Limnadiidae	Limnadia lenticularis	*					FJ499183		
S	Animalia	Arthropoda	Branchiopoda	Spinicaudata	Limnadiidae	Limnadia nipponica	*					FJ499186		
N	Animalia	Arthropoda	Insecta	Coleoptera	Halplidae	Hyphyrus ovatus			*		22796395	371803781		
S	Animalia	Arthropoda	Insecta	Diptera	Cecidomyiidae	Sitodiplosis mosellana	*					FN868641		
V	Animalia	Arthropoda	Insecta	Diptera	Chironomidae	Chironomus dorsalis			*		109729882	367466369		
V	Animalia	Arthropoda	Insecta	Diptera	Chironomidae	Chironomus plumosus			*			332100394		
V	Animalia	Arthropoda	Insecta	Diptera	Chironomidae	Cladotanytarsus mancus			*					
V	Animalia	Arthropoda	Insecta	Diptera	Chironomidae	Endochironomus albipennis			*			1148880914		
V	Animalia	Arthropoda	Insecta	Diptera	Chironomidae	Glyptotendipes gripekoveni			*			JN016844		
V	Animalia	Arthropoda	Insecta	Diptera	Chironomidae	Orthocladius gr.saxicola			*					
V	Animalia	Arthropoda	Insecta	Diptera	Chironomidae	Polypedilum convictum			*			304279032		
V	Animalia	Arthropoda	Insecta	Diptera	Chironomidae	Polypedilum nubeculosum			*			442564622		
V	Animalia	Arthropoda	Insecta	Diptera	Chironomidae	Tanytus vilipennis			*					
V	Animalia	Arthropoda	Insecta	Diptera	Culicidae	Anopheles atroparvus	*					KT382817		
N	Animalia	Arthropoda	Insecta	Diptera	Culicidae	Anopheles epiroticus	*					KT382821		
S	Animalia	Arthropoda	Insecta	Diptera	Culicidae	Anopheles pursati	*					AB826082		
S	Animalia	Arthropoda	Insecta	Diptera	Culicidae	Anopheles subpictus	*					JN832672		
V	Animalia	Arthropoda	Insecta	Diptera	Stratiomyidae	Odontomyia ornata			*					
V	Animalia	Arthropoda	Insecta	Diptera	Tabanidae	Tabanus bromius	*					HM132118		
N	Animalia	Arthropoda	Insecta	Ephemeroptera	Baetidae	Baetis harrisoni	*					HM636933		
V	Animalia	Arthropoda	Insecta	Ephemeroptera	Baetidae	Baetis phoebus	*					JQ662065		
S	Animalia	Arthropoda	Insecta	Ephemeroptera	Baetidae	Baetis rhodani			*			1028045019		
S	Animalia	Arthropoda	Insecta	Ephemeroptera	Baetidae	Baetis vardarensis	*					JN164295		
V	Animalia	Arthropoda	Insecta	Ephemeroptera	Baetidae	Centroptilum luteolum			*		22854861	301036669		
V	Animalia	Arthropoda	Insecta	Ephemeroptera	Baetidae	Cloeon dipterum			*		22854859	558262178		
S	Animalia	Arthropoda	Insecta	Ephemeroptera	Baetidae	Neocloeon triangulifer	*				306495835			
V	Animalia	Arthropoda	Insecta	Ephemeroptera	Caenidae	Caenis horaria			*			305695686		
V	Animalia	Arthropoda	Insecta	Hemiptera	Corixidae	Sigara falleni			*			313489062		
S	Animalia	Arthropoda	Insecta	Hemiptera	Mesoveliidae	Mesovelia vittigera	*					JQ362945		
V	Animalia	Arthropoda	Insecta	Hemiptera	Naucoridae	Ilyocoris cimicoides			*			334351290		
VN	Animalia	Arthropoda	Insecta	Hemiptera	Nepidae	Nepa cinerea			*		1240405722	301036659		
V	Animalia	Arthropoda	Insecta	Hemiptera	Nepidae	Ranatra linearis			*			299019245		
V	Animalia	Arthropoda	Insecta	Megaloptera	Sialidae	Sialis lutaria			*			345034274		
V	Animalia	Arthropoda	Insecta	Odonata	Aeschnidae	Aeschna juncea			*		22854841	331127386		
VS	Animalia	Arthropoda	Insecta	Odonata	Coenagrionidae	Enallagma cyathigerum			*		22854847	305695668		
S	Animalia	Arthropoda	Insecta	Orthoptera	Gryllidae	Euscirtus japonicus	*				807014001			
N	Animalia	Arthropoda	Insecta	Orthoptera	Tristiridae	Tristrida magellanica	*				807013887			

Озера Кабан	Таксономия						Наличие видов*			Сан- робн ость	Гены / Номер GenBank			
	Kingdom	Phylum	Class	Order	Family	Genus + Species	Гены 2017	2017	1989- 2014		18S рPHK	16S рPHK	COI	rbcL
N	Animalia	Arthropoda	Malacostraca	Amphipoda	Gammaridae	Gammarus roeseli	*			b			EF570337	
V	Animalia	Arthropoda	Malacostraca	Amphipoda	Metacrangonyctidae	Metacrangonyx longicaudus	*						HE860509	
S	Animalia	Arthropoda	Malacostraca	Decapoda	Cambaridae	Faxonius perfectus	*						AY701209	
S	Animalia	Arthropoda	Malacostraca	Decapoda	Cambaridae	Faxonius sanbornii	*						KU239995	
N	Animalia	Arthropoda	Malacostraca	Decapoda	Cambaridae	Procamburus clarkii	*						KT036444	
VN	Animalia	Arthropoda	Malacostraca	Isopoda	Asellidae	Asellus aquaticus			*		15963472		42602170	
VSN	Animalia	Arthropoda	Maxillopoda	Calaniformes	Diaptomidae	Arctodiaptomus cf.stephanidesi	*				418206700		JX945135	
N	Animalia	Arthropoda	Maxillopoda	Calaniformes	Diaptomidae	Arctodiaptomus dorsalis	*				37811484			
VSN	Animalia	Arthropoda	Maxillopoda	Calaniformes	Diaptomidae	Eudiaptomus gracilis			*		37811485		91983272	
VSN	Animalia	Arthropoda	Maxillopoda	Calaniformes	Diaptomidae	Eudiaptomus graciloides	*		*	o	682124614		682124615	
N	Animalia	Arthropoda	Maxillopoda	Cyclopiformes	Cyclopidae	Acanthocyclops americanus	*						KC016146	
V	Animalia	Arthropoda	Maxillopoda	Cyclopiformes	Cyclopidae	Acanthocyclops robustus			*		1476412971		429126294	
VN	Animalia	Arthropoda	Maxillopoda	Cyclopiformes	Cyclopidae	Acanthocyclops venustus			*					
VSN	Animalia	Arthropoda	Maxillopoda	Cyclopiformes	Cyclopidae	Acanthocyclops vernalis			*		49615299		429126308	
VSN	Animalia	Arthropoda	Maxillopoda	Cyclopiformes	Cyclopidae	Acanthocyclops viridis	*				54401768			
VSN	Animalia	Arthropoda	Maxillopoda	Cyclopiformes	Cyclopidae	Cyclops furcifer			*					
VSN	Animalia	Arthropoda	Maxillopoda	Cyclopiformes	Cyclopidae	Cyclops insignis	*		*	o-b	296434375		480306564	
VSN	Animalia	Arthropoda	Maxillopoda	Cyclopiformes	Cyclopidae	Cyclops kolensis	*		*		164605285		1729913841	
VS	Animalia	Arthropoda	Maxillopoda	Cyclopiformes	Cyclopidae	Cyclops lacustris			*		984294777			
VSN	Animalia	Arthropoda	Maxillopoda	Cyclopiformes	Cyclopidae	Cyclops strenuus			*		984294783		480306566	
VSN	Animalia	Arthropoda	Maxillopoda	Cyclopiformes	Cyclopidae	Cyclops vicinus		*	*		984294780		1729913849	
N	Animalia	Arthropoda	Maxillopoda	Cyclopiformes	Cyclopidae	Diacyclops bisetosus			*		440352685			
SN	Animalia	Arthropoda	Maxillopoda	Cyclopiformes	Cyclopidae	Ectocyclops phaleratus			*				1004170348	
VS	Animalia	Arthropoda	Maxillopoda	Cyclopiformes	Cyclopidae	Ectocyclops polyspinosus	*				121487599			
VSN	Animalia	Arthropoda	Maxillopoda	Cyclopiformes	Cyclopidae	Eucyclops macrurus		*						
VSN	Animalia	Arthropoda	Maxillopoda	Cyclopiformes	Cyclopidae	Eucyclops serrulatus		*						
VS	Animalia	Arthropoda	Maxillopoda	Cyclopiformes	Cyclopidae	Eucyclops speratus			*					
VSN	Animalia	Arthropoda	Maxillopoda	Cyclopiformes	Cyclopidae	Macrocyclus albidus			*		121487597		532810817	
SN	Animalia	Arthropoda	Maxillopoda	Cyclopiformes	Cyclopidae	Macrocyclus distinctus			*				532810815	
SN	Animalia	Arthropoda	Maxillopoda	Cyclopiformes	Cyclopidae	Macrocyclus fuscus			*		1004168819			
VSN	Animalia	Arthropoda	Maxillopoda	Cyclopiformes	Cyclopidae	Megacyclops viridis			*		1004168826		1729913857	
VSN	Animalia	Arthropoda	Maxillopoda	Cyclopiformes	Cyclopidae	Mesocyclops leuckarti	*		*	o	256807776		KF357729	
SN	Animalia	Arthropoda	Maxillopoda	Cyclopiformes	Cyclopidae	Metacyclops gracilis			*					
V	Animalia	Arthropoda	Maxillopoda	Cyclopiformes	Cyclopidae	Paracyclops cf. fimbriatus			*		1004170329		908309846	
VSN	Animalia	Arthropoda	Maxillopoda	Cyclopiformes	Cyclopidae	Thermocyclops crassus	*	*	*		1004170330		KF357726	
V	Animalia	Arthropoda	Maxillopoda	Cyclopiformes	Cyclopidae	Thermocyclops dybowskii			*					
VSN	Animalia	Arthropoda	Maxillopoda	Cyclopiformes	Cyclopidae	Thermocyclops oithonoides	*		*	o			KF357725	
V	Animalia	Chordata		Cypriniformes	Cobitidae	Misgurnus fossilis			*					
VS	Animalia	Chordata		Cypriniformes	Cyprinidae	Abramis brama			*					
SN	Animalia	Chordata		Cypriniformes	Cyprinidae	Alburnus alburnus			*					
VS	Animalia	Chordata		Cypriniformes	Cyprinidae	Blicca bjoerkna			*					
VSN	Animalia	Chordata		Cypriniformes	Cyprinidae	Carassius auratus			*					
VSN	Animalia	Chordata		Cypriniformes	Cyprinidae	Carassius carassius			*					
VSN	Animalia	Chordata		Cypriniformes	Cyprinidae	Cyprinus carpio			*					
VSN	Animalia	Chordata		Cypriniformes	Cyprinidae	Leucaspius delineatus			*					
VSN	Animalia	Chordata		Cypriniformes	Cyprinidae	Rutilus rutilus			*					
SN	Animalia	Chordata		Cypriniformes	Cyprinidae	Scardinius erythrophthalmus			*					
V	Animalia	Chordata		Cypriniformes	Cyprinidae	Tinca tinca			*					
VS	Animalia	Chordata		Esociformes	Esocidae	Esox lucius			*					
V	Animalia	Chordata		Gadiformes	Lotidae	Lota lota			*					

Озера Кабан	Таксономия						Наличие видов*			Сап- робн ость	Гены / Номер GenBank			
	Kingdom	Phylum	Class	Order	Family	Genus + Species	Гены 2017	2017	1989- 2014		18S рPHK	16S рPHK	COI	rbcL
V	Animalia	Chordata		Gobiiformes	Odontobutidae	Percottus glehni			*					
V	Animalia	Chordata		Perciformes	Percidae	Gymnocephalus cernua			*					
VSN	Animalia	Chordata		Perciformes	Percidae	Perca fluviatilis			*					
V	Animalia	Chordata		Perciformes	Percidae	Sander lucioperca			*					
V	Animalia	Chordata		Siluriformes	Siluridae	Silurus glanis			*					
VS	Animalia	Cnidaria	Hydrozoa	Anthoathecata	Hydridae	Hydra vulgaris	*					LC053811		
N	Animalia	Hemichordata	Enteropneusta		Ptychoderidae	Ptychodera flava	*			820687561				
S	Animalia	Mollusca	Bivalvia	Unionoidea	Unionidae	Sinanodonta woodiana		*				KM272949		
VS	Animalia	Mollusca	Bivalvia	Veneroidea	Dreissenidae	Dreissena polymorpha			*	18026359		148872833		
V	Animalia	Mollusca	Bivalvia	Veneroidea	Sphaeriidae	Pisidium amnicum		*				1115561809		
V	Animalia	Mollusca	Bivalvia	Veneroidea	Sphaeriidae	Pisidium henslovanum			*					
V	Animalia	Mollusca	Bivalvia	Veneroidea	Sphaeriidae	Sphaerium rivicola			*					
SN	Animalia	Mollusca	Gastropoda	Architaenioglossa	Viviparidae	Bellamyia aeruginosa	*					KP150612		
N	Animalia	Mollusca	Gastropoda	Architaenioglossa	Viviparidae	Cipangopaludina cathayensis	*					KM503121		
V	Animalia	Mollusca	Gastropoda	Architaenioglossa	Viviparidae	Viviparus contetus			*	167614102		167614124		
V	Animalia	Mollusca	Gastropoda	Architaenioglossa	Viviparidae	Viviparus viviparus			*	1570105173		1227151853		
S	Animalia	Mollusca	Gastropoda	Littorinimorpha	Hydrobiidae	Trochidobia smithi	*					JQ247133		
V	Animalia	Mollusca	Gastropoda		Lymnaeidae	Ampullaceana balthica		*				1439508679		
VS	Animalia	Mollusca	Gastropoda		Lymnaeidae	Galba truncatula			*	1869959		748945030		
S	Animalia	Mollusca	Gastropoda		Lymnaeidae	Lymnaea auriculata			*					
VSN	Animalia	Mollusca	Gastropoda		Lymnaeidae	Lymnaea stagnalis			*	2143269		356934893		
V	Animalia	Mollusca	Gastropoda		Lymnaeidae	Omphiscola glabra			*	1869942		354951515		
V	Animalia	Mollusca	Gastropoda		Lymnaeidae	Radix peregra		*		1869950		356934873		
S	Animalia	Mollusca	Gastropoda		Melanopsidae	Microcolpia daudebartii	*					FJ652188		
V	Animalia	Mollusca	Gastropoda		Physidae	Physa taslei			*					
V	Animalia	Mollusca	Gastropoda		Planorbidae	Anisus contortus			*					
VN	Animalia	Mollusca	Gastropoda		Planorbidae	Anisus vortex			*					
V	Animalia	Mollusca	Gastropoda		Planorbidae	Planorbarius corneus			*	354951459		33590414		
S	Animalia	Mollusca	Gastropoda		Planorbidae	Planorbarius grandis			*					
VSN	Animalia	Mollusca	Gastropoda		Planorbidae	Planorbis planorbis			*					
V	Animalia	Mollusca	Gastropoda		Valvatidae	Valvata piscinalis			*	273160076		1316018838		
S	Animalia	Platyhelminthes	Monogenea	Gyrodactylidea	Gyrodactylidae	Gyrodactylus lucii	*					EF446756		
V	Animalia	Platyhelminthes	Trematoda	Plagiorchiida	Lecithasteridae	Hysteroleithoides guangdongensis	*			310768863				
N	Animalia	Rotifera	Eurotatoria	Bdelloidea	Adinetidae	Adineta vaga	*					JX184001		
N	Animalia	Rotifera	Eurotatoria	Bdelloidea	Adinetidae	Bradyscela clauda	*					EF173179		
N	Animalia	Rotifera	Eurotatoria	Bdelloidea	Philodinidae	Macrotrachela papillosa	*					KM043196		
VS	Animalia	Rotifera	Eurotatoria	Bdelloidea	Philodinidae	Macrotrachela quadricornifera	*			o		JX184004		
V	Animalia	Rotifera	Eurotatoria	Bdelloidea	Philodinidae	Philodina citrina	*			o		FR856884		
VSN	Animalia	Rotifera	Eurotatoria	Bdelloidea	Philodinidae	Philodina megalotrocha	*			o-b		JQ309180		
N	Animalia	Rotifera	Eurotatoria	Bdelloidea	Philodinidae	Pleuretra hystrix	*					KM043204		
N	Animalia	Rotifera	Eurotatoria	Bdelloidea	Philodinidae	Rotaria rotatoria	*					EU499851		
S	Animalia	Rotifera	Eurotatoria	Flosculariacea	Filiniidae	Filinia longiseta	*				83655527			
V	Animalia	Rotifera	Eurotatoria	Flosculariacea	Flosculariidae	Lacinularia flosculosa	*			o-b	757957295			
S	Animalia	Rotifera	Eurotatoria	Flosculariacea	Flosculariidae	Lacinularoides coloniensis	*				757957296			
S	Animalia	Rotifera	Eurotatoria	Flosculariacea	Flosculariidae	Lacinularoides flosculosa	*				757957295			
S	Animalia	Rotifera	Eurotatoria	Flosculariacea	Flosculariidae	Ptygura beauchampi	*				757957302			
S	Animalia	Rotifera	Eurotatoria	Flosculariacea	Flosculariidae	Ptygura libera	*				83285077			
VS	Animalia	Rotifera	Eurotatoria	Flosculariacea	Flosculariidae	Sinantharina semibullata	*				757957304			

Озера Кабан	Таксономия						Наличие видов*			Сам- робн ость	Гены / Номер GenBank			
	Kingdom	Phylum	Class	Order	Family	Genus + Species	Гены 2017	2017	1989- 2014		18S рPHK	16S рPHK	COI	rbcL
N	Animalia	Rotifera	Eurotatoria	Flosculariacea	Testudinellidae	Testudinella clypeata	*					JN809460		
S	Animalia	Rotifera	Eurotatoria	Flosculariacea	Testudinellidae	Testudinella patinadendradena	*		*		757957307			
VS	Animalia	Rotifera	Eurotatoria	Flosculariacea	Conochilidae	Conochilus unicornis			*		757957291		1189355075	
VSN	Animalia	Rotifera	Eurotatoria	Flosculariacea	Filinidae	Filinia longiseta			*		83655527		1199301943	
N	Animalia	Rotifera	Eurotatoria	Flosculariacea	Filinidae	Filinia terminalis			*					
N	Animalia	Rotifera	Eurotatoria	Flosculariacea	Testudinellidae	Testudinella patina		*			757957307		401880483	
VS	Animalia	Rotifera	Eurotatoria	Saepthiramide	Synchaetidae	Ploesoma hudsoni		*						
S	Animalia	Rotifera	Eurotatoria	Transversiramide	Asplanchnidae	Asplanchna cf sieboldi	*				o-b		JX216495	
VSN	Animalia	Rotifera	Eurotatoria	Transversiramide	Asplanchnidae	Asplanchna girodi			*				91156	
N	Animalia	Rotifera	Eurotatoria	Transversiramide	Asplanchnidae	Asplanchna herricki			*					
VSN	Animalia	Rotifera	Eurotatoria	Transversiramide	Asplanchnidae	Asplanchna priodonta			*					
S	Animalia	Rotifera	Eurotatoria	Transversiramide	Asplanchnidae	Asplanchna sieboldi			*					
VSN	Animalia	Rotifera	Eurotatoria	Transversiramide	Brachionidae	Brachionus angularis			*			694191697	401879875	
VSN	Animalia	Rotifera	Eurotatoria	Transversiramide	Brachionidae	Brachionus calyciflorus	*		*		b-a	478683559	JX463650	
VSN	Animalia	Rotifera	Eurotatoria	Transversiramide	Brachionidae	Brachionus diversicornis			*				398257985	
SN	Animalia	Rotifera	Eurotatoria	Transversiramide	Brachionidae	Brachionus macracanthus	*						DQ664502	
V	Animalia	Rotifera	Eurotatoria	Transversiramide	Brachionidae	Brachionus plicatilis	*				b		AY218091	
VSN	Animalia	Rotifera	Eurotatoria	Transversiramide	Brachionidae	Brachionus quadridentatus		*	*				1009658420	
V	Animalia	Rotifera	Eurotatoria	Transversiramide	Brachionidae	Brachionus rubens	*		*		a	694191694	KJ489418	
N	Animalia	Rotifera	Eurotatoria	Transversiramide	Brachionidae	Brachionus sessilis	*						KM051932	
SN	Animalia	Rotifera	Eurotatoria	Transversiramide	Brachionidae	Brachionus urceus							KY091166	
VSN	Animalia	Rotifera	Eurotatoria	Transversiramide	Brachionidae	Euchlanis dilatata		*	*			37788163	320564689	
VSN	Animalia	Rotifera	Eurotatoria	Transversiramide	Brachionidae	Euchlanis oropha			*					
VSN	Animalia	Rotifera	Eurotatoria	Transversiramide	Brachionidae	Euchlanis triquetra			*					
VSN	Animalia	Rotifera	Eurotatoria	Transversiramide	Brachionidae	Kellicottia longispina			*					
VSN	Animalia	Rotifera	Eurotatoria	Transversiramide	Brachionidae	Keratella cochlearis	*	*	*		b-o	259090060	KC618815	
VSN	Animalia	Rotifera	Eurotatoria	Transversiramide	Brachionidae	Keratella quadrata			*			1039018963	30269156	
VS	Animalia	Rotifera	Eurotatoria	Transversiramide	Brachionidae	Keratella testudo			*					
S	Animalia	Rotifera	Eurotatoria	Transversiramide	Brachionidae	Keratella valga			*				398258041	
S	Animalia	Rotifera	Eurotatoria	Transversiramide	Brachionidae	Mytilina mucronata			*			83285096	83285148	
VSN	Animalia	Rotifera	Eurotatoria	Transversiramide	Brachionidae	Mytilina ventralis			*			83285097	187475741	
VSN	Animalia	Rotifera	Eurotatoria	Transversiramide	Brachionidae	Notholca acuminata			*			37788162	313491534	
VSN	Animalia	Rotifera	Eurotatoria	Transversiramide	Brachionidae	Notholca squamula		*						
VSN	Animalia	Rotifera	Eurotatoria	Transversiramide	Brachionidae	Platyas quadricornis		*	*			83285101	320564699	
V	Animalia	Rotifera	Eurotatoria	Transversiramide	Dicranophoridae	Dicranophorus forcipatus	*				o-b	83285082		
V	Animalia	Rotifera	Eurotatoria	Transversiramide	Gastropidae	Ascomorpha ecaudis			*				514884224	
VS	Animalia	Rotifera	Eurotatoria	Transversiramide	Gastropidae	Ascomorpha ovalis	*					83285079		
N	Animalia	Rotifera	Eurotatoria	Transversiramide	Lecanidae	Lecane bulla	*						EU188927	
VSN	Animalia	Rotifera	Eurotatoria	Transversiramide	Lecanidae	Lecane luna		*	*				167842617	
VSN	Animalia	Rotifera	Eurotatoria	Transversiramide	Lecanidae	Lecane lunaris			*					
S	Animalia	Rotifera	Eurotatoria	Transversiramide	Lecanidae	Lecane quadridentata			*				401880351	
S	Animalia	Rotifera	Eurotatoria	Transversiramide	Lepadellidae	Lepadella patella			*			37788164	401880389	
S	Animalia	Rotifera	Eurotatoria	Transversiramide	Lepadellidae	Lepadella rhomboides	*				o	83285090		
VSN	Animalia	Rotifera	Eurotatoria	Transversiramide	Synchaetidae	Polyarthra dolichoptera		*	*				379996021	
VN	Animalia	Rotifera	Eurotatoria	Transversiramide	Synchaetidae	Polyarthra euryptera			*					
VSN	Animalia	Rotifera	Eurotatoria	Transversiramide	Synchaetidae	Polyarthra major			*					
N	Animalia	Rotifera	Eurotatoria	Transversiramide	Synchaetidae	Polyarthra remata	*						DQ297789	
VSN	Animalia	Rotifera	Eurotatoria	Transversiramide	Synchaetidae	Polyarthra vulgaris			*				625294196	
VS	Animalia	Rotifera	Eurotatoria	Transversiramide	Synchaetidae	Synchaeta pectinata			*			917655947	1368661007	
V	Animalia	Rotifera	Eurotatoria	Transversiramide	Synchaetidae	Synchaeta stylata			*					

Озера Кабан	Таксономия						Наличие видов*			Сам- робн ость	Гены / Номер GenBank			
	Kingdom	Phylum	Class	Order	Family	Genus + Species	Гены 2017	2017	1989- 2014		18S рPHK	16S рPHK	COI	rbcL
VS	Animalia	Rotifera	Eurotatoria	Transversiramida	Trichocercidae	Trichocerca capucina			*			401880493		
V	Animalia	Rotifera	Eurotatoria	Transversiramida	Trichocercidae	Trichocerca cf capucina	*			o		JX216815		
V	Animalia	Rotifera	Eurotatoria	Transversiramida	Trichocercidae	Trichocerca cylindrica			*					
V	Animalia	Rotifera	Eurotatoria	Transversiramida	Trichocercidae	Trichocerca elongata	*	*		o	83285109			
VSN	Animalia	Rotifera	Eurotatoria	Transversiramida	Trichocercidae	Trichocerca longiseta			*			401880501		
VSN	Animalia	Rotifera	Eurotatoria	Transversiramida	Trichocercidae	Trichocerca pusilla			*					
V	Animalia	Rotifera	Eurotatoria	Transversiramida	Trichocercidae	Trichocerca rattus			*		83285110	83285172		
VN	Animalia	Rotifera	Eurotatoria	Transversiramida	Trichocercidae	Trichocerca similis			*			1199301977		
V	Animalia	Rotifera	Eurotatoria	Transversiramida	Trichotriidae	Trichotria pocillum			*					
VN	Chromista	Apicomplexa	Aconoidasida	Achromatorida		Cardiosporidium cionae	*				158323703			
V	Chromista	Apicomplexa	Aconoidasida	Piroplasmida	Babesiidae	Babesia microti	*				1002877333			
V	Chromista	Apicomplexa	Aconoidasida	Piroplasmida	Theileriidae	Theileria cervi	*				56549737			
V	Chromista	Apicomplexa	Aconoidasida	Piroplasmida	Theileriidae	Theileria equi	*				691194481			
V	Chromista	Apicomplexa	Conoidasida	Eucoccidiorida	Adeleidae	Adelina dimidiata	*				73623567			
V	Chromista	Apicomplexa	Conoidasida	Eucoccidiorida	Cryptosporidiidae	Cryptosporidium muris	*				3873251			
V	Chromista	Apicomplexa	Conoidasida	Eucoccidiorida	Eimeriidae	Eimeria acervulina	*				121648181			
V	Chromista	Apicomplexa	Conoidasida	Eucoccidiorida	Eimeriidae	Eimeria leucisci	*				328460774			
N	Chromista	Apicomplexa	Conoidasida	Eucoccidiorida	Eimeriidae	Eimeria nieschulzi	*				1173857			
V	Chromista	Apicomplexa	Conoidasida	Eucoccidiorida	Eimeriidae	Eimeria ranae	*				197724410			
V	Chromista	Bigyra	Bikosea	Bicosoecida	Bicosoecidae	Bicosoeca kenaiensis	*				749396754			
N	Chromista	Bigyra	Bikosea	Bicosoecida	Paramonadidae	Paramonas globosa	*				48762857			
V	Chromista	Bigyra	Bikosea	Bicosoecida	Siluanida	Siluania monomastiga	*				3335210			
VSN	Chromista	Bigyra	Bikosea	Bicosoecida		Nerada mexicana	*				48762858			
V	Chromista	Bigyra	Labyrinthulomycetes	Thraustochytrida	Sorodiplophryidae	Sorodiplophrys stercorea	*				1000926255			
V	Chromista	Cercozoa	Proteomyxidea	Aconchulinida	Vampyrellidae	Vampyrella lateritia	*				378734995			
N	Chromista	Cercozoa	Sarcomonadea	Sarcomonadida	Cercomonadidae	Cercomonas rapida	*				262262801			
N	Chromista	Cercozoa	Sarcomonadea	Cercomonadida	Cercomonadidae	Massisteria voersi	*				777850757			
VS	Chromista	Cercozoa	Thecofilosea	Tectofilosida	Pseudodifflugidae	Pseudodifflugia cf. gracilis	*				18077599			
S	Chromista	Cercozoa		Vampyrellida	Leptophryidae	Platyreta germanica	*				62903120			
V	Chromista	Ciliophora	Colpodea	Bryometopida	Bryometopidae	Bryometopus triquetrus	*				675304917			
N	Chromista	Ciliophora	Heterotrichea	Heterotrichida	Condylostomatidae	Linostomella vorticella			*					
V	Chromista	Ciliophora	Litostomatea	Entodiniomorphida	Blepharocorythidae	Blepharocorys curviqua	*				269246308			
N	Chromista	Ciliophora	Litostomatea	Haptorida	Didiniidae	Didinium nasutum			*					
V	Chromista	Ciliophora	Litostomatea	Haptorida	Enchelyidae	Enchelys gasterosteus	*				324499387			
S	Chromista	Ciliophora	Litostomatea	Pleurostomatida	Amphileptidae	Amphileptus dragescoi	*				695131936			
S	Chromista	Ciliophora	Litostomatea	Pleurostomatida	Litonotidae	Acineria incurvata	*			p	645759758			
VS	Chromista	Ciliophora	Litostomatea	Vestibuliferida	Pycnotrichidae	Buxtonella sulcata	*				459351582			
V	Chromista	Ciliophora	Nassophorea	Nassulida	Nassulidae	Nassula labiata	*				558697254			
V	Chromista	Ciliophora	Oligohymenophorea	Philasterida	Cohnilembidae	Porpostoma notata	*				306032968			
V	Chromista	Ciliophora	Oligohymenophorea	Philasterida	Orchitophryidae	Paranophrys magna	*				430737142			
V	Chromista	Ciliophora	Oligohymenophorea	Philasterida	Philasteridae	Dextrichides pangi	*				28974302			
S	Chromista	Ciliophora	Oligohymenophorea	Philasterida	Uronematidae	Uronema heteromarinum	*				270047909			
V	Chromista	Ciliophora	Oligohymenophorea	Pleuronematida	Cyclidiidae	Protocyclidium sinica	*				514076830			
V	Chromista	Ciliophora	Oligohymenophorea	Sessilida	Astylozooidae	Astylozoon enriquesi	*				17223768			
V	Chromista	Ciliophora	Oligohymenophorea	Sessilida	Epistylidae	Epistylis chorelligerum	*				699360684			
V	Chromista	Ciliophora	Oligohymenophorea	Sessilida	Opisthnectidae	Telotrochidium matiense	*				157367079			
VN	Chromista	Ciliophora	Oligohymenophorea	Sessilida	Vorticellidae	Vorticella aequilata	*			p	363412175			
N	Chromista	Ciliophora	Oligohymenophorea	Sessilida	Vorticellidae	Vorticella conochile			*					
VS	Chromista	Ciliophora	Oligohymenophorea	Sessilida	Vorticellidae	Vorticella gracilis	*				1002824136			
VS	Chromista	Ciliophora	Oligohymenophorea	Sessilida	Vorticellidae	Vorticella mayeri	*			b	1002824137			

Озера Кабан	Таксономия						Наличие видов*			Сам- робн ость	Гены / Номер GenBank			
	Kingdom	Phylum	Class	Order	Family	Genus + Species	Гены 2017	2017	1989- 2014		18S рPHK	16S рPHK	COI	rbcL
V	Chromista	Ciliophora	Oligohymenophorea	Sessilida	Zoothamniidae	Myoschiston cf. duplicatum	*						381149199	
N	Chromista	Ciliophora	Oligohymenophorea	Sessilida	Zoothamniidae	Zoothamnium arbuscula			*					
V	Chromista	Ciliophora	Oligohymenophorea	Sessilida	Zoothamniidae	Zoothamnium pluma	*						110294735	
V	Chromista	Ciliophora	Phyllopharyngea	Cyrtophorida	Chilodonellidae	Chilodonella acuta	*						588494198	
V	Chromista	Ciliophora	Phyllopharyngea	Cyrtophorida	Chilodonellidae	Chilodonella parauncinata	*						693735214	
V	Chromista	Ciliophora	Phyllopharyngea	Cyrtophorida	Chilodonellidae	Trithigmostoma cucullulus	*						290581700	
VSN	Chromista	Ciliophora	Prostomatea	Prorodontida	Colepidae	Coleps hirtus	*		*	b-a			4090657	
V	Chromista	Ciliophora	Prostomatea	Prorodontida	Colepidae	Plagiopogon loricatus	*						514076798	
N	Chromista	Ciliophora	Prostomatea	Prorodontida	Holophryidae	Bursellopsis truncate			*					
V	Chromista	Ciliophora	Prostomatea	Prorodontida	Placidae	Placus salinus	*						558697259	
N	Chromista	Ciliophora	Spirotrichea	Euplotida	Euplotidae	Euplotes aediculatus	*						1518648793	
N	Chromista	Ciliophora	Spirotrichea	Euplotida	Euplotidae	Euplotes eurytomus	*						16943647	
N	Chromista	Ciliophora	Spirotrichea	Euplotida	Euplotidae	Euplotes octocarinatus	*						16943645	
N	Chromista	Ciliophora	Spirotrichea	Oligotrichia	Strombidiidae	Limnostrombidium viride			*					
N	Chromista	Ciliophora	Spirotrichea	Sporodotrichida	Halteriidae	Halteria grandis			*					
V	Chromista	Ciliophora	Spirotrichea	Sporodotrichida	Oxytrichidae	Kleinstyla dorsicirrata	*						471272487	
S	Chromista	Ciliophora	Spirotrichea	Sporodotrichida	Oxytrichidae	Oxytricha granulifera	*						429464710	
V	Chromista	Ciliophora	Spirotrichea	Sporodotrichida	Oxytrichidae	Urosomoida agilis	*						674781142	
S	Chromista	Ciliophora	Spirotrichea	Stichotrichida	Amphisiellidae	Amphisiella candida	*						404425658	
VSN	Chromista	Ciliophora	Spirotrichea	Stichotrichida	Schmidingerotrichidae	Schmidingerotrix salina	*						270047894	
VSN	Chromista	Ciliophora	Spirotrichea	Stichotrichida	Spirofilidae	Strongylidium orientale	*						443469159	
N	Chromista	Ciliophora	Spirotrichea	Stichotrichida	Spirofilidae	Urospinula succisa	*						530549981	
N	Chromista	Ciliophora	Spirotrichea	Stichotrichida	Strobilididae	Strobilidium velox			*					
VSN	Chromista	Ciliophora	Spirotrichea	Tintinnida	Codonellidae	Tintinnopsis subacuta	*						372198417	
VN	Chromista	Ciliophora	Spirotrichea	Tintinnida	Rhabdonellidae	Schmidingerella arcuata	*						403084464	
VSN	Chromista	Ciliophora	Spirotrichea	Tintinnida	Tintinnidae	Tintinnidium fluviatile	*		*	o-b			388540836	
S	Chromista	Ciliophora	Spirotrichea	Urostylida	Holostichidae	Anteholosticha gracilis	*						224579097	
V	Chromista	Ciliophora	Spirotrichea	Urostylida	Pseudokeronopsidae	Apokeronopsis crassa	*						404425838	
SN	Chromista	Ciliophora	Spirotrichea	Urostylida	Urostylidae	Ucinata gigantea	*						827027137	
VS	Chromista	Ciliophora	Spirotrichea	Urostylida	Urostylidae	Urostyla grandis	*			a-b			822576503	
V	Chromista	Ciliophora	Spirotrichea	Urostylida		Monocoronella carnea	*						224579099	
S	Chromista	Ciliophora	Spirotrichea		Tontoniidae	Pseudotontonia simplicidens	*						343456246	
N	Chromista	Cryptophyta	Cryptophyceae	Cryptomonadales	Cryptomonadaceae	Cryptomonas borealis	*						78183185	
VSN	Chromista	Cryptophyta	Cryptophyceae	Cryptomonadales	Cryptomonadaceae	Cryptomonas curvata	*			b			1003585960	
VN	Chromista	Cryptophyta	Cryptophyceae	Cryptomonadales	Cryptomonadaceae	Cryptomonas erosa			*	b			78183227	
V	Chromista	Cryptophyta	Cryptophyceae	Cryptomonadales	Cryptomonadaceae	Cryptomonas lundii	*						78183193	
V	Chromista	Cryptophyta	Cryptophyceae	Cryptomonadales	Cryptomonadaceae	Cryptomonas marssonii	*						78183197	
V	Chromista	Cryptophyta	Cryptophyceae	Cryptomonadales	Cryptomonadaceae	Cryptomonas ovata	*						78183199	
V	Chromista	Cryptophyta	Cryptophyceae	Cryptomonadales	Cryptomonadaceae	Cryptomonas ozolini	*						529274331	
VSN	Chromista	Cryptophyta	Cryptophyceae	Cryptomonadales	Cryptomonadaceae	Cryptomonas pyrenoidifera	*						567774859	
N	Chromista	Cryptophyta	Cryptophyceae	Cryptomonadales	Cryptomonadaceae	Cryptomonas reflexa	*						529274320	
VN	Chromista	Cryptophyta	Cryptophyceae	Cryptomonadales	Cryptomonadaceae	Cryptomonas rostrata			*					
VN	Chromista	Cryptophyta	Cryptophyceae	Cryptomonadales	Cryptomonadaceae	Cryptomonas tetrapyrenoidosa	*						78183217	
V	Chromista	Cryptophyta	Cryptophyceae	Cryptomonadales	Cryptomonadaceae	Plagioselmis nannoplantica	*						215262414	
VN	Chromista	Cryptophyta	Cryptophyceae	Cryptomonadales	Goniomonadaceae	Goniomonas aff. Amphinema	*						158251572	
V	Chromista	Cryptophyta	Cryptophyceae	Cryptomonadales	Goniomonadaceae	Goniomonas avonlea	*						411170591	
VN	Chromista	Cryptophyta	Cryptophyceae	Cryptomonadales	Hemiselmidaceae	Hemiselmis andersenii	*						1376161312	
N	Chromista	Cryptophyta	Cryptophyceae	Pyrenomonadales	Geminigeraceae	Geminigera cryophila	*						1777908	
VN	Chromista	Cryptophyta	Cryptophyceae	Pyrenomonadales	Geminigeraceae	Guillardia theta	*						3602932	
N	Chromista	Cryptophyta	Cryptophyceae	Pyrenomonadales	Geminigeraceae	Teleaulax amphioxeia	*						874508188	

Озера Кабан	Таксономия						Наличие видов*			Сам- робн ость	Гены / Номер GenBank			
	Kingdom	Phylum	Class	Order	Family	Genus + Species	Гены 2017	2017	1989- 2014		18S рPHK	16S рPHK	COI	rbcL
V	Chromista	Cryptophyta	Cryptophyceae	Pyrenomonadales	Pyrenomonadaceae	Storeatula major	*				1777916			
N	Chromista	Dinoflagellata	Dinophyceae	Blastodinales	Blastodiniidae	Blastodinium navicula	*				402230203			
V	Chromista	Dinoflagellata	Dinophyceae	Dinophysiales	Amphisolineaceae	Amphisolenia bidentata	*				314913203			
V	Chromista	Dinoflagellata	Dinophyceae	Dinophysiales	Dinophysiaceae	Ornithocercus magnificus	*				209870984			
V	Chromista	Dinoflagellata	Dinophyceae	Dinophysiales	Dinophysiaceae	Phalacroma rapa	*				341869444			
V	Chromista	Dinoflagellata	Dinophyceae	Gonyaulacales	Amphidomataceae	Azadinium dexteroporum	*				916354777			
VSN	Chromista	Dinoflagellata	Dinophyceae	Gonyaulacales	Ceratiaceae	Ceratium hirundinella	*		*	o	154201536			387769008
S	Chromista	Dinoflagellata	Dinophyceae	Gonyaulacales	Goniodomataceae	Goniodoma polyedricum	*				765558062			
S	Chromista	Dinoflagellata	Dinophyceae	Gonyaulacales	Gonyaulacaceae	Amylax triacantha	*				520994713			
V	Chromista	Dinoflagellata	Dinophyceae	Gymnodinales	Gymnodiniaceae	Akashiwo sanguinea	*				924658629			
VN	Chromista	Dinoflagellata	Dinophyceae	Gymnodinales	Gymnodiniaceae	Gymnodinium catenatum	*				376374733			
S	Chromista	Dinoflagellata	Dinophyceae	Gymnodinales	Gymnodiniaceae	Gymnodinium inversum elongatum			*					
VSN	Chromista	Dinoflagellata	Dinophyceae	Gymnodinales	Gymnodiniaceae	Gymnoxanthea radiolariae	*				995891040			
V	Chromista	Dinoflagellata	Dinophyceae	Gymnodinales	Gymnodiniaceae	Margalefidinium polykrikoides	*				648945651			
V	Chromista	Dinoflagellata	Dinophyceae	Gymnodinales	Polykrikaceae	Polykrikos kofoidii	*				227201304			
VN	Chromista	Dinoflagellata	Dinophyceae	Lophodinales	Lophodiniaceae	Biecheleriopsis adriatica	*				735996649			
V	Chromista	Dinoflagellata	Dinophyceae	Peridinales	Diplopsaliaceae	Diplopsalis caspica	*				684629990			
VS	Chromista	Dinoflagellata	Dinophyceae	Peridinales	Diplopsaliaceae	Preperidinium meunieri	*				410812129			
N	Chromista	Dinoflagellata	Dinophyceae	Peridinales	Glendiniaceae	Glendinium penardii			*					
VS	Chromista	Dinoflagellata	Dinophyceae	Peridinales	Peridiniaceae	Durinskia baltica	*				295322761			
V	Chromista	Dinoflagellata	Dinophyceae	Peridinales	Peridiniopsidaceae	Peridiniopsis cf. kevei	*				823270797			
V	Chromista	Dinoflagellata	Dinophyceae	Peridinales	Thoracosphaeraceae	Amyloodinium ocellatum	*				1004125724			
V	Chromista	Dinoflagellata	Dinophyceae	Peridinales	Thoracosphaeraceae	Ensiculifera imariensis	*				937630337			
S	Chromista	Dinoflagellata	Dinophyceae	Prorocentrales	Prorocentraceae	Prorocentrum belizeanum	*				614469401			
V	Chromista	Dinoflagellata	Dinophyceae	Prorocentrales	Prorocentraceae	Prorocentrum foraminosum	*				929652037			
VS	Chromista	Dinoflagellata	Dinophyceae	Prorocentrales	Prorocentraceae	Prorocentrum nux	*				959096412			
V	Chromista	Dinoflagellata	Dinophyceae	Suessiales	Biecheleriaceae	Biecheleria brevisulcata	*				983169667			
VN	Chromista	Dinoflagellata	Dinophyceae	Suessiales	Suessiaceae	Leiocephalum pseudosanguineum	*				983169666			
V	Chromista	Dinoflagellata	Dinophyceae	Suessiales	Suessiaceae	Protodinium simplex	*				1688070			
V	Chromista	Dinoflagellata	Dinophyceae	Thoracosphaerales	Thoracosphaeraceae	Apocalathium aciculiferum		*						
VS	Chromista	Dinoflagellata	Dinophyceae			Madanidium loirii	*				636629758			
V	Chromista	Dinoflagellata	Dinophyceae			Stoeckeria algicida	*				658132511			
V	Chromista	Dinoflagellata	Dinophyceae			Theleodinium calcisporum	*				564731707			
V	Chromista	Dinoflagellata	Dinophyceae			Tintinnophagus acutus	*				299790114			
V	Chromista	Haptophyta	Haptophyceae	Coccolithales	Coccolithaceae	Coccolithus braarudii	*				32879327			
V	Chromista	Haptophyta	Haptophyceae	Isochrysidales	Noelaerhabdaceae	Emiliana huxleyi	*				514253898			
V	Chromista	Haptophyta	Haptophyceae	Pavloales	Pavlovaceae	Exanthemachrysis gayraliae	*				99907146			
V	Chromista	Haptophyta	Haptophyceae	Pavloales	Pavlovaceae	Pavlova granifera	*				330423569			
N	Chromista	Haptophyta	Haptophyceae	Pavloales	Pavlovaceae	Pavlova pinguis	*				323099929			
VSN	Chromista	Heliozoa	Centroheliozoa	Centrohelida	Heterophryidae	Chlamydaster sterni	*				29647996			
V	Chromista	Heliozoa	Centroheliozoa	Pterocystida	Oxnerellidae	Oxnerella micra	*				734450050			
VN	Chromista	Heliozoa	Centroheliozoa		Heterophryidae	Sphaerastrum fockii	*				55469141			
VSN	Chromista	Katablepharidophyta	Katablepharidophyceae	Katablephariales	Katablepharidaceae	Hatena arenicola	*				514236511			
V	Chromista	Ochrophyta	Bacillariophyceae	Bacillariales	Bacillariaceae	Bacillaria paxillifer	*				959096469			
VSN	Chromista	Ochrophyta	Bacillariophyceae	Bacillariales	Bacillariaceae	Cylindrotheca closterium	*				823270816			66096283
V	Chromista	Ochrophyta	Bacillariophyceae	Bacillariales	Bacillariaceae	Cymbellonitzschia banzuensis	*							992209899
VSN	Chromista	Ochrophyta	Bacillariophyceae	Bacillariales	Bacillariaceae	Nitzschia acicularis			*	a	58416148			1212139271

Озера Кабан	Таксономия						Наличие видов*			Сам- робн ость	Гены / Номер GenBank			
	Kingdom	Phylum	Class	Order	Family	Genus + Species	Гены 2017	2017	1989- 2014		18S рPHK	16S рPHK	COI	rbcL
V	Chromista	Ochrophyta	Bacillariophyceae	Bacillariales	Bacillariaceae	Nitzschia aff. leavis	*						946969567	
V	Chromista	Ochrophyta	Bacillariophyceae	Bacillariales	Bacillariaceae	Nitzschia amphibia	*			56398975			661551038	
VN	Chromista	Ochrophyta	Bacillariophyceae	Bacillariales	Bacillariaceae	Nitzschia capitellata	*						952987989	
V	Chromista	Ochrophyta	Bacillariophyceae	Bacillariales	Bacillariaceae	Nitzschia cf. fonticola	*						661550932	
VN	Chromista	Ochrophyta	Bacillariophyceae	Bacillariales	Bacillariaceae	Nitzschia cf. pusilla	*						952987993	
N	Chromista	Ochrophyta	Bacillariophyceae	Bacillariales	Bacillariaceae	Nitzschia cf. sigmoidea	*					b	906411366	
VSN	Chromista	Ochrophyta	Bacillariophyceae	Bacillariales	Bacillariaceae	Nitzschia dravillensis	*			459936772			459936732	
VSN	Chromista	Ochrophyta	Bacillariophyceae	Bacillariales	Bacillariaceae	Nitzschia fonticola	*			58416170		o-b	952987983	
V	Chromista	Ochrophyta	Bacillariophyceae	Bacillariales	Bacillariaceae	Nitzschia frustulum	*						661550942	
VN	Chromista	Ochrophyta	Bacillariophyceae	Bacillariales	Bacillariaceae	Nitzschia inconspicua	*						661550948	
S	Chromista	Ochrophyta	Bacillariophyceae	Bacillariales	Bacillariaceae	Nitzschia linearis			*	58416159		o-b	952987975	
VSN	Chromista	Ochrophyta	Bacillariophyceae	Bacillariales	Bacillariaceae	Nitzschia palea	*			635009779		a	661551046	
N	Chromista	Ochrophyta	Bacillariophyceae	Bacillariales	Bacillariaceae	Nitzschia recta			*			a-b	FN557062	
VN	Chromista	Ochrophyta	Bacillariophyceae	Bacillariales	Bacillariaceae	Nitzschia sinuata			*					
SN	Chromista	Ochrophyta	Bacillariophyceae	Bacillariales	Bacillariaceae	Nitzschia sublinearis			*					
S	Chromista	Ochrophyta	Bacillariophyceae	Bacillariales	Bacillariaceae	Nitzschia vermicularis			*			b		
V	Chromista	Ochrophyta	Bacillariophyceae	Bacillariales	Bacillariaceae	Psammodictyon constrictum	*						370991794	
V	Chromista	Ochrophyta	Bacillariophyceae	Bacillariales	Bacillariaceae	Pseudo-nitzschia arenysensis	*						1001946344	
V	Chromista	Ochrophyta	Bacillariophyceae	Bacillariales	Bacillariaceae	Pseudo-nitzschia multistriata	*			225007791				
N	Chromista	Ochrophyta	Bacillariophyceae	Bacillariales	Bacillariaceae	Tryblionella apiculata	*						329343181	
N	Chromista	Ochrophyta	Bacillariophyceae	Chaetocerotales	Chaetocerotaceae	Chaetoceros peruvianus	*						959096453	
V	Chromista	Ochrophyta	Bacillariophyceae	Cocconeidales	Achnanthydiaceae	Achnanthydium minutissimum	*						789408363	
VSN	Chromista	Ochrophyta	Bacillariophyceae	Cocconeidales	Cocconeidaceae	Cocconeis placentula	*		*	329343421		b	329343165	
SN	Chromista	Ochrophyta	Bacillariophyceae	Cymbellales	Cymbellaceae	Cymbella cistula	*			725655009		b	725655630	
S	Chromista	Ochrophyta	Bacillariophyceae	Cymbellales	Cymbellaceae	Cymbella cymbiformis	*			41393010				
S	Chromista	Ochrophyta	Bacillariophyceae	Cymbellales	Cymbellaceae	Cymbella ventricosa			*			a-b		
N	Chromista	Ochrophyta	Bacillariophyceae	Cymbellales	Cymbellaceae	Cymbopleura inaequalis	*						725655656	
SN	Chromista	Ochrophyta	Bacillariophyceae	Cymbellales	Cymbellaceae	Cymbopleura subcuspidata	*						906411328	
S	Chromista	Ochrophyta	Bacillariophyceae	Cymbellales	Cymbellaceae	Encyonema muelleri	*			725655678				
VSN	Chromista	Ochrophyta	Bacillariophyceae	Cymbellales	Cymbellaceae	Placoneis elginensis	*			329343436			183979052	
S	Chromista	Ochrophyta	Bacillariophyceae	Cymbellales	Cymbellaceae	Placoneis lenticularis	*							
VN	Chromista	Ochrophyta	Bacillariophyceae	Cymbellales	Gomphonemataceae	Gomphoneis minuta	*			725655038			952988033	
N	Chromista	Ochrophyta	Bacillariophyceae	Cymbellales	Gomphonemataceae	Gomphonema acuminatum	*					b	952988039	
N	Chromista	Ochrophyta	Bacillariophyceae	Cymbellales	Gomphonemataceae	Gomphonema angustum	*					o	952987957	
S	Chromista	Ochrophyta	Bacillariophyceae	Cymbellales	Gomphonemataceae	Gomphonema clevei	*					x	952988043	
N	Chromista	Ochrophyta	Bacillariophyceae	Cymbellales	Gomphonemataceae	Gomphonema pumilum	*						459936720	
SN	Chromista	Ochrophyta	Bacillariophyceae	Cymbellales	Gomphonemataceae	Gomphonema rosenstockianum	*						952988037	
VSN	Chromista	Ochrophyta	Bacillariophyceae	Cymbellales	Gomphonemataceae	Gomphonema truncatum			*			b	168145694	
VS	Chromista	Ochrophyta	Bacillariophyceae	Cymbellales	Gomphonemataceae	Reimeria sinuata	*			952988089				
S	Chromista	Ochrophyta	Bacillariophyceae	Cymbellales	Rhoicospheniaceae	Rhoicosphenia abbreviata	*			725655063			725655738	
V	Chromista	Ochrophyta	Bacillariophyceae	Eunotiales	Eunotiaceae	Eunotia minor	*			789408372				
S	Chromista	Ochrophyta	Bacillariophyceae	Eunotiales	Eunotiaceae	Eunotia praeurupta			*			o		
VN	Chromista	Ochrophyta	Bacillariophyceae	Hemiaulales	Hemiaulaceae	Hemiaulus sinensis	*			511648705				
V	Chromista	Ochrophyta	Bacillariophyceae	Naviculales	Amphipleuraceae	Halamphora coffeaeformis	*						612408460	
N	Chromista	Ochrophyta	Bacillariophyceae	Naviculales	Berkeleyaceae	Climaconeis riddleae	*						329343269	
SN	Chromista	Ochrophyta	Bacillariophyceae	Naviculales	Berkeleyaceae	Climaconeis undulata	*						511648764	
V	Chromista	Ochrophyta	Bacillariophyceae	Naviculales	Berkeleyaceae	Parlibellus hamulifer	*						670804502	
V	Chromista	Ochrophyta	Bacillariophyceae	Naviculales	Diadesmidaceae	Humidophila australis	*			694880111				
N	Chromista	Ochrophyta	Bacillariophyceae	Naviculales	Diploneidaceae	Diploneis opeculata			*					
S	Chromista	Ochrophyta	Bacillariophyceae	Naviculales	Naviculaceae	Geissleria froilkiensis	*						757867701	



Озера Кабан	Таксономия						Наличие видов*			Сам- робн ость	Гены / Номер GenBank			
	Kingdom	Phylum	Class	Order	Family	Genus + Species	Гены 2017	2017	1989- 2014		18S рPHK	16S рPHK	COI	rbcL
S	Chromista	Ochrophyta	Bacillariophyceae	Naviculales	Naviculaceae	Navicula anglica			*					
V	Chromista	Ochrophyta	Bacillariophyceae	Naviculales	Naviculaceae	Navicula binodis			*					
S	Chromista	Ochrophyta	Bacillariophyceae	Naviculales	Naviculaceae	Navicula brockmannii	*						168145848	
V	Chromista	Ochrophyta	Bacillariophyceae	Naviculales	Naviculaceae	Navicula cf. normaloides	*				1005406241			
V	Chromista	Ochrophyta	Bacillariophyceae	Naviculales	Naviculaceae	Navicula cryptocephala		*		a-b	10697089		329343187	
V	Chromista	Ochrophyta	Bacillariophyceae	Naviculales	Naviculaceae	Navicula cryptotenelloides	*		*		952988073			
S	Chromista	Ochrophyta	Bacillariophyceae	Naviculales	Naviculaceae	Navicula cuspidata			*	a-b				
VN	Chromista	Ochrophyta	Bacillariophyceae	Naviculales	Naviculaceae	Navicula exigua			*	b				
S	Chromista	Ochrophyta	Bacillariophyceae	Naviculales	Naviculaceae	Navicula halophila			*					
N	Chromista	Ochrophyta	Bacillariophyceae	Naviculales	Naviculaceae	Navicula heufferiana			*					
V	Chromista	Ochrophyta	Bacillariophyceae	Naviculales	Naviculaceae	Navicula tripunctata	*						952987991	
S	Chromista	Ochrophyta	Bacillariophyceae	Naviculales	Naviculaceae	Navicula viridula			*	a	952988059		952987973	
S	Chromista	Ochrophyta	Bacillariophyceae	Naviculales	Pinnulariaceae	Pinnularia brevicostata			*					
N	Chromista	Ochrophyta	Bacillariophyceae	Naviculales	Pinnulariaceae	Pinnularia cf. isselana	*						354806134	
VN	Chromista	Ochrophyta	Bacillariophyceae	Naviculales	Pinnulariaceae	Pinnularia isselana	*						822094827	
S	Chromista	Ochrophyta	Bacillariophyceae	Naviculales	Pinnulariaceae	Pinnularia molaris lapponica			*					
VN	Chromista	Ochrophyta	Bacillariophyceae	Naviculales	Pinnulariaceae	Pinnularia neomajor	*			b			354806088	
N	Chromista	Ochrophyta	Bacillariophyceae	Naviculales	Sellaphoraceae	Sellaphora minima	*				952988066		570348533	
N	Chromista	Ochrophyta	Bacillariophyceae	Naviculales	Stauroneidaceae	Stauroneis constricta	*						242351411	
VN	Chromista	Ochrophyta	Bacillariophyceae	Naviculales	Stauroneidaceae	Stauroneis schmidiae	*						698226752	
N	Chromista	Ochrophyta	Bacillariophyceae	Plagiogrammales	Plagiogrammaeae	Orizaformis holarctica	*						807200603	
V	Chromista	Ochrophyta	Bacillariophyceae	Rhabdonematales	Rhabdonemataceae	Rhabdonema adriaticum	*				555823261			
N	Chromista	Ochrophyta	Bacillariophyceae	Rhopalodiales	Rhopalodiaceae	Rhopalodia gibba	*						372292401	
S	Chromista	Ochrophyta	Bacillariophyceae	Striatellales	Striatellaceae	Hyalosira tropicalis	*						370991767	
S	Chromista	Ochrophyta	Bacillariophyceae	Striatellales	Striatellaceae	Striatella unipunctata	*						329343267	
S	Chromista	Ochrophyta	Bacillariophyceae	Surirellales	Surirellaceae	Cymatopleura solea	*			b-a	906411159			
SN	Chromista	Ochrophyta	Bacillariophyceae	Thalassiophysales	Catenulaceae	Amphora aff. atomoides	*						698226776	
SN	Chromista	Ochrophyta	Bacillariophyceae	Thalassiophysales	Catenulaceae	Amphora affinis	*						612408412	
V	Chromista	Ochrophyta	Bacillariophyceae	Thalassiophysales	Catenulaceae	Amphora berolinensis	*						698226782	
N	Chromista	Ochrophyta	Bacillariophyceae	Thalassiophysales	Catenulaceae	Amphora cf. fagediana	*						168145851	
SN	Chromista	Ochrophyta	Bacillariophyceae	Thalassiophysales	Catenulaceae	Amphora cf. pediculus	*				698226595		698226682	
V	Chromista	Ochrophyta	Bacillariophyceae	Thalassiophysales	Catenulaceae	Amphora coffeaeformis	*						340537486	
N	Chromista	Ochrophyta	Bacillariophyceae	Thalassiophysales	Catenulaceae	Amphora commutata	*						815006582	
N	Chromista	Ochrophyta	Bacillariophyceae	Thalassiophysales	Catenulaceae	Amphora indistincta	*						612408430	
SN	Chromista	Ochrophyta	Bacillariophyceae	Thalassiophysales	Catenulaceae	Amphora ovalis	*		*	o-b	612408395	190645826	612408438	
SN	Chromista	Ochrophyta	Bacillariophyceae	Thalassiophysales	Catenulaceae	Amphora pediculus	*						698226684	
SN	Chromista	Ochrophyta	Bacillariophyceae	Thalassiophysales	Catenulaceae	Amphora proteus	*						612408442	
S	Chromista	Ochrophyta	Bacillariophyceae	Thalassiophysales	Catenulaceae	Amphora sublaevis	*						612408452	
SN	Chromista	Ochrophyta	Bacillariophyceae	Thalassiophysales	Catenulaceae	Amphora waldeniana	*						612408458	
V	Chromista	Ochrophyta	Bacillariophyceae	Thalassiophysales	Catenulaceae	Halamphora subtropica	*						948298067	
V	Chromista	Ochrophyta	Bacillariophyceae	Thalassiosirales	Thalassiosiraceae	Conticirbra weissflogiopsis	*				910269112			
VS	Chromista	Ochrophyta	Chrysophyceae	Chromulinales	Chromulinaceae	Chromulina chionophila	*				174168			
V	Chromista	Ochrophyta	Chrysophyceae	Chromulinales	Chromulinaceae	Cyclonexis annularis	*				5257246			
N	Chromista	Ochrophyta	Chrysophyceae	Chromulinales	Chromulinaceae	Ochromonas danica	*				407079771			
VN	Chromista	Ochrophyta	Chrysophyceae	Chromulinales	Chromulinaceae	Ochromonas distigma	*				959096425			
N	Chromista	Ochrophyta	Chrysophyceae	Chromulinales	Chromulinaceae	Uroglena proxima			*					
V	Chromista	Ochrophyta	Chrysophyceae	Chromulinales	Chromulinaceae	Uroglenopsis americana	*				5257242			
S	Chromista	Ochrophyta	Chrysophyceae	Chromulinales	Chrysolepidomonadaceae	Chrysolepidomonas dendrolepidota	*				984294394			
S	Chromista	Ochrophyta	Chrysophyceae	Chromulinales	Dinobryaceae	Chrysococcus rufescens			*	o-b				

Озера Кабан	Таксономия						Наличие видов*			Сам- робн ость	Гены / Номер GenBank			
	Kingdom	Phylum	Class	Order	Family	Genus + Species	Гены 2017	2017	1989- 2014		18S рPHK	16S рPHK	COI	rbcL
VN	Chromista	Ochrophyta	Chrysophyceae	Chromulinales	Dinobryaceae	Dinobryon divergens	*		*	b	1210424080			728802317
V	Chromista	Ochrophyta	Chrysophyceae	Chromulinales	Dinobryaceae	Dinobryon pediforme	*				728802316			
VSN	Chromista	Ochrophyta	Chrysophyceae	Chromulinales	Paraphysomonadaceae	Paraphysomonas foraminifera	*				5360692			
V	Chromista	Ochrophyta	Chrysophyceae	Hibberdiales	Hibberdiaceae	Chromophyton vischeri	*				281371119			
V	Chromista	Ochrophyta	Chrysophyceae	Hibberdiales	Hibberdiaceae	Hibberdia magna	*				174830			
V	Chromista	Ochrophyta	Chrysophyceae	Hibberdiales	Stylococcaceae	Lagynion scherffelii	*				5257240			
VSN	Chromista	Ochrophyta	Coccolodiscophyceae	Aulacoseirales	Aulacoseiraceae	Aulacoseira granulata	*			b	370991410			370991614
VN	Chromista	Ochrophyta	Coccolodiscophyceae	Coccolodisciales	Coccolodiscaceae	Coccolodiscus granii	*							511648866
S	Chromista	Ochrophyta	Coccolodiscophyceae	Coccolodisciales	Coccolodiscaceae	Coccolodiscus radiatus	*							468111860
VN	Chromista	Ochrophyta	Coccolodiscophyceae	Coccolodisciales	Coccolodiscaceae	Palmerina ostenfeldii	*							974030620
V	Chromista	Ochrophyta	Coccolodiscophyceae	Coccolodisciales	Heliopeltaceae	Actinoptychus splendens	*							670804450
V	Chromista	Ochrophyta	Coccolodiscophyceae	Melosirales	Melosiraceae	Melosira varians			*	o-b	27262971	40788137		511648886
VS	Chromista	Ochrophyta	Coccolodiscophyceae	Melosirales	Stephanopyxidaceae	Stephanopyxis palmeriana	*							806935015
VS	Chromista	Ochrophyta	Coccolodiscophyceae	Rhizosoleniales	Rhizosoleniaceae	Guinardia flaccida	*							511648880
N	Chromista	Ochrophyta	Coccolodiscophyceae	Rhizosoleniales	Rhizosoleniaceae	Guinardia striata	*							670804484
N	Chromista	Ochrophyta	Coccolodiscophyceae	Rhizosoleniales	Rhizosoleniaceae	Rhizosolenia setigera	*							511648896
V	Chromista	Ochrophyta	Coccolodiscophyceae	Rhizosoleniales	Rhizosoleniaceae	Urosolenia eriensis	*				329343406			
V	Chromista	Ochrophyta	Coccolodiscophyceae	Stellarimales	Stellarimaceae	Stellarima microtrias	*							329343209
V	Chromista	Ochrophyta	Coccolodiscophyceae	Stephanopyxales	Endictyaceae	Endictya oceanica	*							511648878
V	Chromista	Ochrophyta	Coccolodiscophyceae	Thalassiosiphales	Catenulaceae	Amphora laevisissima	*				612408392			
VN	Chromista	Ochrophyta	Coccolodiscophyceae	Thalassiosirales	Skeletonemataceae	Skeletonema costatum	*							697994629
VN	Chromista	Ochrophyta	Coccolodiscophyceae	Thalassiosirales	Skeletonemataceae	Skeletonema potamos	*							726973335
V	Chromista	Ochrophyta	Coccolodiscophyceae	Thalassiosirales	Skeletonemataceae	Skeletonema subsalsum	*							217331189
VSN	Chromista	Ochrophyta	Coccolodiscophyceae	Thalassiosirales	Stephanodiscaceae	Cyclotephanos dubius	*		*	b	549438591			329343131
VN	Chromista	Ochrophyta	Coccolodiscophyceae	Thalassiosirales	Stephanodiscaceae	Cyclotephanos tholiformis	*							98990632
VS	Chromista	Ochrophyta	Coccolodiscophyceae	Thalassiosirales	Stephanodiscaceae	Cyclotella atomus	*							98990538
VSN	Chromista	Ochrophyta	Coccolodiscophyceae	Thalassiosirales	Stephanodiscaceae	Cyclotella bodanica			*	o	98990725			98990638
N	Chromista	Ochrophyta	Coccolodiscophyceae	Thalassiosirales	Stephanodiscaceae	Cyclotella cf. comensis	*							667673537
N	Chromista	Ochrophyta	Coccolodiscophyceae	Thalassiosirales	Stephanodiscaceae	Cyclotella cf. ocellata	*							667673531
VN	Chromista	Ochrophyta	Coccolodiscophyceae	Thalassiosirales	Stephanodiscaceae	Cyclotella choctawhatcheeana	*				168145946			398372916
VSN	Chromista	Ochrophyta	Coccolodiscophyceae	Thalassiosirales	Stephanodiscaceae	Cyclotella comta			*	o				
VSN	Chromista	Ochrophyta	Coccolodiscophyceae	Thalassiosirales	Stephanodiscaceae	Cyclotella costei	*							952987943
S	Chromista	Ochrophyta	Coccolodiscophyceae	Thalassiosirales	Stephanodiscaceae	Cyclotella cryptica	*							758258041
S	Chromista	Ochrophyta	Coccolodiscophyceae	Thalassiosirales	Stephanodiscaceae	Cyclotella litoralis	*							398372914
VSN	Chromista	Ochrophyta	Coccolodiscophyceae	Thalassiosirales	Stephanodiscaceae	Cyclotella meneghiniana	*		*	a-b	98990544			952988021
S	Chromista	Ochrophyta	Coccolodiscophyceae	Thalassiosirales	Stephanodiscaceae	Cyclotella opeculata			*	o				
VSN	Chromista	Ochrophyta	Coccolodiscophyceae	Thalassiosirales	Stephanodiscaceae	Cyclotella stelligera			*	b-o				
VSN	Chromista	Ochrophyta	Coccolodiscophyceae	Thalassiosirales	Stephanodiscaceae	Cyclotella striata	*							398372918
VSN	Chromista	Ochrophyta	Coccolodiscophyceae	Thalassiosirales	Stephanodiscaceae	Stephanodiscus hantzschii	*		*	a	72398633			398372920
VSN	Chromista	Ochrophyta	Coccolodiscophyceae	Thalassiosirales	Stephanodiscaceae	Stephanodiscus parvus	*				952988046			952987945
N	Chromista	Ochrophyta	Coccolodiscophyceae	Thalassiosirales	Thalassiosiraceae	Bacterosira bathyomphala	*							98990612
VSN	Chromista	Ochrophyta	Coccolodiscophyceae	Thalassiosirales	Thalassiosiraceae	Bacterosira constricta	*				985768681			985768679
N	Chromista	Ochrophyta	Coccolodiscophyceae	Thalassiosirales	Thalassiosiraceae	Conticribra guillardii	*							98990572
VN	Chromista	Ochrophyta	Coccolodiscophyceae	Thalassiosirales	Thalassiosiraceae	Conticribra weissflogii	*							372292417
V	Chromista	Ochrophyta	Coccolodiscophyceae	Thalassiosirales	Thalassiosiraceae	Detonula pumila	*							98990608
N	Chromista	Ochrophyta	Coccolodiscophyceae	Thalassiosirales	Thalassiosiraceae	Roundia cardiophora	*							691190296
V	Chromista	Ochrophyta	Coccolodiscophyceae	Thalassiosirales	Thalassiosiraceae	Shionodiscus oestrupii var. vennickae	*							98990562
VSN	Chromista	Ochrophyta	Coccolodiscophyceae	Thalassiosirales	Thalassiosiraceae	Shionodiscus ritscheri	*							98990606
N	Chromista	Ochrophyta	Coccolodiscophyceae	Thalassiosirales	Thalassiosiraceae	Thalassiosira angulata	*							98990556

Озера Кабан	Таксономия						Наличие видов*			Сам- робн ость	Гены / Номер GenBank			
	Kingdom	Phylum	Class	Order	Family	Genus + Species	Гены 2017	2017	1989- 2014		18S рPHK	16S рPHK	COI	rbcL
V	Chromista	Ochrophyta	Coscinodiscophyceae	Thalassiosirales	Thalassiosiraceae	Thalassiosira antarctica	*						98990570	
N	Chromista	Ochrophyta	Coscinodiscophyceae	Thalassiosirales	Thalassiosiraceae	Thalassiosira decipiens	*						525544523	
V	Chromista	Ochrophyta	Coscinodiscophyceae	Thalassiosirales	Thalassiosiraceae	Thalassiosira eccentrica	*						398372924	
S	Chromista	Ochrophyta	Coscinodiscophyceae	Thalassiosirales	Thalassiosiraceae	Thalassiosira oestrupii var. venrickae	*						98990562	
N	Chromista	Ochrophyta	Coscinodiscophyceae	Thalassiosirales	Thalassiosiraceae	Thalassiosira profunda	*						549438584	
VSN	Chromista	Ochrophyta	Coscinodiscophyceae	Thalassiosirales	Thalassiosiraceae	Thalassiosira pseudonana	*				45356663		457864458	
N	Chromista	Ochrophyta	Coscinodiscophyceae	Thalassiosirales	Thalassiosiraceae	Thalassiosira rotula	*						98990590	
VN	Chromista	Ochrophyta	Eustigmatophyceae	Gonioclhoridales		Gonioclhoris mutica			*	b	KY271651			
S	Chromista	Ochrophyta	Fragilariophyceae	Fragilariales	Fragilariaceae	Asteroplanus karianus	*				2832338			
N	Chromista	Ochrophyta	Fragilariophyceae	Fragilariales	Fragilariaceae	Fragilaria nanana	*				187957803			
N	Chromista	Ochrophyta	Fragilariophyceae	Climacospheniales	Climacospheniaceae	Climacosphenia monilifera	*				190350162			
VN	Chromista	Ochrophyta	Fragilariophyceae	Fragilariales	Fragilariaceae	Asterionella formosa	*		*	o-b	370991436		329343247	
N	Chromista	Ochrophyta	Fragilariophyceae	Fragilariales	Fragilariaceae	Diatoma elongatum			*	o-b				
S	Chromista	Ochrophyta	Fragilariophyceae	Fragilariales	Fragilariaceae	Diatoma hiemale			*	x				
SN	Chromista	Ochrophyta	Fragilariophyceae	Fragilariales	Fragilariaceae	Diatoma vulgare			*	a-b	149127009			
S	Chromista	Ochrophyta	Fragilariophyceae	Fragilariales	Fragilariaceae	Fragilaria crotonensis			*	o-b	168145944		570348529	
VS	Chromista	Ochrophyta	Fragilariophyceae	Fragilariales	Fragilariaceae	Fragilaria famelica	*						329343157	
S	Chromista	Ochrophyta	Fragilariophyceae	Fragilariales	Fragilariaceae	Fragilaria intermedia			*					
S	Chromista	Ochrophyta	Fragilariophyceae	Fragilariales	Fragilariaceae	Grammonema striatula	*						684179824	
V	Chromista	Ochrophyta	Fragilariophyceae	Fragilariales	Fragilariaceae	Synedra acus			*	b	187957789			
VSN	Chromista	Ochrophyta	Fragilariophyceae	Fragilariales	Fragilariaceae	Synedra ulna	*		*	b	149127060		329343161	
V	Chromista	Ochrophyta	Fragilariophyceae	Licmophorales	Licmophoraceae	Licmophora abbreviata	*				924436425			
V	Chromista	Ochrophyta	Fragilariophyceae	Licmophorales	Licmophoraceae	Licmophora grandis	*				126116676			
V	Chromista	Ochrophyta	Fragilariophyceae	Licmophorales	Ulnariaceae	Hyalosynedra cf.laevigata	*				126116673			
S	Chromista	Ochrophyta	Fragilariophyceae	Tabellariales	Tabellariaceae	Tabellaria fenestrata			*	o-b				
S	Chromista	Ochrophyta	Fragilariophyceae	Tabellariales	Tabellariaceae	Tabellaria flocculosa			*	o-x	329343413		329343149	
N	Chromista	Ochrophyta	Fragilariophyceae	Fragilariales	Fragilariaceae	Fragilaria capucina	*		*	o-b	149127034		952987997	
N	Chromista	Ochrophyta	Fragilariophyceae	Fragilariales	Fragilariaceae	Fragilaria perminuta	*						570348549	
SN	Chromista	Ochrophyta	Fragilariophyceae	Fragilariales	Fragilariaceae	Fragilaria rumpens	*				187957788		570348543	
VN	Chromista	Ochrophyta	Fragilariophyceae	Fragilariales	Fragilariaceae	Pteroncola inane	*						370991743	
V	Chromista	Ochrophyta	Fragilariophyceae	Fragilariales	Fragilariaceae	Synedra minuscula	*						340537612	
N	Chromista	Ochrophyta	Fragilariophyceae	Fragilariales	Stausosiraceae	Stausosira venter	*						952988023	
V	Chromista	Ochrophyta	Mediophyceae	Briggetales	Streptothecaceae	Helicotheca tamesis	*						340537536	
S	Chromista	Ochrophyta	Mediophyceae	Cymatosirales	Cymatosiraceae	Brockmanniella brockmannii	*						329343111	
V	Chromista	Ochrophyta	Mediophyceae	Cymatosirales	Cymatosiraceae	Cymatosira belgica	*						670804478	
S	Chromista	Ochrophyta	Mediophyceae	Hemiaulales	Bellerophyceae	Bellerophcea malleus	*						732550295	
V	Chromista	Ochrophyta	Mediophyta	Anaulales	Anaulaceae	Terpsinoe musica	*						329343345	
V	Chromista	Ochrophyta	Synurophyceae	Ochromonadales	Ochromonadaceae	Dunaliella salina	*				90901919			
VSN	Chromista	Ochrophyta	Synurophyceae	Ochromonadales	Ochromonadaceae	Poterochromonas malhamensis	*				5689047			
VS	Chromista	Ochrophyta	Synurophyceae	Synurales	Mallomonadaceae	Mallomonas matvienkoeae	*				2058482			
N	Chromista	Ochrophyta	Synurophyceae	Synurales	Mallomonadaceae	Mallomonas paragrands	*				1003703566			
VS	Chromista	Ochrophyta	Synurophyceae	Synurales	Mallomonadaceae	Mallomonas striata	*				2058485			
S	Chromista	Ochrophyta	Synurophyceae	Synurales	Mallomonadaceae	Mallomonas tonsurata	*				859810515			
VS	Chromista	Ochrophyta	Synurophyceae	Synurales	Mallomonadaceae	Mallomonas torquata	*				859810519			
VN	Chromista	Ochrophyta	Synurophyceae	Synurales	Mallomonadaceae	Synura asmundiae	*				859808989			
V	Chromista	Ochrophyta	Synurophyceae	Synurales	Mallomonadaceae	Synura mammillosa	*				2058487			
V	Chromista	Ochrophyta	Synurophyceae	Synurales	Mallomonadaceae	Synura petersenii	*			b	2058488			

Озера Кабан	Таксономия						Наличие видов*			Сам- робн ость	Гены / Номер GenBank			
	Kingdom	Phylum	Class	Order	Family	Genus + Species	Гены 2017	2017	1989- 2014		18S рPHK	16S рPHK	COI	rbcL
V	Chromista	Ochrophyta	Synurophyceae	Synurales	Mallomonadaceae	Synura spinosa	*			b-o	859809142			
V	Chromista	Ochrophyta	Synurophyceae	Synurales	Synuraceae	Tessellaria volvocina	*				2058491			
N	Chromista	Ochrophyta	Xanthophyceae	Mischococcales	Botryochloridaceae	Chlorellidium tetrabotrys	*				223029662			
V	Chromista	Ochrophyta	Xanthophyceae	Mischococcales	Pleurochloridaceae	Pleurogaster lunaris			*					
V	Chromista	Ochrophyta	Xanthophyceae	Tribonematales	Tribonemataceae	Tribonema vulgare			*	x-o	659897811		148353342	
V	Chromista	Oomycetes	Peronosporae	Lagenismatales	Lagenismataceae	Lagenisma coscinodisci	*				889062378			
VS	Chromista	Oomycetes		Lagenidiales	Lagenidiaceae	Lagenidium deciduum	*				870636678			
V	Chromista	Oomycetes		Peronosporales	Peronosporaceae	Phytophthora porri	*				403181314			
V	Chromista	Oomycetes		Peronosporales	Peronosporaceae	Phytophthora sojae	*				53693098			
VSN	Chromista	Oomycetes		Peronosporales	Pythiaceae	Pythium intermedium	*				1012146179			
VS	Chromista	Oomycetes		Pythiales	Pythiaceae	Halophytophthora epistomium	*				324983165			
S	Chromista	Oomycetes		Pythiales	Pythiaceae	Halophytophthora mycoparasitica	*				295811470			
N	Chromista	Oomycetes		Saprolegniales	Leptolegniaceae	Aphanomyces astaci	*				698826496			
VSN	Chromista	Oomycetes		Saprolegniales	Leptolegniaceae	Aphanomyces euteiches	*				166051068			
V	Chromista	Oomycetes		Saprolegniales	Saprolegniaceae	Achlya bisexualis	*				166300			
VN	Chromista	Oomycetes		Saprolegniales	Saprolegniaceae	Saprolegnia parasitica	*				813199056			
V	Chromista	Perkinsozoa	Perkinsea	Perkinsida	Perkinsidae	Perkinsus andrewsi	*				37675413			
VN	Chromista	Protalveolata	Colponemea	Colponemida	Colponemidae	Colponema edaphicum	*				567569634			
VSN	Chromista	Protalveolata	Colponemea	Colponemida	Colponemidae	Colponema vietnamica	*				567569737			
V	Chromista		Haptophyta	Coccolithales	Calyptrosphaeraceae	Calyptrosphaera sphaeroidea	*						8099164	
N	Chromista		Haptophyta	Zygodiscales	Helicosphaeraceae	Helicosphaera carteri	*						12082145	
V	Chromista					Acavomonas peruviana	*				567569736			
S	Euglenozoa	Euglenida		Euglenales	Euglenaceae	Euglena geniculata		*	p-a	261361919	261361967		699526	
S	Euglenozoa	Euglenida		Euglenales	Euglenaceae	Euglena granulata		*	o-b	29466120				
S	Euglenozoa	Euglenida		Euglenales	Euglenaceae	Euglena proxima		*	p-a					
S	Euglenozoa	Euglenida		Euglenales	Euglenaceae	Strombomonas acuminata		*	b	261361949	169261463		959456217	
N	Euglenozoa	Euglenida		Euglenales	Euglenaceae	Strombomonas eurytoma		*		75281305	261362011			
V	Euglenozoa	Euglenida		Euglenales	Euglenaceae	Trachelomonas curta		*	b					
V	Euglenozoa	Euglenida		Euglenales	Euglenaceae	Trachelomonas cylindrica		*						
N	Euglenozoa	Euglenida		Euglenales	Euglenaceae	Trachelomonas hexangulata		*	b					
VSN	Euglenozoa	Euglenida		Euglenales	Euglenaceae	Trachelomonas hispida		*	b-a	20386046	169261470			
VSN	Euglenozoa	Euglenida		Euglenales	Euglenaceae	Trachelomonas intermedia		*	b	13506622	261362016			
VSN	Euglenozoa	Euglenida		Euglenales	Euglenaceae	Trachelomonas lacustris		*	o-b					
S	Euglenozoa	Euglenida		Euglenales	Euglenaceae	Trachelomonas oblonga		*	b	75281711	169261472			
V	Euglenozoa	Euglenida		Euglenales	Euglenaceae	Trachelomonas pavlovskoensis		*	b-a					
VSN	Euglenozoa	Euglenida		Euglenales	Euglenaceae	Trachelomonas planctonica		*	b-o	75281895	169261473			
N	Euglenozoa	Euglenida		Euglenales	Euglenaceae	Trachelomonas verrucosa		*						
VSN	Euglenozoa	Euglenida		Euglenales	Euglenaceae	Trachelomonas volvocina		*	o, a-b	5833112	169261476			
N	Euglenozoa	Euglenida		Euglenales	Euglenaceae	Trachelomonas zuberi		*						
VS	Fungi	Ascomycota	Leotiomycetes	Helotiales	Sclerotiniaceae	Botrytis cinerea	*				753718533			
V	Fungi	Ascomycota	Schizosaccharomycetes	Schizosaccharomycetales	Schizosaccharomycetaceae	Schizosaccharomyces cryophilus	*				891599941			
V	Fungi	Ascomycota	Sordariomycetes	Hypocreales	Nectriaceae	Fusarium oxysporum	*				408795637			
N	Fungi	Ascomycota	Sordariomycetes	Magnaporthales	Magnaporthaceae	Macgarvieomyces borealis	*				1433537157			
V	Fungi	Basidiomycota	Tremellomycetes	Tremellales	Cryptococcaceae	Cryptococcus neoformans var. grubii	*				405118222			
V	Fungi	Blastocladiomycota	Blastocladiomycetes	Blastocladiiales	Blastocladiaceae	Allomyces macrogynus	*				777407			
V	Protozoa	Apusozoa	Thecomonadea	Apusomonadida	Apusomonadidae	Amastigomonas bermudensis	*				326694123			

Озера Кабан	Таксономия						Наличие видов*			Сам- робн ость	Гены / Номер GenBank			
	Kingdom	Phylum	Class	Order	Family	Genus + Species	Гены 2017	2017	1989- 2014		18S рPHK	16S рPHK	COI	rbcL
V	Fungi	Blastocladiomycota	Blastocladiomycetes	Blastocladales	Blastocladiaceae	Blastocladiella britannica	*				361050707			
N	Fungi	Blastocladiomycota	Blastocladiomycetes	Blastocladales	Physodermataceae	Paraphysoderma sedebokerense	*				641483242			
VN	Fungi	Chytridiomycota	Chytridiomycetes	Chytridiales	Chytriomycetaceae	Chytriomycetes hyalinus	*				108744674			
V	Fungi	Chytridiomycota	Chytridiomycetes	Chytridiales		Pseudorhizidium endosporangiatum	*				108744671			
VS	Fungi	Chytridiomycota	Chytridiomycetes	Cladochytriales	Endochytriacae	Endochytrium ramosum	*				194241386			
VN	Fungi	Chytridiomycota	Chytridiomycetes	Gromochytriales	Gromochytriacae	Gromochytrium mamkaevae	*				612507318			
V	Fungi	Chytridiomycota	Chytridiomycetes	Polychytriales		Polychytrium aggregatum	*				619310706			
N	Fungi	Chytridiomycota	Chytridiomycetes	Rhizophydiales	Aquamycesaceae	Rhizophyidium chlorogonii	*				361050711			
S	Fungi	Cryptomycota	Rozellidea	Rozellida		Paramicrosporidium saccamoebae	*				410004685			
V	Fungi	Microsporidia	Microsporea	Microsporida	Unikaryonidae	Encephalitozoon intestinalis	*				688011150			
VS	Fungi	Microsporidia			Gurleyiae	Marssoniella elegans			*		29823120			
V	Plantae	Bryophyta	Bryopsida	Orthotrichales	Orthotrichaceae	Lewinskya sordidum	*				109138912			
V	Plantae	Charophyta	Coleochaetophyceae	Coleochaetales	Coleochaetaceae	Coleochaete scutata	*				18289			
V	Plantae	Chlorophyta	Chlorophyceae	Chaetophorales	Aphanochaetaceae	Aphanochaete repens	*				317453172			
V	Plantae	Chlorophyta	Chlorophyceae	Chaetophorales	Chaetophoraceae	Diplospira mucosa	*				664686831			
V	Plantae	Chlorophyta	Chlorophyceae	Chlamydomonadales	Characiocloridaceae	Chlamydomodium vacuolatum	*				167202		119220403	
V	Plantae	Chlorophyta	Chlorophyceae	Chlamydomonadales	Characiosiphonaceae	Lobocharacium coloradoense	*						119220451	
V	Plantae	Chlorophyta	Chlorophyceae	Chlamydomonadales	Chlamydomonadaceae	Carteria crucifera	*						952953284	
VN	Plantae	Chlorophyta	Chlorophyceae	Chlamydomonadales	Chlamydomonadaceae	Carteria inversa	*						2627198	
VN	Plantae	Chlorophyta	Chlorophyceae	Chlamydomonadales	Chlamydomonadaceae	Carteria lunzensis	*				375334221			
V	Plantae	Chlorophyta	Chlorophyceae	Chlamydomonadales	Chlamydomonadaceae	Carteria radiosa	*				6007758		2627206	
N	Plantae	Chlorophyta	Chlorophyceae	Chlamydomonadales	Chlamydomonadaceae	Chlamydomonas acantogama			*					
V	Plantae	Chlorophyta	Chlorophyceae	Chlamydomonadales	Chlamydomonadaceae	Chlamydomonas acidophila	*						90959422	
V	Plantae	Chlorophyta	Chlorophyceae	Chlamydomonadales	Chlamydomonadaceae	Chlamydomonas applanata	*						953272927	
V	Plantae	Chlorophyta	Chlorophyceae	Chlamydomonadales	Chlamydomonadaceae	Chlamydomonas ehrenbergii			*	a				
VN	Plantae	Chlorophyta	Chlorophyceae	Chlamydomonadales	Chlamydomonadaceae	Chlamydomonas gloeophila	*				749444543		749444528	
N	Plantae	Chlorophyta	Chlorophyceae	Chlamydomonadales	Chlamydomonadaceae	Chlamydomonas perpusilla var. perpusilla	*						190014542	
VN	Plantae	Chlorophyta	Chlorophyceae	Chlamydomonadales	Chlamydomonadaceae	Chlamydomonas reinhardtii	*			a	582986730		262527090	
V	Plantae	Chlorophyta	Chlorophyceae	Chlamydomonadales	Chlamydomonadaceae	Chlamydomonas tetragama	*				2465176			
V	Plantae	Chlorophyta	Chlorophyceae	Chlamydomonadales	Chlamydomonadaceae	Chloromonas perforata	*				1857184			
N	Plantae	Chlorophyta	Chlorophyceae	Chlamydomonadales	Chlamydomonadaceae	Chloromonas polyptera	*				387159385			
V	Plantae	Chlorophyta	Chlorophyceae	Chlamydomonadales	Chlamydomonadaceae	Chloromonas vernalis	*				770466690			
V	Plantae	Chlorophyta	Chlorophyceae	Chlamydomonadales	Chlamydomonadaceae	Dangeardina desmuidii	*				1009286826			
V	Plantae	Chlorophyta	Chlorophyceae	Chlamydomonadales	Chlamydomonadaceae	Dangeardina metastigma	*				1009286814			
V	Plantae	Chlorophyta	Chlorophyceae	Chlamydomonadales	Chlamydomonadaceae	Ixiapillifera pauromitos	*				1009286820			
V	Plantae	Chlorophyta	Chlorophyceae	Chlamydomonadales	Chlamydomonadaceae	Lobomonas monstruosa	*						11559331	
V	Plantae	Chlorophyta	Chlorophyceae	Chlamydomonadales	Chlamydomonadaceae	Pseudocarteria mucosa	*						23503648	
VN	Plantae	Chlorophyta	Chlorophyceae	Chlamydomonadales	Chlamydomonadaceae	Rhysamphichloris curta	*				1009286825			
VN	Plantae	Chlorophyta	Chlorophyceae	Chlamydomonadales	Chlamydomonadaceae	Vitreochlamys aulata	*						60391493	
VSN	Plantae	Chlorophyta	Chlorophyceae	Chlamydomonadales	Chlamydomonadaceae	Vitreochlamys nekrassovii	*				1003585976			
VN	Plantae	Chlorophyta	Chlorophyceae	Chlamydomonadales	Chlamydomonadaceae	Vitreochlamys pinguis	*						60391495	

Озера Кабан	Таксономия						Наличие видов*			Сам- обн ость	Гены / Номер GenBank			
	Kingdom	Phylum	Class	Order	Family	Genus + Species	Гены 2017	2017	1989- 2014		18S рPHK	16S рPHK	COI	rbcL
V	Plantae	Chlorophyta	Chlorophyceae	Chlamydomonadales		Ettlia pseudoalveolaris	*						698348519	
V	Plantae	Chlorophyta	Chlorophyceae	Chlamydomonadales	Chlorochytriaceae	Chlorochytrium lemnae	*						510020217	
V	Plantae	Chlorophyta	Chlorophyceae	Chlamydomonadales	Chlorococcaceae	Characium typicum	*			669688690				
N	Plantae	Chlorophyta	Chlorophyceae	Chlamydomonadales	Chlorococcaceae	Chlorococcum infusioenum			*	1190062219			1389108466	
N	Plantae	Chlorophyta	Chlorophyceae	Chlamydomonadales	Chlorosarcinaceae	Chlorosarcinopsis eremi	*						338857482	
V	Plantae	Chlorophyta	Chlorophyceae	Chlamydomonadales	Dunaliellaceae	Hafniomonas reticulata	*			1498143				
V	Plantae	Chlorophyta	Chlorophyceae	Chlamydomonadales	Dunaliellaceae	Hafniomonas turbinea	*			124358519				
S	Plantae	Chlorophyta	Chlorophyceae	Chlamydomonadales	Golenkiniaceae	Golenkinia paucispina			*	JQ315534				
N	Plantae	Chlorophyta	Chlorophyceae	Chlamydomonadales	Haematococcaceae	Chlorogonium elongatum	*						74267420	
V	Plantae	Chlorophyta	Chlorophyceae	Chlamydomonadales	Haematococcaceae	Gungnir kasakii	*						74267426	
VN	Plantae	Chlorophyta	Chlorophyceae	Chlamydomonadales	Haematococcaceae	Gungnir neglectum	*			1003585964			190014546	
VSN	Plantae	Chlorophyta	Chlorophyceae	Chlamydomonadales	Phacotaceae	Phacotus lenticularis	*		*	b	18025097		953273318	
V	Plantae	Chlorophyta	Chlorophyceae	Chlamydomonadales	Phacotaceae	Phacotus palidus			*					
SN	Plantae	Chlorophyta	Chlorophyceae	Chlamydomonadales	Phacotaceae	Pteromonas angulosa			*	b	15281651		3184008	
VN	Plantae	Chlorophyta	Chlorophyceae	Chlamydomonadales	Pleurastraceae	Pleurastrum terricola	*						134270089	
N	Plantae	Chlorophyta	Chlorophyceae	Chlamydomonadales	Protosiphonaceae	Protosiphon botryoides	*				449534521		389621747	
VS	Plantae	Chlorophyta	Chlorophyceae	Chlamydomonadales	Spondylomoraceae	Pascherina tetras	*				877807233		877807234	
V	Plantae	Chlorophyta	Chlorophyceae	Chlamydomonadales	Volvocaceae	Colemanosphaera angeleri	*						591288987	
V	Plantae	Chlorophyta	Chlorophyceae	Chlamydomonadales	Volvocaceae	Eudorina elegans	*						2627105	
V	Plantae	Chlorophyta	Chlorophyceae	Chlamydomonadales	Volvocaceae	Pandorina colemaniae	*						1339960	
VSN	Plantae	Chlorophyta	Chlorophyceae	Chlamydomonadales	Volvocaceae	Pandorina morum	*		*	b	442571977		896561775	
N	Plantae	Chlorophyta	Chlorophyceae	Chlamydomonadales	Volvocaceae	Pleodorina starrii	*						427920544	
N	Plantae	Chlorophyta	Chlorophyceae	Chlamydomonadales	Volvocaceae	Volvox ovalis	*						343430017	
V	Plantae	Chlorophyta	Chlorophyceae	Chlamydomonadales	Volvocaceae	Volvulina compacta	*						2627085	
V	Plantae	Chlorophyta	Chlorophyceae	Chlamydomonadales	Volvocaceae	Yamagishiella unicocca	*						11559329	
V	Plantae	Chlorophyta	Chlorophyceae	Chlamydomonadales		Ettlia minuta	*				167204			
VN	Plantae	Chlorophyta	Chlorophyceae	Marsupiomonadales	Marsupiomonadaceae	Protoeuglena noctilucae	*				998246306			
V	Plantae	Chlorophyta	Chlorophyceae	Oedogoniales	Oedogoniaceae	Oedocladium carolinianum	*						410833724	
V	Plantae	Chlorophyta	Chlorophyceae	Sphaeropleales	Bracteacoccaceae	Bracteacoccus bullatus	*				409186137			
VN	Plantae	Chlorophyta	Chlorophyceae	Sphaeropleales	Bracteacoccaceae	Bracteacoccus pseudominor	*						409186315	
V	Plantae	Chlorophyta	Chlorophyceae	Sphaeropleales	Hydrodictyceae	Pediastrum angulosum	*						154423205	
V	Plantae	Chlorophyta	Chlorophyceae	Sphaeropleales	Hydrodictyceae	Pediastrum biradiatum			*		56123335		154423059	
VN	Plantae	Chlorophyta	Chlorophyceae	Sphaeropleales	Hydrodictyceae	Pediastrum boryanum			*	b	56123337		1405513763	
VN	Plantae	Chlorophyta	Chlorophyceae	Sphaeropleales	Hydrodictyceae	Pediastrum duplex	*		*	b	169021		154423193	
S	Plantae	Chlorophyta	Chlorophyceae	Sphaeropleales	Hydrodictyceae	Pediastrum tetras			*	b-o				
N	Plantae	Chlorophyta	Chlorophyceae	Sphaeropleales	Hydrodictyceae	Pseudopediastrum boryanum	*				59895742			
N	Plantae	Chlorophyta	Chlorophyceae	Sphaeropleales	Mychonastaceae	Mychonastes homosphaera	*						1003089863	
V	Plantae	Chlorophyta	Chlorophyceae	Sphaeropleales	Mychonastaceae	Mychonastes jurisii	*						953272433	
N	Plantae	Chlorophyta	Chlorophyceae	Sphaeropleales	Pseudomuriellaceae	Pseudomuriella schumacherensis	*						1003090351	
V	Plantae	Chlorophyta	Chlorophyceae	Sphaeropleales	Radiococcaceae	Follicularia botryoides	*				523583536			
V	Plantae	Chlorophyta	Chlorophyceae	Sphaeropleales	Rotundellaceae	Rotundella rotunda	*						1002342475	
S	Plantae	Chlorophyta	Chlorophyceae	Sphaeropleales	Scenedesmaceae	Coelastrum astroideum			*		27448239			
VN	Plantae	Chlorophyta	Chlorophyceae	Sphaeropleales	Scenedesmaceae	Coelastrum indicum			*					
VSN	Plantae	Chlorophyta	Chlorophyceae	Sphaeropleales	Scenedesmaceae	Coelastrum microsporium			*	b	442571950		1731717	
SN	Plantae	Chlorophyta	Chlorophyceae	Sphaeropleales	Scenedesmaceae	Coelastrum pseudomicrosporium			*		27448240		896561707	
VSN	Plantae	Chlorophyta	Chlorophyceae	Sphaeropleales	Scenedesmaceae	Coelastrum reticulatum			*	b				
N	Plantae	Chlorophyta	Chlorophyceae	Sphaeropleales	Scenedesmaceae	Crucigenia apiculata			*	b				
VSN	Plantae	Chlorophyta	Chlorophyceae	Sphaeropleales	Scenedesmaceae	Crucigenia fenestrata			*	b				
SN	Plantae	Chlorophyta	Chlorophyceae	Sphaeropleales	Scenedesmaceae	Crucigenia irregularis			*					
V	Plantae	Chlorophyta	Chlorophyceae	Sphaeropleales	Scenedesmaceae	Crucigenia quadrata			*					

Озера Кабан	Таксономия						Наличие видов*			Сап- робн ость	Гены / Номер GenBank			
	Kingdom	Phylum	Class	Order	Family	Genus + Species	Гены 2017	2017	1989- 2014		18S рPHK	16S рPHK	COI	rbcL
VSN	Plantae	Chlorophyta	Chlorophyceae	Sphaeroleales	Scenedesmaceae	Crucigenia rectangularis		*						
N	Plantae	Chlorophyta	Chlorophyceae	Sphaeroleales	Scenedesmaceae	Desmodesmus brasiliensis	*						693012436	
VN	Plantae	Chlorophyta	Chlorophyceae	Sphaeroleales	Scenedesmaceae	Desmodesmus communis	*							985806051
VS	Plantae	Chlorophyta	Chlorophyceae	Sphaeroleales	Scenedesmaceae	Desmodesmus denticulatus	*						664686843	
V	Plantae	Chlorophyta	Chlorophyceae	Sphaeroleales	Scenedesmaceae	Desmodesmus santosii	*							281314250
VSN	Plantae	Chlorophyta	Chlorophyceae	Sphaeroleales	Scenedesmaceae	Didymocystis lineata			*					
V	Plantae	Chlorophyta	Chlorophyceae	Sphaeroleales	Scenedesmaceae	Enallax acutiformis	*							985806063
V	Plantae	Chlorophyta	Chlorophyceae	Sphaeroleales	Scenedesmaceae	Flechtneria rotunda	*							338857486
V	Plantae	Chlorophyta	Chlorophyceae	Sphaeroleales	Scenedesmaceae	Halochlorella rubescens	*							985806283
N	Plantae	Chlorophyta	Chlorophyceae	Sphaeroleales	Scenedesmaceae	Neodesmus pupukensis	*							516301850
VN	Plantae	Chlorophyta	Chlorophyceae	Sphaeroleales	Scenedesmaceae	Pectinodesmus pectinatus	*						9279824	985806067
VN	Plantae	Chlorophyta	Chlorophyceae	Sphaeroleales	Scenedesmaceae	Scenedesmus abundans	*						1003095386	
VN	Plantae	Chlorophyta	Chlorophyceae	Sphaeroleales	Scenedesmaceae	Scenedesmus acuminatum		*			b		9279820	
SN	Plantae	Chlorophyta	Chlorophyceae	Sphaeroleales	Scenedesmaceae	Scenedesmus acutum			*		b		6624715	442571899
VSN	Plantae	Chlorophyta	Chlorophyceae	Sphaeroleales	Scenedesmaceae	Scenedesmus arcuatum			*		b		134105878	
N	Plantae	Chlorophyta	Chlorophyceae	Sphaeroleales	Scenedesmaceae	Scenedesmus armatus		*			b		582986731	516301844
S	Plantae	Chlorophyta	Chlorophyceae	Sphaeroleales	Scenedesmaceae	Scenedesmus bicaudatus			*		b			
VSN	Plantae	Chlorophyta	Chlorophyceae	Sphaeroleales	Scenedesmaceae	Scenedesmus bijugatus		*	*		b		KX257361	
V	Plantae	Chlorophyta	Chlorophyceae	Sphaeroleales	Scenedesmaceae	Scenedesmus bijugus	*							896561787
N	Plantae	Chlorophyta	Chlorophyceae	Sphaeroleales	Scenedesmaceae	Scenedesmus ellipticum			*		o-b			985806277
VSN	Plantae	Chlorophyta	Chlorophyceae	Sphaeroleales	Scenedesmaceae	Scenedesmus falcatum			*		o-b			
V	Plantae	Chlorophyta	Chlorophyceae	Sphaeroleales	Scenedesmaceae	Scenedesmus grahneisii			*					
S	Plantae	Chlorophyta	Chlorophyceae	Sphaeroleales	Scenedesmaceae	Scenedesmus granulatum			*				589888439	
V	Plantae	Chlorophyta	Chlorophyceae	Sphaeroleales	Scenedesmaceae	Scenedesmus hindakii	*							985806275
VSN	Plantae	Chlorophyta	Chlorophyceae	Sphaeroleales	Scenedesmaceae	Scenedesmus obliquus			*		b		6624717	15011445
V	Plantae	Chlorophyta	Chlorophyceae	Sphaeroleales	Scenedesmaceae	Scenedesmus obtusus	*							119220489
SN	Plantae	Chlorophyta	Chlorophyceae	Sphaeroleales	Scenedesmaceae	Scenedesmus opoliensis			*		b			985806279
V	Plantae	Chlorophyta	Chlorophyceae	Sphaeroleales	Scenedesmaceae	Scenedesmus producto-capitatus	*							985806281
VSN	Plantae	Chlorophyta	Chlorophyceae	Sphaeroleales	Scenedesmaceae	Scenedesmus quadricauda			*		b		1237896212	2943731
V	Plantae	Chlorophyta	Chlorophyceae	Sphaeroleales	Scenedesmaceae	Scenedesmus raciborskii	*						9279826	
S	Plantae	Chlorophyta	Chlorophyceae	Sphaeroleales	Scenedesmaceae	Scenedesmus semicristatus			*					
N	Plantae	Chlorophyta	Chlorophyceae	Sphaeroleales	Scenedesmaceae	Scenedesmus vacuolatus	*							985806285
V	Plantae	Chlorophyta	Chlorophyceae	Sphaeroleales	Scenedesmaceae	Tetrademus obliquus	*							985806273
VSN	Plantae	Chlorophyta	Chlorophyceae	Sphaeroleales	Schroederiaceae	Schroederia robusta			*		b			
VSN	Plantae	Chlorophyta	Chlorophyceae	Sphaeroleales	Schroederiaceae	Schroederia setigera	*		*		b		9438166	1048099702
SN	Plantae	Chlorophyta	Chlorophyceae	Sphaeroleales	Schroederiaceae	Schroederia spiralis			*					119220491
VS	Plantae	Chlorophyta	Chlorophyceae	Sphaeroleales	Selenastraceae	Ankistrodesmus falcatus	*				b-a			410833726
V	Plantae	Chlorophyta	Chlorophyceae	Sphaeroleales	Selenastraceae	Ankistrodesmus fusiformis			*		b		19847846	909838592
N	Plantae	Chlorophyta	Chlorophyceae	Sphaeroleales	Selenastraceae	Ankistrodesmus longissimus			*					
V	Plantae	Chlorophyta	Chlorophyceae	Sphaeroleales	Selenastraceae	Ankistrodesmus stipitatus	*							119220363
VS	Plantae	Chlorophyta	Chlorophyceae	Sphaeroleales	Selenastraceae	Kirchneriella lunaris	*		*				844176306	
VSN	Plantae	Chlorophyta	Chlorophyceae	Sphaeroleales	Selenastraceae	Monoraphidium arcuatum			*		b			KT355740
VSN	Plantae	Chlorophyta	Chlorophyceae	Sphaeroleales	Selenastraceae	Monoraphidium contortum			*		b		56901049	909838570
VSN	Plantae	Chlorophyta	Chlorophyceae	Sphaeroleales	Selenastraceae	Monoraphidium griffithii	*		*		b		844177032	896561764
VSN	Plantae	Chlorophyta	Chlorophyceae	Sphaeroleales	Selenastraceae	Monoraphidium irregulare			*					
N	Plantae	Chlorophyta	Chlorophyceae	Sphaeroleales	Selenastraceae	Monoraphidium komarkovae			*				933801136	848842300
VSN	Plantae	Chlorophyta	Chlorophyceae	Sphaeroleales	Selenastraceae	Monoraphidium minutum			*		a-b		56901054	909838604
N	Plantae	Chlorophyta	Chlorophyceae	Sphaeroleales	Selenastraceae	Monoraphidium tortile			*					
S	Plantae	Chlorophyta	Chlorophyceae	Sphaeroleales	Selenastraceae	Raphidocelis contorta			*				664686838	
VSN	Plantae	Chlorophyta	Chlorophyceae	Sphaeroleales	Selenastraceae	Raphidocelis sigmoidea			*					

Озера Кабан	Таксономия						Наличие видов*			Сам- робн ость	Гены / Номер GenBank			
	Kingdom	Phylum	Class	Order	Family	Genus + Species	Гены 2017	2017	1989- 2014		18S рPHK	16S рPHK	COI	rbcL
VSN	Plantae	Chlorophyta	Chlorophyceae	Sphaeroleales	Selenastraceae	Raphidocelis subcapitata			*		304570485			848842276
VN	Plantae	Chlorophyta	Chlorophyceae	Sphaeroleales	Selenastraceae	Selenastrum bibrarianus			*	b				
VN	Plantae	Chlorophyta	Chlorophyceae	Sphaeroleales	Selenastraceae	Selenastrum capricornutum	*				9622215			119220493
V	Plantae	Chlorophyta	Chlorophyceae	Sphaeroleales	Sphaerocystidaceae	Hyaloraphidium contortum			*					
V	Plantae	Chlorophyta	Chlorophyceae	Sphaeroleales	Sphaeropleaceae	Atractomorpha porcata	*				669688658			
N	Plantae	Chlorophyta	Chlorophyceae	Tetrasporales	Chaetochloridaceae	Dictyochlorella reniformis			*					
V	Plantae	Chlorophyta	Chlorophyceae	Ulinales	Monostromataceae	Monostroma angicava	*				953415679			
VN	Plantae	Chlorophyta	Chlorophyceae			Tetraflagellochlorella mauritanica	*				375127630			
N	Plantae	Chlorophyta	Chloropicophyceae	Chloropicales	Chloropicaceae	Chloropicon primus	*							659680833
V	Plantae	Chlorophyta	Pedinophyceae	Marsupiomonadales	Resultomonadaceae	Resultomonas mikron	*							1184149
N	Plantae	Chlorophyta	Pedinophyceae	Pedinomonadales	Pedinomonadaceae	Pedinomonas minor	*			p				229915480
N	Plantae	Chlorophyta	Trebouxiophyceae	Chlorellales	Chlorellaceae	Closteriopsis longissima			*					
V	Plantae	Chlorophyta	Trebouxiophyceae	Chlorellales	Chlorellaceae	Dictyosphaerium granulatum			*					
VSN	Plantae	Chlorophyta	Trebouxiophyceae	Chlorellales	Chlorellaceae	Dictyosphaerium pulchellum	*		*	b				
S	Plantae	Chlorophyta	Trebouxiophyceae	Chlorellales	Chlorellaceae	Micractinium crassisetum			*					
V	Plantae	Chlorophyta	Trebouxiophyceae	Chlorellales	Oocystaceae	Granulocystopsis pseudocoronata			*					
N	Plantae	Chlorophyta	Trebouxiophyceae	Chlorellales	Oocystaceae	Oocystis elliptica			*					
VSN	Plantae	Chlorophyta	Trebouxiophyceae	Chlorellales	Oocystaceae	Oocystis lacustris			*	o-b	115333318			1199756366
N	Plantae	Chlorophyta	Trebouxiophyceae	Chlorellales	Oocystaceae	Oocystis marssonii			*	o-b	7578833			
V	Plantae	Chlorophyta	Trebouxiophyceae	Chlorellales	Oocystaceae	Oocystis rhomboideae			*	b-o	1093393064			1325525154
S	Plantae	Chlorophyta	Trebouxiophyceae	Chlorellales	Oocystaceae	Oocystis solitaria			*		7578831			
VSN	Plantae	Chlorophyta	Trebouxiophyceae	Chlorellales	Oocystaceae	Oocystis submarina			*					
VSN	Plantae	Chlorophyta	Trebouxiophyceae	Chlorellales	Oocystaceae	Tetrastrum glabrum			*	b				
N	Plantae	Chlorophyta	Trebouxiophyceae	Chlorellales	Oocystaceae	Tetrastrum punctatum			*	b				
N	Plantae	Chlorophyta	Trebouxiophyceae	Chlorellales	Oocystaceae	Tetrastrum staurogeniaforme			*	b				
VN	Plantae	Chlorophyta	Trebouxiophyceae	Chlorellales	Sphaeropleaceae	Tetraedron minimum			*	b	56123343			
N	Plantae	Chlorophyta	Trebouxiophyceae	Chlorellales	Sphaeropleaceae	Tetraedron triangulare			*	b				
N	Plantae	Chlorophyta	Trebouxiophyceae	Microthamniales		Stichococcus mirabilis			*		557844190			
V	Plantae	Chlorophyta	Trebouxiophyceae	Sphaeroleales	Sphaeropleaceae	Tetraedron incus			*	b				
S	Plantae	Chlorophyta	Trebouxiophyceae	Trebouxiiales	Trebouxiaceae	Trebouxia arborescens			*					
VSN	Plantae	Chlorophyta	Trebouxiophyceae	Chlorellales	Chlorellaceae	Actinastrum hantzschii	*		*	b	1092175819	844315634		119220361
VN	Plantae	Chlorophyta	Trebouxiophyceae	Chlorellales	Chlorellaceae	Auxenochlorella protothecoides	*							918463917
V	Plantae	Chlorophyta	Trebouxiophyceae	Chlorellales	Chlorellaceae	Auxenochlorella pyrenoidosa	*			p				929558687
S	Plantae	Chlorophyta	Trebouxiophyceae	Chlorellales	Chlorellaceae	Chlorella singularis	*							516301854
VN	Plantae	Chlorophyta	Trebouxiophyceae	Chlorellales	Chlorellaceae	Chlorella sorokiniana	*				929234175			669174894
SN	Plantae	Chlorophyta	Trebouxiophyceae	Chlorellales	Chlorellaceae	Chlorella variabilis	*							668349488
VSN	Plantae	Chlorophyta	Trebouxiophyceae	Chlorellales	Chlorellaceae	Chlorella vulgaris	*		*	p-a	1237896213	1232075		164455046
VN	Plantae	Chlorophyta	Trebouxiophyceae	Chlorellales	Chlorellaceae	Closteriopsis acicularis	*							119220417
V	Plantae	Chlorophyta	Trebouxiophyceae	Chlorellales	Chlorellaceae	Diclostera acutatus	*							698349960
V	Plantae	Chlorophyta	Trebouxiophyceae	Chlorellales	Chlorellaceae	Follicularia texensis	*							409186116
N	Plantae	Chlorophyta	Trebouxiophyceae	Chlorellales	Chlorellaceae	Gloeotila contorta	*							119220439
VN	Plantae	Chlorophyta	Trebouxiophyceae	Chlorellales	Chlorellaceae	Lobosphaera tirolensis	*				8117156			
VSN	Plantae	Chlorophyta	Trebouxiophyceae	Chlorellales	Chlorellaceae	Marvania geminata	*							698350238
VS	Plantae	Chlorophyta	Trebouxiophyceae	Chlorellales	Chlorellaceae	Meyerella planktonica	*				28883446			45181488
VN	Plantae	Chlorophyta	Trebouxiophyceae	Chlorellales	Chlorellaceae	Micractinium pusillum	*		*	b	113524768			119220453
VN	Plantae	Chlorophyta	Trebouxiophyceae	Chlorellales	Chlorellaceae	Micractinium reisseri	*				297501471			
V	Plantae	Chlorophyta	Trebouxiophyceae	Chlorellales	Chlorellaceae	Mucidosphaerium pulchellum	*				37362085			
V	Plantae	Chlorophyta	Trebouxiophyceae	Chlorellales	Chlorellaceae	Muriella terrestris	*				3721581			
VN	Plantae	Chlorophyta	Trebouxiophyceae	Chlorellales	Chlorellaceae	Parachlorella kessleri	*				50344699			
VN	Plantae	Chlorophyta	Trebouxiophyceae	Chlorellales	Chlorellaceae	Pseudochlorella wilhelmii	*							698350056



Озера Кабан	Таксономия						Наличие видов*			Сам- робн ость	Гены / Номер GenBank			
	Kingdom	Phylum	Class	Order	Family	Genus + Species	Гены 2017	2017	1989- 2014		18S рPHK	16S рPHK	COI	rbcL
V	Plantae	Chlorophyta	Trebouxiophyceae	Chlorellales		Picochlorum maculatum	*						800909576	
V	Plantae	Chlorophyta	Trebouxiophyceae	Chlorellales	Oocystaceae	Franceia amphitricha	*			664686852				
V	Plantae	Chlorophyta	Trebouxiophyceae	Chlorellales	Oocystaceae	Lagerheimia longiseta	*			442571948				
V	Plantae	Chlorophyta	Trebouxiophyceae	Chlorellales	Oocystaceae	Makinoella tosaensis	*			824632969				
V	Plantae	Chlorophyta	Trebouxiophyceae	Chlorellales	Oocystaceae	Trochiscia hystrix	*			9438167				
V	Plantae	Chlorophyta	Trebouxiophyceae	Microthamniales	Microthamniaceae	Microthamnion kuetzingianum	*						698349178	
V	Plantae	Chlorophyta	Trebouxiophyceae	Prasiolales	Koliellaceae	Koliella corcontica	*						728042154	
VSN	Plantae	Chlorophyta	Trebouxiophyceae	Prasiolales	Koliellaceae	Koliella longiseta	*	*	b	164507925	371782131		698348433	
V	Plantae	Chlorophyta	Trebouxiophyceae	Prasiolales	Koliellaceae	Pseudochlorella pringsheimii	*						728042162	
VN	Plantae	Chlorophyta	Trebouxiophyceae	Trebouxiales	Botryococcaceae	Botryococcus braunii	*		o-b	225903793				
V	Plantae	Chlorophyta	Trebouxiophyceae	Trebouxiales	Trebouxiaceae	Lobosphaera incisa	*						698348692	
V	Plantae	Chlorophyta	Trebouxiophyceae	Trebouxiales	Trebouxiaceae	Symbiochloris reticulata	*						557673786	
N	Plantae	Chlorophyta	Trebouxiophyceae	Trebouxiales	Trebouxiaceae	Trebouxia arboricola	*						847145763	
V	Plantae	Chlorophyta	Trebouxiophyceae	Trebouxiales	Trebouxiaceae	Trebouxia decolorans	*						94448844	
VN	Plantae	Chlorophyta	Trebouxiophyceae			Chloroidium lobatum	*						551363935	
V	Plantae	Chlorophyta	Trebouxiophyceae			Coenocystis obtusa			*					
V	Plantae	Chlorophyta	Ulvophyceae	Bryopsidales	Bryopsidaceae	Bryopsis corticulans	*						62944609	
VN	Plantae	Chlorophyta	Ulvophyceae	Oltmannsiellopsidales	Oltmannsiellopsidaceae	Oltmannsiellopsis viridis	*						82541884	
N	Plantae	Chlorophyta	Ulvophyceae	Scotinosphaerales	Scotinosphaeraeaceae	Scotinosphaera gibberosa	*			669688758				
V	Plantae	Chlorophyta	Ulvophyceae	Ulotrichales	Ulotrichaceae	Urospora wormskioldii	*						315141433	
N	Plantae	Chlorophyta	Ulvophyceae	Ulvaes	Kornmanniaceae	Pseudendoconium fucicola	*			28076770				
VSN	Plantae	Streptophyta	Liliopsida	Poales	Cyperaceae	Carex pseudocyperus		*					685846863	
VSN	Plantae	Streptophyta	Liliopsida	Poales	Cyperaceae	Eleocharis palustris		*					817991904	
N	Plantae	Streptophyta	Liliopsida	Poales	Juncaceae	Juncus atratus		*						
VS	Plantae	Streptophyta	Liliopsida	Poales	Juncaceae	Juncus effusus		*		7595464			292997	
N	Plantae	Streptophyta	Liliopsida	Poales	Juncaceae	Juncus tenuis		*					340511481	
VSN	Plantae	Streptophyta	Liliopsida	Poales	Poaceae	Phragmites australis		*		410027482			558554626	
SN	Plantae	Streptophyta	Liliopsida	Poales	Typhaceae	Typha angustifolia		*		61741968			62511863	
VN	Plantae	Streptophyta	Liliopsida	Poales	Typhaceae	Typha latifolia		*		6273840			69216577	
VS	Plantae	Streptophyta	Liliopsida		Alismataceae	Alisma plantago-aquatica		*		66969257			1063824326	
VSN	Plantae	Streptophyta	Liliopsida		Araceae	Lemna minor		*					209417450	
VSN	Plantae	Streptophyta	Liliopsida		Araceae	Spirodela polyrhiza		*					817992372	
VSN	Plantae	Streptophyta	Liliopsida		Hydrocharitaceae	Elodea canadensis		*		6273801			114448981	
VN	Plantae	Streptophyta	Liliopsida		Potamogetonaceae	Potamogeton lucens		*					114448993	
N	Plantae	Streptophyta	Liliopsida		Potamogetonaceae	Potamogeton pectinatus		*		145688034			229002279	
VSN	Plantae	Streptophyta	Zygnemophyceae	Desmidiales	Closteriaceae	Closterium acutum		*	a-b				JQ315477	
VN	Plantae	Streptophyta	Zygnemophyceae	Desmidiales	Closteriaceae	Closterium gracile tenuissimum		*		AF352237.2				
SN	Plantae	Streptophyta	Zygnemophyceae	Desmidiales	Closteriaceae	Closterium minutum		*						
N	Plantae	Streptophyta	Zygnemophyceae	Desmidiales	Closteriaceae	Closterium parvulum		*	b					
V	Plantae	Streptophyta	Zygnemophyceae	Desmidiales	Closteriaceae	Closterium subquasillus		*						
N	Plantae	Streptophyta	Zygnemophyceae	Desmidiales	Closteriaceae	Closterium venus		*		AF352236				
V	Plantae	Streptophyta	Zygnemophyceae	Desmidiales	Desmidiaceae	Actinotaenium phymatosporum	*			23304137				
N	Plantae	Streptophyta	Zygnemophyceae	Desmidiales	Desmidiaceae	Cosmarium binum		*					AM911329	
V	Plantae	Streptophyta	Zygnemophyceae	Desmidiales	Desmidiaceae	Cosmarium bioculatum		*	o-b	215541101			20278931	
V	Plantae	Streptophyta	Zygnemophyceae	Desmidiales	Desmidiaceae	Cosmarium subquasillus		*						
N	Plantae	Streptophyta	Zygnemophyceae	Desmidiales	Desmidiaceae	Cosmarium undulatum		*		215541127			215272043	
VS	Plantae	Streptophyta	Zygnemophyceae	Desmidiales	Desmidiaceae	Micrasterias tetraptera	*			356460250				
S	Plantae	Streptophyta	Zygnemophyceae	Desmidiales	Desmidiaceae	Micrasterias tropica	*			356460252				
VS	Plantae	Streptophyta	Zygnemophyceae	Desmidiales	Desmidiaceae	Staurastrum gracile		*	o-b	154466515				
VSN	Plantae	Streptophyta	Zygnemophyceae	Desmidiales	Desmidiaceae	Staurastrum planctonicum		*						

Озера Кабан	Таксономия						Наличие видов*			Сам- робн ость	Гены / Номер GenBank			
	Kingdom	Phylum	Class	Order	Family	Genus + Species	Гены 2017	2017	1989- 2014		18S рPHK	16S рPHK	COI	rbcL
VN	Plantae	Streptophyta	Zygnemophyceae	Desmidiiales	Gonatozygaceae	Gonatozygon aculeatum	*				1184240			
N	Plantae	Streptophyta	Zygnemophyceae	Desmidiiales	Peniaceae	Penium borgeanum			*					
VN	Plantae	Streptophyta	Zygnemophyceae	Desmidiiales	Peniaceae	Penium margaritaceum	*				5852422			
V	Plantae	Streptophyta	Zygnemophyceae	Zygnematales	Zygnemataceae	Zygnema circumcarinatum	*				669688778			
VN	Plantae	Streptophyta		Apiales	Apiaceae	Oenanthe aquatica			*				379031084	
S	Plantae	Streptophyta		Ceratophyllales	Ceratophyllaceae	Ceratophyllum echinatum	*				145688071			
S	Plantae	Streptophyta		Ceratophyllales	Ceratophyllaceae	Ceratophyllum submersum			*		6467912		6513623	
V	Protozoa	Apusozoa	Hilomonadea	Rigifilida	Micronucleariidae	Micronuclearia podoventralis	*				33641921			
N	Protozoa	Choanozoa	Choanoflagellida	Craspedida	Salpingoecidae	Monosiga ovata	*				30145917			
VN	Protozoa	Choanozoa	Choanoflagellida	Craspedida	Salpingoecidae	Salpingoeca fusiformis	*				673458812			
N	Protozoa	Choanozoa	Choanoflagellida	Craspedida	Salpingoecidae	Sphaeroeca leprechaunica	*				673458815			
N	Protozoa	Choanozoa	Choanoflagellida	Craspedida	Salpingoecidae	Sphaeroeca volvox	*			a	563625			
V	Protozoa	Choanozoa	Ichthyosporea	Ichthyophonida	Amoebidiaceae	Amoebidium parasiticum	*				10432427			
V	Protozoa	Euglenozoa	Kinetoplastida	Bodonida	Neobodonidae	Neobodo borokensis	*				930722314			
S	Protozoa	Metamonada	Eopharyngia	Diplomonadida	Hexamitidae	Hexamita nelsoni	*				116063674			
V	Protozoa	Metamonada	Eopharyngia	Diplomonadida	Hexamitidae	Spironucleus muris	*				157932098			
V		Glaucophyta	Glaucozystophyceae	Glaucozystales	Glaucozystaceae	Glaucozystis nostochinearum	*				683567			
V						Palustrimonas yorkeensis	*				861001142			

## 5. ОЦЕНКА ЭКОЛОГИЧЕСКОГО СОСТОЯНИЯ ОЗЕР КАБАН МЕТОДОМ БИОИНДИКАЦИИ

### 5.1. Оценка экологического состояния озер Кабан традиционными исследованиями

*Озеро Верхний Кабан.* Состав воды в озере Верхний Кабан, в отличие от других озер системы, близок к природному. Электропроводность воды озера Верхний Кабан невысокая (400-500мкС/см), вода озера характеризовалась «средней» минерализацией. Из катионов преобладал магний, среди анионов в поверхностном слое воды преобладали хлориды и гидрокарбонаты, в придонном – гидрокарбонаты. Вода жёсткая. Содержание растворенного кислорода в поверхностном слое составляло 12,2мг/дм<sup>3</sup>, что соответствует 140% насыщения. Прозрачность воды озера Верхний Кабан летом 2014г. была равна 1,05м. Концентрации аммония, фосфатов в придонных слоях воды превышали допустимые нормы. В поверхностных слоях воды концентрации аммония, фосфатов и нитратов были значительно меньше. В воде озера отмечалось высокое содержание легкоокисляемых органических веществ (по БПК<sub>5</sub>), что характеризовало воду как «весьма грязную» в поверхностном слое и как «сильно загрязнённую» - в придонном. Величины химического потребления кислорода также свидетельствуют о значительном загрязнении озера органическими веществами, характеризуют воду как «сильно загрязнённую» у поверхности и у дна.

Содержание нефтепродуктов в поверхностном слое не превышало норму, а в придонном слое превышало в 1,3 раза. В воде озера содержатся повышенные концентрации соединений меди, цинка, марганца и железа. Их концентрации превышали допустимые значения в 2-9 раз. Наиболее высокое содержание соединений тяжелых металлов наблюдалось в придонных слоях воды.

Индекс загрязнённости воды (ИЗВ) поверхностного слоя соответствовал III классу качества – «умеренно загрязнённой» воде, ИЗВ придонного слоя характеризует воду как «чрезвычайно грязную» (VII класс качества). На изменение значений индекса в сторону увеличения наиболее сильно повлияло низкое содержание кислорода в придонных слоях воды, высокие значения БПК, высокие концентрации фосфатов и марганца [6].

Исследования фитопланктона озера Верхний Кабан выявили 131 таксон рангом ниже рода, относящихся к 7 отделам (зеленые, сине-зеленые, эвгленовые, динофитовые, криптофитовые, диатомовые, желто-зеленые). Доминировали виды рода *Oscillatoria* и *Anabaena flos-aquae*. Значения индекса сапробности в модификации Сладечека колебались от 2,04 до 2,21 [126]. В сообществах фитопланктона преобладали *b*-мезосапробы (53 вида), затем *o-b*-мезосапробы (32 вида) и далее *b-a*-мезосапробы (13 видов). Около половины всех зарегистрированных таксонов являлись индикаторами показателями той или иной степени сапробности [127].

По результатам исследований фитопланктона озера Верхний Кабан, выполненных О.Палагушкиной, в пробе, отобранной 23 сентября 2016г., было выявлено 12 видов фитопланктона, из них 2 вида синезеленых, 5 видов диатомовых, 1 вид криптофитовых, 2 вида эвгленовых, 2 вида зеленых. По численности доминировали синезеленые – *Lyngbia limnetica* Lemm. (129600тыс.кл/л) и *Aphanizomenon flos-aquae* (L.) Ralfs (4800тыс.кл/л). Численность фитопланктона составляла 139584тыс.кл/л, биомасса – 2,86мг/л.

В пробе, отобранной 23 июля 2017г., было выявлено 8 видов фитопланктона (О.Палагушкина), среди которых доминировали по численности синезеленые водоросли *Lyngbia limnetica* Lemm. (35208тыс.кл/л). Численность фитопланктона составляла 35899тыс.экз/м<sup>3</sup>, биомасса – 0,39мг/л.

В составе прибрежной и водной растительности озера Верхний Кабан исследованиями 2007г. было выявлено 48 видов, относящихся

к 46 родам, 23 семействам, 3 классам и 2 отделам. Из них 4 вида являются доминантами: тростник южный, двукисточник тростниковидный, осока ложносытевая и ряска малая [69].

Первые исследования зоопланктона озер Кабан были выполнены еще в 19 в. М. Рузским [43], позже озера исследовали В. Мейснер [39], М. Гагаева [128], В. Нечкина [38, 129]. Работы Н. Мингазовой [36] посвящены изучению видового состава и количественных показателей зоопланктона озер Кабан в период их наибольшего загрязнения. В 1989-1994 гг. исследования были продолжены в плане изучения изменений сообществ зоопланктона в период проведения оздоровительных мероприятий и в последующий период [6, 10, 21, 130-131]. Таким образом, сообщества зоопланктона озер Кабан с различными целями изучались на протяжении длительного времени, однако для целей настоящей монографии использованы результаты современного периода исследований с 1989 г. по 2014 г. Список видов зоопланктона, выявленных в озере Верхний Кабан в результате многолетних исследований включает 86 видов, из них коловраток – 37 (43%), ветвистоусых ракообразных – 29 (34%), веслоногих ракообразных – 20 (23%). Из идентифицированных видов 79 указываются как индикаторные. Наибольшее количество видов – 44,3% относятся к олигосапробам, 22,7% – *o-b*-мезосапробам, 19% – *b*-мезосапробам, 7,6% – *b-o*-мезосапробам и 3,8% – *b-a*- мезосапробам и 2,5% – *a*-мезосапробам.

По результатам исследований 23.09.2016 в пробе из озера Верхний Кабан было выявлено 8 видов зоопланктона. Преобладали ювенильные стадии циклопов, численность зоопланктона составляла 1,377 тыс. экз/м<sup>3</sup>, при биомассе 0,009 г/м<sup>3</sup>. Количественные значения были очень низкими, что связано с естественным снижением количественных показателей в конце вегетационного периода. Значение индекса сапробности составил 1,41.

В пробе, отобранной 23 июля 2017 г., было выявлено 13 видов зоопланктона, среди которых доминировали по численности

ветвистоусые ракообразные *Ceriodaphnia quadrangula*. Численность зоопланктона составляла 19,08 тыс. экз/м<sup>3</sup>, биомасса – 0,16 г/м<sup>3</sup>. Значение индекса сапробности составил 1,51.

По опубликованным данным в озере Верхний Кабан было выявлено 55 видов зообентоса [67, 80]. Из них 7 видов относятся к классу Малощетинковых червей (*Oligochaeta*), 4 – к классу Пиявок (*Hirudinea*), 1 – к классу Ракообразных (*Crustacea*), 26 – к классу Насекомых (*Insecta*), 13 – к классу Брюхоногих моллюсков (*Gastropoda*) и 4 вида относятся к классу Двустворчатых моллюсков (*Bivalvia*) [69, 132].

Результаты многолетних исследований ихтиофауны озера Верхний Кабан нашли свое отражение в экологическом паспорте [69]. Исследования, проведенные в 2007 г. выявили 16 видов ихтиофауны: щука (*Esox lucius*), плотва (*Rutilus rutilus*), обыкновенная верховка (*Leucaspis delineatus*), лещ (*Abramis brama*), густера (*Blicca bjoerkna*), линь (*Tinca tinca*), обыкновенный карась (*Carassius carassius*), серебряный карась (*Carassius auratus*), сазан, карп (*Cyprinus carpio*), вьюн (*Misgurnus fossilis*), сом (*Silurus glanis*), налим (*Lota lota*), окунь (*Perca fluviatilis*), судак (*Stizostedion lucioperca*), ерш (*Gymnocephalus cernua*) и ротан (*Percottus glehni*).

**Озеро Средний Кабан.** Тип воды в озере Средний Кабан преимущественно сульфатно-гидрокарбонатно-кальциевый. Сумма главных ионов в поверхностных слоях составляла 758-958 мг/л, в придонных – 757-1402 мг/л. Среди катионов преобладает кальций, среди анионов – сульфаты. Вода очень жёсткая. Температура воды в озере Средний Кабан на 2-3°С выше, чем в других озерах вследствие поступления термальных сточных вод ТЭЦ. Состав растворенных газов в озере Средний Кабан соответствует эвтрофным водоемам. В поверхностных слоях содержание растворенного кислорода высоко – 11,8-14,9 мг/дм<sup>3</sup> (118-146%), а в толще воды (ниже 6 м) его содержание опускается до нуля. Присутствие сероводорода

отмечалось на глубине 6 м и ниже. Неблагополучный газовый режим формируется за счет разложения накопленных органических веществ, поступающих со сточными и ливневыми водами. Прозрачность воды озера в августе была равна 0,5 м.

Содержание аммонийного азота в поверхностных слоях воды изменялось от 0,07 мг/дм<sup>3</sup> до 1,6 мг/дм<sup>3</sup>, в придонных слоях – от 4,8 мг/дм<sup>3</sup> до 16,8 мг/дм<sup>3</sup>, что в 3 раза превышает допустимые значения. Максимальные концентрации отмечались в районе выпусков промышленных сточных вод и ливневой канализации. В некоторые годы отмечалось превышение допустимых концентраций содержания нитритов в воде (в 1,2-1,6 раза), что обусловлено высоким содержанием NO<sub>2</sub> в сточных водах. Содержание фосфатов изменялось от 0,025 мг/дм<sup>3</sup> до 3,82 мг/дм<sup>3</sup>, максимальные значения отмечались в придонных слоях воды.

В воде озера содержится много органических веществ, особенно в придонных слоях. Величина перманганатной окисляемости в придонных слоях превышает допустимую норму концентрации в 13,9 раз. В поверхностном слое этот показатель характеризует воду как «вполне чистую».

Выявлены высокие концентрации нефтепродуктов, превышают предельно допустимые концентрации в 2,9-4,7 раз, соединения марганца, цинка, меди, железа в концентрациях, превышающих предельно допустимые в 21 раз. Индекс загрязнённости воды (ИЗВ) поверхностного слоя соответствовал III классу качества воды – «умеренно загрязнённой», ИЗВ придонного слоя характеризует воду как «чрезвычайно грязную» (VII класс качества). На изменение значений индекса в сторону их увеличения повлияло очень низкое содержание кислорода и высокое значение перманганатной окисляемости и концентрации нитратов [6].

В фитопланктоне озера Средний Кабан выявлено 137 таксонов рангом ниже рода, относящихся к 6 отделам (зеленые, синезеленые, эвгленовые, золотистые, диатомовые, динофитовые). В озере часто

доминировали водоросли *Ceratium hirundinella*. Значения индекса сапробности в модификации Сладечека колебались от 1,8 до 2,3 [86]. По результатам исследований фитопланктона озера Средний Кабан, выполненных О.Палагушкиной, в пробе, отобранной 23.09.2016г. было выявлено 10 видов фитопланктона. Из них 3 вида синезеленых, 1 вид золотистых, 1 вид эвгленовых, 2 вида динофитовых, 2 вида диатомовых, 1 вид зеленых. По численности доминировали синезеленые – *Aphanizomenon flos-aquae* (L.) Ralfs (77100 тыс.кл/л) и *Lyngbia limnetica* Lemm. (5980 тыс.кл/л). Численность фитопланктона составляла 85300тыс.кл/л, биомасса – 5,4мг/л.

На прибрежной территории озера и в его акватории выявлено 36 видов сосудистых растений, относящихся к 35 родам, 18 семействам, 2 классам и 1 отделу [68].

Систематический список зоопланктона, с учетом результатов ранее проведенных исследований включает 92 вида, из них: 35 видов (38%) относились к коловраткам, 37 (40%) – к ветвистоусым ракообразным и 20 (22%) – к веслоногим ракообразным. Из общего числа видов 85 имеют индикаторную значимость. Наибольшее количество видов – 36,5% относились к олигосапробам, 28,2% – *o-b*-мезосапробам, 22,3% – *b*-мезосапробам, 8,2% – *b-o*-мезосапробам и 4,7% – *b-a* – мезосапробам.

В пробе, отобранной 23.09.2016г. из озера Средний Кабан было выявлено 5 таксонов рангом ниже рода (О.Деревенская). В пробе преобладали ювенильные стадии циклопов, численность зоопланктона составляла 3,77тыс.экз/м<sup>3</sup>, при биомассе 0,015г/м<sup>3</sup>. Количественные значения были очень низкими, что связано с естественным снижением количественных показателей в конце вегетационного периода. Значение индекса сапробности составил 1,56.

В пробе, отобранной 23.07.2017г., было выявлено 18 видов зоопланктона, среди которых доминировали по численности ветвистоусые ракообразные *Chydorus sphaericus*. Численность



зоопланктона составляла 31,71 тыс. экз/м<sup>3</sup>, биомасса – 0,16 г/м<sup>3</sup>. Значение индекса сапробности составил 1,47.

По опубликованным данным в озере Средний Кабан выявлено 13 видов зообентоса [68, 132]. Из них 1 вид относится к классу Малощетинковых червей (*Oligochaeta*), 2 – к классу Пиявок (*Hirudinea*), 3 – к классу Насекомых (*Insecta*), 6 – к классу Брюхоногих моллюсков (*Gastropoda*) и 1 вид относится к классу Двустворчатых моллюсков (*Bivalvia*) [68, 132].

В соответствии с экологическим паспортом озера Средний Кабан [68] в озере отмечается наличие 11 видов рыб: щука, плотва, уклея, лещ, густера, золотой карась, сазан, окунь, верховка, красноперка, серебряный карась. Указанные виды относятся к трем семействам: карповые – 9 видов (плотва, уклея, лещ, густера, золотой карась, сазан, верховка, красноперка, серебряный карась), окуневые (окунь) и щуковые (щука). Видами-доминантами являются уклея, верховка и плотва.

**Озеро Нижний Кабан.** Современные исследования показывают, что экологическое состояние озера Нижний Кабан нельзя назвать благополучным [6].

В летний период поверхностные слои воды пересыщены кислородом, вследствие массового развития фитопланктона, а в придонных слоях воды наблюдается его дефицит. Электропроводность поверхностного слоя воды изменялась от 990 мкС/см до 1415 мкС/см, придонного слоя – от 1132 мкС/см до 557 мкС/см. Вода очень жёсткая. Прозрачность воды озера Нижний Кабан в летнее время низкая (в августе месяце составляла 0,25 м). Содержание аммония и фосфатов было высоким в придонных слоях воды, тогда как в поверхностных слоях воды содержание аммония и фосфатов не превышало допустимых значений. Содержание нитратов и нитритов характеризовало воду как «очень» и «достаточно чистую». В воде озера отмечались высокие значения БПК<sub>5</sub>, характеризующие

воду как «предельно грязную». Величины химического потребления кислорода также свидетельствуют о сильном загрязнении озера органическими веществами, характеризуют воду как «весьма грязную» у поверхности и как «предельно грязную» у дна.

Содержание нефтепродуктов в воде озера было на предельно допустимом уровне в поверхностном слое, а в придонном слое превышало допустимые нормативы в 2,4 раза. Из соединений тяжёлых металлов медь характеризовалась концентрацией, превышающей норму в 1,2 раза в поверхностном слое, в 2,9 раза – в придонном. Превышение допустимых концентраций было отмечено для цинка в 2,4 раза у поверхности и в 2,9 раза у дна, и хрома в придонном слое – в 9,4 раза.

Индекс загрязнения поверхностного слоя воды в 2014г. соответствовал переходу от «умеренно загрязнённой» к «загрязнённой»; придонного слоя характеризует воду как «чрезвычайно грязную» (седьмой класс качества): на увеличение индекса максимально повлияло очень низкое содержание кислорода и высокие значения ХПК и БПК<sub>5</sub> [6].

В фитопланктоне озера Нижний Кабан ранее проведенными исследованиями [126] выявлено 140 таксонов рангом ниже рода, относящихся к 8 отделам (зеленые, сине-зеленые, эвгленовые, золотистые, криптофитовые, желто-зеленые, диатомовые, динофитовые). Значения индекса сапробности в модификации Сладечека колебались от 1,7 до 2,2. По результатам исследований фитопланктона озера Нижний Кабан, выполненных О.В.Палагушкиной, в пробе, отобранной 23 сентября 2016г. было выявлено 9 видов фитопланктона. Из них 2 вида синезеленых, 2 вида эвгленовых, 1 вид динофитовых, 1 вид золотистых, 2 вида Зеленых. По численности доминировали синезеленые - *Aphanizomenon flos-aquae* (L.) Ralfs (30720тыс.кл/л) и *Lyngbia limnetica* Lemm. (3400тыс.кл/л). Численность фитопланктона составляла 34360тыс.кл/л, биомасса – 1,41мг/л.

В составе прибрежной и водной растительности озера Нижний Кабан в экологическом паспорте упоминается 44 вида, входящих в 40 родов, 26 семейств, 3 класса и 2 отдела. Из них 3 вида являются доминантами: осока ложносытевая, рогоз узколистный и тростник южный [67].

Список видов зоопланктона, с учетом ранее проведенных исследований включает 82 вида, из них коловраток 30 видов (36%), ветвистоусых ракообразных – 32 вида (38,6%), веслоногих ракообразных – 21 (25%). От общего количества видов индикаторную значимость имеют 76 видов. Наибольшее количество видов – 34,2% относятся к олигосапробам, 28,9% – *o-b*-мезосапробам, 25% – *b*-мезосапробам, 7,9% – *b-o*-мезосапробам и 4% – *b-a*-мезосапробам.

В пробе, отобранной 23.09.2016г. из озера Нижний Кабан, было выявлено 12 видов зоопланктона (О.Деревенская). В пробе преобладали ювенильные стадии циклопов, а также коловратки *Asplanchna priodonta* и *Asplanchna girodi*, численность зоопланктона составляла 40,28тыс.экз/м<sup>3</sup>, при биомассе 25,39г/м<sup>3</sup>. Количественные показатели зоопланктона были высокими. Значение индекса сапробности составил 1,62.

В пробе, отобранной 23 июля 2017г. выявлено 10 видов зоопланктона (О.Деревенская), среди которых доминировали по численности коловратки *Euchlanis dilatata*. Численность зоопланктона составляла 30,99тыс.экз/м<sup>3</sup>, биомасса – 0,95г/м<sup>3</sup>. Значение индекса сапробности составил 1,53.

Кроме этого, было зарегистрировано 22 вида инфузорий, относящихся к 3 классам: *Polyhymenomorpha* – 9 видов, *Olygohymenomorpha* – 5 видов и *Kinetophragminomorpha* – 8 видов. Весной численность цилиопланктона достигала своих максимальных значений. Средние значения численности цилиопланктона в весенний период составляют 29282тыс.экз./м<sup>3</sup>, а биомасса – 0,929г/м<sup>3</sup>. Летний период характеризуется снижением общего количества видов инфузорий, их численности и высокими значениями биомассы.

Средние значения численности летом составляют 9867тыс.экз./м<sup>3</sup>, биомассы – 1,074г/м<sup>3</sup>. В массе развиваются бактерио-детритофаги, однако основная доля приходится на альгофаг *S.viridae*. По данным цилиопланктона озеро нижний Кабан можно отнести к гипертрофному, что указывает на сильное органическое загрязнение. Значения индекса сапробности (1,8-2,0) варьировали в течение всего периода только в пределах *b*-мезосапробной зоны [132].

В составе зообентоса озера Нижний Кабан обнаружено 9 видов из числа организмов зообентоса. Из них 1 вид относится к классу Малощетинковых червей (*Oligochaeta*), 1 – к классу Пиявок (*Hirudinea*), 1 – к классу Ракообразных (*Crustacea*), 3 – к классу Насекомых (*Insecta*), 3 – к классу Брюхоногих моллюсков (*Gastropoda*) [67, 132].

Для озера Нижний Кабан отмечалось 8 видов рыб: плотва, уклея, окунь, верховка, красноперка, карась серебряный, карась золотой, сазан [67].

### Заключение по главе

Исследования физико-химических показателей воды в озерах Кабан показали ее невысокое качество, высокие концентрации соединений тяжелых металлов, биогенных элементов, органических веществ, отсутствие кислорода в придонных слоях воды.

По показателям фитопланктона озера являются эвтрофными-гипертрофными. В сообществах фитопланктона преобладали виды-индикаторы *b*-мезосапробных и *o-b*-мезосапробных условий. Значения индекса сапробности Пантле и Букка (в модификации Сладечека) характеризовали степень загрязненности воды как «умеренно загрязненная»-«загрязненная».

В зоопланктоне преобладали индикаторы олигосапробных, *o-b*- и *b*-мезосапробных условий. Качество воды в озере, в соответствии с величиной индекса сапробности, соответствовало категории «умеренно загрязненных» вод.

Сообщества зообентоса обеднены, представлены видами, устойчивыми к загрязнению, населяют, главным образом, прибрежные биотопы. В профундали зообентос отсутствует, вследствие высокой степени загрязнения грунтов и придонных слоев воды и отсутствия кислорода.

Видовое богатство ихтиофауны низкое, преобладают виды, устойчивые к дефициту кислорода.

Многолетние наблюдения за озерами системы Кабан показали их относительно неблагоприятное экологическое состояние, вызванное длительным поступлением сточных вод различного происхождения в озера.

## 5.2. Оценка экологического состояния озер Кабан по результатам метагеномного секвенирования гидробионтов

Одним из высокоинформативных способов экологической оценки водной среды является использование метода биоиндикации, то есть выявление неспецифической реакции живых организмов на изменение условий среды их обитания, например – загрязнение или очищение [133]. По сравнению с химическими и физическими методами индикации водоемов методы биоиндикации обладают значительным преимуществом, поскольку физико-химические показатели дают оценку качества воды только на данный момент времени, тогда как присутствие индикаторных видов растений, животных, грибов или бактерий позволяет более точно судить о качестве воды в водоеме [134].

В табл. 5.2.1, приведены виды-индикаторы зон сапробности, идентифицированные по маркерным генам *18S rPHK*, *16S rPHK*, *COI*, *rbcL*. Индекс сапробности рассчитан по общепринятой методике Пантле и Букка в модификации Сладечека [86] (сапробность, индивидуальный вес), уникальный номер в базе данных нуклеотидных последовательностей GenBank приведен для гидробионтов по маркерным генам и по озерам Кабан. Для некоторых водорослей-индикаторов использовались списки С.Бариновой [135]. Способ определения сапробности гидробионтов для оценки экологического состояния водоемов описан в работах Л.Фроловой [136-137].

Таблица 5.2.1

## Виды-индикаторы зон сапробности в озерах Кабан

Сапробность /вес		Вид	Номер в БД NCBI	Озера	Гены
x*	0,30	<i>Gomphonema clevei</i>	952988043	S**	<i>rbcL_D</i>
o	0,80	<i>Alonopsis elongata</i>	157154072	S	<i>18S pPHK</i>
o	0,90	<i>Philodina citrina</i>	FR856884	V	<i>COI</i>
o	1,00	<i>Acantholeberis curvirostris</i>	157154071	S	<i>18S pPHK</i>
o	1,00	<i>Macrotrachela quadricornifera</i>	JX184004	VS	<i>COI</i>
o	1,00	<i>Trichocerca cf capucina</i>	JX216815	V	<i>COI</i>
o	1,00	<i>Trichocerca elongata</i>	83285109	V	<i>18S pPHK</i>
o	1,15	<i>Ceratium hirundinella</i>	154201536 387769008	VSN	<i>18S pPHK</i> <i>rbcL_D</i>
o	1,15	<i>Gomphonema angustum</i>	952987957	N	<i>rbcL_D</i>
o	1,20	<i>Lepadella rhomboides</i>	83285090	S	<i>18S pPHK</i>
o	1,25	<i>Mesocyclops leuckarti</i>	256807776 KF357729	N	<i>18S pPHK</i> <i>COI</i>
o	1,30	<i>Sida crystallina</i>	157154093 1502977497	VS	<i>18S pPHK</i> <i>COI</i>
o	1,30	<i>Thermocyclops oithonoides</i>	KF357725	V	<i>COI</i>
o	1,60	<i>Eudiaptomus graciloides</i>	682124614 682124615	N	<i>18S pPHK</i> <i>COI</i>
o-b	1,40	<i>Acroperus harpae</i>	157154186 83742942	S	<i>18S pPHK</i> <i>COI</i>
o-b	1,40	<i>Asterionella formosa</i>	370991436 329343247	V	<i>18S pPHK</i> <i>rbcL_D</i>
o-b	1,40	<i>Cyclops insignis</i>	296434375 480306564	VSN	<i>18S pPHK</i> <i>COI</i>
o-b	1,40	<i>Nitzschia fonticola</i>	58416170 952987983	VSN	<i>18S pPHK</i> <i>rbcL_D</i>
o-b	1,40	<i>Tintinnidium fluviatile</i>	388540836	VSN	<i>18S pPHK</i>

Сапроб- ность /вес		Вид	Номер в БД NCBI	Озе- ра	Гены
o-b	1,50	<i>Asplanchna cf sieboldi</i>	JX216495	S	COI
o-b	1,50	<i>Botryococcus braunii</i>	225903793	VN	18S pPHK
o-b	1,50	<i>Dicranophorus forcipatus</i>	83285082	V	18S pPHK
o-b	1,50	<i>Lacinularia flosculosa</i>	757957295	V	18S pPHK
o-b	1,50	<i>Philodina megalotrocha</i>	JQ309180	VSN	COI
o-b	1,50	<i>Simocephalus vetulus</i>	157154094 1388591231	S	18S pPHK COI
o-b	1,60	<i>Fragilaria capucina</i>	149127034 952987997	N	18S pPHK rbcL_D
o-b	1,65	<i>Amphora ovalis</i>	612408395 612408438	SN	18S pPHK rbcl_D
o-b	1,65	<i>Leptodora kindtii</i>	7208202 315620059	S	18S pPHK COI
b-o	1,55	<i>Keratella cochlearis</i>	259090060 KC618815	VS	18S pPHK COI
b-o	1,60	<i>Synura spinosa</i>	859809142	V	18S pPHK
b	1,35	<i>Cocconeis placentula</i>	329343421 329343165	S	18S pPHK rbcL_D
b***	1,40	<i>Cyclostephanos dubius</i>	549438591 329343131	VSN	18S pPHK rbcL_D
b	1,70	<i>Gomphonema acuminatum</i>	952988039	N	rbcL_D
b	1,70	<i>Pediastrum duplex</i>	169021 154423193	V	18S pPHK rbcl_AB
b***	1,70	<i>Schroederia setigera</i>	9438166 119220491	VSN	18S pPHK rbcL_AB
b	1,75	<i>Chydorus sphaericus</i>	157154076 343210032	S	18S pPHK COI
b	1,75	<i>Microcystis aeruginosa</i>	896561757	SN	rbcl_AB
b	1,80	<i>Aulacoseira granulata</i>	370991410 370991614	VN	18S pPHK rbcL_D
b	1,80	<i>Cymbella cistula</i>	725655009 725655630	SN	18S pPHK rbcL_D



Сапроб- ность /вес		Вид	Номер в БД NCBI	Озе- ра	Гены
b	1,85	<i>Dinobryon divergens</i>	1210424080 728802317	VN	18S pPHK rbcL_D
b	1,95	<i>Synedra ulna</i>	149127060 329343161	S	18S pPHK rbcL_D
b	2,00	<i>Actinastrum hantzschii</i>	1092175819 119220361	N	18S pPHK rbcl_AB
b	2,00	<i>Anabaena flos-aquae</i>	299782248	VSN	rbcl_AB
b	2,00	<i>Arthrospira platensis</i>	557668307	SN	rbcl_AB
b	2,00	<i>Brachionus plicatilis</i>	AY218091	V	COI
b	2,00	<i>Cryptomonas curvata</i>	1003585960 78183189	VSN	18S pPHK rbcL_D
b	2,00	<i>Micractinium pusillum</i>	113524768 119220453	N	18S pPHK rbcl_AB
b	2,00	<i>Nitzschia cf. sigmoidea</i>	906411366	N	rbcL_D
b***	2,00	<i>Oscillatoria nigro- viridis</i>	428238862	VSN	rbcl_AB
b	2,00	<i>Pandorina morum</i>	442571977 896561775	N	rbcl_AB
b	2,00	<i>Phacotus lenticularis</i>	18025097 953273318	VSN	18S pPHK rbcL_AB
b	2,00	<i>Vorticella mayeri</i>	1002824137	VS	18S pPHK
b***	2,10	<i>Koliella longiseta</i>	164507925 698348433	VSN	18S pPHK rbcL_AB
b	2,10	<i>Pinnularia neomajor</i>	354806088	VN	rbcL_D
b***	2,20	<i>Monoraphidium griffithii</i>	844177032 896561764	VSN	18S pPHK rbcL_AB
b	2,25	<i>Gammarus roeseli</i>	EF570337	N	COI
b	2,25	<i>Synura petersenii</i>	2058488	V	18S pPHK
b-a	2,35	<i>Ankistrodesmus falcatus</i>	410833726	VS	rbcl_AB
b-a	2,35	<i>Cymatopleura solea</i>	906411159	S	18S pPHK
b-a	2,50	<i>Brachionus calyciflorus</i>	478683559 JX463650	VS	18S pPHK COI
b-a	2,50	<i>Coleps hirtus</i>	4090657	VSN	18S pPHK
a-b	2,50	<i>Urostyla grandis</i>	822576503	VS	18S pPHK

Сапроб- ность /вес		Вид	Номер в БД NCBI	Озе- ра	Гены
a-b	2,60	<i>Cyclotella meneghiniana</i>	98990544 952988021	VSN	18S pPHK rbcL_D
a	2,60	<i>Helobdella stagnalis</i>	AF329041	N	COI
a	2,70	<i>Stephanodiscus hantzschii</i>	72398633 398372920	N	18S pPHK rbcL_D
a	2,75	<i>Nitzschia palea</i>	635009779 661551046	VSN	18S pPHK rbcL_D
a	2,80	<i>Daphnia pulex</i>	928196323 1381323653	S	18S pPHK COI
a	2,85	<i>Oscillatoria tenuis</i>	371909897	S	rbcl_AB
a	3,15	<i>Chlamydomonas reinhardtii</i>	582986730 262527090	VN	18S pPHK rbcl_AB
a	3,20	<i>Sphaeroeca volvox</i>	563625	N	18S pPHK
a	3,25	<i>Brachionus rubens</i>	694191694 KJ489418	V	18S pPHK COI
a-p	3,40	<i>Daphnia magna</i>	157154077 KP296147	V	18S pPHK COI
p-a	3,60	<i>Chlorella vulgaris</i>	1237896213 164455046	VSN	18S pPHK rbcL_AB
p	4,00	<i>Auxenochlorella pyrenoidosa</i>	929558687	V	rbcl_AB
p	4,00	<i>Pedinomonas minor</i>	229915480	N	rbcl_AB
p	4,50	<i>Vorticella aequilata</i>	363412175	VN	18S pPHK
p	5,00	<i>Acinertia incurvata</i>	645759758	S	18S pPHK
*x-ксеносапробные, o-олигосапробы, b – бетамезосапробы, a-альфамезосапробы;					
p-полисапробы					
**N – Нижний Кабан, S – Средний Кабан, V – Верхний Кабан					
***b – сапробность определена по С.Бариновой.					

Распределение видов-индикаторов по маркерным генам и зонам сапробности приведено в табл. 5.2.2. (рис.5.2.1). Распределение видов-индикаторов по озерам Кабан и зонам сапробности приведено в табл. 5.2.3 (рис.5.2.2).

Таблица 5.2.2

Распределение видов-индикаторов по маркерным генам и зонам сапробности

Всего видов	Маркерные гены			
	<i>18S рРНК</i>	<i>rbcL_AB</i>	<i>rbcL_D</i>	<i>COI</i>
77	55	19	21	22
Из них по зонам сапробности:				
<i>x</i>	0	0	1	0
<i>o</i>	8	0	2	7
<i>o-b</i>	12	1	4	6
<i>b-o</i>	2	0	0	1
<i>b</i>	18	12	10	3
<i>b-a</i>	3	1	1	1
<i>a-b</i>	2	0	1	0
<i>a</i>	6	2	2	3
<i>a-p</i>	1	0	0	1
<i>p-a</i>	1	1	0	0
<i>p</i>	2	2	0	0

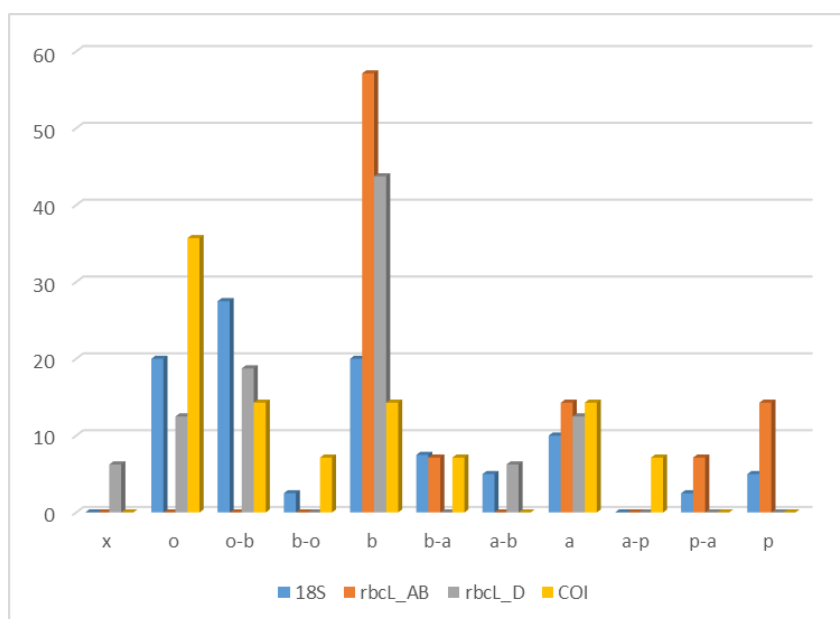


Рис. 5.2.1. Распределение видов-индикаторов по маркерным генам и зонам сапробности

Распределение видов-индикаторов из озер Кабан по зонам сапробности приведено в табл. 5.2.3 (рис.5.2.2).

Таблица 5.2.3

Распределение видов-индикаторов озер Кабан по зонам сапробности

Сапробность	<i>x</i>	<i>o</i>	<i>o-b</i>	<i>b-o</i>	<i>b</i>	<i>b-a</i>	<i>a-b</i>	<i>a</i>	<i>a-p</i>	<i>p-a</i>	<i>p</i>
Кол-во индикаторов	1	13	14	2	27	4	2	8	1	1	4
Процент	1	17	18	3	35	5	3	10	1	1	5

Распределение видов-индикаторов по озерам Кабан и зонам сапробности приведено в табл. 5.2.4 (рис.5.2.2).

Таблица 5.2.4

Распределение видов-индикаторов по озерам Кабан и зонам сапробности

Сапробность / озера Кабан	$x$	$o$	$o-b$	$b-o$	$b$	$b-a$	$a-b$	$a$	$a-p$	$p-a$	$p$
Верхний	0	7	8	2	15	3	2	3	1	1	2
Средний	1	6	9	1	15	4	2	3	0	1	1
Нижний	0	4	7	0	20	1	1	5	0	1	2

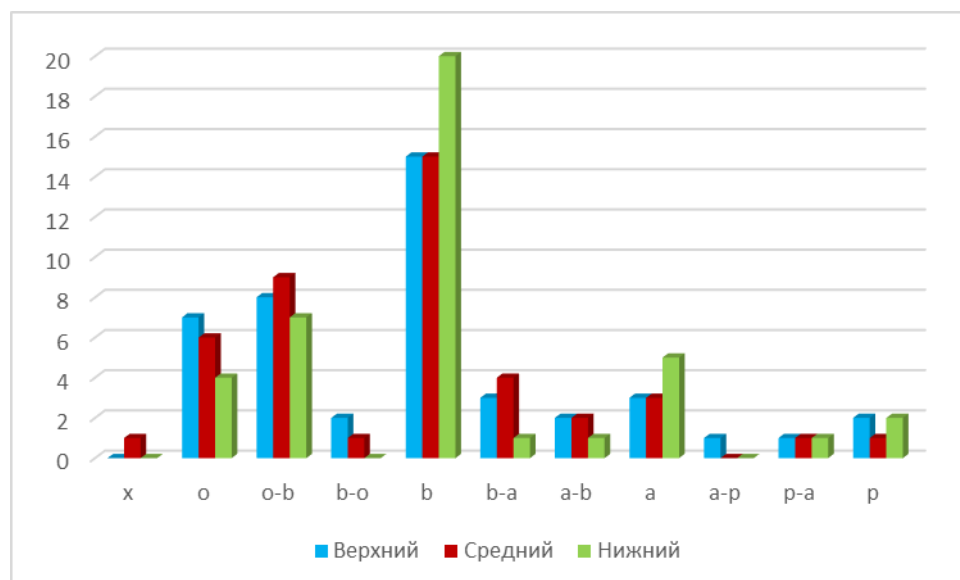


Рис.5.2.2. Распределение видов-индикаторов по озерам Кабан и зонам сапробности

### Заключение по главе

Из 609 идентифицированных видов, 77 видов имеют индикаторный статус. Наибольшее количество гидробионтов (35%) являются индикаторами  $b$ -мезосапробных условий, т.е. характеризуют озера Кабан как загрязненные.

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Метагеномный анализ гидробионтов озер Верхний Кабан, Средний Кабан, Нижний Кабан проведен впервые. Идентификация гидробионтов озер Кабан проведена по маркерным генам *18S рРНК* (эукариоты), *16S рРНК* (прокариоты), *COI* (животные организмы), *rbcL* (растительные организмы).

Общее количество гидробионтов, идентифицированных по маркерному гену *18S рРНК* включает 423 вида, по гену *16S рРНК* – 28 видов, по гену *COI* – 792 вида, по гену *rbcL* – 261 вид.

Из 423 идентифицированных видов по гену *18S рРНК*, 343 видов – пресноводные гидробионты и 80 видов, которые к ним не относятся. Среди 80 видов встречаются 21 морской вид; 44 вида – не гидробионты; 15 видов, ареал обитания которых вне Республики Татарстан.

Из 792 идентифицированных видов по гену *COI*, 59 видов – пресноводные гидробионты и 733 вида, которые к ним не относятся. Среди 733 видов встречаются 192 морских вида; 160 видов – не гидробионты; 381 вид, ареал обитания которых вне Республики Татарстан.

Из 28 идентифицированных видов по гену *16S рРНК*, 7 видов обитают в пресноводных водоемах, 21 вид относятся к паразитам и патогенам, в основном выделены из желудочно-кишечного тракта человека и/или животных.

Не идентифицированные виды, а также неточности и ошибки в идентификации видов связаны с тем, что в настоящее время отсутствуют данные о последовательностях ДНК-штрихкода маркерных генов *COI*, *18S рРНК*, *16S рРНК* и *rbcL* организмов, обитающих на территории республики Татарстан, в международных базах данных нуклеотидных последовательностей GenBank на сайте NCBI и BOLD systems; проекты по ДНК-штрихкодированию и по каталогизации местной флоры и фауны в Республике Татарстан

не проводятся до настоящего времени. Поэтому полученные нами экспериментальные последовательности генов, выделенных из организмов, обитающих в озерах Кабан, выравнивались на родственные организмы других ареалов (в том числе других материков), для которых проводились работы по ДНК-штрихкодированию.

К настоящему времени авторами проведены экспериментальные работы по выделению маркерных генов *18S pPHK* и *COI* гидробионтов озер Кабан по методу Сэнгера [138], результаты которых внесены в международную базу данных GenBank с уникальными номерами:

- *COI*: рыбы – 1316029345 (*Silurus glanis*), 1316029343 (*Ballerus ballerus*), 1316029341 (*Rutilus rutilus*), 312598640 (*Cyprinus carpio*), 1316029337 (*Sander lucioperca*), 1316029335 (*Abramis brama*); зоопланктон – 312598646 (*Moina micrura*), 312598644 (*Mesocyclops leuckarti*), 312598642 (*Scapholeberis mucronata*); 1316029339 (*Brachionus calyciflorus*).

- *18S pPHK*: рыбы – 937553039 (*Silurus glanis*), 937553038 (*Carassius gibelio*), 937553037 (*Cyprinus carpio*), 937553036 (*Sander lucioperca*), 937553035 (*Abramis brama*); зоопланктон – 928196323 (*Daphnia pulex*), 259090060 (*Keratella cochlearis*), 259090059 (*Brachionus calyciflorus*), 259090058 (*Moina brachiata*), 259090057 (*Scapholeberis mucronata*).

Технология секвенирования по методу Сэнгера позволяет идентифицировать виды с большей точностью, так как длина секвенированной последовательности гена составляет 600-700 пар оснований, что почти в два раза превышает длину секвенированной последовательности (300 пар оснований) по технологии метагеномного секвенирования. Однако, секвенирование одного образца по Сэнгеру увеличивает время идентификации всех организмов в пробе, требует больших материальных и трудовых ресурсов по сравнению с метагеномным секвенированием. Наиболее эффективным способом является сочетание обоих методов – метод

Сэнгера необходимо использовать для первоначальной каталогизации гидробионтов, а затем использовать технологию метагеномного секвенирования для быстрой идентификации видов гидробионтов в пробе воды на основе существующего каталога. Использование ДНК-штрихкодирования позволяет идентифицировать редкие и малочисленные виды, виды-двойники, ювенильные стадии видов, и тем самым дополнить список гидробионтов, обитающих в озерах.

Наличие экзотических организмов в пробе, а также организмов – не гидробионтов, мы можем объяснить расположением Казанского зооботанического сада на берегу Ботанической протоки, соединяющей Средний Кабан и Нижний Кабан, и смывом наземных организмов с водосбора озер Кабан. Бактериальные виды из желудочно-кишечного тракта человека и животных могли попасть в водоемы со сточными водами.

После фильтрации данных (метагеном 2017г.) в список гидробионтов озер Кабан внесено 612 пресноводных видов, идентифицированных по маркерным генам по технологии метагеномного секвенирования. К настоящему времени традиционным визуальным методом с использованием микроскопа идентифицировано 399 видов озер Кабан. Из них 42 вида идентифицировано обоими методами, как по маркерным генам, так и традиционным методом. За однократный пробоотбор 2017г. идентифицировано 27 видов, из них 19 видов идентифицировано только за однократный пробоотбор 2017г.

В результате объединения данных, полученных двумя способами, составлен общий список гидробионтов по озерам Кабан, включающий 987 видов.

Из 612 видов гидробионтов, идентифицированных по маркерным генам, статус индикаторных имеют 40 видов (*18S rPHK*), 14 видов (*COI*), 31 вид (*rbcL*). Виды-индикаторы по гену *16S rPHK* не идентифицированы. Общее количество видов-индикаторов составляет 77 видов по всем маркерным генам.



Наибольшее количество видов-индикаторов по метагеномному анализу относятся к *b*-мезосапробам (35%), *o-b*-мезосапробам (18%), *a*-сапробам (10%), т.е. характеризуют озера Кабан как загрязненные, что соответствует оценке экологического состояния озер Кабан на основе метода биоиндикации по результатам традиционного исследования водоемов.

Полученные результаты по метагеномному секвенированию гидробионтов озер Кабан г.Казани по маркерным генам могут быть использованы для оценки экологического состояния водоемов и оценки биоразнообразия гидробионтов.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Лебедева Н.В. География и мониторинг биоразнообразия / Н.В. Лебедева, Д.А. Криволицкий, Ю.Г. Пузаченко, К.Н. Дьяконов, Г.М. Алещенко, А.В. Смуров, В.Н. Максимов, В.С. Тикунов, Г.Н. Огуреева, Т.В. Котова // М.: Изд.-во Научного и учебно-методического центра. – 2002. – 432с.

2. Уникальные экосистемы солоноватых карстовых озер Среднего Поволжья / Под ред. А.Ф. Алимова, Н.М. Мингазовой // Казань: Изд-во Казанск. Ун-та. – 2001. – 256с.

3. Горшкова А.Т. Характеристика современного состояния озер Кабан по данным батиметрических съемок / А.Т. Горшкова, О.Н. Урбанова, А.А. Минуллина, Д.А. Семанов, А.Р. Валетдинов, Ю.С. Ионова // Георесурсы. – 2012. – 7(49). – С.3-6.

4. Мингазова Н.М. Озера Кабан. Как все начиналось для автора. Казань. – 2016. – № 6. – С.28-35.

5. Андреева М.Г. Исследование экологического состояния оз. Средний Кабан по микробиологическим показателям в сезонной и годовой динамике / М.Г. Андреева, С.В. Бердник // Российский журнал прикладной экологии. – 2016. – №2. – С.32-37.

6. Derevenskaya O.Y. A Lake water quality of Kazan city (Russia) Kaban lake in the anthropogenic pollution conditions and improving actions implementation / O.Y. Derevenskaya, N.M. Mingazova, L.R. Pavlova // International Journal of Applied Engineering Research. – 2015. – V.10(24). – P.44682-44687.

7. Маслов Н.В. Применение статистических методов при мониторинге содержания фенола в составе поверхностных вод озер экосистемы Кабан / Н.В. Маслов, Н.И. Мовчан, В.А. Трутнева // Вестник технологического университета. – 2015. – Т.18(6). – С.179-184.

8. Токинова Р.П. Ресничные черви (Plathelminthes, “Turbellaria”) озерной системы Кабан / Р.П. Токинова, С.В. Бердник // Ученые

записки Казанского университета. Естественные науки. – 2013. – Т.155(3). – С.195-208.

9. Mingazova N. Restoration of Low Kaban Lake (Kazan, Russia): 25-term experience of restoration and monitoring of ecological condition. Kazan State University. – 2013.

10. Деревенская О.Ю. Экологическое состояние озер Кабан г. Казани и концепция их восстановления / О.Ю. Деревенская, Н.М. Мингазова, Э.Г. Набеева, О.В. Палагушкина, Л.Р. Павлова, Ф.Ф. Бариева // Экологические системы и приборы. – 2012. – № 9. – С.20-25.

11. Урбанова О.Н. Водный баланс системы озер Кабан как метод изучения их гидрологического режима // Георесурсы. – 2012. – 7(49). – С.7-10.

12. Шагидуллин Р.Р. Природные и антропогенные факторы формирования качества воды озера С. Кабан города Казани / Р.Р. Шагидуллин, В.З. Латыпова, О.Ю. Тарасов, О.В. Никитин, О.Г. Яковлева, Д.В. Иванов, А.М. Петров, Н.Ю. Крапивина, Р.Ч. Юранец-Лужаева, Р.А. Шагидуллина, Р.И. Камалов // Георесурсы. – 2012. – 7(49). – С.11-17.

13. Иванов Д.В. Донные отложения озера Средний Кабан города Казани // Георесурсы. – 2012. – 7(49). – С.18-23.

14. Горохова О.Г. Фитопланктон озерной системы Кабан в 2011 году // Георесурсы. – 2012. – 7(49). – С.24-28.

15. Горшкова А.Т. Оценка уровня самоочищения озер Кабан по анализу зоопланктонного комплекса // Георесурсы. – 2012. – 7(49). – С.29-32.

16. Токинова Р.П. Экологическая оценка состояния озер Средний и Нижний Кабан по зообентосу // Георесурсы. – 2012. – 7(49). – С.33-38.

17. Чахирев И.В. Высшие водные растения озерной системы Кабан / И.В. Чахирев, В.И. Полуянова, А.Ю. Ратушняк, С.В. Бердник, М.Г. Андреева // Георесурсы. – 2012. – 7(49). – С.39-41.

18. Аськеев О.В. Ихтиофауна озерной системы Кабан города Казани / О.В. Аськеев, И.В. Аськеев, А.О. Аськеев, С.П. Монахов, Д.Н. Галимова // Георесурсы. – 2012. – 7(49). – С.42-47.

19. Латыпова В.З. Оценка антропогенной нагрузки на озеро Средний Кабан г. Казани / В.З. Латыпова, О.Г. Яковлева, Р.А. Шагидуллина, Р.Р. Шагидуллин // Георесурсы. – 2012. – № 7. – С.48-50.

20. Никитин О.В. Обоснование природоохранных мероприятий по реабилитации и сохранению экологического благополучия озера Средний Кабан города Казани / О.В. Никитин, В.З. Латыпова, О.Г. Яковлева, Р.Р. Шагидуллин, Д.В. Иванов, А.М. Петров, О.Ю. Тарасов, Р.А. Шагидуллина, Р.И. Камалов // Георесурсы. – 2012. – № 7. – С.51-56.

21. Деревенская О.Ю. Концепция биологической реабилитации озера Кабан г.Казани на основе мониторинга состояния / Н.М. Мингазова, Э.Г. Набеева, О.В. Палагушкина, Е.Н. Унковская, В.М. Ахатова, Л.Р. Павлова, Ф.Ф. Бариева // Экологические системы и приборы. – 2011. – № 3. – С.3-9.

22. Мингазова Н.М. Антропогенное воздействие на озеро Средний Кабан г. Казань и предложения по оптимизации его состояния / Н.М. Мингазова, А.В. Никитин, Е.Н. Унковская, Л.Р. Павлова, Э.Г. Набеева // Вода: химия и экология. – 2011. – №9. – С.3-8.

23. Набеева Э.Г. Концепция восстановления озера Средний Кабан г. Казани (РФ) / Э.Г. Набеева, Н.М. Мингазова, О.В. Палагушкина, О.Ю. Деревенская, И.С. Шигапов // Тез. докл. IV междунар. научн. конф. «Озерные экосистемы: биологические процессы, антропогенная трансформация, качество воды». 12-17 сент. 2011. – Минск-Нарочь. – 2011. – С.179-180.

24. Шигапов И.С. К изучению водного баланса озера Средний Кабан г. Казани / И.С. Шигапов, Н.М. Мингазова, О.Ю. Деревенская // Сб. матер. конгресса «Чистая вода. Казань». – 2010. – С.330-334.

25. Мингазова Н.М. К вопросу благоустройства, очистки и восстановления озера Средний Кабан / Н.М. Мингазова, Э.Г. Набеева

// Сб. матер. Конгресса «Чистая вода. Казань». – Казань, 2010. – С.260-264.

26.Набеева Э.Г. Восстановление озера Средний Кабан г. Казань / Э.Г. Набеева, Н.М. Мингазова, И.С. Шигапов // Тез. докл. межд. научн. конф. «Проблемы экологии. Чтения памяти проф. М.М. Кожова». – Иркутск: изд-во Иркут. госун-та. – 2010. – С.434.

27.Оценка воздействия на окружающую среду (ОВОС) при проектировании «Центра гребных видов спорта» (г. Казань, озеро Средний Кабан, Приволжский район) Ч.3. Интегральная оценка воздействия. Мониторинг состояния озера. Рекомендации по очистке и восстановлению озера // Казанский (Приволжский) федеральный университет. – 2010. – 215с.

28. Мустафин Р. Тайны озера Кабан и другие тайны Казани. – Казань. – 2010. – 240с.

29.Mingazova N. Restoration of Low Kaban Lake (Kazan, Russia): 25-term experience of restoration and monitoring of ecological condition / N. Mingazova, O. Derevenskaya, F. Barieva, L. Pavlova // 13th World Lake Conference. Abstract, China. – 2009. – P.299-305.

30.Оценка воздействия на окружающую среду (ОВОС) при проектировании «Центра гребных видов спорта» (г. Казань, озеро Средний Кабан, Приволжский район) Ч. 1. Инженерно-экологические изыскания // Казанский государственный университет. – 2009. – 136с.

31.Амирхан Х. Сказание об озере Кабан. Из сочинения Таварих-е Булгарийа // Рах Islamica. Мир ислама. – 2009. – №1 (2).

32.КАБАН // Татарская энциклопедия: В 5 т./ Гл. ред. М.Х. Хасанов, ответ. ред. Г.С. Сабирзянов. — Казань: Институт Татарской энциклопедии АН РТ. – 2006. – Т.3. – С.6.

33.Frolova L.L. The expert system shell for the selection of restoration technology in the field of nature environment / L.L. Frolova, A.G. Zakirov // J. Environ. Radioecology and Appl. Ecology. – 1996. – V.2(2). – P.15-18.

34. Фролова Л.Л. Методология выбора технологии восстановления водоемов на основе нечетких множеств / Л.Л. Фролова, А.Г. Закиров, О.Ю. Деревенская // Вестник Тамбовского Университета, сер.: Естественные и технические науки. – 1996. – Т.1(1). – С.78-81.

35. Мингазова Н.М. Влияние сточных вод ТЭЦ на состояние озерной системы (на примере оз. Средний Кабан г. Казани) / Н.М. Мингазова, О.Ю. Деревенская // Эколого-токсикологическая характеристика г. Казани и пригородной зоны (сборник). – Казань, 1991. – С.97-126.

36. Мингазова Н.М. Казанские озера. / Н.М. Мингазова, Ю.С. Котов. – Казань. Изд-во Казан, ун-та. – 1989. – 174с.

37. Мингазова Н.М. Эколого-токсикологическое изучение водоемов урбанизированных территорий (на примере озерной системы Кабан г. Казани): Дис. ... канд. биол. наук. – Свердловск, 1984. – 298с.

38. Нечкина В.В. Санитарно-биологическое исследование озера Средний Кабан // Учен. зап. Казан, пед. Ин-та. – Казань. 1971. – Т. 61(2). – С.39-61.

39. Мейснер В. Очерк зимней фауны озера Кабан // Труды о-ва естествоиспыт. При Казан. Ун-те. – 1904. – Т.39(3). – 118с.

40. Никольский Н. Физико-географическое исследование озера Кабана // Тр. О-ва естествоиспытателей при Казан, ун-те. – 1902. – Т.36(5). – 19с.

41. Бурланд М.Б. Химические исследования воды ближнего и дальнего Кабана летом 1893 года. Казань: Типо-лит.Имп.Ун-та. – 1895. – 38с.

42. Купидонов В.Г. Бактериологическое исследование воды озера Кабан и водопровода г. Казани: Диссертация на степень доктора медицины. - Казань: тип. Ключникова. – 1890. – 241с.

43. Рузский М.Д. О пелагической фауне озера Кабан // Тр. О-ва естествоиспытателей при казан, ун-те. – 1889. – 19 (4). – 31с.

44. Frolova L. 18S rRNA identification of hydrobionts of Nizhniy Kaban lake & diversity stude through next generation sequencing method / L. Frolova, A. Sverdrup // Helix Journal. – 2019. – V.9(5). – P.5556-5562.

45.Frolova L.L. Diversity of Verhniy Kaban lake by 18S rRNA of hydrobionts on next-generation sequencing method / L.L. Frolova, A.E. Sverdrup // Biosc.Biotech.Res.Comm. – 2019. – V.12(5). – P.329-335.

46.Sverdrup A. The species of diversity of Sredniy Kaban lake by 18S rRNA of hydrobionts on next-generation sequencing method / A. Sverdrup, L. Frolova // Journal of Environmental Treatment Techniques. 2019. – 17 c. (review).

47.Frolova L. The monitoring of Nizhniy Kaban lake by 16S rRNA gene amplicon data set-based bacterial diversity / L. Frolova, A. Sverdrup // Journal of Environmental Treatment Techniques. – 2019. – 17 c. (review).

48.Sverdrup A. The monitoring of Sredniy Kaban lake by 16S rRNA gene amplicon data set-based bacterial diversity /A. Sverdrup, L. Frolova, S. Sagdeeva // Journal of Environmental Treatment Techniques. – 2019. – 17 p. (review).

49.Kharchenko A. Studying Bacterial diversity of Verhniy Kaban Lake by 16S rRNA analysis / A. Kharchenko, A. Sverdrup, L. Frolova // Helix Journal. – 2019. – V.9(5). – P.5545-5555.

50.Husainov A. The ecological estimation of lake Verhniy Kaban using the next-generation sequencing / A. Husainov, L. Frolova // Indo American journal of pharmaceutical sciences (IAJPS). – 2018. – V.5(10). – P.10357-10363.

51.Khusainov A.M. The ecological estimation of Sredniy Kaban Lake based on molecular methods / A.M. Khusainov, L.L. Frolova //International Journal of Engineering & Technology. – 2018. – V.7 – N.4.7. – P.88-90.

52.Khusainov A.M. The evaluation of water quality of Nizhniy Kaban lake using next-generation sequencing / A.M. Khusainov, L.L. Frolova // Research Journal of Pharmaceutical, Biological and Chemical Sciences (RJPBCS). – 2018. – V.9(6). – P.272-279.

53.Frolova L.L. The monitoring of Nizhniy Kaban lake by rbcL gene of fresh water organisms using next-generation sequencing / L.L. Frolova, A.E. Sverdrup // Research journal of pharmaceutical, biological and chemical sciences (RJPBCS). – 2018. – V.9(1). – P.262-271.

- 54.Sverdrup A.E. The next-generation sequencing by rbcL gene of freshwater organisms for monitoring of Sredniy Kaban Lake / A.E. Sverdrup, L. Frolova, A. Lazareva // Revista Inclusiones. – 2019. – V.6(3). – P.258 - 269.
- 55.Kharchenko A. The monitoring of Verkhniy Kaban lake by rbcL gene of freshwater organisms using next-generation sequencing / A. Kharchenko, A. Sverdrup, L. Frolova // International Journal of Green Pharmacy. – 2018. – V.12(03). – P.756-762.
- 56.Frolova L.L. 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. – V.8(4). – P.24477-24486.
- 57.Denis L.J. Lafontaine and David Tollervy Ribosomal RNA Gene Families // WWW.Molecular-Plant-Biotechnology.info
- 58.Zhang J. Evaluation of different 16S rRNA gene V regions for exploring bacterial diversity in a eutrophic freshwater lake / J. Zhang, X. Ding, R. Guan, C. Zhu, CXu, B. Zhu, H. Zhang, Z. Xiong, Y. Xue, J. Tu, Z. Lu // Sci Total Environ. – 2018. – V.618. – P.1254-1267.
- 59.National Center for Biotechnology Information – <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/>
- 60.Barcode of life data system – <http://www.boldsystems.org/>
- 61.Folmer O. DNA primers for amplification of mitochondrial cytochrome c oxidase subunit I from diverse metazoan invertebrates / O. Folmer, M. Black, W. Hoeh, R. Lutz, R. Vrijenhoek // Mol.Mar. BiolBiotechnol. – 1994. – V.3. – P.294–299.
- 62.CBOL Plant Working Group, «A DNA barcode for land plants», Proc Natl AcadSci U S A. – 2009. – V.106(31). – P.12794-12797.
- 63.Husainov A.M. Evaluation of water reservoir ecological state using rbcL protein of phytoplanktons / A.M. Husainov, L.L. Frolova, I.S. Aponasevich // International Journal of Pharmacy and Technology. – 2016. – V.8(2). – P.14650-14665.



64. Хусаинов А.М. 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.

65. Frolova L. Evaluation of the Ecological State Of Water Reservoirs Using the COI Protein of Zoobenthos / L. Frolova, A. Husainov // Research Journal of Pharmaceutical, Biological and Chemical Sciences (RJPBCS). – 2015. – V.6(5). – P.1636-1649.

66. Фролова Л.Л. Способ использования маркерных белков сапробных групп индикаторных организмов для оценки экологического состояния окружающей среды / Л.Л. Фролова, А.М. Хусаинов, А.Э. Свердруп // Пат. RU 2702852 С1 Российская Федерация. – 2019. – Бюл. №29.

67. Экологический паспорт водного объекта. Озеро Нижний Кабан Вахитовского района г. Казани. – Отчет о НИР. КГУ / Науч. рук. Н.М. Мингазова, ответ. исполнитель – О.Ю. Деревенская, Казань. – 2007 (б). – 48с.

68. Экологический паспорт водного объекта. Озеро Средний Кабан Приволжского района г. Казани. – Отчет о НИР. КГУ, 2007 / Науч. рук. Н.М. Мингазова, ответ. исполнитель – О.Ю. Деревенская, Казань. – 2007 (в). - 40с.

69. Экологический паспорт водного объекта. Озеро Верхний Кабан Приволжского района г. Казани. – Отчет о НИР. КГУ, 2007 / Науч. рук. Н.М. Мингазова, ответ. исполнитель – О.Ю. Деревенская, Казань. – 2007 (а). – 40с.

70. Лангель И.О. Краткое медико-физическое и топографическое обозрение города Казани и губернии оной // Медицинский журнал импер. Санкт-Пет. мед-хир. Академии. – 1807.

71. Щербаков А.Я. Источники водоснабжения г. Казани // Тр. о-ва естествоиспытателей при Казанском ун-те. – 1893. – Т.26(6). – 148с.

72. Бутлеров А.М. Выписка из журнала по устройству в г. Казани водопровода / А.М. Бутлеров, А.И. Якобий // Казанские губернские ведомости. – 1866. – 15с.

73. Нечкина В.В. Санитарно-биологическое исследование некоторых пойменных водоемов р. Волги в пределах Татарской и Чувашской республик. – Дисс...к.б.н. – Казань. – 1953. – 347с.

74. Отчет комиссии ГК КПСС по оздоровлению озер Кабан: Рукопись. – Казань. – 1991. – 20с.

75. Gomez A. Mating trials validate the use of DNA barcoding to reveal cryptic speciation of a marine bryozoans taxon // Proceedings B of The Royal Society. – 2007. – V.274. – P.199-207.

76. Бульон В.В. Методические рекомендации по сбору и обработке материалов при гидробиологических исследованиях на пресноводных водоемах. Фитопланктон и его продукция, Л.: Гос.науч.-иссл.ин-т озерного рыбного хоз-ва. – 1981. – 32с.

77. Методические рекомендации по сбору и обработке материалов при гидробиологических исследованиях на пресноводных водоемах. Зоопланктон и его продукция. – Л. – 1982. – 33с.

78. Prosser S. A new set of primers for COI amplification from freshwater microcrustaceans / S. Prosser, A. Martínez-Arce, M. Elías-Gutiérrez // Mol Ecol Resour. – 2013. – V.13(6). – P.1151-1155.

79. Conserved primer sequences for PCR amplification and sequencing from nuclear ribosomal RNA // Vilgalys lab, Duke University, updated Feb 3, 1992 (<https://sites.duke.edu/vilgalyslab/files/2017/08/rDNA-primers-for-fungi.pdf>).

80. Herlemann D.P.R. Transition in bacterial communities along the 2000 km salinity gradient of the Baltic Sea / D.P.R. Herlemann, M. Labrenz, K. Juergens, S. Bertilsson, J.J. Waniek, A.F. Andersson // ISME J. – 2011. – V.5. – P.1571–1579.

81. Paul J.H. Micro- and macrodiversity in rbcL sequences in ambient phytoplankton populations from the southern Gulf of Mexico / J.H. Paul,

A. Alfreider, B. Wawrik // *Marine Ecology Progress Series*. – 2000. – V.198. – P.9-18.

82. Samanta B. A comprehensive framework for functional diversity patterns of marine chromophytic phytoplankton using *rbcL* phylogeny / B. Samanta, P. Bhadury // *Sci. Rep.* – 2016. – V.6. – P.20783.

83. 18S ribosomal RNA

[https://en.wikipedia.org/wiki/18S\\_ribosomal\\_RNA](https://en.wikipedia.org/wiki/18S_ribosomal_RNA)

84. Спирин А.С. Молекулярная биология. Рибосомы и биосинтез белка. изд. (2). – М.: «Академия». – 2011. – 496с.

85. Hadziavdic K. Characterization of the 18S rRNA gene for designing universal eukaryote specific primers / K. Hadziavdic, K. Lekang, A. Lanzen, I. Jonassen, E.M. Thompson, C. Troedsson // *Journal.pone.0087624*. – ecollection 29014.

86. Sladeček V. System of water quality from biological point of view. *Egetnisse der Limnologie*. – 1973. – 7. – 218p.

87. Cuscó A. Microbiota profiling with long amplicons using Nanopore sequencing: full-length 16S rRNA gene and whole *rrn* operon / A. Cuscó, C. Catozzi, J. Viñes, A. Sanchez, O. Francino // *F1000Research*. – 2018. – V.7. – 1755p.

88. Poirier 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. Rué, R. Peguilhan, G. Coeuret, M. Zagorec, M. Ch. Champomier-Vergès, V. Loux, S. Chaillou // *PLoS One*. – 2018. – V.13. – N.9. – e0204629.

89. Ibal J. Information about variations in multiple copies of bacterial 16S rRNA genes may aid in species identification / J.C. Ibal, H.Q. Pham, J.H. Shin // *PLoS One*. – 2019. – V.14. – e0212090.

90. Wang A.Y.M. First Report of Human Infection by *Agromyces mediolanus*, a Gram-Positive Organism Found in Soil Siddharth Sridhar / A.Y.M. Wang, J.F.W. Chan, C.C.Y. Yip, S.K.P. Lau, P.C.Y. Woo, K.Y. Yuen // *J Clin Microbiol*. – 2015. – V.53(10). – P.3377–3379.

91. Dürst U.N. *Micrococcus luteus*: a rare pathogen of valve prosthesis endocarditis / E. Bruder, L. Egloff, J. Wüst, J. Schneider, H.O. Hirzel // *Clinical Research in Cardiology*. – 1991. – V.80(4). – P.294-298.
92. Dali P. Susceptibilities of *Propionibacterium acnes* Ophthalmic Isolates to Moxifloxacin / P. Dali, E.R. Giugliano, E.M. Vellozzi, M.A. Smith // *Antimicrobial Agents and Chemotherapy*. – 2001. – V.45(10). – P.2969 -2970.
93. Bag S. Complete Genome Sequence of *Collinsella aerofaciens* Isolated from the Gut of a Healthy Indian Subject / S. Bag, T.S. Ghosh, B. Das // *Genome Announc.* – 2017. – V.5(47). – e01361-17.
94. Pianta A. Evidence for Immune Relevance of *Prevotella copri*, a Gut Microbe, in Patients with Rheumatoid Arthritis / A. Pianta, S. Arvikar, K. Strle, E.E. Drouin, Q. Wang, C.E. Costello, A.C. Steere // *Arthritis Rheumatol.* – 2017. – V.69(5). – P.964–975.
95. Hayashi H. *Prevotella copri* sp. nov. and *Prevotella stercorea* sp. nov., isolated from human faeces / H. Hayashi, K. Shibata, M. Sakamoto, S. Tomita, Y. Benno // *Int J Syst Evol Microbiol.* – 2007. – V.57(5). – P.941-946.
96. Poehlein A. Draft Genome Sequence of *Flavobacterium succinicans* Strain DD5b / A. Poehlein, H. Najdenski, D.D. Simeonova, // *Genome Announc.* – 2017. – V.5(2). – P.e01492-16.
97. Mohan M. Dietary Gluten-Induced Gut Dysbiosis Is Accompanied by Selective Upregulation of microRNAs with Intestinal Tight Junction and Bacteria-Binding Motifs in Rhesus Macaque Model of Celiac Disease / M. Mohan, C.T. Chow, C.N. Ryan, L.S. Chan, J. Dufour, P.P. Aye, J. Blanchard, C.P. Moehs, K. Sestak // *Nutrients*. – 2016. – V.8(11). – E684.
98. Robertson W.J. *Desulfosporosinus meridiei* sp. nov., a spore-forming sulfate-reducing bacterium isolated from gasoline-contaminated groundwater» / W.J. Robertson, J.P. Bowman, P.D. Franzmann, B.J. Mee // *Int J Syst Evol Microbiol.* – 2001. – V.51(Pt.1). – P.133-140.

99. Bag S. Complete Genome Sequence of *Faecalibacterium prausnitzii* Isolated from the Gut of a Healthy Indian Adult / S. Bag, T.S. Ghosh, B. Das // *Genome Announc.* – 2017. – V.5(46). – P.e01286-17.

100. Schwiertz A. Quantification of Different *Eubacterium* spp. in Human Fecal Samples with Species-Specific 16S rRNA-Targeted Oligonucleotide Probes» / A. Schwiertz, G.L. Blay, M. Blaut // *Appl Environ Microbiol.* – 2000. – V.66(1). – P.375–382.

101. DeMaesschalck C. *Faecalicoccus acidiformans* gen. nov., sp. nov., isolated from the chicken caecum, and reclassification of *Streptococcus pleomorphus* (Barnes et al. 1977), *Eubacterium bifforme* (Eggerth 1935) and *Eubacterium cylindroides* (Cato et al. 1974) as *Faecalicoccus pleomorphus* comb. nov., *Holdemanella biformis* gen. nov., comb. nov. and *Faecalitalea cylindroides* gen. nov., comb. nov., respectively, within the family *Erysipelotrichaceae*» / C. DeMaesschalck, F. VanImmerseel, V. Eeckhaut, S. DeBaere, M. Cnockaert, S. Croubels, F. Haesebrouck, R. Ducatelle, P. Vandamme // *Int J Syst Evol Microbiol.* – 2014. – V.64(11). – P.3877-3884.

102. Finegold S.M. *Cetobacterium somerae* sp. nov. from human feces and emended description of the genus *Cetobacterium* / S.M. Finegold, M.L.Vaisanen, D.R. Molitoris, T.J. Tomzynski, Y. Song, C. Liu, M.D. Collins, P.A. Lawson // *Syst Appl Microbiol.* – 2003. – V.26(2). – P.177-181.

103. Tsuchiya C. Novel ecological niche of *Cetobacterium somerae*, an anaerobic bacterium in the intestinal tracts of freshwater fish / C. Tsuchiya, T. Sakata, H. Sugita // *Lett Appl Microbiol.* – 2008. – V.46(1). – P.43-48.

104. Ryan M.P. *Brevundimonas* spp: Emerging global opportunistic pathogens» // M.P. Ryan, J.T. Pembroke // *Virulence.* – 2018. – V.9(1). – P.480–493.

105. Ma Z. Genome sequence of *Sphingomonas wittichii* DP58, the first reported phenazine-1-carboxylic acid-degrading strain / Z. Ma,

X. Shen, H. Hu, W. Wang, H. Peng, P. Xu, X. Zhang // *J Bacteriol.* – 2012. – V.194(13). – P.3535-3536.

106. Satola B., Metabolic characteristics of the species *Variovorax paradoxus* / B. Satola, J.H. Wübbeler, A. Steinbüchel // *Appl Microbiol Biotechnol.* – 2013. – V.97(2). – P.541-560.

107. Gulati A. Plant growth-promoting and rhizosphere-competent *Acinetobacter rhizosphaerae* strain BIHB 723 from the cold deserts of the Himalayas / A. Gulati, P. Vyas, P. Rahi, R.C. Kasana // *Current Microbiology.* – 2009. – V.58(4). – P.371-377.

108. Montaña S. The Genetic Analysis of an *Acinetobacter johnsonii* Clinical Strain Evidenced the Presence of Horizontal Genetic Transfer / S. Montaña, S.T.J. Schramm, G.M. Traglia, K. Chiem, G.P.D. Noto, M. Almuzara, C. Barberis, C. Vay, C. Quiroga, M.E. Tolmasky, A. Iriarte, M.S. Ramírez // *PLoS One.* – 2016. – V.11(8). – e0161528.

109. deVos W.M. Microbe Profile: *Akkermansia muciniphila*: a conserved intestinal symbiont that acts as the gatekeeper of our mucosa // *Microbiology.* – 2017. – V.163(5). – P.646-648.

110. Hedlund B.P. *Verrucomicrobia* div. nov., a new division of the Bacteria containing three new species of *Prostheco bacter* / B.P. Hedlund, J.J. Gosink, J.T. Staley // *Antonie van Leeuwenhoek.* – 1997. – V.72 (1). – P.29-38.

111. Fey P.D. Current concepts in biofilm formation of *Staphylococcus epidermidis* / P.D. Fey, M.E. Olson // *Future Microbiology.* – 2010. – V.5(6). – P.917-933.

112. Levinson, W. Review of Medical Microbiology and Immunology (11th ed.). – 2010. – P.94-99.

113. Méric G. Disease-associated genotypes of the commensal skin bacterium *Staphylococcus epidermidis*. *Nature Communications.* – 2018. – 9(1). – DOI: 10.1038/s41467-018-07368-7.

114. Salje J. *Orientia tsutsugamushi*: A neglected but fascinating obligate intracellular bacterial pathogen // *PLOS Pathogens.* – 2017. – V.13(12). – e1006657.

115. Chang S.C. *Chitinilyticum litopenaei* sp. nov., isolated from a freshwater shrimp pond, and emended description of the genus *Chitinilyticum* / S.C. Chang, M.C. Wu, W.M. Chen, Y.H. Tsai, T.M. Lee // *International Journal of Systematic and Evolutionary Microbiology*. – 2009. – V.59(11). – P.2651-2655.

116. Kodama Y. *Sulfuricurvum kujiense* gen. nov., sp. nov., a facultatively anaerobic, chemolithoautotrophic, sulfur-oxidizing bacterium isolated from an underground crude-oil storage cavity / Y. Kodama, K. Watanabe // *International Journal of Systematic and Evolutionary Microbiology*. – 2004. – V.54(6). – P.2297-2300.

117. Koch I.H. *Edaphobacter modestus* gen. nov., sp. nov., and *Edaphobacter aggregans* sp. nov., acidobacteria isolated from alpine and forest soils / I.H. Koch, F. Gich, P.F. Dunfield, J. Overmann // *International Journal of Systematic and Evolutionary Microbiology*. – 2008. – V.58(5). – P.1114-1122.

118. Benítez-Páez A. The Glycolytic Versatility of *Bacteroides uniformis* CECT 7771 and Its Genome Response to Oligo and Polysaccharides / A. Benítez-Páez, E.M. Gómez del Pulgar, Y. Sanz // *Frontier Cellular infection microbiology*. – 2017. – V.7. – 383p.

119. Yang F. Complete Genome Sequence of a *Parabacteroides distasonis* Strain (CavFT hAR46) Isolated from a Gut Wall-Cavitating Microlesion in a Patient with Severe Crohn's Disease / F. Yang, A. Kumar, K.W. Davenport, J.M. Kelliher, J.C. Ezeji, C.E. Good, M.R. Jacobs, M. Conger, G. West, C. Fiocchi, F. Cominelli, A.E.K. Dichosa, A. Rodriguez-Palacios // *Microbiology Resource Announcements*. – 2019. – V.8(36). – e00585-19.

120. Onaca C. Degradation of Alkyl Methyl Ketones by *Pseudomonas veronii* MEK700 / C. Onaca, M. Kieninger, K.-H. Engesser, J. Altenbuchner // *Journal of Bacteriology*. – 2007. – V.189(10). – P.3759–3767.

121. Thierry S. *Pseudoxanthomonas mexicana* sp. nov. and *Pseudoxanthomonas japonensis* sp. nov., isolated from diverse environments, and emended descriptions of the genus *Pseudoxanthomonas*

Finkmann et al. 2000 and of its type species / S. Thierry, H. Macarie, T. Iizuka, W. Geißdoerfer, E.A. Assih, M. Spanevello, F. Verhe, P. Thomas, R. Fudou, O. Monroy, M. Labat, A.S. Ouattara // *International Journal of Systematic and Evolutionary Microbiology*. – 2004. – V.54. – P.2245-2255.

122. Hebert P.D. Barcoding animal life: cytochrome c oxidase subunit 1 divergences among closely related species / P.D. Hebert, S. Ratnasingham, J. R. deWaard // *Proceedings B of The Royal Society*. – 2003. – V.270. – P.96-99.

123. Hebert P.D. Biological identifications through DNA barcodes / P.D. Hebert, A. Cywinska, S.L. Ball, J. R. de Waard // *Proceedings B of The Royal Society*. – 2003. – V.270. – P.313-321.

124. Шнеер В.С. ДНК-штрихкодирование животных и растений – способ их идентификации и изучения биоразнообразия // *Журнал общей биологии*. – 2009. – Т.70 (4). – С.296-315.

125. Kaplan-Levy R.N. Lake Kinneret phytoplankton: integrating classical and molecular taxonomy / R.N. Kaplan-Levy, A. Alster-Gloukhovski, Y. Benyamini, T. Zohary // *Hydrobiologia*. – 2016. – V.764 (1). – P.283-302.

126. Бариева Ф.Ф. Фитопланктон городских водоемов и водотоков / Ф.Ф. Бариева, Л.Ю. Халиуллина, Н.М. Мингазова // *Экология города Казани*. – Казань: Изд-во «ФЭН» Академии наук РТ. – 2005. – С.236-248.

127. Бариева Ф.Ф. Изменение фитопланктона при антропогенном воздействии и восстановлении озерных экосистем (на примере озер г. Казани). – Дисс. к.б.н., - Казань. – 2003. – 119с.

128. Гагаева М.М. Материалы к фауне ракообразных в окрестностях Казани // *Труды студ. кружка любителей природы при КГУ*. – Казань. – 1921. – Т1. – С.27-74.

129. Нечкина В.В. Санитарно-биологическое исследование озера Ближний Кабан // *Сб. тр. по вопросам зоологии*. – Казань. 1965. – Вып.1. – С.25-53.



130. Деревенская О.Ю. Изменение зоопланктона малых озер урбанизированных территорий на разных этапах антропогенного воздействия и оздоровления. – Дисс... к.б.н. – Казань. – 1997. – 189с.
131. Деревенская О.Ю. Сообщества зоопланктона озер при их загрязнении и восстановлении/ О.Ю. Деревенская, Н.М. Мингазова // Гидробиологический журнал. – 1998. – Т.34(4). – С.50-55.
132. Экология города Казани. – Казань: Изд-во «Фэн» Академии наук РТ. – 2005. – 576с.
133. Куриленко В.В. Основы экогеологии, биоиндикации и биотестирования водных экосистем / В.В. Куриленко, О.В. Зайцева, Е.А. Новикова, Н.Г. Осмоловская, М.Д. Уфимцева // СПб.: Изд-во СПбГУ. – 2004. – 448с.
134. Мисейко Г.Н. Биологический анализ качества пресных вод / Г.Н. Мисейко, Д.М. Безматерных, Г.И. Тушкова // Барнаул: Изд-во Алтайского универ. – 2001. – 201с.
135. Баринаова С.С. Экологические и географические характеристики водорослей-индикаторов / С.С. Баринаова, Л.А. Медведева, О.В. Анисимова // М.: ВНИИприроды. – 2000. – 150с.
136. Sverdrup A.E. A new approach for the determination of species saprobity for water quality monitoring based on the molecular phylogeny / A.E. Sverdrup, L.L. Frolova // POAB Journal. – 2019. – V.10(4). – P.34-41.
137. Фролова Л.Л. Способ определения сапробности гидробионтов для оценки экологического состояния водоемов / Л.Л. Фролова, А.Э. Свердруп // Пат RU 2698651 C1 Российская Федерация. – Бюл. № 25. – 2019.
138. Sanger F. DNA sequencing with chain-terminating inhibitors / F. Sanger, S. Nicklen, A.R. Coulson // Proc Natl Acad Sci U S A. – 1977. – Т. 74 (12). – С.5463-5467.

*Научное издание*

**Фролова Людмила Леонидовна**  
**Свердруп Антоний Элиас**  
**Маланин Сергей Юрьевич**  
**Деревенская Ольга Юрьевна**  
**Хусаинов Артур Маратович**  
**Харченко Анастасия Михайловна**

**МЕТАГЕНОМ ГИДРОБИОНТОВ  
ОЗЕР КАБАН ГОРОДА КАЗАНИ**  
**Анализ видового разнообразия гидробионтов  
по маркерным генам**

Редактор  
**Л.Л.Фролова**

Компьютерная верстка  
**Л.Л.Фроловой**

Подписано в печать 20.11.2019  
Бумага офсетная. Печать цифровая.  
Формат 60x84 1/16. Гарнитура «Times New Roman». Усл. печ. 12,56 л.  
Уч.-изд. л. 7,06 Тираж 100 экз. Заказ 338/11

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